

# 2<sup>ο</sup>

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο



Μηχανήματα

Μεταφοράς

Υλικών





# Μηχανήματα Μεταφοράς Υλικών

Η μεταφορά υλικών σε ένα εργοστάσιο τροφίμων ή σε μια γεωργική εκμετάλλευση είναι πολύ συνηθισμένη διαδικασία. Η μεταφορά των πρώτων υλών στην αποθήκη ή στον τόπο επεξεργασίας, η μεταφορά του προϊόντος από το ένα στάδιο μιας επεξεργασίας στο άλλο, η μεταφορά του τελικού προϊόντος στην αποθήκη ή στην κατανάλωση είναι μερικά παραδείγματα μεταφοράς υλικών.

Το σύστημα μεταφοράς που χρησιμοποιείται κάθε φορά εξαρτάται κυρίως από τη φύση του υλικού και την απόσταση μεταφοράς. Έτσι, για τη μεταφορά υγρών μέσα στο εργοστάσιο χρησιμοποιούνται συνήθως αντλίες, για τη μεταφορά στερεών χρησιμοποιούνται συνήθως μεταφορικές ταινίες και κοχλίες. Για τη μεταφορά πρώτων υλών και έτοιμων προϊόντων σε μεγάλες αποστάσεις χρησιμοποιούνται τρένα, φορητά αυτοκίνητα, βυτία, πλοία και αεροπλάνα.

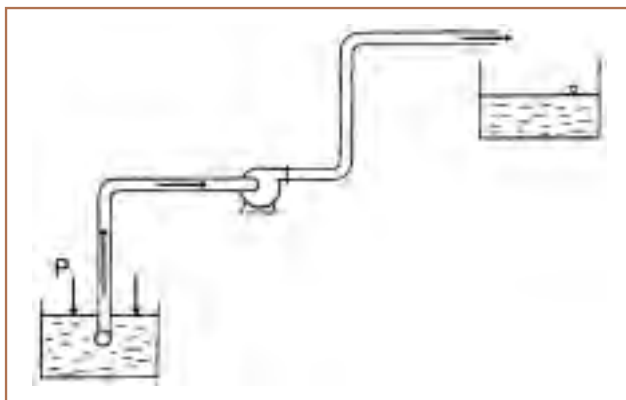
## 2.1 Αντλίες

Οι αντλίες χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά υγρών από ένα σημείο σε ένα άλλο ή για την αύξηση της πίεσης του υγρού. Σήμερα υπάρχουν στην αγορά πολλοί τύποι αντλιών, κατάλληλοι να καλύψουν τις διάφορες απαιτήσεις σε παροχή, σε πίεση και σε υλικά κατασκευής. Κοινό χαρακτηρισ-

ριστικό όλων των αντλιών είναι ότι δημιουργούν υποπίεση για να αναρροφήσουν το υγρό και στη συνέχεια το προωθούν αυξάνοντάς του την πίεση.

### Αρχή λειτουργίας

Μια αντλία αναρροφά νερό από ένα πηγάδι, γιατί δημιουργεί κενό στη μια άκρη του σωλήνα αναρρόφησης που είναι βυθισμένος στο πηγάδι, ενώ στην επιφάνεια του νερού στο πηγάδι ασκείται η ατμοσφαιρική πίεση, η οποία αναγκάζει το νερό να κινηθεί προς τα επάνω μέσα στο σωλήνα της αναρρόφησης. Αφού το υγρό αναρροφηθεί και εισέλθει στην αντλία, η αντλία του αυξάνει την πίεση και το αναγκάζει να εξέλθει από την κατάθλιψη.



**Σχήμα 2.1.** Αρχή λειτουργίας μιας αντλίας

Η μετακίνηση του υγρού και η αύξηση της ταχύτητας και της πίεσής του προϋποθέτει ότι η αντλία προσδίδει ενέργεια στο υγρό. Η ενέργεια, που προσδίδει η αντλία ανά χιλιόγραμμα βάρους του υγρού, εκφράζεται με τον όρο **μανομετρικό ύψος**.

### 2.1.1. Τύποι αντλιών

Υπάρχουν δυο μεγάλες κατηγορίες αντλιών: οι φυγοκεντρικές και οι αντλίες θετικής εκτόπισης.

#### Φυγοκεντρικές αντλίες

Οι φυγοκεντρικές αντλίες είναι οι πιο συνηθισμένες. Αποτελούνται από το σώμα ή περίβλημα, μέσα στο οποίο υπάρχει η περωτή τοποθετημένη σε έναν άξονα που περιστρέφεται από κάποιο κινητήρα (Σχ. 2.2.).

Κατά τη λειτουργία, το υγρό εισέρχεται από την αναρρόφηση και φτάνει στο κέντρο της περωτής, η οποία καθώς περιστρέφεται το αναγκάζει να κινηθεί προς την περιφέρεια λόγω της φυγόκεντρης δύναμης. Έτσι το υγρό αποκτά κινητική ενέργεια, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε πίεση λόγω μείωσης της ταχύτητας του υγρού (Θεώρημα Bernoulli).

Υπάρχουν τριών ειδών περωτές : οι κλειστές, στις οποίες τα περύγια βρίσκονται μεταξύ δυο παράλληλων δίσκων, οι ημίκλειστες, στις οποίες τα περύγια είναι τοποθετημένα στη μια πλευρά ενός δίσκου και οι ανοιχτές, στις οποίες δεν υπάρχουν πλευρικοί δίσκοι.

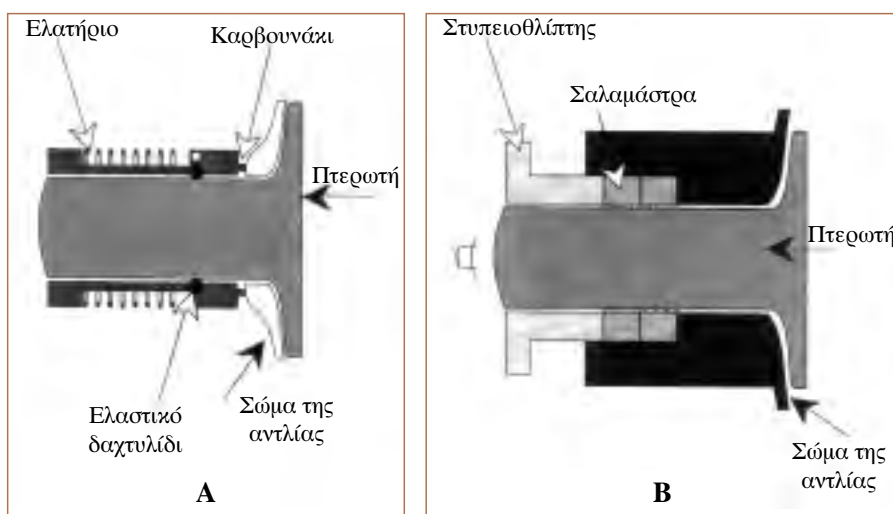


Σχήμα 2.2 Φυγοκεντρική αντλία

Για τη στεγανοποίηση του ανοίγματος μεταξύ άξονα και σώματος της αντλίας χρησιμοποιείται κάποιο σύστημα στεγανοποίησης. Τα πιο συνηθισμένα είναι:

1) Μηχανικός τύπος, που ονομάζεται και **μηχανικός στυπιοθλίπτης**. Εξασφαλίζει στεγανότητα χρησιμοποιώντας ένα καρβουνάκι που πιέζεται από ελατήριο επάνω σε μια λεία επιφάνεια του σώματος της αντλίας, ενώ συγχρόνως η στεγανότητα με τον άξονα εξασφαλίζεται από ένα ελαστικό δακτυλίδι (O-Ring). Ο μηχανικός στυπιοθλίπτης περιστρέφεται μαζί με τον άξονα της αντλίας (Σχ. 2.3.A.). Ενδείκνυται για πολλά προϊόντα, π.χ. γαλακτοκομικά, χυμούς, νερό κτλ., καθώς επίσης και για συστήματα που λειτουργούν υπό κενό. Σε περίπτωση άντλησης υγρών υψηλής θερμοκρασίας ο στυπιοθλίπτης μπορεί να ψύχεται με νερό.

2) Τύπος με στυπείο, κοινώς **σαλαμάστρα** (Σχ. 2.1.B.) που αποτελείται από δακτυλίδια από συνθετικό υλικό σε σχήμα σχοινού, που περιβάλλουν τον άξονα και συγκρατούνται στη θέση τους από το στυπιοθλίπτη, σφραγίζοντας έτσι το διάκενο μεταξύ σώματος της αντλίας και άξονα. Ο τύπος αυτός χρησιμοποιείται κυρίως σε αντλίες νερού, ενώ δεν ενδείκνυται για την άντληση υγρών τροφίμων, γιατί δεν πληροί τις απαραίτητες προϋποθέσεις υγιεινής.



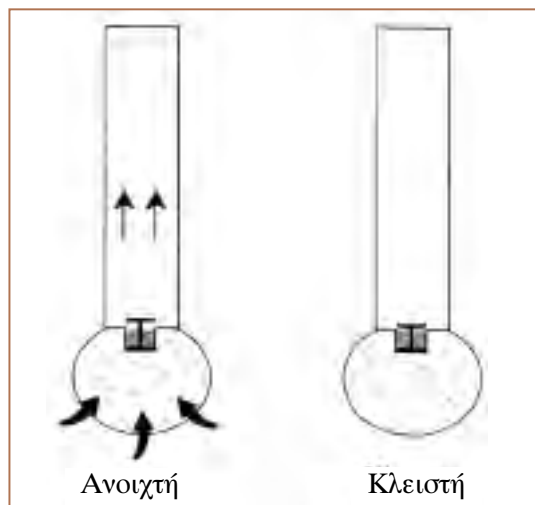
**Σχήμα 2.3** Συστήματα στεγανοποίησης του άξονα της αντλίας

A. Μηχανικός στυπιοθλίπτης

B. Στυπιοθλίπτης με σαλαμάστρα

Τα πλεονεκτήματα των φυγοκεντρικών αντλιών είναι ότι είναι απλές στην κατασκευή τους, δίνουν συνεχή παροχή και μπορούν να αντλήσουν ακόμη και υγρά με αρκετά μεγάλη περιεκτικότητα σε αιωρούμενα υλικά, με την προϋπόθεση βέβαια ότι το μέγεθός τους είναι τέτοιο, που δεν κινδυνεύει να φράξει η πτερωτή ή οι σωληνώσεις. Το μειονέκτημά τους είναι

ότι κατά την εκκίνηση πρέπει ο σωλήνας της αναρρόφησης καθώς και ο χώρος της περωτής να είναι γεμάτος με υγρό. Για το σκοπό αυτό, όταν η αντλία βρίσκεται πιο πάνω από τη στάθμη του υγρού, πρέπει να τοποθετείται στο κάτω μέρος του σωλήνα αναρρόφησης μια βαλβίδα, που ονομάζεται **ποδοβαλβίδα**, η οποία επιτρέπει στο υγρό να κινείται μόνο από το δοχείο αναρρόφησης ή το πηγάδι προς την αντλία και όχι κατά την αντίθετη κατεύθυνση (Σχ. 2.4). Με τον τρόπο αυτό ο σωλήνας αναρρόφησης και η αντλία παραμένουν γεμάτα με υγρό, ακόμη και όταν η αντλία δε δουλεύει.



Σχήμα 2.4 Ποδοβαλβίδα

Ορισμένες φυγοκεντρικές αντλίες έχουν τη δυνατότητα να αναρροφούν υγρό χωρίς τη βοήθεια ποδοβαλβίδας, ακόμη δηλαδή κι όταν ο σωλήνας αναρρόφησης είναι γεμάτος αέρα. Για να το πετύχουν αυτό, είναι εφοδιασμένες με ένα θάλαμο διαχωρισμού αέρα-υγρού, που συγκοινωνεί με το χώρο της περωτής και στον οποίο πρέπει να υπάρχει πάντοτε μια ποσότητα υγρού. Κατά τη λειτουργία, το υγρό που βρίσκεται στο χώρο της περωτής μαζί με τον αέρα που αναρροφάται, προωθείται από την περιστρεφόμενη περωτή προς το θάλαμο διαχωρισμού. Εκεί το υγρό διαχωρίζεται από τον αέρα, ο οποίος φεύγει προς την κατάθλιψη, ενώ το υγρό επιστρέφει στο χώρο της περωτής για να ξανασχηματίσει μείγμα αέρα-υγρού και να επαναληφθεί ο κύκλος μέχρις ότου όλος ο αέρας απομακρυνθεί, οπότε η αντλία αρχίζει και αναρροφά υγρό κανονικά. Οι αντλίες αυτές ονομάζονται **φυγοκεντρικές αντλίες με αυτόματη αναρρόφηση** (Σχ.2.5).



**Σχήμα 2.5** Αντλία με αυτόματη αναρρόφηση

**Οι φυγοκεντρικές αντλίες** χρησιμοποιούνται συνήθως για **μεγάλες παροχές** και **όχι πολύ υψηλές πιέσεις**. Στις βιομηχανίες τροφίμων χρησιμοποιούνται για άντληση νερού, γάλακτος, χυμών και άλλων υγρών τροφίμων που δεν έχουν μεγάλο ιξώδες.

Υπάρχουν και **πολυβάθμιες φυγοκεντρικές αντλίες**, οι οποίες αναπτύσσουν μεγαλύτερη πίεση. Οι αντλίες αυτές έχουν δύο ή περισσότερες περωτές προσαρμοσμένες στον ίδιο άξονα. Το υγρό από την κατάθλιψη της πρώτης περωτής οδηγείται στην αναρρόφηση της δεύτερης περωτής, από την κατάθλιψη της δεύτερης στην αναρρόφηση της τρίτης και ούτω καθεξής. Η κάθε περωτή προσθέτει ορισμένη ενέργεια στο υγρό, αυξάνοντας έτσι το μανομετρικό που αναπτύσσει η αντλία, ενώ η παροχή της αντλίας είναι ανεξάρτητη από τον αριθμό των περωτών. Πολυβάθμιες αντλίες με κατακόρυφο άξονα συναντώνται συχνά στην άντληση νερού από γεωτρήσεις.

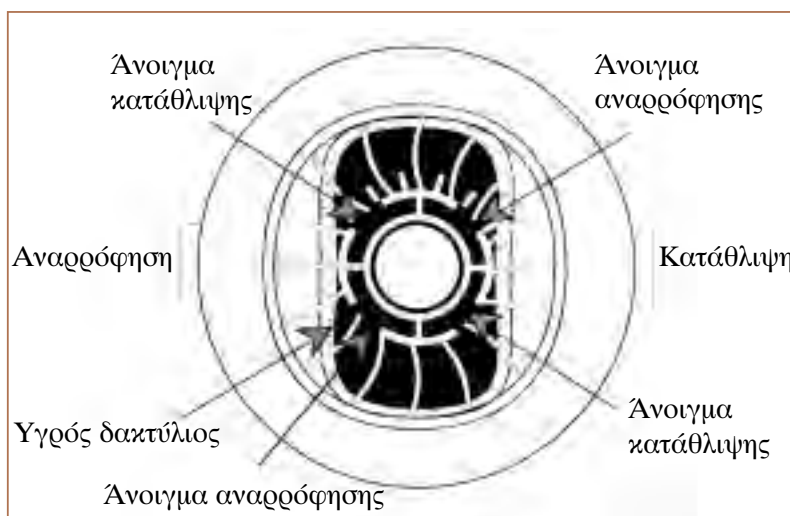
#### ***Αντλία υγρού δακτυλίου***

Ένας άλλος τύπος αντλίας με περωτή είναι η αντλία υγρού δακτυλίου (Σχ. 2.6.). Καθώς η περωτή της αντλίας αυτής περιστρέφεται, εκτινάσσει προς την περιφέρεια το υγρό που υπάρχει μέσα στην αντλία, σχηματίζοντας έτσι ένα υγρό δακτύλιο στην εσωτερική περιμέτρο του περιβλήματος της αντλίας. Επειδή το σχήμα του περιβλήματος είναι παραβολοειδές, ο χώρος



μεταξύ δύο διαδοχικών περυγίων, του άξονα της περωτής και του υγρού δακτυλίου αυξομειώνεται κατά την εκτέλεση μιας περιστροφής. Όταν ο χώρος αυτός αυξάνεται γίνεται η αναρρόφηση, ενώ όταν ο χώρος μειώνεται γίνεται η κατάθλιψη. Ένα άνοιγμα για την αναρρόφηση είναι κατάλληλα τοποθετημένο στο μέρος που ο χώρος αυτός αυξάνεται, ενώ ένα άνοιγμα για την κατάθλιψη είναι τοποθετημένο εκεί που ο χώρος μειώνεται.

**Αντλίες υγρού δακτυλίου** χρησιμοποιούνται κυρίως για την **άντληση αέρα ή υδρατμών** και τη δημιουργία κενού, όπως π.χ. σε ορισμένους τύπους ξηραντηρίων και εξατμιστήρων. Στην περίπτωση αυτή η αντλία πρέπει να τροφοδοτείται με μια ποσότητα νερού για τη δημιουργία του υγρού δακτυλίου.

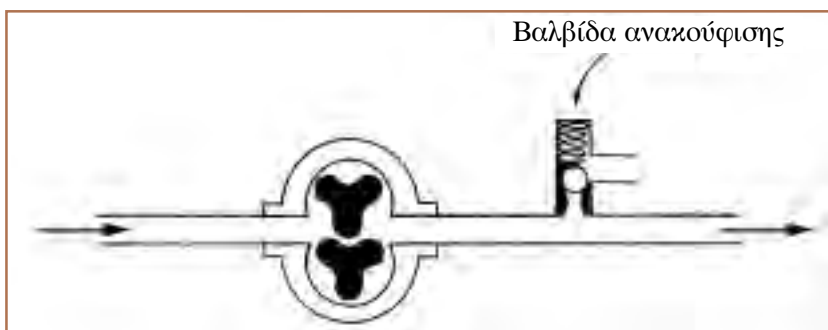


**Σχήμα 2.6** Αντλία υγρού δακτυλίου

### Αντλίες θετικής εκτόπισης

Κοινό χαρακτηριστικό των αντλιών θετικής εκτόπισης είναι ότι έχουν ένα χώρο μεταβλητού όγκου, στον οποίο παγιδεύεται το υγρό που εισέρχεται κατά την αναρρόφηση. Κατά την κατάθλιψη, ο όγκος του χώρου αυτού μειώνεται και το υγρό, επειδή δεν μπορεί να συμπιεστεί, αναγκάζεται να φύγει από το άνοιγμα εξόδου.

Οι αντλίες θετικής εκτόπισης δίνουν συνήθως μικρή παροχή αλλά μεγάλη πίεση. Συνήθως μπορούν να ξεκινήσουν να αναρροφούν υγρό από μικρό βάθος χωρίς ο σωλήνας αναρρόφησης να είναι γεμάτος με υγρό. Έχουν δηλαδή αυτόματη αναρρόφηση. Η παροχή τους είναι σχεδόν ανεξάρτητη από το μανομετρικό που αντιμετωπίζουν και ρυθμίζεται με τη μεταβολή του αριθμού στροφών ή παλινδρομήσεων της αντλίας. Συνήθως έχουν αυτόματη αναρρόφηση. Όταν δουλεύουν, δεν επιτρέπεται να κλείνει ο σωλήνας κατάθλιψης, γιατί αναπτύσσεται υπερβολική πίεση, η οποία μπορεί να προκαλέσει ζημιά στην αντλία ή τον ηλεκτροκινητήρα. Για την προστασία της αντλίας από μια τέτοια περίπτωση ή γενικότερα από μια υπερβολική αύξηση της πίεσης τοποθετείται στην κατάθλιψη μια **βαλβίδα ανακούφισης**. Η βαλβίδα αυτή πιέζεται από ένα ελατήριο και παραμένει κλειστή όταν λειτουργεί κανονικά η αντλία. Εάν όμως η πίεση στην κατάθλιψη της αντλίας ξεπεράσει ένα όριο, το ελατήριο συμπιέζεται και η βαλβίδα ανοίγει επιτρέποντας τη ροή του υγρού προς άλλη κατεύθυνση (Σχ. 2.7.).



**Σχήμα 2.7** Αντλία θετικής εκτόπισης με βαλβίδα ανακούφισης

Στη βιομηχανία τροφίμων οι **αντλίες θετικής εκτόπισης** χρησιμοποιούνται όταν απαιτούνται **μεγάλες πιέσεις**, π.χ. ομογενοποιητής, όταν το υγρό που πρόκειται να αντληθεί έχει **υψηλό ιξώδες**, π.χ. παγωτό και όταν απαιτείται **ακριβής έλεγχος της παροχής**, π.χ. δοσομετρικές αντλίες.

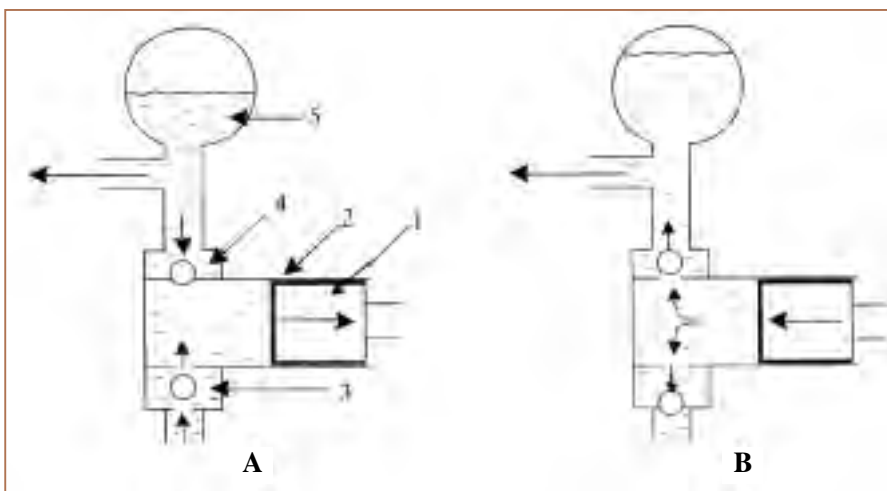
Οι αντλίες της κατηγορίας αυτής διακρίνονται σε παλινδρομικές και σε περιστροφικές. Στις παλινδρομικές ανήκουν οι εμβολοφόρες αντλίες και οι αντλίες διαφράγματος, ενώ στις περιστροφικές ανήκουν οι γραναζωτές, οι αντλίες με λοβούς, οι αντλίες με ευλύγιστη πτερωτή και οι προωθούμενης κοιλότητας.

### Παλινδρομικές αντλίες

#### α) Εμβολοφόρος αντλία

Η εμβολοφόρος αντλία αποτελείται από ένα κύλινδρο μέσα στον οποίο παλινδρομεί ένα έμβολο. Ο κύλινδρος έχει δυο ανοίγματα, την αναρρόφηση και την κατάθλιψη, τα οποία φράσσονται από δυο βαλβίδες, τη βαλβίδα αναρρόφησης και τη βαλβίδα κατάθλιψης.

Μια τυπική εμβολοφόρος αντλία φαίνεται στο Σχ. 2.8. Κατά τη λειτουργία της αντλίας αυτής, όταν το έμβολο κινείται προς τα δεξιά, δημιουργείται υποπίεση στον κύλινδρο, οπότε η βαλβίδα αναρρόφησης ανοίγει, ενώ η βαλβίδα κατάθλιψης κλείνει και το υγρό μπαίνει μέσα στον κύλινδρο. Όταν το έμβολο κινείται προς τα αριστερά, η βαλβίδα αναρρόφησης κλείνει, ενώ η βαλβίδα κατάθλιψης ανοίγει και το υγρό εκτοπίζεται από τον κύλινδρο.



**Σχήμα 2.8** Διάγραμμα εμβολοφόρου αντλίας

- A. Χρόνος αναρρόφησης B. Χρόνος κατάθλιψης 1. Έμβολο 2. Κύλινδρος  
3. Βαλβίδα αναρρόφησης 4. Βαλβίδα κατάθλιψης 5. Αεροθάλαμος

Η παροχή των εμβολοφόρων αντλιών δεν είναι συνεχής. Κατά το χρόνο της κατάθλιψης αυξάνεται αρχικά μέχρι μια μέγιστη τιμή και στη συνέχεια μειώνεται, ενώ κατά το χρόνο της αναρρόφησης μηδενίζεται. Για την εξομάλυνση της παροχής χρησιμοποιούνται πολυκύλινδρες αντλίες, οι οποίες είναι έτσι κατασκευασμένες, ώστε, όταν το ένα έμβολο κάνει αναρρόφηση, κάποιο άλλο κάνει κατάθλιψη. Επίσης, για τον ίδιο σκοπό μπορεί να χρησιμοποιηθεί αεροθάλαμος, ένας θάλαμος δηλαδή, ο οποίος βρίσκεται στο χώρο της κατάθλιψης και στον οποίο υπάρχει παγιδευμένος αέρας. Κατά την κατάθλιψη, η στάθμη του υγρού στον αεροθάλαμο ανεβαίνει και ο αέρας που υπάρχει μέσα συμπιέζεται. Κατά την αναρρόφηση, ο πεπιεσμένος αέρας του αεροθαλάμου ωθεί προς τα έξω το υγρό, που έχει συγκεντρωθεί στον αεροθάλαμο, κι έτσι συνεχίζεται η παροχή ακόμη και κατά το χρόνο αυτό.

**Εμβολοφόρες αντλίες** χρησιμοποιούνται όπου χρειάζονται υψηλές πιέσεις, π.χ. σε ομογενοποιητές (μέχρι 300 bar), σε ορισμένα ξηραντήρια ψεκασμού, σε υδραυλικά πιεστήρια και αλλού.

#### *β) Αντλίες διαφράγματος*

Η αντλία διαφράγματος λειτουργεί με την ίδια αρχή που λειτουργεί και η εμβολοφόρος αντλία. Ένα ελαστικό διάφραγμα αντικαθιστά το έμβολο. Το διάφραγμα παλινδρομεί με τη βοήθεια είτε πεπιεσμένου αέρα είτε ηλεκτρομαγνήτη είτε άλλου μέσου.

Έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να εργάζεται ακόμη και χωρίς υγρό για απεριόριστο χρόνο, χωρίς να παθαίνει ζημιά, καθώς επίσης και ότι δε χρειάζεται στυπιοθλίπτη ή άλλα στεγανωτικά μέσα.

**Οι αντλίες διαφράγματος** μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την άντληση υγρών τροφίμων, νερού, οξέων και άλλων διαβρωτικών υγρών.

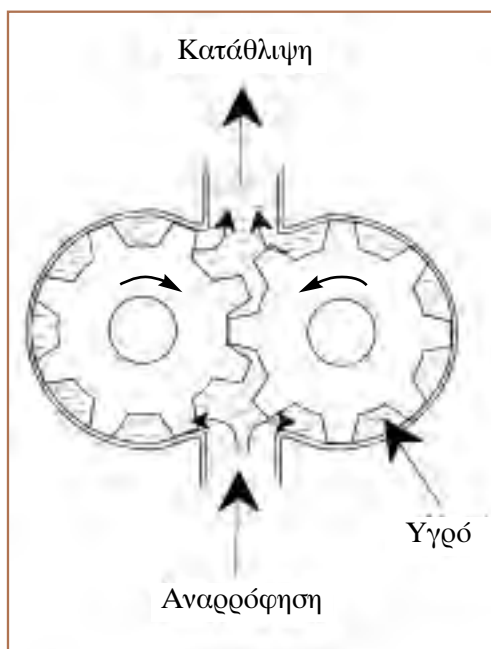
### **Περιστροφικές αντλίες θετικής εκτόπισης**

#### *α) Γραναζωτή αντλία*

Η γραναζωτή αντλία αποτελείται από ένα ζευγάρι οδοντωτών τροχών τοποθετημένων μέσα σε ένα θάλαμο, που έχει τέτοιο σχήμα, ώστε το διάκενο μεταξύ των τοιχωμάτων του θαλάμου και των οδοντωτών τροχών να είναι ελάχιστο. Ο ένας από τους δύο οδοντωτούς τροχούς παίρνει κίνηση

από ηλεκτροκινητήρα, ενώ ο άλλος τροχός συμπαρασύρεται και περιστρέφεται κατά την αντίθετη φορά επειδή οι οδοντώσεις του ενός τροχού εμπλέκονται με τις οδοντώσεις του άλλου. Κατά τη λειτουργία, το υγρό γεμίζει το χώρο που βρίσκεται μεταξύ των οδοντώσεων και των τοιχωμάτων του θαλάμου στην αναρρόφηση και μεταφέρεται με την περιστροφή των τροχών προς την κατάθλιψη. Εκεί, οι οδοντώσεις του ενός τροχού εισέρχονται στο διάκενο μεταξύ των οδοντώσεων του άλλου και εκτοπίζουν το υγρό που βρίσκεται στο διάκενο αυτό, αναγκάζοντάς το έτσι να κινηθεί προς την έξοδο της αντλίας (Σχ. 2.9).

Οι **γρاناζωτές αντλίες** έχουν **συνεχή παροχή** χωρίς διακυμάνσεις και αναπτύσσουν **υψηλές πιέσεις**. Χρησιμοποιούνται συχνά στο σύστημα λίπανσης διάφορων μηχανημάτων, όπως ομογενοποιητών και κινητήρων εσωτερικής καύσης.



**Σχήμα 2.9** Γραναζωτή αντλία



γ) *Αντλία με ευλύγιστη πτερωτή*

Η αντλία με ευλύγιστη πτερωτή αποτελείται από έναν κυκλικό θάλαμο μεταβλητής ακτίνας μέσα στον οποίο τοποθετείται η πτερωτή, που είναι κατασκευασμένη από συνθετικό ευλύγιστο υλικό (Σχ. 2.11.).

Κατά την περιστροφή της πτερωτής, τα πτερύγια αναγκάζονται από το περίβλημα να λυγίσουν, στο τμήμα της διαδρομής τους που η ακτίνα του περιβλήματος είναι μικρότερη, και έτσι εκτοπίζεται το υγρό που υπάρχει ανάμεσά τους.

Η **αντλία με ευλύγιστη πτερωτή** είναι απλή στην κατασκευή της και χρησιμοποιείται για την άντληση **σχετικά παχύρρευστων υγρών**, π.χ. χυμών, καθώς και προϊόντων που δεν αντέχουν σε μεγάλη ανάδευση, π.χ. ασπράδι αυγού. Μπορεί βέβαια να χρησιμοποιηθεί και για άντληση λεπτόρρευστων υγρών, π.χ. γάλα, κρασί κ.ά. Έχει **συνεχή παροχή**.



A



B

**Σχήμα 2.11** A. Αντλία με ευλύγιστη πτερωτή B. Αρχή λειτουργίας

δ) *Αντλία προωθούμενης κοιλότητας*

Η αντλία προωθούμενης κοιλότητας αποτελείται από έναν ελικοειδή δρομέα που περιστρέφεται μέσα σε ένα περίβλημα, του οποίου το εσωτερι-

κό είναι επίσης ελικοειδές (Σχ. 2.12). Ο δρομέας είναι μεταλλικός, ενώ το εσωτερικό του περιβλήματος είναι από συνθετικό υλικό το οποίο φθείρεται και χρειάζεται αντικατάσταση μετά από ορισμένες ώρες λειτουργίας.

Κατά τη λειτουργία και λόγω της περιστροφής του δρομέα, οι κοιλότητες που σχηματίζονται μεταξύ του δρομέα και του περιβλήματος προχωρούν από την αναρρόφηση προς την κατάθλιψη και προωθούν έτσι το υγρό που βρίσκεται μέσα σ' αυτές.

Οι αντλίες προωθούμενης κοιλότητας έχουν **ομοιόμορφη παροχή**, αναπτύσσουν υψηλές πιέσεις και μπορούν να χειριστούν ακόμη και υλικά με πολύ **μεγάλο ιξώδες** ή και **υγρά που περιέχουν μικρά κομμάτια στερεών**, π.χ. σε ελαιουργεία για την άντληση της ελαιόμαζας που προκύπτει από την άλεση της ελιάς, σε οινοποιεία για την άντληση των στερεών μετά την ερυθρή οινοποίηση, σε εργοστάσια επεξεργασίας φρούτων και αλλού.



**Σχήμα 2.12** Ελικοειδής δρομέας με το περίβλημα με ελαστική επένδυση μιας αντλίας προωθούμενης κοιλότητας

### 2.1.2. Χαρακτηριστικά αντλιών

Τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν μια αντλία είναι : η παροχή που δίνει, το μανομετρικό ύψος που αναπτύσσει, η ισχύς που απορροφά, ο βαθμός απόδοσης που έχει και το καθαρό θετικό μανομετρικό ύψος αναρρόφησης που απαιτεί.



### Μανομετρικό ύψος αντλίας

Όπως αναφέρθηκε ήδη, η ενέργεια που προσθέτει η αντλία ανά kg βάρους του υγρού ονομάζεται **μανομετρικό ύψος**. Η ενέργεια αυτή καταναλώνεται για την αντιμετώπιση :

- α. της υψομετρικής διαφοράς μεταξύ της στάθμης του υγρού στην κατάθλιψη και της στάθμης του στην αναρρόφηση,
- β. της διαφοράς πίεσης μεταξύ του δοχείου κατάθλιψης και του δοχείου αναρρόφησης,
- γ. της διαφοράς στην κινητική ενέργεια που έχει το υγρό στην κατάθλιψη και της κινητικής ενέργειας που έχει στην αναρρόφηση,
- δ. των απωλειών λόγω τριβών που δημιουργούνται κατά την κίνηση του υγρού μέσα στις σωληνώσεις, στις βάνες, στις καμπύλες, στις στενώσεις και στις διαπλατύνσεις του αγωγού.

### Ισχύς της αντλίας

Ισχύς (  $N$  ) της αντλίας είναι η ενέργεια που προσθέτει η αντλία στο υγρό στη μονάδα του χρόνου. Η ισχύς αυτή είναι ανάλογη της παροχής του υγρού και του μανομετρικού ύψους που αναπτύσσει η αντλία. Μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$N = \frac{QH\rho}{270000}$$

όπου  $Q$  η παροχή σε  $m^3/h$   
 $H$  το μανομετρικό ύψος σε  $m$   
 $\rho$  η πυκνότητα του υγρού σε  $kg/m^3$

### Βαθμός απόδοσης

Η ενέργεια που δίνει η αντλία στο υγρό είναι πάντοτε λιγότερη από την ενέργεια που απορροφά η αντλία από τον κινητήρα. Το πηλίκο της αποδιδόμενης από την αντλία ενέργειας δια της απορροφούμενης μας δίνει το βαθμό απόδοσης της αντλίας.

### Καθαρό Θετικό Μανομετρικό Ύψος Αναρρόφησης

Ένα μέγεθος που χαρακτηρίζει τη δυνατότητα αναρρόφησης μιας αντλίας είναι το Καθαρό Θετικό Μανομετρικό Ύψος Αναρρόφησης (ΚΘΜΥΑ ή NPSH), το οποίο εκφράζει τη διαθέσιμη ενέργεια που έχει το υγρό στην αναρρόφηση. Η κάθε αντλία, προκειμένου να λειτουργήσει σωστά, χρειάζεται ένα ελάχιστο ΚΘΜΥΑ. Εάν αυτό δε συμβαίνει, τότε ένα μέρος του αντλούμενου υγρού εξατμίζεται στην αναρρόφηση και σχη-

ματίζει φυσαλίδες από ατμούς. Οι φυσαλίδες αυτές σπάζουν όταν βρεθούν σε περιοχές της αντλίας με μεγαλύτερη πίεση, δημιουργώντας ένα χαρακτηριστικό συριγμό και φθορά στο μέταλλο της αντλίας. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **σπηλαίωση**. Επιπλέον, η λειτουργία της αντλίας γίνεται ασταθής και η παροχή της μειώνεται ή και μηδενίζεται. Στην πράξη, οι αντλίες μπορούν και αναρροφούν νερό από πηγάδια βάθους μέχρι 7 m περίπου, χωρίς να παρουσιάζουν προβλήματα σπηλαίωσης.

### 2.1.3. Χαρακτηριστικές καμπύλες

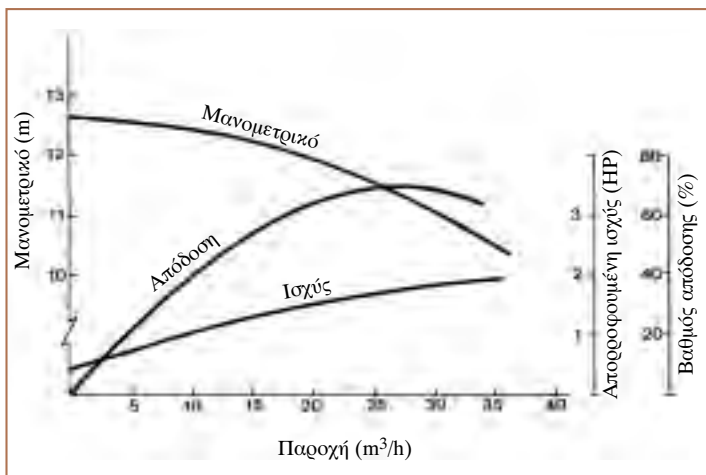
Η συμπεριφορά των αντλιών στις διάφορες παροχές δίνεται συνήθως από τον κατασκευαστή σε καμπύλες οι οποίες ονομάζονται χαρακτηριστικές καμπύλες της αντλίας. Τα μεγέθη που συνήθως απεικονίζονται με τις χαρακτηριστικές καμπύλες είναι το μανομετρικό ύψος, ο βαθμός απόδοσης, η απορροφούμενη ισχύς και μερικές φορές και το ΚΘΜΥΑ ως συνάρτηση της παροχής της αντλίας. Το Σχ. 2.13 δείχνει τις χαρακτηριστικές καμπύλες μιας φυγοκεντρικής αντλίας. Όπως φαίνεται από το σχήμα, όσο αυξάνεται το μανομετρικό που αντιμετωπίζει μια φυγοκεντρική αντλία, τόσο μειώνεται η παροχή της, ενώ αντίθετα όσο αυξάνεται η παροχή της αντλίας, τόσο αυξάνεται και η ισχύς που χρειάζεται για να λειτουργήσει. Εξάλλου, ο βαθμός απόδοσης παρουσιάζει ένα μέγιστο σε ορισμένη παροχή.

Στο Σχ. 2.14 δίνονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες μιας αντλίας θετικής εκτόπισης. Όπως φαίνεται, η παροχή της αντλίας είναι σχεδόν ανεξάρτητη από το μανομετρικό που αντιμετωπίζει η αντλία.

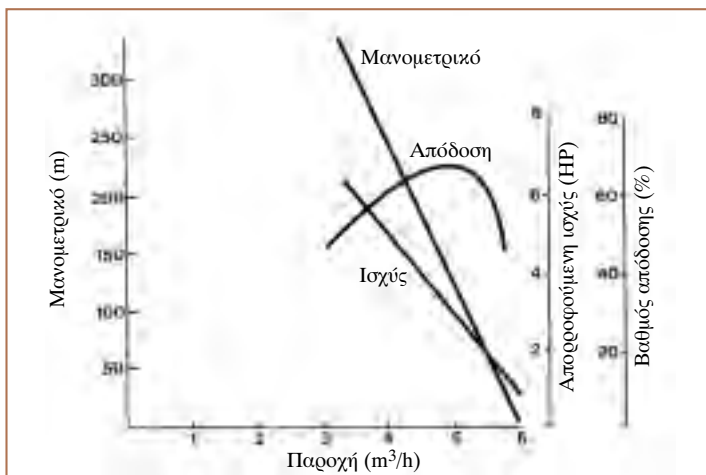
### 2.1.4. Σημείο λειτουργίας

Οι τριβές κατά τη ροή ενός υγρού σ' έναν αγωγό αυξάνονται με την αύξηση της ταχύτητας ροής και επομένως με την αύξηση της παροχής. Για κάθε αντλητικό συγκρότημα μπορεί να υπολογιστεί το μανομετρικό, που πρέπει να αναπτύξει η αντλία για διάφορες παροχές, και να παρασταθεί γραφικά με μια καμπύλη, που ονομάζεται χαρακτηριστική καμπύλη του συγκροτήματος. Μια τέτοια καμπύλη είναι η καμπύλη I του Σχ. 2.15, ενώ η καμπύλη II αντιπροσωπεύει το μανομετρικό που μπορεί να αναπτύξει η

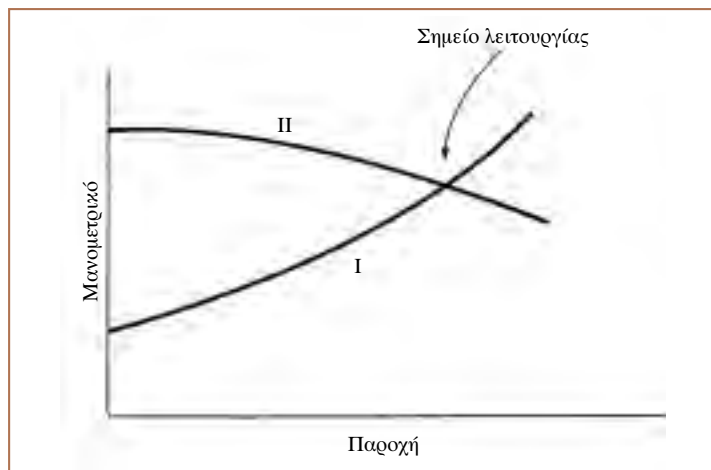
αντλία για διάφορες παροχές. Το σημείο τομής των δύο καμπυλών είναι το σημείο λειτουργίας της αντλίας και καθορίζει την παροχή που θα δώσει η αντλία στο συγκεκριμένο αντλητικό συγκρότημα.



**Σχήμα 2.13** Χαρακτηριστικές καμπύλες φυγοκεντρικής αντλίας



**Σχήμα 2.14** Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλίας θετικής εκτόπισης



Σχήμα 2.15 Σημείο λειτουργίας

## 2.2 Ανεμιστήρες

### 2.2.1. Γενικά

Οι ανεμιστήρες χρησιμοποιούνται για την κίνηση του αέρα σε ξηραντήρια, σε ψυγεία, σε συστήματα εξαερισμού, κλιματισμού και αλλού. Οι ανεμιστήρες λειτουργούν με την ίδια αρχή που λειτουργούν και οι αντλίες. Χρησιμοποιούν δηλαδή μηχανική ενέργεια για να δώσουν κινητική ενέργεια και πίεση στον αέρα. Η μετατροπή αυτή της μηχανικής ενέργειας σε ενέργεια του αέρα γίνεται με τη βοήθεια των πτερυγίων του ανεμιστήρα.

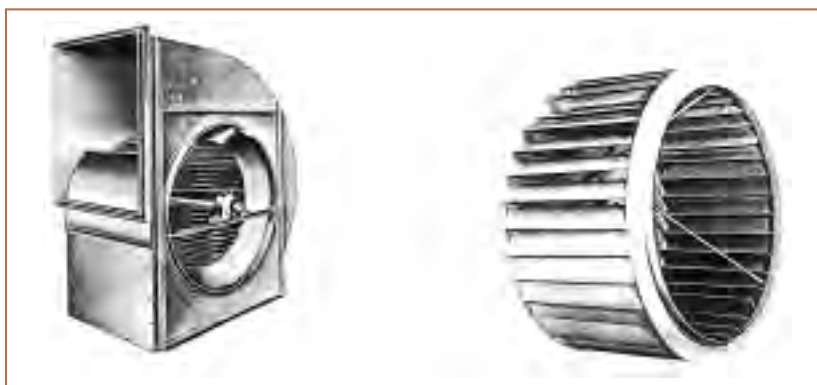
### 2.2.2. Τύποι Ανεμιστήρων

Οι ανεμιστήρες μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κυρίως κατηγορίες στους **φυγοκεντρικούς** και στους **αξονικούς ανεμιστήρες**.

#### Φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες

Οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες αποτελούνται από μια περωτή που είναι τοποθετημένη μέσα σε ένα περίβλημα (Σχ. 2.16). Κατά τη λειτουργία, η περωτή περιστρέφεται και δίνει ενέργεια στον αέρα, ο οποίος εισέρχεται από το κέντρο της περωτής, κινείται προς την περιφέρεια και εξέρχεται από την κατάθλιψη που είναι τοποθετημένη κατά την έννοια της εφαπτομένης. Οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες δουλεύουν όπως και οι φυγοκεντρικές αντλίες.

Ανάλογα με την κλίση των περυγίων της περωτής οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες διακρίνονται σε ανεμιστήρες με **πτερύγια που κλίνουν προς τα εμπρός**, σε ανεμιστήρες με **πτερύγια που κλίνουν προς τα πίσω** και σε ανεμιστήρες με **ακτινικά πτερύγια**.



**Σχήμα 2.16** 1. Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας, 2. Περωτή με πτερύγια που κλίνουν προς τα εμπρός

#### Αξονικοί ανεμιστήρες

Οι αξονικοί ανεμιστήρες (Σχ. 2.17) αποτελούνται ουσιαστικά από μια περωτή σχήματος προπέλας που είναι τοποθετημένη μέσα σ' ένα τύμπανο. Δημιουργούν ρεύμα αέρα με ροή παράλληλη προς τον άξονα της περωτής και **αναπτύσσουν πίεση μικρότερη απ' ό,τι οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες**.



**Σχήμα 2.17** Αξονικός ανεμιστήρας

### Φυσητήρες και Συμπιεστές

**Οι φυσητήρες** μοιάζουν με αντλίες θετικής εκτόπισης με λοβούς. Μπορούν να αναπτύξουν πίεση μέχρι και 2 atm και έτσι χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις που χρειάζεται **πίεση μεγαλύτερη** από αυτήν που μπορούν να δώσουν οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες. Οι φυσητήρες δίνουν **παροχή μικρότερη** από τους φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες.

**Οι συμπιεστές** έχουν έμβολα και λειτουργούν περίπου όπως οι εμβολοφόρες αντλίες. Αναπτύσσουν **πίεση μεγαλύτερη** απ' όση οι φυσητήρες, δίνουν όμως **μικρότερη παροχή**.

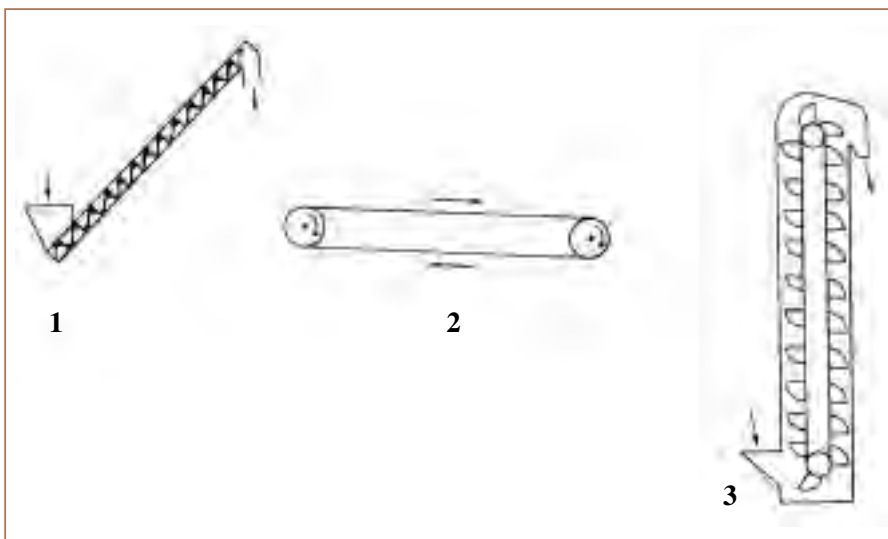
## 2.3 Συστήματα μεταφοράς στερεών

Η μεταφορά των στερεών υλικών μέσα σ' ένα εργοστάσιο ή μια αγροτική εκμετάλλευση είναι συνήθως πιο δύσκολη εργασία από τη μεταφορά των ρευστών. Η χρησιμοποίηση της σωστής τεχνικής για τη μεταφορά και γενικότερα το χειρισμό των στερεών υλικών μειώνει το αντίστοιχο κόστος, αυξάνει την παραγωγικότητα και δημιουργεί καλύτερες συνθήκες δουλειάς.

Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι για τη μεταφορά στερεών :

1. **Μεταφορά με βαρύτητα.** Ο τρόπος αυτός είναι ο απλούστερος. Τα στερεά μεταφέρονται σε κάποιο χαμηλότερο σημείο του εργοστασίου με τη βοήθεια της βαρύτητας.

2. **Μηχανική μεταφορά.** Ο τρόπος αυτός είναι ο πιο συνηθισμένος. Υπάρχουν διάφορα μηχανικά συστήματα για τη μεταφορά στερεών, όπως π.χ. **μεταφορικές ταινίες, κοχλίες, αναβατόρια** (Σχ. 2.18). Με τα μηχανικά αυτά συστήματα τα υλικά μπορούν να μεταφερθούν οριζόντια, σε κεκλιμένο επίπεδο ή και κάθετα.
3. **Μεταφορά με ρεύμα αέρα.** Πολλά κοκκώδη υλικά (π.χ. αλεύρι, σπόροι) μπορούν να μεταφερθούν με τη βοήθεια ρεύματος αέρα, ο οποίος τα συμπαρασύρει και τα μεταφέρει από ένα σημείο σ' ένα άλλο μέσα από έναν αγωγό.
4. **Μεταφορά με οχήματα.** Τα οχήματα χρησιμοποιούνται τόσο για τη μεταφορά μέσα στο εργοστάσιο, π.χ. περionoφόρα οχήματα, όσο και για τη μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις, π.χ. τρένα, φορτηγά αυτοκίνητα κτλ.



**Σχήμα 2.18** Μηχανικά συστήματα μεταφοράς στερεών

1. Αναβατόριο, 2. Κοχλίας 3. Ατέρμων ταινία

## ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό μάθαμε τους διάφορους τύπους αντλιών, πώς λειτουργούν και πού χρησιμοποιούνται. Ειδικότερα είδαμε ότι οι αντλίες χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες τις φυγοκεντρικές αντλίες και τις αντλίες θετικής εκτόπισης.

Οι φυγοκεντρικές αντλίες χρησιμοποιούνται για την άντληση νερού, γάλακτος, χυμών και άλλων υγρών που δεν έχουν μεγάλο ιξώδες. Δίνουν μεγάλη παροχή αλλά όχι πολύ υψηλή πίεση. Εάν όμως έχουν περισσότερες από μία πτερωτές αναπτύσσουν μεγαλύτερη πίεση. Ένα χαρακτηριστικό τους είναι ότι συνήθως δεν έχουν αυτόματη αναρρόφηση και γι' αυτό θα πρέπει ο σωλήνας αναρρόφησης να είναι γεμάτος με υγρό στο ξεκίνημα της αντλίας.

Από τις αντλίες θετικής εκτόπισης είδαμε τις παλινδρομικές (εμβολοφόρες και με διάφραγμα) και τις περιστροφικές (γρاناζωτή, με λοβούς, με ευλύγιστη πτερωτή και προωθούμενης κοιλότητας). Χαρακτηριστικό των αντλιών θετικής εκτόπισης είναι ότι αναπτύσσουν υψηλές πιέσεις, μπορούν να αντλήσουν υγρά με υψηλό ιξώδες, δίνουν σταθερή παροχή και συνήθως έχουν αυτόματη αναρρόφηση.

Μάθαμε επίσης ποια είναι τα χαρακτηριστικά των αντλιών, δηλαδή το μανομετρικό ύψος, η ισχύς, ο βαθμός απόδοσης και το καθαρό θετικό μανομετρικό ύψος αναρρόφησης.

Είδαμε ότι για την κίνηση των αερίων χρησιμοποιούνται οι ανεμιστήρες, οι φυσητήρες και οι συμπιεστές, που λειτουργούν με την ίδια αρχή που λειτουργούν και οι αντλίες. Οι ανεμιστήρες χωρίζονται σε φυγοκεντρικούς και σε αξονικούς. Οι φυγοκεντρικοί αναπτύσσουν μεγαλύτερη πίεση από τους αξονικούς. Οι φυσητήρες και οι συμπιεστές αναπτύσσουν μεγαλύτερη πίεση από τους ανεμιστήρες, δίνουν όμως μικρότερη παροχή.

Τέλος είδαμε ορισμένα συστήματα μεταφοράς στερεών, όπως μεταφορά με βαρύτητα, με μηχανικά μέσα π.χ. μεταφορικές ταινίες, κοχλίες, αναβατόρια, με ρεύμα αέρα και με οχήματα.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 1) Γιατί χρησιμοποιούνται οι αντλίες και ποια είναι η αρχή λειτουργίας τους;
- 2) Τι ονομάζουμε μανομετρικό ύψος μιας αντλίας;
- 3) Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες αντλιών:  
Οι ..... αντλίες και οι αντλίες .....
- 4) Αναφέρετε τρία πλεονεκτήματα των φυγοκεντρικών αντλιών.
- 5) Γιατί οι αντλίες υγρού δακτυλίου έχουν αυτόματη αναρρόφηση;
- 6) Να σημειώσετε σε κάθε κενό δεξιά των προτάσεων της στήλης Α, τον αριθμό από την αντίστοιχη πρόταση της στήλης Β.

**A**

Οι φυγοκεντρικές αντλίες .....

Οι αντλίες υγρού δακτυλίου .....

Οι αντλίες θετικής εκτόπισης .....

**B**

1. δίνουν συνήθως μεγάλες παροχές και υψηλές πιέσεις.
2. δίνουν συνήθως μικρές παροχές αλλά μεγάλες πιέσεις.
3. χρησιμοποιούνται για μεγάλες παροχές και όχι πολύ υψηλές πιέσεις.
4. έχουν αυτόματη αναρρόφηση και υψηλό βαθμό απόδοσης.
5. χρησιμοποιούνται κυρίως για τη δημιουργία κενού.

7) Βάλτε σε κύκλο τη σωστή απάντηση στην παρακάτω φράση:

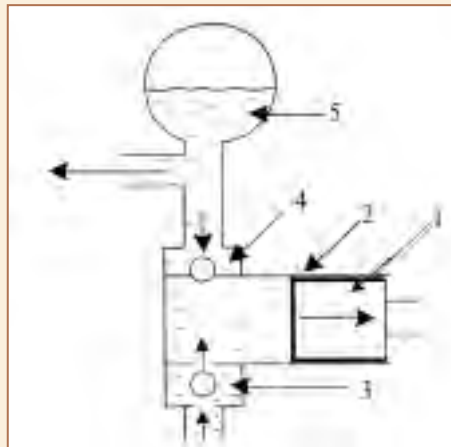
Στη βιομηχανία τροφίμων, όταν απαιτούνται μεγάλες πιέσεις και το υγρό που αντλείται έχει υψηλό ιξώδες, χρησιμοποιούνται:

- α. αντλίες υγρού δακτυλίου.
- β. φυγοκεντρικές αντλίες.
- γ. αντλίες θετικής εκτόπισης.
- δ. φυγοκεντρικές αντλίες με αυτόματη αναρρόφηση.

8) Ποιες είναι οι διαφορές ως προς τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και τις εφαρμογές μεταξύ των ακόλουθων ζευγαριών αντλιών.

- α. φυγοκεντρικές - θετικής εκτόπισης.
- β. παλινδρομικές - περιστροφικές.

9) Ονομάστε τα διάφορα μέρη μιας εμβολοφόρου αντλίας.



10) Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

Τύποι αντλιών	Λειτουργικά χαρακτηριστικά	Εφαρμογές
εμβολοφόρες		
διαφράγματος		
γρναζωτές		
με λοβούς		
με ευλύγιστη περρωτή		
πρωθούμενης κοιλότητας		

- 11) Τι ονομάζουμε “σπληαίωση αντλίας”, πώς δημιουργείται και πώς αντιμετωπίζεται;
- 12) Να εξηγήσετε συνοπτικά πώς ορίζονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά μιας αντλίας: μανομετρικό ύψος, ισχύς, απόδοση, ΚΘΜΥΑ.
- 13) Ποιοι είναι οι βασικοί τρόποι για τη μεταφορά στερεών σ’ ένα εργοστάσιο;