

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ (ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ – ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ)

A) ΙΔΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΥΓΡΑ (ΦΥΣΙΚΑ ΥΓΡΑ)

Η διάκρισή τους προέρχεται από τρεις χαρακτηριστικές ιδιότητές τους:

- (1) Το συμπιεστό τους.
- (2) Τη συνοχή των μορίων τους, η οποία ανθίσταται στη διάσπασή τους όταν το υγρό κινείται. Η συνοχή αυτή εκδηλώνεται σαν Εσωτερική Τριβή του υγρού και χαρακτηρίζεται από το ιξώδες, που αποτελεί και το μέτρο της ρευστότητάς του.
- (3) Τη συνάφειά τους ως προς τα τοιχώματα του δοχείου που βρίσκονται.

Με βάση τα παραπάνω, Ιδανικά υγρά χαρακτηρίζονται εκείνα που είναι τελείως ασυμπίεστα και στα οποία καμμία εσωτερική τριβή των μορίων τους δεν αναπτύσσεται κατά τη ροή τους και καμμία δύναμη συνάφειας δεν υφίσταται μεταξύ αυτών και των τοιχωμάτων των δοχείων που τα περιέχει. Όλα τα υπόλοιπα τα καλούμε Φυσικά υγρά.

Τα Ιδανικά υγρά αποτελούν υποθετική κατάσταση που μας βοηθούν μόνο στη μελέτη των νόμων των υγρών.

B) Οι δυνάμεις που ενεργούν στα υγρά διακρίνονται σε : Εξωτερικές και Εσωτερικές. Απ' αυτές ιδιαίτερη σημασία έχει η ατμοσφαιρική πίεση, που σύμφωνα με τις μετρήσεις του Torricelli, είναι ίση προς 760mm (Hg) (στήλης υδραργύρου) και εφόσον το εικό βάρος του υδραργύρου είναι 13,6Kg/ltr, 1 ατμόσφαιρα θα ισούται με 10,33m στήλης νερού ή 1,033Kg/cm²

1.-ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

A).-Υδροστατική πίεση (Pv): Ονομάζεται η πίεση που ασκείται σε μία επιφάνεια F που βρίσκεται μέσα σε υγρό. Οφείλεται στην εξωτερική δύναμη της βαρύτητας (P) και στο βάρος του υγρού που βρίσκεται από την επιφάνεια F και δίνεται από τον τύπο: $P_v = \frac{P}{F}$

Εκφράζεται σε (t/m²) ή σε (Kg/cm²)

B).-Στατικό Ύψος (h) σημείου που βρίσκεται μέσα σε υγρό: Ονομάζεται η κατακόρυφος απόσταση του σημείου αυτού από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού μέσα στο οποίο βρίσκεται. Δίνεται από τον τύπο : $h = \frac{P_v}{\gamma}$ όπου γ = το ειδικό βάρος του υγρού.

Το υδροστατικό ύψος αποτελεί το μέτρο της υδροστατικής πίεσης που ασκείται στο σημείο αυτό από το υγρό μέσα στο οποίο βρίσκεται.

Γ).-Θεμελιώδης νόμος ή Εξίσωση της Υδροστατικής:

Ο νόμος αυτός εκφράζει τη συνολική πίεση P_σ που ασκείται σε σημείο που βρίσκεται μέσα σε υγρό στου οποίου την επιφάνεια εφαρμόζεται εξωτερική πίεση (P_ε) και το οποίο υπόκειται στους νόμους της γήινης βαρύτητας και θα ισούται με $P_{\sigma} = P_{\epsilon} + P_v$. Εφόσον όμως $P_v = h_{\sigma} \cdot \gamma$ θα έχουμε : $P_{\sigma} = P_{\epsilon} + (h_{\sigma} \cdot \gamma)$.

2.-ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

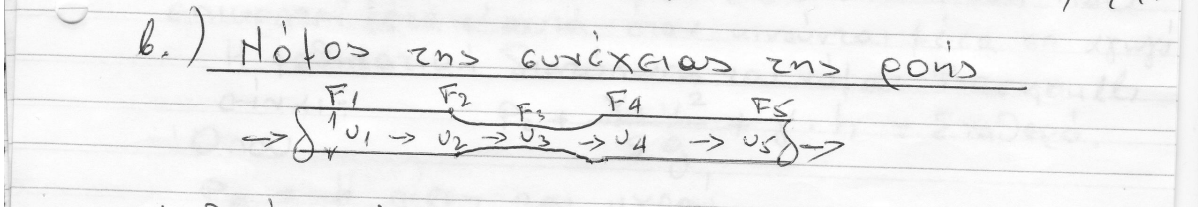
α.-) Η παροχή αγωγού μέσα στον οποίο ρέει υγρό.

Δίνεται από τον τύπο : $Q = F \cdot U$ όπου : $Q =$ η παροχή σε m^3/sec ή /ώρα

$F =$ η διατομή του αγωγού σε m^2

$U =$ η ταχύτητα του υγρού σε m/sec ή /ώρα

β.-) Νόμος της συνέχειας της ροής.



Καθορίζει ότι η παροχή ενός αγωγού μέσα από τον οποίο ρέει ένα υγρό, είναι σταθερή ανεξάρτητα από τις μεταβολές της διατομής του. Δηλαδή αν Q είναι η παροχή του αγωγού σε m^3/sec ή /ώρα, F είναι η διατομή του αγωγού σε διάφορα σημεία κατά το μήκος του και U είναι η ταχύτητα του υγρού μέσα στον αγωγό, η σχέση $Q = F \cdot U$ δεν αλλάζει, παραμένει σταθερή ή $F_1 \cdot U_1 = F_2 \cdot U_2 = F_3 \cdot U_3 \dots \dots =$ σταθερό. Που σημαίνει στα σημεία που μειώνεται η διατομή του αγωγού αυξάνεται η ταχύτητα ροής του υγρού, ενώ στα σημεία που αυξάνεται η διατομή του αγωγού, μειώνεται η ταχύτητα ροής του υγρού.

γ.-) Νόμος της Υδροδυναμικής ή Εξίσωση της Υδροδυναμικής.

Ο νόμος αυτός βασίζεται στην Αρχή της διατήρησης της Ενέργειας.

Σε ότι αφορά τα υγρά, ο νόμος αυτός είναι γνωστός σαν εξίσωση Bernoulli.

Στην απλή του μορφή καθορίζει την πίεση που επικρατεί μέσα σ' αυτά όταν κινούνται μέσα σε αγωγό.

Η μαθηματική διατύπωση του νόμου Bernoulli είναι: $P_e + \frac{\gamma \cdot u^2}{2g} + \gamma \cdot h =$ Σταθερό.

Όπου : $P_e =$ Η πίεση του υγρού.

$\gamma =$ Το ειδικό βάρος του υγρού.

$u =$ Η ταχύτητα ροής του μέσα στον αγωγό.

$h =$ Το στατικό ύψος του υγρού μέσα στον αγωγό.

$g =$ Η επιτάχυνση της γήινης βαρύτητας.

Στον τύπο αυτό P_e παριστάνει τις πιέσεις που ασκούνται στο υγρό από εξωτερικές δυνάμεις (π.χ. ατμοσφαιρική πίεση, αντλίες) και αποτελεί το μέτρο της ενέργειας λόγω θέσεως.

Η παράσταση $\frac{\gamma \cdot u^2}{2g}$ αποτελεί το μέτρο της κινητικής ενέργειας.

Η παράσταση $\gamma \cdot h$ αποτελεί το μέτρο της Δυναμικής Ενέργειας. Δηλαδή παριστάνει την υδροστατική πίεση του υγρού λόγω ύψους ή λόγω του πεδίου βαρύτητας.

Ο νόμος αυτός μπορεί να διατυπωθεί και ως εξής: **Η συνολική ενέργεια ενός ρευστού που κινείται μέσα σε αγωγό παραμένει σταθερά.** Δηλαδή, το άθροισμα της ενέργειας λόγω θέσεως, της κινητικής ενέργειας και της δυναμικής του ενέργειας όταν το υγρό ρέει μέσα σε αγωγό δεν μεταβάλλεται, παραμένει σταθερό.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογής της εξίσωσης Bernoulli αποτελούν η λειτουργία των εκχυτήρων (Τζιφαριών) και της σπειροειδούς διαμόρφωσης της εξαγωγής (κατάθλιψης) των φυγοκεντρικών αντλιών κυρίως.

Ο ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΚΤΥΠΟΣ Ή ΚΤΥΠΟΣ ΤΟΥ ΚΡΙΟΥ

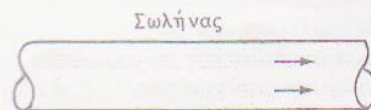
Αν κατά τη διάρκεια της ροής ενός υγρού διακοπεί απότομα η ροή του, για διάφορους λόγους, τότε η κινητική ενέργεια του υγρού λόγω της ροής του μετατρέπεται σε δυναμική με αποτέλεσμα την απότομη αύξηση της πίεσής του, που ασκείται στα τοιχώματα του αγωγού. Η μετατροπή αυτή σε μάζ γίνεται αντιληπτή σαν δυνατός κτύπος και είναι γνωστή σαν **υδραυλικός κτύπος ή κτύπος του κριού**.

Αυτό μπορεί να συμβεί από το απότομο κλείσιμο ενός επιστομίου, που παρεμβάλεται στο δίκτυο μέσα στο οποίο ρέει το υγρό, ή το απότομο σταμάτημα της αντλίας. Ακόμα συμβαίνει κατά τη λειτουργία των παλλινδρομικών εμβολοφόρων αντλιών λόγω της μη συνεχούς ροής του υγρού, στο δίκτυο του νερού λάτρας όταν κλείνουμε τη βρύση απότομα, αλλά και στα υδραυλικά δίκτυα λειτουργίας των βοηθητικών μηχανημάτων και μηχανισμών του πλοίου όταν για λόγους χειρισμών απαιτείται η απότομη διακοπή της ροής του υδραυλικού λαδιού.

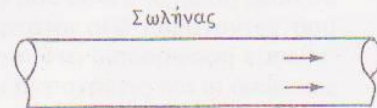
Για την αποφυγή βλαβών που θα προκαλέσει ο υδραυλικός κτύπος στις σωληνώσεις και στα όργανα των δικτύων αυτών είναι απαραίτητη η τοποθέτηση αεροκώδωνα για την απορρόφηση των κραδασμών. Οι αεροκώδωνες αυτοί είναι μεταλλικά κλειστά δοχεία που συνδέονται «εν παραλλήλω» με το δίκτυα τα οποία στο πάνω μέρος τους περιέχουν ατμοσφαιρικό αέρα ή άζωτο υπό πίεση ίδιας με την πίεση λειτουργίας του δικτύου και λειτουργούν όπως τα αμορτισέρ των αυτοκινήτων.

ΡΟΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ

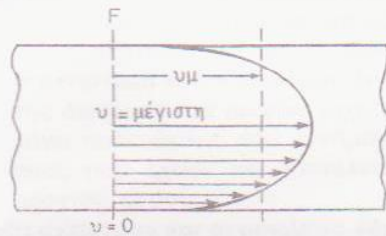
Η ροή χαρακτηρίζεται ως **στρωτή** ή **παράλληλη** (σχ. 4.3γ) και ως **στροβιλώδης** (σχ. 4.3δ). Η κατανομή της ταχύτητας των μορίων του υγρού σε μια εγκάρσια διατομή F του σωλήνα, λόγω δυνάμεων εσωτερικής τριβής του υγρού και συνάφειάς του προς τα τοιχώματα του σωλήνα εικονίζεται γραφικά όπως στο σχήμα 4.3ε για την παράλληλη ροή ή στο σχήμα 4.3στ για τη στροβιλώδη.



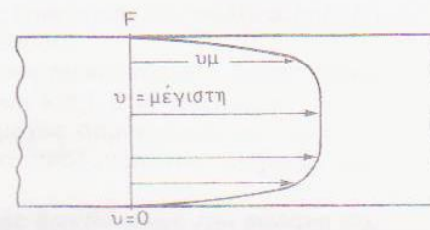
Σχ. 4.3γ.



Σχ. 4.3δ.



Σχ. 4.3ε.



Σχ. 4.3στ.

Παρατηρούμε και στα δυο ότι η ταχύτητα του υγρού είναι μηδενική σε επαφή με τα τοιχώματα, μέγιστη στο κέντρο ενώ λαμβάνει ενδιάμεσες τιμές για τα λοιπά σημεία της φλέβας, που εξαρτώνται από την απόσταση των σημείων αυτών από το κέντρο. Και στα δυο σχήματα $υ_{\mu}$ είναι η μέση ταχύτητα κινήσεως της φλέβας για όλη την έκταση της διατομής F .

Η παροχή σωλήνα βάσει της διαφοράς πιέσεων στα άκρα του για την **παράλληλη** ροή δίνεται από σύνθετο μαθηματικό τύπο που εκφράζει το λεγόμενο **Νόμο του Poiseuille**. Για τη **στροβιλώδη** ροή εκφράζεται από ακόμη περισσότερο πολύπλοκους μαθηματικούς τύπους. Κατά τον απλούστερο τρόπο αυτή υπολογίζεται με το γενικό τύπο της παροχής:

$$Q = F \cdot υ_{\mu}$$

αν είναι γνωστή η μέση ταχύτητα $υ_{\mu}$ ή κατά τη μέθοδο προηγούμενης παραγράφου (η).

Εδώ πρέπει να αναφέρομε συμπληρωματικά ότι από πειράματα του φυσικο-

μαθηματικού Reynolds διαπιστώθηκε ότι η παράλληλη ροή υγρού μέσα σε σωλήνα μεταπίπτει σε στροβιλώδη, όταν η ταχύτητα ροής του υγρού υπερβεί ορισμένη τιμή που λέγεται και **κρίσιμη ταχύτητα ροής** u_k .

Αυτή προσδιορίζεται με το λεγόμενο **συντελεστή** ή **αριθμό του Reynolds R** και δίνεται για σωλήνα π.χ. κυκλικής διατομής από τον τύπο:

$$u_k = R \frac{g \cdot \sigma}{\gamma \cdot r}$$

όπου: R ο αριθμός Reynolds, g η επιτάχυνση της γήινης βαρύτητας, σ ο συντελεστής ιξώδους του υγρού, γ το ειδικό βάρος του και r η ακτίνα της διατομής του σωλήνα.

Ο αριθμός Reynolds είναι καθαρός αριθμός και προσδιορίζεται πειραματικά για κάθε περίπτωση.

ιγ) Αντιστάσεις και απώλειες σε αγωγούς υπό πίεση.

Οι αντιστάσεις και οι απώλειες ενέργειας υγρού που ρέει υπό πίεση μέσα σε αγωγό, είναι πολλές και ποικίλες. Κάθε μία εξαρτάται από παράγοντες που τελικά σταθμίζονται πειραματικά και υπεισέρχονται στη διαμόρφωση εμπειρικών τύπων, με τους οποίους και υπολογίζονται οι αντιστάσεις και οι απώλειες σε κάθε περίπτωση.

Σύντομα πάντως είναι οι εξής:

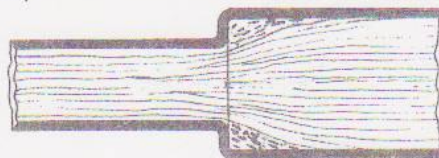
- **Η αντίσταση και οι απώλειες λόγω τριβών του υγρού και στροβιλώδους ροής αυτού.** Αυτές εξαρτώνται από την ταχύτητα ροής του υγρού, τη θερμοκρασία του, τη φύση της εσωτερικής επιφάνειας του σωλήνα, δηλαδή την τραχύτητά της, και το ιξώδες του υγρού.
- **Η αντίσταση και οι απώλειες λόγω απότομης σμικρύνσεως ή διευρύνσεως της διατομής του σωλήνα** (σχήματα 4.3ζ και 4.3η). Στις περιπτώσεις αυτές λόγω παρεμβολής του εγκάρσιου τοιχώματος δημιουργούνται στροβιλισμοί, που έχουν ως αποτέλεσμα την επιβράδυνση της κινήσεως του ρέοντος υγρού.
- **Η αντίσταση και οι απώλειες λόγω αλλαγής διεύθυνσεως του σωλήνα** (σχ. 4.3θ). Αυτές εξαρτώνται από τη διάμετρο του σωλήνα, την ακτίνα καμπυλό-



Σχ. 4.3ζ.



Σχ. 4.3η.



Σχ. 4.3θ.

τητας στο σημείο της αλλαγής κατεύθυνσεως, την τραχύτητα της εσωτερικής επιφάνειας του σωλήνα, το ειδικό βάρος του υγρού και το ιξώδες του.

- **Η αντίσταση και οι απώλειες στις θέσεις παρεμβολής των διαφόρων εξαρτημάτων και οργάνων.** Παρόμοια όργανα είναι βαλβίδες, κρουνοί, διακόπτες, θλιβόμετρα, θερμομέτρα κλπ. Από αυτά δημιουργούνται **εκτροπές** της φλέβας και **στροβιλισμοί**, με αποτέλεσμα επιβράδυνση της κινήσεως του ρέοντος υγρού.

Οι αντιστάσεις που έχουν περιγραφεί ως τώρα υπάρχουν σε όλες τις σωληνώσεις του πλοίου.

ΑΝΤΛΙΕΣ

Η αντλία είναι το μηχάνημα που χρησιμοποιούμε για την μεταφορά ενός υγρού ή ενός αερίου από ένα σημείο (χώρο) σ' ένα άλλο.

Ακόμα μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε προκειμένου να επιταχύνουμε την κίνησή των ρευστών ή για να αυξήσουμε την πίεσή τους.

ΤΥΠΟΙ ΑΝΤΛΙΩΝ

Δύο είναι οι βασικοί τύποι αντλιών με βάση την αρχή λειτουργίας τους:

- 1.- Οι αντλίες θετικής εκτόπισης ή ογκομετρικές (Positive displacement)**
- 2.- Οι φυγοκεντρικές (Centrifugal).**

Στις αντλίες θετικής εκτοπισης ή ογκομετρικές αξιοποιείται η εσωτερική διαμόρφωση και μεταβολή του χώρου (όγκου) της αντλίας προκειμένου να πετύχουμε την μεταφορά του υγρού ή του αερίου, από την αναρρόφηση στην κατάθλιψη. Ο τύπος αυτός των αντλιών υποδιαιρείται σε δύο κατηγορίες: α) Στις παλλινδρομικές αντλίες (Παλλινδρομικές εμβολοφορες ή παλλινδρομικές με διάφραγμα).

β) Στις περιστροφικές αντλίες.

Οι παλλινδρομικές αντλίες είναι περισσότερο κατάλληλες για μικρές ποσότητες υγρών, έχουν μεγάλο ύψος αναρρόφησης και κατάθλιψης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παχύρευστα υγρά (υγρά με μεγάλο ιξώδες).

Οι περιστροφικές αντλίες ογκομετρικού τύπου, που καλύπτουν ένα μεγάλο φάσμα διαφόρων τύπων (γρاناζωτές, με λοβούς, ακτινικών πτερυγίων, κοχλιωτές κ.α.) είναι κατάλληλες για μεσαίου μεγέθους ποσότητες υγρών και αερίων, για υγρά όχι πολύ παχύρευστα και για υγρά που δεν έχουν μεγάλο ύψος αναρρόφησης.

Οι φυγοκεντρικές αντλίες χρησιμοποιούνται κυρίως για την μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων υγρών που έχουν μεγάλη ρευστότητα (μικρό ιξώδες) και μικρό ύψος αναρρόφησης. Διακρίνονται σε οριζόντιες και κάθετες, ανάλογα του σκοπού για τον οποίο προορίζονται. Ακόμα μπορεί να είναι μονοσταδιακές, δηλαδή με ένα στροφείο, ή πολυσταδιακές με δύο ή και περισσότερα στροφεία.

Σε αντίθεση με τις ογκομετρικές αντλίες που δεν χρειάζονται υποβοήθηση μετά την εκκίνησή τους προκειμένου να αναρροφήσουν το υγρό που θέλουμε να μεταγγίσουμε, οι φυγοκεντρικές αντλίες απαιτούν υποβοήθηση για την αρχική τους αναρρόφηση, που κατά κύριο λόγο επιτυγχάνεται με την ενσωμάτωση εξαρτημένων παλλινδρομικών αντλιών στις σωληνώσεις της αναρρόφησης (Priming pumps)

Θα πρέπει ακόμα να αναφέρουμε εδώ σαν είδος αντλιών τους εκχυτήρες κενού (Ejectors, Τζιφάρια) που κατα κύριο λόγο χρησιμοποιούνται για την δημιουργία κενού στα ψυγεία (συμπυκνωτές ατμού) σε εγκαταστάσεις ατμοστροβίλων ή στους χώρους βρασμού των αποστακτήρων (βραστήρες) και αλλού.

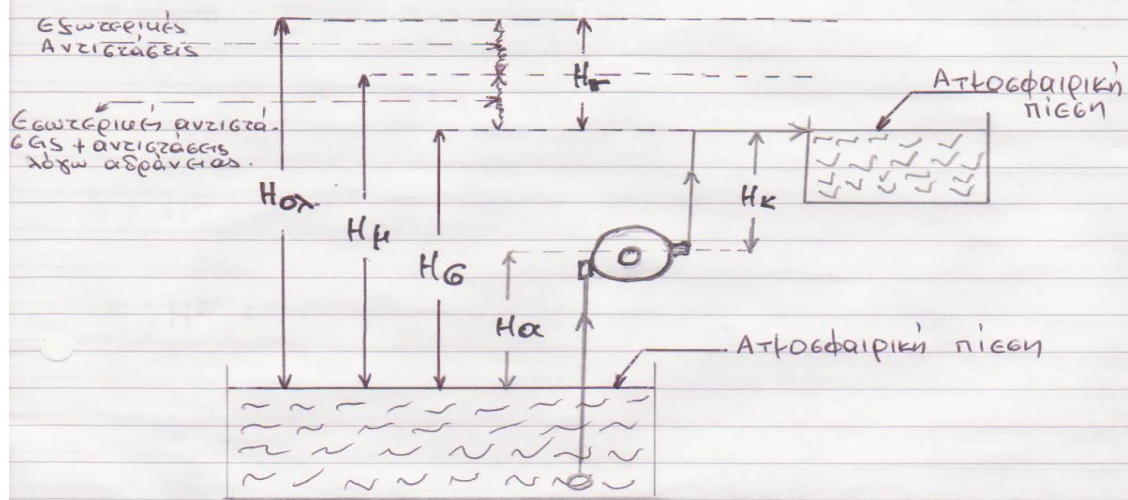
Χρησιμοποιούνται ακόμα και για την απάντληση μικρών ποσοτήτων νερού έρματος ή φορτίου από τις δεξαμενές έρματος ή τις δεξαμενές φορτίου, ιδίως για μικρές ποσότητες που δεν μπορούν να αντληθούν από τις κύριες αντλίες έρματος ή τις αντλίες φορτίου. (Stripping)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ

Κάθε αντλία χαρακτηρίζεται από ορισμένα βασικά στοιχεία, που προσδιορίζουν τις ικανότητές της. Τα στοιχεία αυτά είναι:

- 1. Τα διάφορα ύψη της αντλίας.**
- 2. Η παροχή της.**
- 3. Οι διάφοροι βαθμοί απόδοσής της.**
- 4. Το έργο της.**
- 5. Η ισχύς (η ιπποδύναμη) που απαιτείται για την λειτουργία της.**

1.- ΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΥΨΗ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ



α) **H_{α} : Στατικό ύψος αναρρόφησης:**

Είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ της στάθμης του υγρού που αναρροφά η αντλία μέχρι το κέντρο του θαλάμου αναρρόφησης της αντλίας. Το ύψος αυτό μπορεί να έχει αρνητική τιμή εφόσον η αντλία βρίσκεται χαμηλότερα από τη στάθμη του υγρού που αναρροφά.

β) **H_{κ} : Στατικό ύψος κατάθλιψης:**

Ονομάζεται η κατακόρυφη απόσταση από το θάλαμο κατάθλιψης της αντλίας μέχρι τη στάθμη της δεξαμενής που καταθλίβει.

γ) **Hσ : Στατικό ύψος:**

Είναι το αλγεβρικό άθροισμα των δύο στατικών υψών που προαναφέραμε. Δηλαδή η κατακόρυφη απόσταση από τη στάθμη της δεξαμενής αναρρόφησης μέχρι τη στάθμη της δεξαμενής κατάθλιψης. **Hσ=Hα+Hκ**

δ) **Hr : Ύψος αντιστάσεων:**

Είναι το σύνολο των αντιστάσεων που αποτελούν εμπόδιο στην κίνηση του υγρού. Διακρίνονται σε εξωτερικές αντιστάσεις **Hε** που αφορούν τα εμπόδια που παρεμβάλονται κατά τη ροή του υγρού μέσα από τις σωληνώσεις λόγω της κατάστασης και της κατασκευής του δικτύου και τις εσωτερικές αντιστάσεις και τις αντιστάσεις λόγω αδράνειας των υγρών που αναγκάζονται να κινηθούν τόσο κατ' την αναρρόφηση τους όσο και κατά την κατάθλιψή τους. Το ύψος των αντιστάσεων σημαίνει ότι για να μετακινήσουμε ένα υγρό δεν αρκεί μόνο να υπερνικήσουμε το ύψος αναρρόφησης και κατάθλιψης αλλά θα πρέπει να υπερνικήσουμε και όλες τις αντιστάσεις που προκαλούνται κατά τη ροή του υγρού.

ε) **Hολ. : Ολικό Ύψος:**

Ονομάζεται το άθροισμα του Στατικού ύψους (Hσ) και του ύψους αντιστάσεων (Hr).

Δηλαδή έχουμε: **Hολ. = Hσ+Hr** ή

$$\mathbf{H_{ολ.} = H_{α}+H_{κ}+H_{r}}$$

στ) **Hμ. Μανομετρικό Ύψος:**

Το μανομετρικό ύψος είναι η διαφορά του Ολικού ύψους αντιστάσεων Hολ. Μείον τις εξωτερικές αντιστάσεις. Δηλαδή τις αντιστάσεις στη ροή του ρευστού που δημιουργούνται κατά την κίνησή του μέσα από τις σωληνώσεις.

Το μανομετρικό ύψος αφορά επομένως την ίδια την αντλία και παρέχεται κάθε φορά από τον κατασκευαστή της σαν μέγεθος των ικανοτήτων της.

2.) ΠΑΡΟΧΗ (Q) ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ

Με τον όρο «παροχή» των αντλιών εννοούμε τη ποσότητα του υγρού που η αντλία καταθλίβει.

Η παροχή των αντλιών διακρίνεται σε **Θεωρητική** και σε **Πραγματική**.

Μονάδα μέτρησης της παροχής είναι τα **m³/ώρα** ή **lters/λεπτό**.

Η παροχή των αντλιών διακρίνεται σε **θεωρητική παροχή (Qθ)** και σε **πραγματική παροχή (Qπ)**

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ (Qθ)

Είναι η παροχή της αντλίας που έχει υπολογίσει ο κατασκευαστής της με βάση τα κατασκευαστικά της χαρακτηριστικά και ο υπολογισμός της γίνεται με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά και είναι διαφορετικός για κάθε τύπο αντλίας. Συνήθως δίνεται από τον κατασκευαστή της.

Για μια Εμβολοφόρο παλλινδρομική αντλία απλής ενέργειας η Θεωρητική παροχή μπορεί να υπολογιστεί εύκολα εάν γνωρίζουμε τη διάμετρο και τη διαδρομή του εμβόλου και τον αριθμό των στροφών/λεπτό (RPM).

Δίνεται δε από τον τύπο: **Qθ=F . s . n . 60 m³/ώρα**

Όπου $F = \text{επιφάνεια του Εμβόλου} = \frac{\pi D^2}{4} \text{ (m}^2\text{)}$

$S = \text{διαδρομή εμβόλου (m)}$

$n = \text{rpm (στροφές/λεπτό)}$

Εάν πρόκειται για εμβολοφόρο παλλινδρομική αντλία διπλής ενέργειας ισχύει ο πιο πάνω τύπος X 2 , αφού αφαιρεθεί ο όγκος του βάκτρου του εμβόλου από έναν εμβολισμό Όπως προαναφέραμε ο υπολογισμός της θεωρητικής παροχής των αντλιών διαφέρει ανάλογα με τον τύπο της αντλίας και τα κατασκευαστικά της χαρακτηριστικά.

Μπορεί όμως ακόμη να υπολογιστεί εάν γνωρίζουμε τη διατομή της σωλήνας αναρρόφησής της (F_a) και την ταχύτητα του υγρού (U_a) τη στιγμή της εισαγωγής του στην αντλία.

Η σχέση που ισχύει για τον υπολογισμό αυτό προκύπτει από την εξίσωση της συνέχειας της ροής. Δηλαδή $Q\theta = F_a \cdot U_a$

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ (Qπ)

Η πραγματική παροχή της αντλίας είναι ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά της αντλίας που προσδιορίζουν την λειτουργική της κατάσταση. Ο περισσότερο ασφαλής τρόπος καταμέτρησης της πραγματικής παροχής μιας αντλίας είναι να μετρήσουμε την ποσότητα που καταθλίβει η αντλία σε μία δεξαμενή σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Μπορεί όμως να υπολογιστεί επίσης αν γνωρίζουμε την διατομή του αγωγού κατάθλιψης της αντλίας και την ταχύτητα του υγρού στη συγκεκριμένη διατομή. Δηλαδή θα ισχύει πάλι η εξίσωση της συνέχειας της ροής του υγρού σε οχετό $Q = F \cdot U$, Οπότε θα έχουμε : $Q\pi = F\kappa \cdot U\kappa$

Την ταχύτητα του υγρού μέσα στις σωληνώσεις την μετράμε σε μέτρα/δευτερόλεπτο (mtrs/sec) και για τη μέτρησή της χρησιμοποιούμε κατάλληλους μετρητές της ταχύτητας ροής του υγρού. Εφόσον η παροχή της αντλίας δίνεται συνήθως σε $\text{m}^3/\text{ώρα}$, θα πρέπει να γίνει και η αντίστοιχη αναγωγή της ταχύτητας σε μονάδες μέτρησης που έχει ο μετρητής της ταχύτητας του ρευστού ή αντίστροφα.

3.-) ΕΡΓΟ ΑΝΤΛΙΩΝ

Με τον όρο **ΕΡΓΟ** που παράγει μια δύναμη όταν εφαρμόζεται πάνω σ' ένα υλικό σημείο ή σώμα, εννοούμε το γινόμενο του μεγέθους της δύναμης επί την απόσταση της μετατόπισης του σημείου ή του σώματος πάνω στο οποίο εφαρμόζεται.

Με βάση τα παραπάνω και:

Σε ότι αφορά τις αντλίες, το έργο που παράγεται απ' αυτές είναι η δύναμη που ασκούν άνω σ' ένα ρευστό προκειμένου να το μετακινήσουν από μία θέση σε κάποια άλλη θέση.

Επειδή όμως , όπως έχουμε πεί και προηγούμενα, τη μετακίνηση των ρευστών επηρεάζουν πολλοί παράγοντες όπως για παράδειγμα τα διάφορα ύψη , που στην ουσία είναι οι αντιστάσεις που παρουσιάζονται κατά τη μετακίνηση των ρευστών και που οφείλονται σε διαφορετικούς παράγοντες, π.χ. αντιστάσεις αδράνειας, αντιστάσεις που οφείλονται στα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των αντλιών και λόγω φθοράς τους , ή σε αντιστάσεις εξ αιτίας των εμποδίων που παρουσιάζουν οι αγωγοί (σωληνώσεις) μέσα από τους οποίους πρέπει να περάσουν τα ρευστά, κ.λ.π., γίνεται αντιληπτό ότι όσο μεγαλύτερες είναι οι αντιστάσεις αυτές , τόσο μικρότερο είναι το Ωφέλιμο έργο που μας παρέχουν οι αντλίες αλλά και τόσο μεγαλύτερη είναι η απόκλιση μεταξύ του Θεωρητικού Έργου (Θ.Ε.) και του Ωφέλιμου Έργου (Ω.Ε.)

ΩΦΕΛΙΜΟ ΕΡΓΟ (Ω.Ε.) μιάς αντλίας είναι το γινόμενο της πραγματικής παροχής (Qπ) x το ειδικό βάρος του υγρού (γ) x το Στατικό ύψος (Hσ)
Ω.Ε. = Qπ . γ . Hσ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΕΡΓΟ (Θ.Ε.) μιάς αντλίας είναι το γινόμενο της θεωρητικής παροχής (Qθ) x το ειδικό (γ) x το ολικό ύψος αντιστάσεων (Hολ.) της αντλίας.
Θ.Ε. = Qθ x γ x Hολ.

Όπως γίνεται αντιληπτό , η διαφορά μεταξύ ΘΕ και ΩΕ σε μία αντλία οφείλεται κατά κύριο λόγο στις αντιστάσεις (Εσωτερικές, Εξωτερικές και αδράνειας) που παρουσιάζονται κατά τη ροή του ρευστού.

Επειδή η αντλία δεν είναι ένα μηχάνημα που μπορεί να κινηθεί αυτοτελώς αλλά χρειάζεται κάποιο άλλο μηχάνημα ή μηχανισμό για να την κινήσει. Δηλαδή κινείται (λειτουργεί) με **ΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΕΡΓΟ (Χ.Ε.)**. Το Έργο αυτό μπορεί να παρέχεται ηλεκτρικά (ηλεκτροκινητήρας), Μηχανικά (εξαρτημένες αντλίες) ή ηλεκτροϋδραυλικά (υδραυλικά συστήματα). Σε κάθε περίπτωση όμως έχουμε απώλειες ανάλογα με τον τρόπο μετάδοσης της κίνησης και φυσικά την κατάσταση της εγκατάστασης. (Τριβείς, διάφορες απώλειες , φθορές κ.α..)

Άρα απ' όλα τα παραπάνω, προκύπτει ότι το ΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΟ ΕΡΓΟ (Χ.Ε.) είναι μεγαλύτερο του ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ (Θ.Ε.) το οποίο είναι μεγαλύτερο του ΩΦΕΛΙΜΟΥ ΕΡΓΟΥ (Ω.Ε.)

Η σχέση που συνδέει τα τρία αυτά έργα έχει να κάνει με τα κατασκευαστικά στοιχεία του κάθε δικτύου , με τη λειτουργική του κατάσταση και με τις συνθήκες λειτουργίας του και αποτελούν τον καθοριστικό παράγοντα προσδιορισμού των **ΒΑΘΜΩΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ** της κάθε αντλίας.

4.-) ΒΑΘΜΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ

Κατά τη λειτουργία των αντλιών προκύπτουν διάφορες απώλειες που σαν αποτέλεσμα έχουν, το αποδιδόμενο πραγματικό έργο από την αντλία (Ω.Ε.) να είναι μικρότερο από το έργο που της παρέχεται στον κινητήριο άξονά της. (Χορηγούμενο Έργο Χ.Ε.)

Οι απώλειες αυτές διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τις αιτίες που τις προκαλούν, και προσδιορίζονται αντίστοιχα από τους διάφορους **βαθμούς απόδοσης της αντλίας**. Έτσι λοιπόν οι βαθμοί απόδοσης της αντλίας διακρίνονται ως εξής:

α) Ο ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (η_v)

Εκφράζει τις εσωτερικές απώλειες της αντλίας που κυρίως οφείλονται σε κατασκευαστικές απαιτήσεις ή σε φθορά των σταθερών και των κινουμένων εξαρτημάτων της αντλίας με συνέπεια την αύξηση των διακένων μεταξύ των κινουμένων μερών ή μεταξύ των κινουμένων μερών και των σταθερών μερών (κέλυφος) της αντλίας. Με συνέπεια, αντί το υγρό που αναρροφάται να οδηγείται στον θάλαμο της κατάθλιψης της αντλίας , μέρος απ' αυτό επιστρέφει στον θάλαμο της αναρρόφησης. Σημαντική είναι επίσης στη διαμόρφωση του μεγέθους του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης και η καλή στεγανοποίηση του εσωτερικού της αντλίας με το εξωτερικό περιβάλλον, καθώς επίσης και η κατάσταση των εξαρτημάτων πάνω στα οποία περιστρέφεται ο άξονας της αντλίας.

Στή διαμόρφωση του μεγέθους του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης συμβάλει ακόμη, αν και σε πολύ μικρό ποσοστό, η αντίσταση λόγω αδράνειας του υγρού.

Από τα παραπάνω λοιπόν συμπεραίνουμε ότι ο ογκομετρικός βαθμός είναι το πηλίκον της Πραγματικής παροχής προς τη Θεωρητική παροχή και δίνεται από την σχέση $\eta_v = \frac{Q_p}{Q_\theta}$

Ανάλογα με τον τύπο της αντλίας και εφ' όσον αναφερόμαστε σε καινούριες αντλίες, ο ογκομετρικός βαθμός απόδοσης κυμαίνεται από 0,80 – 0,90.

β) Ο ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (η_δ)

Ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης η_δ εκφράζει το σύνολο των αντιστάσεων (Εσωτερικών και Εξωτερικών) που παρατηρούνται στο δίκτυο κατά την μεταφορά του ρευστού.

Έχουμε ήδη αναφερθεί στις εσωτερικές αντιστάσεις και απώλειες.

Το ύψος των εξωτερικών αντιστάσεων εξαρτάται από την κατάσταση και την κατασκευή του δικτύου και γενικότερα από τις αιτίες που εμποδίζουν τη ροή του ρευστού μέσα σ' ένα αγωγό. Συνεπώς ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης είναι το πηλίκον του Στατικού ύψους προς το Ολικό ύψος. Δηλαδή: $\eta_\delta = \frac{H_\sigma}{H_{ολ}}$.

Εκφράζει δηλαδή το επιπλέον έργο που απαιτείται για να υπερνικηθούν εκτός του ύψους των αντιστάσεων της αναρρόφησης (H_a) και της κατάθλιψης (H_k) και το ύψος του συνόλου των αντιστάσεων (H_r) του δικτύου.

γ) Ο ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (η_ϵ)

Ο ενδεικτικός βαθμός απόδοσης (η_ϵ) είναι το πηλίκον του Ωφέλιμου Έργου (Ω.Ε.) προς το Θεωρητικό Έργο (Θ.Ε.) $\eta_\epsilon = \frac{\Omega.E.}{\Theta.E.}$

Όπως έχουμε αναφέρει, Ωφέλιμο Έργο είναι το γινόμενο της μάζας του υγρού που μετακινείται (Q) επί το ειδικό βάρος του υγρού (γ) επί την κάθετη απόσταση των επιφανειών του υγρού από τη δεξαμενή αναρρόφησης μέχρι τη δεξαμενή κατάθλιψης. Αυτό εκφράζεται από τη σχέση: $\Omega.E. = Q \cdot \gamma \cdot H_\sigma$

Το Θεωρητικό Έργο είναι το γινόμενο της θεωρητικής παροχής (Q_θ) επί το ειδικό βάρος του υγρού επί το ολικό ύψος αντιστάσεων. Δίνεται από την σχέση: $\Theta.E. = Q_\theta \cdot \gamma \cdot H_{ολ}$. Άρα

$$\eta_\epsilon = \frac{\Omega.E.}{\Theta.E.} = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H_\sigma}{Q_\theta \cdot \gamma \cdot H_{ολ}} = \eta_\epsilon = \frac{Q_p \cdot H_\sigma}{Q_\theta \cdot H_{ολ}}$$

Γνωρίζουμε όμως ότι η σχέση $\frac{Q_p}{Q_\theta} = \eta_v$ δηλαδή ο ογκομετρικός βαθμός απόδοσης.

Και $\frac{H_\sigma}{H_{ολ}} = \eta_\delta$, δηλαδή ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης μίας αντλίας.

Άρα έχουμε: $\eta_\epsilon = \eta_v \cdot \eta_\delta$

Επομένως, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο Ενδεικτικός βαθμός απόδοσης μίας αντλίας είναι το γινόμενο του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης της αντλίας επί τον υδροδυναμικό βαθμό απόδοσής της.

δ) ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ημ)

Δείχνει τις απώλειες της αντλίας σαν μηχανισμός λόγω τριβών κυρίως κατά τη λειτουργία της.

$$\text{Εκφράζεται: } \eta_{\mu} = \frac{\text{Θ.Ε.}}{\text{Χ.Ε.}} \approx 0,70 - 0,95$$

ε) ΟΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ηολ)

$$\text{Είναι το πηλίκον του } \Omega\text{Ε προς το ΧΕ } \eta_{\text{ολ}} = \frac{\Omega\text{Ε}}{\text{ΧΕ}} \quad \text{ή} \quad \eta_{\text{ολ}} = \eta_{\nu} \cdot \eta_{\delta} \cdot \eta_{\mu}$$

Η ΙΣΧΥΣ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Η ισχύς των αντλιών (N) δίνεται από τον τύπο: $N = \frac{\text{Q}\pi \cdot \text{H}\sigma \cdot \gamma \cdot g}{\eta_{\text{ολ}}}$ όπου :

$$\begin{aligned} N &= \text{ισχύς} && : \text{Watt ή KW} \\ \text{Q}\pi &= \text{Η πραγματική παροχή} && : \text{m}^3/\text{sec} \\ \text{H}\sigma &= \text{Το στατικό ύψος} && : \text{m} \\ \gamma &= \text{Το ειδικό βάρος του υγρού} && : \text{Kg/m}^3 \\ \eta_{\text{ολ}} &= \text{Ο ολικός βαθμός απόδοσης} && : \\ g &= \text{Η επιτάχυνση της βαρύτητας:} && \text{m/sec}^2 \end{aligned}$$

Δηλαδή έχουμε:

$$\text{Watt} = \frac{\frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \times \text{m} \times \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times \text{sec}^2}{\text{Hολ}} \quad \text{άρα προκύπτει ότι} \quad \text{Watt} = \frac{\text{Kg} \cdot \text{m}^2}{\text{sec}^3}$$

Επειδή η Ισχύς είναι Έργο που παράγεται στη μονάδα του χρόνου, δηλαδή $\frac{\text{Joule}}{\text{Sec}}$

Σημαίνει ότι $\text{Watt} = \frac{\text{Joule}}{\text{Sec}}$. Όμως:

Επειδή έργο σημαίνει δύναμη x απόσταση, δηλαδή Newton x mtrs έχουμε τη σχέση:

$$\text{Watt} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{Sec}}$$

Γνωρίζοντας όμως ότι το **Newton** = $\frac{\text{Kg} \cdot \text{m}}{\text{sec}^2}$ εύκολα συμπεραίνεται ότι:

$$\text{Watt} = \frac{\frac{\text{Kg} \cdot \text{m}}{\text{sec}^2} \cdot \text{m}}{\text{Sec}} \quad \text{δηλαδή} \quad \text{Watt} = \frac{\text{Kg} \cdot \text{m}^2}{\text{sec}^3}$$

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥΣ

Οι φυγοκεντρικές αντλίες σαν μηχανήματα είναι πολύ απλές. Η λειτουργία της συνίσταται στο να μετατρέπει την ενέργεια που παίρνει από το κινητήριο μηχανήματα (ηλεκτροκινητήρας ή ατμοστρόβιλος) σε ταχύτητα ή κινητική ενέργεια και κατόπιν σε πίεση ή δυναμική ενέργεια. Αυτό επιτυγχάνεται από το περιστρεφόμενο τμήμα της (στροφείο) μέσα στο οποίο εισέρχεται το υπό μετάγγιση υγρό και από το κατάλληλα διαμορφωμένο σταθερό τμήμα της (κέλυφος).

Το υπό μετάγγιση υγρό εισέρχεται από το κέντρο του στροφείου και καταλαμβάνει τους χώρους τους μεταξύ των κυρτών πτερυγίων του. Με την περιστροφή του στροφείου το υγρό εκτινάσσεται προς την περιφέρεια από την φυγόκεντρο δύναμη κατά την διεύθυνση της ακτίνας ενώ το κενό που δημιουργείται έρχεται να καλύψει άλλη ποσότητα υγρού.

Η κινητική ενέργεια του εκτινασσόμενου υγρού (ταχύτητα), μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια (πίεση) από την κατάλληλη διαμόρφωση του κελύφους της αντλίας και του οχετού κατάθλιψης (Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.)

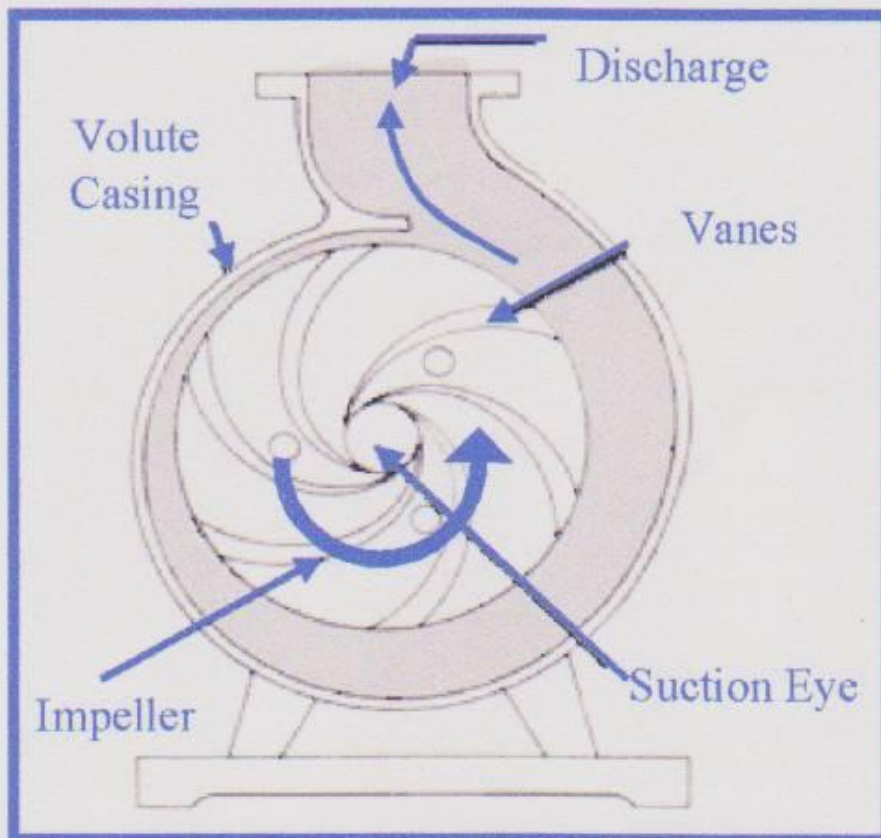


Figure A.01: Liquid flow path inside a centrifugal pump

Οι φυγοκεντρικές αντλίες βρίσκουν τη μεγαλύτερη εφαρμογή τους στη μεταφορά μεγάλων όγκων υγρών μικρού ιξώδους σε μικρό ή μεσαίο συνολικό ύψος κατάθλιψης.

Διακρίνονται : Με βάση την κατασκευή τους σε:

- **ΕΛΙΚΟΦΡΑΚΤΕΣ**
- **ΣΤΡΟΒΙΛΟΦΥΓΟΚΕΝΤΡΕΣ**
- **ΕΛΙΚΟΦΡΑΚΤΕΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΦΥΓΟΚΕΝΤΡΕΣ**

Με βάση τις βαθμίδες (τα στροφεία) που έχουν σε:

- **ΜΟΝΟΣΤΑΔΙΑΚΕΣ**
- **ΔΙΣΤΑΔΙΑΚΕΣ**
- **ΠΟΛΥΣΤΑΔΙΑΚΕΣ**

Με βάση τη ροή του υγρού που αντλούν σε:

- **ΑΚΤΙΝΙΚΗΣ ΡΟΗΣ**
- **ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΡΟΗΣ**
- **ΜΙΚΤΗΣ ΡΟΗΣ**

Οι χρήσεις των φυγοκεντρικών αντλιών στις ναυτικές εγκαταστάσεις σήμερα είναι πολλές και ποικίλες. Κυρίως εξυπηρετούν δίκτυα θαλάσσης, δίκτυα γλυκού νερού και γενικώς δίκτυα υγρών μικρού ιξώδους καθώς και σαν αντλίες φορτίου στα δεξαμενόπλοια.

Η ροή του υγρού μέσα στην αντλία γίνεται με τη φυγόκεντρο δύναμη που ασκείται σ' αυτό από την περιστροφή του στροφίου ή των στροφίων της αντλίας.

Οι φυγοκεντρικές αντλίες βρίσκουν την μεγαλύτερη εφαρμογή τους για την μεταφορά μεγάλων όγκων υγρών, μικρού ιξώδους σε μικρό ή μεσαίο συνολικό ύψος κατάθλιψης.

Οι αντλίες ακτινικής ροής, έχουν συνεχή σταθερή παροχή και είναι αθόρυβες στη λειτουργία τους.

Οι περιστροφικές αντλίες αξονικής ή ημι-αξονικής ροής, κυρίως χρησιμοποιούνται για μεγάλους όγκους υγρών μικρού ύψους κατάθλιψης, κι οι δύο είναι απλές στην κατασκευή και τη συντήρησή τους, δεν κοστίζουν ακριβά, είναι μικρές σε όγκο σε σχέση με την παροχή τους, και μπορούν να λειτουργήσουν με μεγάλο αριθμό στροφών.

Οι κάθετες αντλίες είναι εκείνες που σ' συνήθως χρησιμοποιούμε και συναντούμε στα πλοία για λόγους εξοικονόμησης χώρου και αξιοποίησης του χώρου των σεντινών.

Ένα βασικό μειονέκτημα που παρουσιάζουν οι φυγοκεντρικές αντλίες είναι η αδυναμία τους να δημιουργήσουν κενό κατά την έναρξη της λειτουργίας τους για την αναρρόφηση του ρευστού όταν η στάθμη του βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο απ' εκείνο που βρίσκονται.

Μικρές ενσωματωμένες παλινδρομικές αντλίες κενού ή αντλίες δακτυλίου νερού χρησιμοποιούνται ευρέως εξ αιτίας της απλότητας που παρουσιάζουν στην κατασκευή τους και στη λειτουργία τους για τη δημιουργία κενού. Διάφορα άλλα μέσα όπως η εσωτερική επανακυκλοφορία ή πλήρωση τους με υγρό από εξωτερική πηγή ή η χρήση εκχυτήρων χρησιμοποιούνται επίσης για την υποβοήθηση της αναρρόφησης των φυγοκεντρικών αντλιών κατά περίπτωση.

Βασικό μειονέκτημά τους είναι ακόμα και το μικρό ύψος κατάθλιψής τους, καθώς και οι εκτεταμένες βλάβες που προκαλεί το φαινόμενο της σπηλαιώσης, που είναι έντονο κατά τη λειτουργία των φυγοκεντρικών αντλιών, στα σταθερά και στα κινούμενα μέρη τους (κέλυφος, στροφέιο κ.λ.π.)

Θα πρέπει ακόμα να σημειωθεί ότι η μείωση της απόδοσής τους είναι πολύ μεγάλη όταν λειτουργούν για τη μεταφορά παχύρευστων υγρών, για το λόγο αυτό κρίνονται ακατάλληλες για την μετάγγιση υγρών με μεγάλο ιξώδες.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΕΡΩΝ ΤΩΝ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ

Τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελούνται οι φυγοκεντρικές αντλίες διαίρονται σε δύο κατηγορίες. Τα σταθερά και τα περιστρεφόμενα

Στα σταθερά μέρη περιλαμβάνονται:

Το κέλυφος, μέσα στο οποίο περιστρέφεται το στροφέιο (ή τα στροφεία) και το οποίο συναντάται σε δύο σχήματα ανάλογα με τη διαμόρφωση της πλευράς της κατάθλιψης.

Στο ελικοειδές (volute) και στο κυκλικό (circular). Στο κέλυφος επίσης προσαρμύζονται σε ειδικά διαμορφωμένους θύλακες τα ρουλεμάν πάνω στα οποία περιστρέφεται ο άξονας και χώρος

που τοποθετούνται τα παρεμβύσματα στεγανότητας, είτε αυτά είναι σαλαμάστρες είτε είναι Μηχανικά παρεμβύσματα στεγανότητας. (Mechanical seals.)

Το κέλυφος των φυγοκεντρικών αντλιών έχει επίσης εσωτερικά κατάλληλες υποδοχές για την τοποθέτηση των ορειχάλκινων δακτυλίων φθοράς (wear rings) μέσα στους οποίους περιστρέφεται το στροφείο.

Το υλικό κατασκευής του κελύφους συνήθως είναι χυτοσίδηρος ή ορείχαλκος, μπορεί όμως να είναι και από διάφορα άλλα κράμματα μετάλλων αν η αντλία πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την άντληση ειδικών υγρών με οξειδωτικές ή διαβρωτικές ιδιότητες.

Εάν η αντλία είναι κάθετος, το κάτω μέρος του κελύφους είναι κατάλληλα διαμορφωμένο για την τοποθέτηση κυλινδρικού δακτυλίου, από ορείχαλκο ή εβονίτη, μέσα στο οποίο περιστρέφεται ο άξονας.

Το κέλυφος αποτελείται από δύο μέρη, το ένα εξαρμοζόμενο, προκειμένου να είναι δυνατή η εξάρμωση των περιστρεφόμενων μερών. Τα περιστρεφόμενα μέρη της αντλίας είναι: Ο άξονας και το στροφείο (ή τα στροφεία).

Το υλικό κατασκευής του άξονα είναι συνήθως ανοξείδωτος χάλυβας και του στροφείου ίδιου με του κελύφους. Στο σημείο περιστροφής του άξονα με τα παρεμβύσματα στεγανότητας, εφαρμόζεται ειδικός κυλινδρικός δακτύλιος (μπούσα), που έρχεται σ' επαφή μ' αυτά και ο οποίος μπορεί να αντικατασταθεί, ώστε ν' αποφεύγεται η φθορά και η καταστροφή του άξονα.

Όπως ήδη αναφέραμε, η κατάταξη των φυγοκεντρικών αντλιών με βάση τη ροή του υγρού που αντλούν είναι τρεις.

1.- Ακτινικής ροής στις οποίες το υγρό εισέρχεται στο στροφείο από το κατάλληλα διαμορφωμένο κέντρο του και εκτοξεύεται από τη φυγόκεντρο δύναμη που ασκείται πάνω του, λόγω της περιστροφής του μέσα στο στροφείο στην περιφέρεια του στροφείου με ταχύτητα ανάλογη του αριθμού των στροφών που περιστρέφεται το στροφείο, και της ακτίνας του στροφείου. Το εκτοξευόμενο υγρό οδηγείται από το σπειροειδές κέλυφος προς την εξαγωγή της αντλίας. Με κατάλληλη διαμόρφωση της διατομής του αγωγού εξαγωγής της αντλίας (συγκλείνον – αποκλείνον) η ταχύτητα (κινητική ενέργεια) που έχει αποκτήσει το υγρό μετατρέπεται σε πίεση (δυναμική ενέργεια).

2.- Αξονικής ροής: Οι φυγοκεντρικές αντλίες αξονικής ροής αποτελούνται από ένα περυγιοφόρο στροφείο, που περιστρέφεται μέσα σ' ένα αγωγό, προσαρμοσμένο σ' ένα άξονα που διαπερνά τον αγωγό κατάλληλα στεγανοποιημένος εσωτερικά και εξωτερικά του αγωγού. Η περιστροφή του άξονα και του στροφείου γίνεται με ηλεκτρικό κινητήρα, με ηλεκτροϋδραυλική εγκατάσταση ή μέσω Μηχανής Εσωτερικής καύσης.

Εάν τα πτερύγια του στροφείου είναι μεταβλητού βήματος δίνεται η δυνατότητα στην αντλία να επιτυγχάνει μεγάλη πίεση κατάθλιψης με μικρή παροχή ή μεγάλη παροχή με μικρή πίεση κατάθλιψης. Αυτός ο τύπος των φυγοκεντρικών αντλιών έχουν το μικρότερο όγκο σε σχέση με αντίστοιχες αντλίες άλλων κατηγοριών και είναι οι πιο κατάλληλες για την μεταφορά υγρών σε μεγάλες ποσότητες αλλά σε χαμηλό ύψος κατάθλιψης. Βασική εφαρμογή των αντλιών αυτών είναι οι αντλίες φορτίου τύπου FRAMO που σήμερα συναντάμε στα Δεξαμενόπλοια, αλλά και για την πρόωση των ταχύπλοων πλοίων που χρησιμοποιούν σαν μέσο πρόωσης το σύστημα Water Jet.

3.- Αντλίες Μικτής Ροής: Οι φυγοκεντρικές αντλίες μικτής ροής συνδιάζουν κατά τη λειτουργία τους φυγόκεντρο δύναμη που εφαρμόζει το στροφείο στο αναρροφούμενο υγρό και στην ταυτόχρονη μετατόπιση του υγρού κατά την διεύθυνση του άξονα από την περιστροφή των πτερυγίων του στροφείου μέσα στον αγωγό της αναρρόφησης.

ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΤΙΚΗΣ ΕΚΤΟΠΙΣΕΩΣ ‘Η ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ.

Οι αντλίες θετικής εκτοπίσεως αναγκάζουν τα ρευστά να μετακινηθούν εκτοπίζοντάς τα λόγω της ογκομετρικής διαμόρφωσης των σταθερών και κινητών μερών τους. Ο μεγαλύτερος όγκος της αναρρόφησής τους κατακλύζεται από το ρευστό που θέλουμε να μεταφέρουμε και στη συνέχεια εκτοπίζεται προς την κατάθλιψη λόγω της σύνθλιψής του μεταξύ των επιφανειών των κινουμένων μερών του ή μεταξύ των κινουζένων μερών και του κελύφους των αντλιών.

Γίνεται αντιληπτό ότι προκειμένου το ρευστό που έχει εγκλωβιστεί στο χώρο της αναρρόφησης να εκτοπιστεί στον οχετό της κατάθλιψης χωρίς να μπορεί να επιστρέψει στο χώρο της αναρρόφησης απαιτείται η ύπαρξη ελαχίστων διακένων, τόσο μεταξύ των περιστρεφόμενων μερών της αντλίας, όσο και των διακένων μεταξύ των περιστρεφόμενων μερών και του κελύφους της αντλίας.

Ενώ τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους διαφέρουν στις λεπτομέρειες, όλοι οι τύποι φέρουν τις παρακάτω ιδιαιτερότητες εφόσον βέβαια λειτουργούν σε συνθήκες εκτός σπηλαιώσης.

- 1.- Η απόδοσή τους είναι αμέσως ανάλογη της ταχύτητας.
- 2.- Η απόδοσή τους μειώνεται οριακά σε συνθήκες λειτουργίας με αυξημένη πίεση, σύμφωνα με το μέγεθος της υδραυλικής ολίσθισης στην αντλία.
- 3.- Η αντλία θα αναπτύξει πίεση κατάθλιψης ίση με την αντίσταση που θα πρέπει να υπερνικηθεί ανεξάρτητα από την ταχύτητά της.
- 4.- Όλες οι αντλίες θετικής εκτοπίσεως δεν χρειάζονται υποβοήθηση στη διάρκεια της φάσης της πρώτης αναρρόφησης.

Η κατηγορία των ογκομετρικών αντλιών μπορεί να διαιρεθεί σε δύο ομάδες:

- 1.- **Στις παλινδρομικές αντλίες** οι οποίες επίσης διαχωρίζονται σε δύο επιμέρους κατηγορίες. (α) στις εμβολοφόρους παλινδρομικές, όπου το μηχανικά κινούμενο έμβολο παλινδρομεί μέσα σ' ένα χιτώνιο το οποίο κατακλύζεται από το υπό μετάγγιση ρευστό και Στις παλινδρομικές με διάφραγμα, ή διαφράγματα, όπου η διαδικασία της αναρρόφησης Και της κατάθλιψης του υγρού γίνεται από το διάφραγμα που μετατοπίζεται μέσα στο σώμα της αντλίας με τη χρήση πεπιεσμένου αέρα.
- 2.- **Στις περιστροφικές αντλίες** στις οποίες το ρευστό αναγκάζεται να απομακρυνθεί από τον κύλινδρο ή το κέλυφος της αντλίας από τα περιστρεφόμενα μέρη της (Λοβοί, γρανάζια, ελικοειδείς άξονες, κοχλιοειδείς άξονες, περιστρεφόμενο σώμα κυλινδρων κ.λ.π.)

Θα πρέπει να αναφέρουμε εδώ και μια ειδική κατηγορία των ογκομετρικών αντλιών που Συνδιάζει τη λειτουργία των παλινδρομικών εμβολοφόρων και των περιστοφικών αντλιών. Αναφερόμαστε στις αντλίες **περιστρεφόμενου σώματος κυλίνδρων ή αντλίες μεταβαλό-Μενης παροχής.**

Οι περιστροφικές αντλίες εκτοπίσεως έχουν υποσκελίσει σε μεγάλο βαθμό της εμβολοφόρες παλινδρομικές αντλίες εκτοπίσεως.

Και αυτές αναρροφούν χωρίς να χρειάζονται υποβοήθηση και χαρακτηρίζονται από το μεγάλο κενό που δημιουργούν στην αναρρόφηση. Έχουν κατασκευαστεί διάφοροι τύποι αντλιών που έχουν στροφεία ειδικού γεωμετρικού σχήματος.

Καταθλίβουν με σταθερή ροή αλλά έχουν μικρότερη απόδοση από τις παλλινδρομικές λόγω των μεγάλων επιφανειών που έχουν τα περιστροφεμένα μέρη τους με συνεπεία να παρουσιάζουν διάκενα λειτουργίας που είναι εκτεθειμένα στη διαφορά πίεσης ανάμεσα στο χώρο αναρρόφησης και στο χώρο κατάθλιψης.

Τα διάκενα αυτά αυξάνονται από την φθορά λόγω λειτουργίας με αποτέλεσμα την αύξηση των απωλειών λόγω διαρροών διαμέσου αυτών των διακένων και μείωση της απόδοσης των αντλιών αυτού του τύπου. Η μείωση της απόδοσής τους είναι ακόμα μεγαλύτερη όταν οι αντλίες αυτές χρησιμοποιούνται για άντληση ρευστών χαμηλού ιξώδους.

Άρα η απόδοση των αντλιών αυτού του τύπου είναι συνάρτηση:1) Των διακένων μεταξύ των επιφανειών των περιστρεφόμενων μερών ή των διακένων μεταξύ των περιστρεφόμενων μερών και του κελύφους των αντλιών, 2) Του ιξώδους του υγρού και 3) Της διαφοράς της πίεσης μεταξύ χώρου αναρρόφησης και χώρου κατάθλιψης.

Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι στην πίεση μηδέν, η ογκομετρική απόδοση έπρεπε να ανέρχεται στο 100%. Όμως καθώς η διαφορά της πίεσης μεταξύ αναρρόφησης και κατάθλιψης αυξάνεται, η ποσότητα του ρευστού που διαρρέει και διαπερνά τα διακενα επίσης αυξάνεται

Αυτή η ολίσθηση (Ορισμός που συνήθως χρησιμοποιείται) φυσιολογικά θα είναι μικρότερη για αντλούμενα ρευστά μεγαλύτερου ιξώδους (πιο παχύρευστα) ανεξάρτητα από τις συνθήκες πίεσης που επικρατούν μέσα στην αντλία.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η ολίσθηση, σαν παράμετρος των ελευθεριών, της ρευστότητας του υγρού και της διαφοράς πίεσης ανάμεσα σε αναρρόφηση και κατάθλιψη είναι σταθερή και δεν επηρεάζεται από την ταχύτητα περιστροφής της αντλίας.

Στην πράξη, αλλαγές στις συνθήκες ροής του υγρού πολύ λίγο επηρεάζουν αυτή την κατάσταση. Στη θεωρία, η πίεση περιορίζεται μόνο από την ολίσθηση η οποία αυξάνει τόσο πολύ ώστε να ισούται με την εκτόπιση της αντλίας και με τον τρόπο αυτό δεν υπάρχει κατάθλιψη.

ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ

Οι δυνάμεις επιτάχυνσης είναι οι μεγαλύτερες απώλειες σε μία περιστροφική αντλία, όσον αφορά δε τις απώλειες λόγω των χαρακτηριστικών του υγρού, αυτές αντιμετωπίζονται από τους σχεδιαστές των αντλιών.

Το βάθος και το σχήμα των οδόντων επηρεάζουν την κατασκευή μίας γραναζωτής αντλίας σε ότι αφορά στη βελτίωση της απόδοσής της.

Στις ελικοειδείς αντλίες το βήμα της ελικοτομής είναι ο βασικότερος παράγοντας σχεδιασμού και κατασκευής.

ΤΥΠΟΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΚΤΟΠΙΣΕΩΣ

Υπάρχει σήμερα ένας μεγάλος αριθμός διαφόρων τύπων αντλιών οι οποίες μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

1.- ΚΟΧΛΙΟΕΙΔΕΙΣ	(SCREW PUMPS)
2.- ΟΔΟΝΤΩΤΕΣ	(GEAR PUMPS)
3.- ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΩΝ ΟΔΟΝΤΩΝ Ή ΛΟΒΩΝ	(LOBE PUMPS)
4.- ΠΤΕΡΥΓΙΟΦΟΡΩΝ	(ROTARY VANE PUMPS)
5.- ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΥΓΡΟ ΕΜΒΟΛΟ	(LIQUID PISTON PUMPS)
6.- ΕΛΙΚΟΕΙΔΟΥΣ ΕΜΒΟΛΟΥ	

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ – ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΟΧΛΙΟΕΙΔΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ

Η άντληση επιτυγχάνεται από δύο ή τρεις αλληλοεμπλεκόμενους ατέρμονες κοχλίες που περιστρέφονται μέσα στο κέλυφος της αντλίας.

Από τους κοχλίες αυτούς μόνο ο ένας παίρνει κίνηση από εξωτερικό κινητήρα ο οποίος μέσω γραναζιών μεταδίδει την κίνηση στον ή στους άλλους κοχλίες. Η ύπαρξη των γραναζιών αυτών εξασφαλίζει επίσης την αποφυγή της μεταλλικής επαφής μεταξύ των τοιχομάτων των ατερμόνων κοχλιών.

Η έδραση των αξόνων γίνεται σε εσωτερικά κουζινέτα εφόσον το αναρροφόμενο υγρό δεν είναι οξειδοτικό και είναι αυτο-λιπαινόμενα. Σε αντίθετη περίπτωση τα κουζινέτα αυτά είναι εξωτερικά με ανεξάρτητη λίπανση.

Η στεγανοποίηση των αξόνων γίνεται κατά βάση με μηχανικά παρεμβύσματα (Mechanical seals) και όχι με κοινούς στυπιοθλίπτες (Σαλαμάστρες)

Οι αντλίες αυτές μπορούν να λειτουργήσουν σε μεγάλες ταχύτητες περιστροφής (3.500 rpm) γεγονός που επιτρέπει την άμεση σύνδεσή τους με τους Ηλεκτροκινητήρες μέσω εύκαμπτων ελαστικών συνδετήρων.

Όσον αφορά τα υλικά κατασκευής τους, αυτό εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από το υγρό για το οποίο προορίζονται.

Συνήθως το κέλυφός τους κατασκευάζεται από μαντέμι (cast iron). Οι ελικοφόροι άξονες από σκληρό χάλυβα. Εφ' όσον όμως πρόκειται για αντλίες που προορίζονται για θαλασσινό νερό ή άλλα υγρά με διαβρωτικές ιδιότητες, το υλικό κατασκευής είναι συνήθως ο ορείχαλκος για το κέλυφος και ανοξείδωτος χάλυβας για τους ελικοφόρους άξονες.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ

Οι ελικοειδείς περιστροφικές αντλίες εκτοπίσεως έχουν όπως όλες οι υπόλοιπες αντλίες εκτοπίσεως μεγάλη ικανότητα αναρρόφησης και μεγάλο ύψος κατάθλιψης. Είναι κατάλληλες για υγρά με μεγάλο ιξώδες (παχύρευστα) μέχρι και 4000Cst (Centistokes), αλλά μικρής ή μεσαίας ικανότητας, περίπου 1000 ltrs/min.

Λόγω της μεγάλης πίεσης κατάθλιψης που δημιουργούν στη διάρκεια της λειτουργίας τους και προκειμένου να αποφευχθεί η πρόκληση βλάβης σε περίπτωση λάθους, επιβάλλεται ο εξοπλισμός τους με ασφαλιστική διάταξη (Relief valve) η οποία συνήθως ρυθμίζει και την πίεση κατάθλιψης της αντλίας.

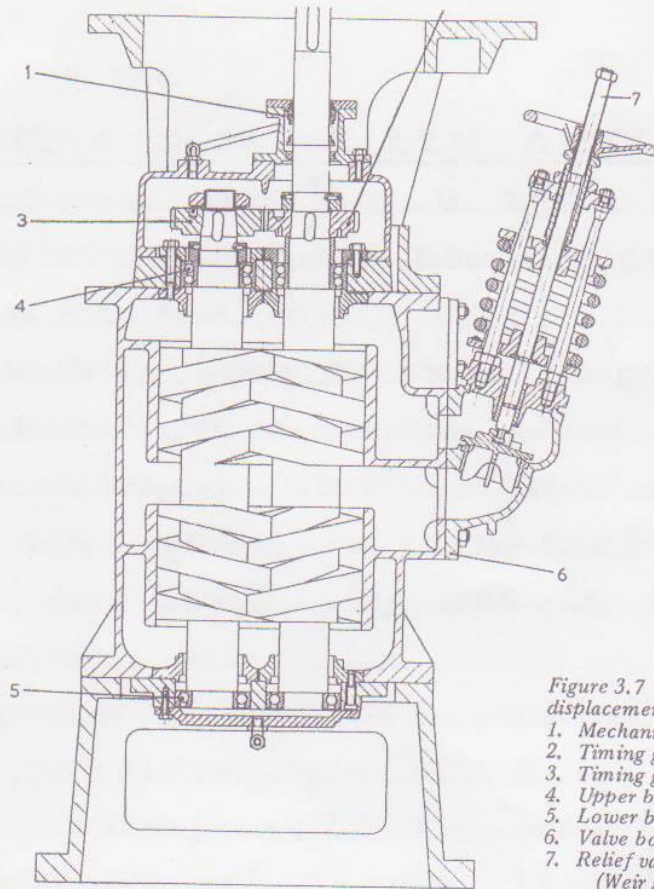
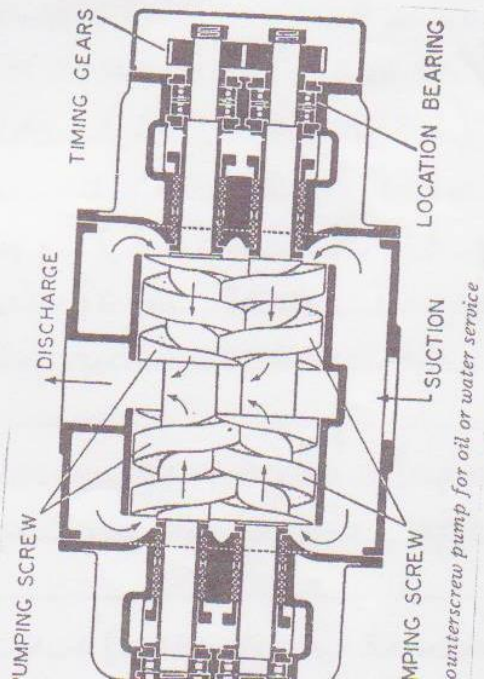
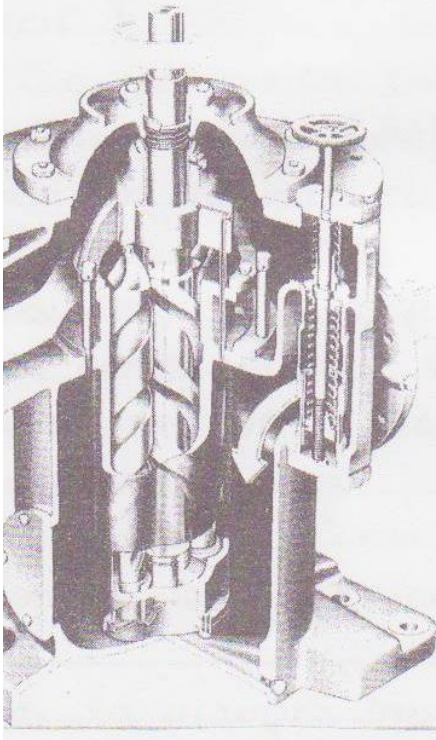


Figure 3.7 A two-screw displacement pump
 1. Mechanical seal
 2. Timing gear (driving)
 3. Timing gear (driven)
 4. Upper bearing
 5. Lower bearing
 6. Valve body
 7. Relief valve spindle
 (Weir Pumps Ltd.)



counterscrew pump for oil or water service

ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΑ ΕΜΒΟΛΑ Ή ΛΟΒΟΥΣ **LOBE DISPLACEMENT ROTARY PUMPS**

Η ομάδα αυτή των αντλιών αξιοποιεί την σύνθλιψη των ρευστών μεταξύ των λοβών ή του λοβού και του κελύφους προκειμένου να τα οδηγήσει από τον χώρο της αναρρόφησης στον χώρο της κατάθλιψης.

Όπως γίνεται αντιληπτό καθοριστική είναι η σωστή διατήρηση των διακένων μεταξύ των λοβών ή των λοβών και του κελύφους της αντλίας προκειμένου να έχουμε την μεγαλύτερη απόδοση της αντλίας.

Το μέγεθος των διακένων αυτών προσδιορίζεται από το ιξώδες και τα χαρακτηριστικά του ρευστού για το οποίο προορίζεται η συγκεκριμένη αντλία.

Τα διάκενα αυτά αυξάνονται στη φάση της αναρρόφησης, προκειμένου να επιτρέψουν την είσοδο του ρευστού και μειώνονται στη φάση της κατάθλιψης προκειμένου να οδηγήσουν το ρευστό στην έξοδό του (σωλήνας κατάθλιψης).

Η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται είτε με κατάλληλη διαμόρφωση του κελύφους της αντλίας, είτε με εκκεντρική περιστροφή του εσωτερικού στροφείου σε σχέση με το εξωτερικό στροφείο ή το κέλυφος της αντλίας.

Συνήθως οι πιέσεις κατάθλιψης αυτού του τύπου αντλιών ανέρχονται περίπου στα 20 bar, ενώ η ποσότητα άντλησης του ρευστού μπορεί να φτάσει τους 400 tones/hour.

Οι αντλίες αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται κυρίως σαν αντλίες μετάγγισης ή απάντλησης δεξαμενών με ρευστά μεγάλου ιξώδους και ιδιαίτερα όπου απαιτείται μεγάλη καταθλιπτική ικανότητα.

Στα σύγχρονα πλοία συναντώνται στα δίκτυα πετρελαίου ή λίπανσης των Κ.Μ. αλλά και στα δίκτυα απάντλησης κοιτών σε πετρελαιοφόρα πλοία. Έχουν δε καταργηθεί σαν αντλίες υπερπλήρωσης (scavenge air pumps) στα δηζελοκίνητα πλοία.

ΑΝΤΙΑ ΜΕ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΑ ΕΜΒΟΛΑ Ή ΛΟΒΟΥΣ
LOBE DISPLACEMENT PUMP.

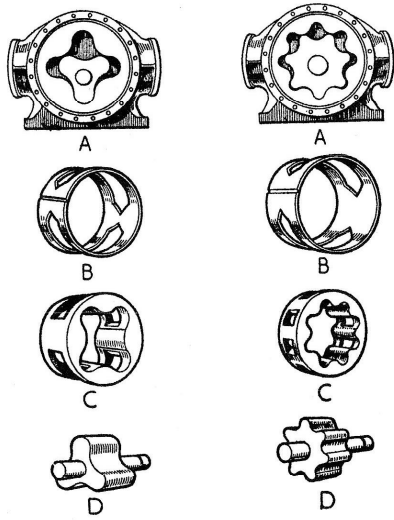


Figure 3.11 Lobe displacement pumps
Pumping elements of (left) Three-Four type for high-viscosity fluids and (right) Seven-Eight type for low viscosity fluids
(Stothert & Pitt Ltd.)

ΠΤΕΡΥ ΓΙΟΦΟΡΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ **ROTARY VANE PUMPS**

Δεν είναι σήμερα ευρείας χρήσης. Κατά βάση είναι αντλίες κενού και χρησιμοποιούνται σαν υδραυλομότορες προκειμένου να στρέψουν τους άξονες των μηχανημάτων στα οποία θέλουμε να μεταδώσουμε την κίνηση. Συνήθως αποτελούνται από κυλινδρικό κέλυφος και στροφέιο που περιστρέφεται εκκεντρικά σε σχέση με το κέλυφος. Στο συμπαγές σώμα του στροφείου υπάρχουν σχισμές σε ακτινική κατεύθυνση, μέσα στις οποίες μπορούν να μετακινηθούν πτερύγια από μέταλλο ή άλλο υλικό (συνήθως εβονίτης). Με τη φυγόκεντρο δύναμη που ασκείται στις λάμες αυτές λόγω της περιστροφής του στροφείου, η εξωτερική τους επιφάνεια εφάπτεται της επιφάνειας του κελύφους και λόγω της εκκεντρικής περιστροφής του στροφείου ως προς την κυλινδρική διατομή του κελύφους της αντλίας αυξάνεται ο χώρος στη φάση της αναρρόφησης και συμπέζεται στη φάση της κατάθλιψης με αποτέλεσμα τη δημιουργία κενού στο χώρο της αναρρόφησης και την αύξηση της πίεσης στο χώρο της κατάθλιψης.

ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟ ΣΩΜΑ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ Ή **ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΤΙΚΗΣ ΕΚΤΟΠΙΣΕΩΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ** **ΕΜΒΟΛΩΝ ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ** **ΠΑΡΟΧΗΣ.**

Διακρίνονται σε δυο βασικούς τύπους:

A) Στις αντλίες με αξονική κίνηση των εμβόλων τους (axial piston pumps) όπως είναι οι αντλίες Waterbury.

B) Στις αντλίες με ακτινική κίνηση των εμβόλων τους (Radial piston pumps) όπως είναι οι αντλίες JOHN HASTIE, ή οι αντλίες HELE-SHAW κ.λ.π.

Και οι δυο τύποι βρίσκουν εφαρμογή σε υδραυλικές εγκαταστάσεις όπου απαιτούνται υψηλές πιέσεις.

Όπως για παράδειγμα λειτουργία πηδαλίων, λειτουργία βαρούλκων άγκυρας ή βαρούλκων πρόσδεσης (mooring winch), μέσων φορτο-εκφόρτωσης (cargo cranes), μέσων ανοίγματος και κλεισίματος καπακιών αμπαριών κ.λ.π.

Στις αντλίες αυτής της κατηγορίας η φορά περιστροφής των περιστρεφόμενων μερών δεν αλλάζει. Εκείνο που μεταβάλλεται είναι η θέση των εμβόλων ως προς τον άξονα. Αυτό επιτυγχάνεται γιατί και στους δύο τύπους τα έμβολα εφαρμόζουν πάνω σε περιστρεφόμενους κυκλικούς δίσκους που με την επενέργεια διάφορων μηχανισμών μπορούν να αλλάξουν την γωνία τους ως προς τον άξονα με αποτέλεσμα την αλλαγή της θέσης των εμβόλων ως προς τις θυρίδες αναρρόφησης και κατάθλιψης.

ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΜΒΟΛΩΝ (ΑΝΤΛΙΕΣ WATERBURRY)

Τα βασικά μέρη των αντλιών αυτού του τύπου είναι το κέλυφος της αντλίας με τα δύο πώματα. Το ένα πώμα είναι διαμορφωμένο κατά τρόπο ώστε να εφαρμόζονται οι σωλήνες αναρρόφησης και κατάθλιψης τον λαδιού, ενώ το άλλο χρησιμεύει μόνο για την στήριξη τον άξονα.

Πάνω στον άξονα είναι σφηνωμένα και περιστρέφονται μαζί τον το κυλινδρικό σώμα και ο δίσκος μεταβλητής γωνίας, που μεταβάλλει τη Θέση των εμβόλων μέσα στους κυλίνδρους που φέρει το κυλινδρικό σώμα. Η σύνδεση των εμβόλων με τον περιστρεφόμενο δίσκο γίνεται μέσω βάκτρων που καταλήγουν σε σφαιροειδείς συνδέσμους προκειμένου να είναι δυνατή η ανεμπόδιστη αλλαγή της γωνίας του περιστρεφόμενου δίσκου.

Όλα τα περιστρεφόμενα μέρη της αντλίας στηρίζονται πάνω σε βελονοειδείς σφαιροτριβείς προκειμένου να εξασφαλίζεται η ελεύθερη κίνηση αυτών προς κάθε κατεύθυνση, εκτός βέβαια από τον κινητήριο άξονα.

Εφόσον ο εμβολοφόρος δίσκος βρίσκεται σε Θέση κάθετη προς τον άξονα, η Θέση των εμβόλων είναι τέτοια ώστε ούτε αναρρόφηση ούτε κατάθλιψη εκτελείται.

Όταν ο εμβολοφόρος δίσκος πάρει εντολή και μετατοπιστεί κατά συγκεκριμένη γωνία ως προς τον άξονα, μεταβάλλεται αμέσως η Θέση των εμβόλων με αποτέλεσμα το λάδι να αναρροφάται από τον ένα χώρο και να καταθλίβεται στον άλλο.

Η κατάσταση αυτή δεν αλλάζει εάν δεν δοθεί εντολή για να αλλάξει γωνία ο εμβολοφόρος δίσκος ως προς τον άξονα.

Αν δοθεί εντολή και αλλάξει η γωνία του εμβολοφόρου δίσκου κατά την αντίθετη φορά, θα έχουμε και τα αντίθετα αποτελέσματα. Δηλαδή η πλευρά της κατάθλιψης θα γίνει αναρρόφηση, ενώ αντίθετα, η πλευρά της αναρρόφησης θα γίνει κατάθλιψη.

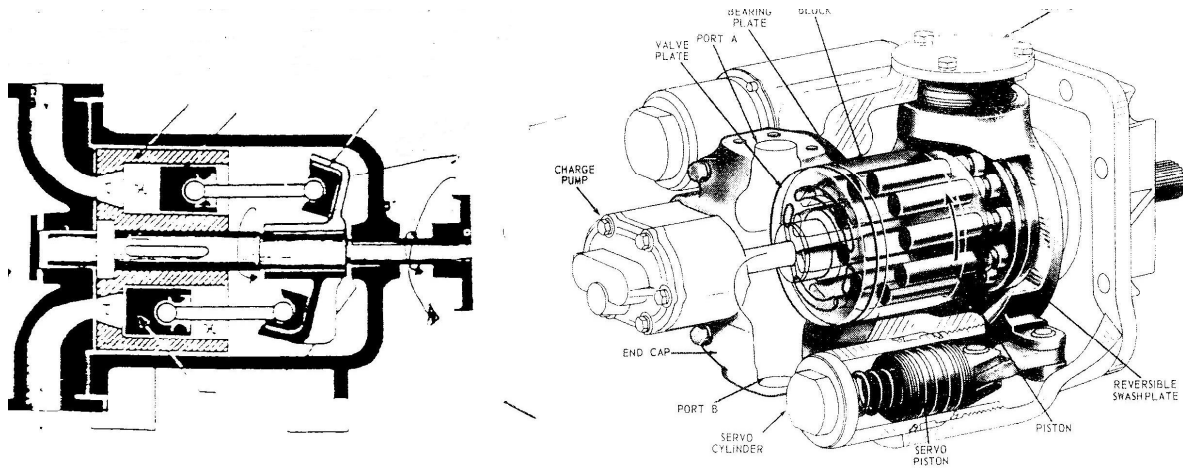


Figure 8.20 Swastand pump

ΑΝΤΛΙΕΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΑΚΤΙΝΙΚΗΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΕΜΒΟΛΩΝ (ΣΤΥΠΟΥ ΗΕΛΕ-ΣΗΑΥ)

Η αντλία αυτή εικονίζεται διαγραμματικά στο σχήμα (α) σε τρεις διαφορετικές θέσεις (α), (β) και (γ).

Αποτελείται από το σώμα των κυλίνδρων Γ, το οποίο φέρει ακτινικά τοποθετημένους 6, 7 ή 8 κυλίνδρους και το οποίο κινείται από τον κινητήριο άξονα του μηχανήματος της αντλίας.

Στο κέντρο του σώματος των κυλίνδρων βρίσκεται το σταθερό τεμάχιο Δ με τα ανοίγματα Ρ και Σ, που χρησιμοποιούνται και για την αναρρόφηση και για

την κατάθλιψη του υγρού. Τα ανοίγματα αυτά συγκοινωνούν με τους εξωτερικούς αγωγούς συγκοινωνίας των κυλίνδρων.

Μέσα στους ακτινοειδώς τοποθετημένους κυλίνδρους βρίσκονται τα έμβολα Θ, κάθε ένα από τα οποία διαπερνάται από ένα πείρο Η. Οι πείροι αυτοί Η συνδέονται στο άκρο τους με τα πλινθία ολισθήσεως Κ, που είναι τοποθετημένα μέσα σε δακτυλιοειδή περιφερειακή αύλακα ή μέσα στη στεφάνη του σώματος της αντλίας. Έτσι κατά την περιστροφή του σώματος της αντλίας τα πλινθία Κ κινούνται υποχρεωτικά μέσα στην αύλακά της, ώστε οι πείροι Η να διαγράφουν την κυκλική τροχιά Ε. Η τροχιά αυτή Ε μπορεί να μεταβάλλει θέση κατά την έννοια της ευθείας Α-Β προς τα δεξιά ή αριστερά.

Όταν η τροχιά βρίσκεται σε ομόκεντρη θέση ως προς το τεμάχιο Δ, όπως στη θέση (α), τότε, και όταν ακόμη το σώμα των κυλίνδρων περιστρέφεται, τα έμβολα παραμένουν ακίνητα σε σχέση προς τους κυλίνδρους τους, χωρίς συνεπώς να πραγματοποιούν ούτε αναρρόφηση ούτε κατάθλιψη. Η θέση αυτή της τροχιάς ονομάζεται **μέση θέση**.

Όταν η τροχιά μετατεθεί σε παράκεντρη θέση προς τα αριστερά, όπως στη θέση (β), και με την ίδια πάντοτε φορά περιστροφής του σώματος των κυλίνδρων, τα έμβολα θα κινούνται ακτινικά μέσα στους κυλίνδρους σε διαδρομή τόση, όση και η εκκεντρότητα της τροχιάς. Έτσι τα επάνω από τη γραμμή ΑΒ έμβολα θα απογεννούν προοδευτικά όγκο μέσα στους κυλίνδρους τους και συνεπώς θα αναρροφούν υγρό διά μέσου της θυρίδας Ε του τεμαχίου Δ. Τα κάτω από τη γραμμή ΑΒ έμβολα θα μειώνουν προοδευτικά τον όγκο των κυλίνδρων τους και συνεπώς θα πραγματοποιούν την κατάθλιψη του υγρού διά μέσου της θυρίδας Σ του τεμαχίου Δ. Έτσι η αντλία αναρροφά συνεχώς από το Ρ και καταθλίβει προς το Σ.

Όταν η τροχιά μετατεθεί σε παράκεντρη θέση προς τα δεξιά, όπως στη θέση (γ) του σχήματος 4.32β, θα συμβούν ακριβώς τα αντίθετα, με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται αναρρόφηση από το Σ και κατάθλιψη προς το Ρ.

Η παροχή της αντλίας είναι ανάλογη προς την εκκεντρότητα της τροχιάς, η οποία ρυθμίζεται από εξωτερικό μηχανισμό. Στις ακραίες θέσεις της τροχιάς είναι μέγιστη, ενώ στην κεντρική τοποθέτησή της μηδενική. Μεσαίες παροχές επιτυγχάνονται με την τοποθέτηση της τροχιάς σε ενδιάμεσες θέσεις.

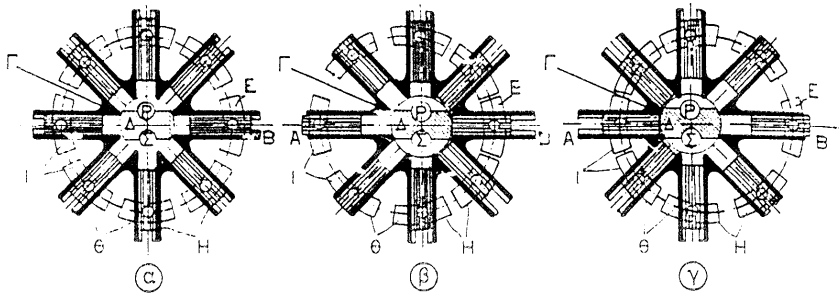
Η περιφερειακή αύλακα, μέσα στην οποία κινούνται τα πλινθία Ι, κατασκευά-

ζεται ως ελεύθερος δακτύλιος με ένσφαιρους τριβείς για την ελάττωσή της από την τριβή αντιστάσεως κατά την κίνηση των πλινθίων.

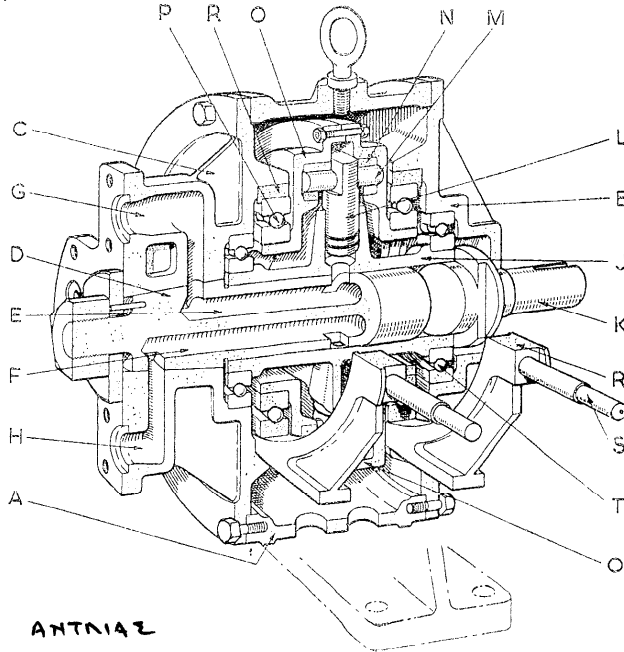
Και η αντλία αυτή χρησιμοποιείται σε υδραυλικούς μηχανισμούς και ιδιαίτερα στα υδραυλικά πηδάλια, όπου απαιτείται η αλλαγή διευθύνσεως της στροφής του οίακα του πηδαλιού και η στιγμιαία ακινησία του σε οποιαδήποτε θέση.

Όπως είναι προφανές από την παραπάνω περιγραφή, η αντλία στρέφεται πάντοτε κατά την ίδια φορά περιστροφής από τον ηλεκτροκινητήρα της, η δε ενέργεια του πηδαλιούχου μεταφέρεται στην τροχιά της, που τοποθετείται στις ακραίες ή μια μεσαία ή την κεντρική της θέση.

Σχ. α



ΑΝΤΙΕΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΑΚΤΙΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΕΜΒΟΛΩΝ



- Α.- ΣΩΜΑ ΑΝΤΙΑΣ
- Β.- ΚΕΛΥΦΟΣ ΑΝΤΙΑΣ ΠΟΥ ΣΤΗΡΙΖΕΤΑΙ Ο ΑΞΟΝΑΣ
- Γ.- ΚΕΛΥΦΟΣ ΑΝΤΙΑΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΥΝ ΟΙ ΣΩΛΗΝΟΣΕΙΣ
- Δ.- ΒΑΛΒΙΔΟΦΟΡΟΣ ΣΩΛΗΝΑ
- Ε-Γ.- ΑΞΟΝΙΚΟΙ ΟΧΕΤΟΙ ΠΑΡΟΧΗΣ Ή ΑΝΑΡΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΛΑΔΙΟΥ ΤΩΝ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΑΠΟ Ή ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΣΩΛΗΝΕΣ Γ Ή Η,
- Ζ.- ΤΟ ΣΩΜΑ ΤΩΝ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ
- Κ.- ΑΞΟΝΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ
- Λ.- ΕΜΒΟΛΑ
- Μ.- ΠΕΙΡΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΕΜΒΟΛΟΥ ΣΤΗΝ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΟ ΠΛΑΚΑ
- Ν.- ΟΛΙΣΘΑΙΜΟΝΤΑ ΠΛΥΝΘΙΑ (ΑΝΤΙΤΡΙΒΗΣ) ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΥΝ ΤΑ ΕΜΒΟΛΑ
- Ο.- ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΗ ΠΛΑΚΑ
- Ρ.- ΡΟΥΛΕΜΑΝ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΗΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΟΥ ΠΛΑΚΑΣ
- Τ.- ΡΟΥΛΕΜΑΝ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ
- Σ.- ΟΔΗΓΟΙ ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΤΩΝ ΕΜΒΟΛΩΝ.

ΣΠΗΛΛΑΙΩΣΗ (CAVITATION)

Ο όρος σπηλαιώση σε γενικές γραμμές, χρησιμοποιείται για να περιγράψει την συμπεριφορά των κενών ή των φυσαλίδων που δημιουργούνται κατά την κίνηση ενός υγρού. Η σπηλαιώση χωρίζεται συνήθως σε δύο κατηγορίες συμπεριφοράς. Την αδρανή ή περαστική σπηλαιώση και την μη αδρανή σπηλαιώση.

Η αδρανής σπηλαιώση είναι η διαδικασία κατά την οποία ένα κενό ή μία φυσαλίδα που βρίσκονται μέσα σ' ένα υγρό που κινείται μέσα σε αγωγό, καταρρέουν απότομα, δημιουργώντας έτσι ένα δυναμικό κύμα, και απελευθερώνοντας ενέργεια.

Αυτού του είδους η σπηλαιώση συνήθως συμβαίνει μέσα στις αντλίες, κατά την περιστροφή της προπέλας, ή όταν περιορίζεται η ροή ενός υγρού.

Στις αντλίες, και ιδιαίτερα στις φυγοκεντρικές, με την περιστροφή του στροφείου μέσα στο υγρό και της μετατόπισης, αυτό λόγω της ταχύτητας που αποκτά από την περιστροφή του στροφείου, δημιουργούνται κενά με αποτέλεσμα να έχουμε χαμηλές πιέσεις. Εάν η πίεση του υγρού στα σημεία αυτά φτάσει την πίεση εξατμίσεως του στην θερμοκρασία που έχει τότε θα δημιουργηθούν φυσαλίδες οι οποίες σπάνε δημιουργώντας ένα απότομο δυναμικό κύμα.

Η σπηλαιώση στις αντλίες παρουσιάζεται σε δύο διαφορετικές μορφές.

Στη **ΣΠΗΛΛΑΙΩΣΗ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ** και

Στη **ΣΠΗΛΛΑΙΩΣΗ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ**.

ΣΠΗΛΛΑΙΩΣΗ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ

Εμφανίζεται όταν η αναρρόφηση της αντλίας βρίσκεται σε συνθήκες μεγάλου κενού και η θερμοκρασία του υγρού είναι τόση ώστε το υγρό να εξατμίζεται ή να δημιουργούνται φυσαλίδες, όταν αυτό φτάνει στο σημείο εισαγωγής του στο impeller.

Οι εξατμίσεις αυτές μεταφέρονται μέσω των στροφείων στην πλευρά της κατάθλιψης. Στο χώρο της κατάθλιψης οι εξατμίσεις αυτές βρίσκονται σε συνθήκες πίεσης με αποτέλεσμα να μετατρέπονται ξανά σε υγρό.

Αυτή η απότομη αλλαγή κατάστασης γίνεται με βίαιο τρόπο με συνέπεια να επιδρά δυσμενώς πάνω στην επιφάνεια του impeller.

Το στροφέιο που λειτουργεί μέσα σε συνθήκες σπηλαιώσης στην πλευρά της αναρρόφησης μπορεί να παρουσιάσει αποκόλληση σημαντικών τμημάτων του υλικού του ή μικρά τμήματα του υλικού του από την πλευρά που είναι εκτεθειμένη στην αναρρόφηση να έχουν αποκολληθεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε η πλευρά αυτή του στροφείου να μοιάζει σαν το σφουγγάρι. Και στις δύο περιπτώσεις επηρεάζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό η δυναμική ζυγοστάθμιση του στροφείου που σε συνδυασμό με τον μεγάλο αριθμό στροφών περιστροφής δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στη λειτουργία της αντλίας και βεβαίως και στην απόδοσή της.

Το φαινόμενο της σπηλαιώσης στην αναρρόφηση συνήθως εντοπίζεται από ένα χαρακτηριστικό ήχο που μοιάζει σαν να περνάνε χαλίκια ή τριμμένο μάρμαρο μέσα από την αντλία.

ΣΠΗΛΑΙΩΣΗ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ

Η σπηλαίωση κατάθλιψης συμβαίνει στις αντλίες που έχουν μεγάλη πίεση κατάθλιψης και συνήθως παρουσιάζεται όταν η αντλία λειτουργεί με λιγότερο του 10% της απόδοσής της.

Η υψηλή πίεση κατάθλιψης της αντλίας έχει σαν αποτέλεσμα την επανακυκλοφορία του υγρού μέσα στην αντλία αντί να σπρώξει το υγρό προς την κατάθλιψη.

Καθώς το υγρό ρέει περιφερειακά του στροφείου με μεγάλη ταχύτητα υποχρεώνεται να περάσει από τον χώρο μεταξύ impeller και οδηγών που βρίσκονται στο κέλυφος της αντλίας όπου τα διάκενα στο σημείο αυτό είναι πολύ μικρά.

Η ταχύτητα αυτή έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία κενού σ' αυτό το σημείο με συνέπεια την εξάτμιση του υγρού.

Η αντλία που λειτουργεί μέσα σε τέτοιες συνθήκες, εμφανίζει πρόωρη φθορά στις άκρες των πτερυγίων του στροφείου καθώς και του κελύφους.

Ακόμα. Λόγω των συνθηκών της μεγάλης πίεσης λειτουργίας, θα πρέπει να αναμένεται και πρόωρη φθορά του mechanical seal, αλλά και των ρουλεμάν. Επίσης κάτω από εξαιρετικές συνθήκες μπορεί αυτή η κατάσταση λειτουργίας να προκαλέσει και το σπάσιμο του άξονά της.

Πιστεύεται ακόμα ότι η σπηλαίωση της κατάθλιψης αποτελεί την κύρια αιτία για το σπάσιμο των συνδέσμων της αντλίας.

ΑΣΚΗΣΗ

Πλοίο πρόκειται να ξεφορτώσει 100.000 τόνους gas oil ειδικού βάρους $\rho=800\text{Kg/m}^3$, χρησιμοποιώντας τρεις αντλίες φορτίου.

Το κάθετο ύψος μεταξύ της επιφάνειας των δεξαμενών του και της επιφάνειας της δεξαμενής που καταθλίβουν είναι 45 μέτρα.

Ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης των αντλιών είναι $\eta_{\delta} = 0,75$.

Ο μηχανικός βαθμός απόδοσης των αντλιών $\eta_{\mu} = 0,90$ και ο ενδεικτικός βαθμός απόδοσης είναι $\eta_{\epsilon} = 0,80$.

Οι αντλίες καταθλίβουν σε κοινό αγωγό διατομής $F_k = 0,20\text{m}^2$. Η ταχύτητα της βενζίνης στον αγωγό κατάθλιψης μετρήθηκε με ροήμετρο και βρέθηκε

$U_k = 5\text{m/sec}$.

$g = 9,81 \text{ m/sec}^2$

Να ευρεθούν:

- 1) Το ύψος των αντιστάσεων στις σωληνώσεις Hr.**
- 2) Η ισχύς σε KW που χρειάζονται η κάθε αντλία.**
- 3) Αν το πλοίο διαθέτει 3 Ηλεκτρομηχανές των 1000 Kw η κάθε μία τις οποίες λειτουργεί στο 85% της ισχύος τους, πόσες ηλεκτρομηχανές χρειάζεται να λειτουργήσουν για να καλύψουν τα φορτία των αντλιών.**
- 4) Ο χρόνος που απαιτείται για την εκφόρτωση του πλοίου.**