



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΩΝ-ΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ



1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

- 1.— Μαθηματικά *A'*, *B'*
- 2.— Φυσική *A'*, *B'*
- 3.— Χημεία
- 4.— Μηχανική *A'*, *B'*, *Γ'*
- 5.— Μηχανουργική Τεχνολογία *A'*, *B'*
- 6.— Ήλεκτρολογία *A'*, *B'*, *Γ'*
- 7.— Ραδιοτεχνία *A'*, *B'*
- 8.— Είσαγωγή στην Τεχνική τῆς Τηλεφωνίας
- 9.— Ήλεκτρολογία Μηχανολόγου
- 10.— Εργαστηριακαὶ Ἀσκήσεις Ήλεκτρολογίας
- 11.— Εφηρμοσμένη Ήλεκτροχημεία
- 12.— Κινητήριαι Μηχαναὶ *A'*, *B'*
- 13.— Στοιχεῖα Μηχανῶν
- 14.— Δομικὰ Ὑλικά *A'*, *B'*
- 15.— Γενικὴ Δομικὴ *A'*, *B'*, *Γ'*
- 16.— Οἰκοδομικὴ *A'*, *B'*, *Γ'*, *Δ'*
- 17.— Ὑδραυλικά Ἔργα *A'*, *B'*
- 18.— Συγκοινωνιακὰ Ἔργα *A'*, *B'*, *Γ'*
- 19.— Τοπογραφία
- 20.— Οἰκοδομικαὶ Σχεδιάσεις
- 21.— Σχεδιάσεις Τεχνικῶν Ἔργων
- 22.— Ὁργάνωσις - Διοίκησις Ἔργων
- 23.— Τεχνικὸν Σχέδιον
- 24.— Τεχνολογία Αὐτοκινήτου *A'*, *B'*
- 25.— Μεταλλογνωσία
- 26.— Κλιματισμὸς
- 27.— Ἀνυψωτικὰ Μηχανήματα

Ὁ Εὐγένιος Εὐγενίδης, ἰδρυτὴς καὶ χορηγὸς τοῦ «Ίδρύματος Εὐγενίδου» προεῖδεν ἐνωρίτατα καὶ ἐσχημάτισε τὴν βαθεῖαν πεποίθησιν, ὅτι ἀναγκαῖον παράγοντα διὰ τὴν πρόοδον τοῦ ἔθνους θὰ ἀπετέλει ἡ ἀρτία κατάρτισις τῶν τεχνικῶν μας ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν ἡθικὴν ἀγωγὴν αὐτῶν.

Τὴν πεποίθησίν του αὐτὴν τὴν μετέτρεψεν εἰς γενναιόφρονα πρᾶξιν εὐεργεσίας, ὅταν ἐκληροδότησε σεβαστὸν ποσὸν διὰ τὴν σύστασιν Ἰδρύματος, ποῦ θὰ εἶχε σκοπὸν νὰ συμβάλῃ εἰς τὴν τεχνικὴν ἐκπαίδευσιν τῶν νέων τῆς Ἑλλάδος.

Διὰ τοῦ Β. Διατάγματος τῆς 10ης Φεβρουαρίου 1956, συνεστήθη τὸ Ἰδρυμα Εὐγενίδου καὶ κατὰ τὴν ἐπιθυμίαν τοῦ διαθέτου ἐτέθη ὑπὸ τὴν διοίκησιν τῆς ἀδελφῆς του Κυρίας Μαρ. Σίμου. Ἀπὸ τὴν στιγμὴν ἐκείνην ἤρχισαν πραγματοποιοῦμενοι οἱ σκοποὶ ποῦ ὠραματίσθη ὁ Εὐγένιος Εὐγενίδης καὶ συγχρόνως ἡ πλήρως μιᾷ ἀπὸ τὰς βασικωτέρας ἀνάγκας τοῦ ἐθνικοῦ μας βίου.

* * *

Κατὰ τὴν κλιμάκωσιν τῶν σκοπῶν του, τὸ Ἰδρυμα προέταξε τὴν ἔκδοσιν τεχνικῶν βιβλίων τόσον διὰ λόγους θεωρητικοὺς ὅσον καὶ πρακτικούς. Ἐκρίθη, πράγματι, ὅτι ἀπετέλει πρωταρχικὴν ἀνάγκην ὁ ἐφοδιασμὸς τῶν μαθητῶν μὲ σειρὰς βιβλίων, αἱ ὁποῖαι θὰ ἔθετον ὀρθὰ θεμέλια εἰς τὴν παιδείαν των καὶ αἱ ὁποῖαι θὰ ἀπετέλουν συγχρόνως πολύτιμον βιβλιοθήκην διὰ κάθε τεχνικόν.

Τὸ ὅλον ἔργον ἤρχισε μὲ τὴν ὑποστήριξιν τοῦ Ὑπουργείου Βιομηχανίας, τότε ἀρμοδίου διὰ τὴν τεχνικὴν ἐκπαίδευσιν, καὶ συνεχίζεται ἤδη μὲ τὴν ἔγκρισιν καὶ τὴν συνεργασίαν τοῦ Ὑπουργείου Ἐθνικῆς Παιδείας, βάσει τοῦ Νομοθετικοῦ Διατάγματος 3970/1959.

Αἱ ἐκδόσεις τοῦ Ἰδρύματος διαιροῦνται εἰς τὰς ἀκολουθοῦντας βασικὰς σειράς, αἱ ὁποῖαι φέρουν τοὺς τίτλους:

«Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνίτη», «Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνικοῦ», «Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνικοῦ βοηθοῦ Χημικοῦ», «Τεχνικὴ Βιβλιοθήκη».

Ἐξ αὐτῶν ἡ πρώτη περιλαμβάνει τὰ βιβλία τῶν Σχολῶν Τεχνιτῶν,

ή δευτέρα τὰ βιβλία τῶν Μέσων Τεχνικῶν Σχολῶν, ή τρίτη τῶν Σχολῶν Τεχνικῶν βοηθῶν Χημικῶν, ή τετάρτη τὰ βιβλία τὰ προοριζόμενα διὰ τὰς ἀνωτέρας Τεχνικὰς Σχολὰς (ΚΑΤΕ, ΣΕΛΕΤΕ, Σχολαὶ Ὑπομηχανικῶν). Παραλλήλως, ἀπὸ τοῦ 1966 τὸ Ἰδρυμα ἀνέλαβε καὶ τὴν ἐκδοσιν βιβλίων διὰ τὰς Δημοσίας Σχολὰς Ε.Ν.

Αἱ σειραὶ αὗται θὰ ἐμπλουτισθοῦν καὶ μὲ βιβλία εὐρυτέρου τεχνικοῦ ἐνδιαφέροντος χρήσιμα κατὰ τὴν ἀσκήσιν τοῦ ἐπαγγέλματος.

* * *

Οἱ συγγραφεῖς καὶ ή Ἐπιτροπή Ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος καταβάλλουν κάθε προσπάθειαν, ὥστε τὰ βιβλία νὰ εἶναι ἐπιστημονικῶς ἄρτια ἀλλὰ καὶ προσηρμοσμένα εἰς τὰς ἀνάγκας καὶ τὰς δυνατότητας τῶν μαθητῶν. Δι' αὐτὸ καὶ τὰ βιβλία αὐτὰ ἔχουν γραφῇ εἰς ἀπλὴν γλῶσσαν καὶ ἀνάλογον πρὸς τὴν στάθμην τῆς ἐκπαιδεύσεως δι' ἣν προορίζεται ἐκάστη σειρά τῶν βιβλίων. Ἡ τιμὴ των ὠρίσθη τόσον χαμηλή, ὥστε νὰ εἶναι προσιτὰ καὶ εἰς τοὺς ἀπόρους μαθητάς.

Οὕτω προσφέρονται εἰς τὸ εὐρὸ κοινὸν τῶν καθηγητῶν καὶ τῶν μαθητῶν τῆς τεχνικῆς μας παιδείας αἱ ἐκδόσεις τοῦ Ἰδρύματος, τῶν ὁποίων ή συμβολὴ εἰς τὴν πραγματοποιήσιν τοῦ σκοποῦ τοῦ Εὐγενίου Εὐγενίδου ἐλπίζεται νὰ εἶναι μεγάλη.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ἀλέξανδρος Ι. Παππᾶς, Ὁμ. Καθηγητὴς ΕΜΠ, Πρόεδρος
Χρυσόστομος Φ. Καβουνίδης, Διπλ.-Μηχ.-Ἡλ. ΕΜΠ, Ἀντιπρόεδρος
Μιχαὴλ Γ. Ἀγγελόπουλος, Τακτικὸς Καθηγητὴς ΕΜΠ
Θεόδωρος Α. Κουζέλης, Διπλ. Μηχ.-Ἡλ.-Ἐπιθ. Ἐπαγγ. Ἐκπ. Ὑπ. Παιδείας
Ἐπιστημ. Σύμβουλος, Γ. Ροῦσσος Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ
Σύμβουλος ἐπὶ τῶν ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος, Κ. Α. Μανάφης Μον. Ἐπικ.
Καθηγητὴς Παν/μίου Ἀθηνῶν
Γραμματεὺς, Α. Π. Μεγαρίτης

Διατελέσαντα μέλη ἢ σύμβουλοι τῆς Ἐπιτροπῆς

Γεώργιος Κακριδὴς † (1955 - 1959) Καθηγητὴς ΕΜΠ, Ἀγγελος Καλογεράς † (1957 - 1970) Καθηγητὴς ΕΜΠ, Δημήτριος Νιάνιαν (1957 - 1965) Καθηγητὴς ΕΜΠ, Μιχαὴλ Σπετσιέρης (1956 - 1959), Νικόλαος Βασιώτης (1960 - 1967)

Ι Δ Ρ Υ Μ Α Ε Υ Γ Ε Ν Ι Δ Ο Υ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΝΙΚΗΦ. ΜΟΣΧΟΠΟΥΛΟΥ

Διπλ. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ
& ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ Ε.Μ.Π.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ

ΤΟΜΟΣ Α΄

ΑΘΗΝΑΙ
1976



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τὸ παρὸν βιβλίον τῆς σειρᾶς ἐκδόσεων «Ἡ Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνικοῦ», τοῦ Εὐγενιδείου Ἰδρύματος προορίζεται διὰ τὰς Μέσας Τεχνικὰς Σχολὰς Μηχανολογικῆς κατευθύνσεως.

Ἡ ὕλη τοῦ βιβλίου καὶ ἡ ἑκτασις αὐτῆς εἶναι σύμφωνος πρὸς τὸ ἀναλυτικὸν πρόγραμμα τοῦ μαθήματος «Ἀντλίας καὶ συμπίεσταί» καὶ ἡ ἀνάπτυξις τῆς ἀνάλογος πρὸς τὴν στάθμην τῶν μαθητῶν διὰ τοὺς ὁποίους προορίζεται. Τὸ βιβλίον διαιρεῖται εἰς 4 μέρη. Εἰς τὸ Α' ἐξετάζονται αἱ γενικαὶ ἔννοιαι τῆς Ὑδραυλικῆς καὶ ὕδροστατικής, αἱ ὁποῖαι εἶναι χρήσιμοι διὰ τὰ ἐπόμενα κεφάλαια. Εἰς τὸ Β' περιγράφονται τὰ διάφορα εἶδη τῶν ἀντλιῶν καὶ τὸ Γ' εἶναι ἀφιερωμένον εἰς τοὺς ὕδροκινητήρας. Τέλος εἰς τὸ Δ' μέρος ἐξετάζονται οἱ συμπίεσταί καὶ περιγράφονται τὰ διάφορα εἶδη αὐτῶν καὶ ὁ τρόπος λειτουργίας των.

Ἰδιαιτέρα ἑκτασις ἐδόθη εἰς τὸ κεφάλαιον «φυγόκεντροι ἀντλίας», καθ' ὅσον ἐν Ἑλλάδι πολλὰ ἐργοστάσια ἀσχολοῦνται μὲ τὴν κατασκευὴν τῶν ἀντλιῶν αὐτῶν. Πρέπει μάλιστα νὰ σημειωθῇ, ὅτι τὸ ὥς ἄνω κεφάλαιον θὰ ἀποβῇ χρήσιμον ὅχι μόνον εἰς τοὺς μαθητὰς τῶν σχολῶν, ἀλλ' ἀκόμη καὶ εἰς τοὺς τεχνικοὺς τῶν ἐργοστασίων αὐτῶν, καθ' ὅσον δὲν ὑπάρχουν εἰς τὴν Ἑλλάδα βοήθημα ἀρκετὰ διὰ τὰς ἀντλίας αὐτάς.

Ἐπιθυμῶ νὰ εὐχαριστήσω ἰδιαιτέρως τὸν καθηγητὴν τοῦ Ε.Μ. Πολυτεχνείου κ. Νικ. Ἀθανασιάδην διὰ τὴν πολύτιμον συμβολήν του εἰς τὴν σύνταξιν ἰδίως τῶν πρώτων κεφαλαίων τοῦ βιβλίου.

Τέλος εὐχαριστῶ τὰ μέλη τῆς Ἐπιτροπῆς ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος Εὐγενίδου καθὼς καὶ ὅλους ὅσοι ἡσχολήθησαν καθ' οἵονδήποτε τρόπον μὲ τὴν ἐκδοσιν τοῦ παρόντος βιβλίου διὰ τὰς καταβληθείσας προσπάθειάς πρὸς ἀρτιωτέραν ἐμφάνισιν αὐτοῦ.

Ὁ συγγραφεὺς

ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

Κ Ε Φ. 1 Γενικαὶ ιδιότητες τῶν ρευστῶν

1 - 1	Ὅρισμοι	1
1 - 2	Ὑδροστατική πίεσις	2
1 - 3	Ἀρχὴ τῶν συγκοινωνούντων δοχείων	4
1 - 4	Ἀρχὴ τοῦ Πασκάλ	5
1 - 5	Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους	7
1 - 6	Ἰσορροπία ἐπιπλέοντων σωμάτων	8

Κ Ε Φ. 2 Ροὴ τῶν ὑγρῶν

2 - 1	Γενικά	12
2 - 2	Ροὴ τῶν ὑγρῶν ἐντὸς κλειστῶν δοχείων (σωλήνων)	19
2 - 3	Πτώσις τῆς πίεσεως κατὰ τὴν ροὴν τῶν ὑγρῶν ἐντὸς τῶν σωλήνων	21
2 - 4	Ροὴ τῶν ὑγρῶν ἐντὸς ἀνοικτῶν ἀγωγῶν	27
2 - 5	Ἐκροὴ ὑγρῶν ἀπὸ ὁπᾶς δοχείων	31

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΑΝΤΛΙΑΙ

Κ Ε Φ. 3 Διαίρεσις τῶν ἀντλιῶν

3 - 1	Γενικά	35
3 - 2	Κατηγορίαι ἀντλιῶν	35

Κ Ε Φ. 4 Φυγόκεντροι ἀντλίας

4 - 1	Γενικὴ περιγραφὴ. Ἀρχὴ λειτουργίας	38
4 - 2	Χαρακτηριστικὰ μεγέθη	39
4 - 3	Ἰσχύς καὶ βαθμὸς ἀποδόσεως	42
4 - 4	Νόμοι ὁμοιότητος	43
4 - 5	Ὁ συντελεστής πίεσεως	45
4 - 6	Ἡ πτερωτὴ	47
4 - 7	Τὸ σπείροειδὲς κέλυφος ἢ κοχλίας	49

4 - 8	΄Απώλειαι ἐκ διαφυγῶν	52
4 - 9	΄Η ἄξονική ὥθησις τῆς πτερωτῆς	54
4 - 10	Χαρακτηριστικαὶ καμπύλαι λειτουργίας	56
4 - 11	Τὸ μέγιστον ὕψος ἀναρροφήσεως. Σπηλαίωσις	60
4 - 12	Πολυβάθμιοι ἀντλῖαι	61
4 - 13	΄Αντλῖαι αὐτομάτου ἀναρροφήσεως	65
4 - 14	΄Αντλῖαι ὀξέων	68
4 - 15	Κυκλοφορηταὶ	69
4 - 16	΄Αντλῖαι ἀκαθάρτων ὑδάτων	71
4 - 17	Δοκιμαὶ φυγοκέντρων ἀντλιῶν	72
4 - 18	΄Εγκατάστασις, λειτουργία καὶ συντήρησις φυγοκέντρων ἀντλιῶν	76
4 - 19	Τὸ σημεῖον λειτουργίας ἐγκατεστημένης ἀντλίας	79
4 - 20	Βλάβαι καὶ συντήρησις φυγοκέντρων ἀντλιῶν	81

Κ Ε Φ. 5 ΄Εμβολοφόροι ἀντλῖαι

5 - 1	Γενικὴ περιγραφή — ΄Αρχὴ λειτουργίας	82
5 - 2	Τύποι ἐμβολοφόρων ἀντλιῶν	84
5 - 3	΄Εμβολοφόρος ἀντλία ἀπλῆς λειτουργίας	86
5 - 4	΄Εμβολοφόρος ἀντλία διπλῆς λειτουργίας	86
5 - 5	Διαφορικὴ ἐμβολοφόρος ἀντλία	88
5 - 6	΄Ισχύς καὶ βαθμὸς ἀποδόσεως	89
5 - 7	΄Υπολογισμὸς τῶν κυρίων διαστάσεων	91
5 - 8	Τὸ ἀεροκιβώτιον καὶ ἡ λειτουργία του	92
5 - 9	Κατασκευαστικαὶ λεπτομέρειαι	93

Κ Ε Φ. 6 Περιστροφικαὶ ἀντλῖαι ἐκτοπίσεως

6 - 1	Γενικὰ	98
6 - 2	΄Αντλῖαι ὀδοντωτῶν τροχῶν	98
6 - 3	΄Αντλῖαι μὲ ὀλισθαίνοντα πτερύγια	102
6 - 4	Κοχλιοφόροι ἀντλῖαι	104
6 - 5	΄Ημιπεριστροφικαὶ ἀντλῖαι	106

Κ Ε Φ. 7 Εἰδικαὶ ἀντλῖαι

7 - 1	΄Αντλῖαι πεπιεσμένου ἀέρος (ἀντλία Μαμούτ)	111
7 - 2	΄Αντλῖαι μετὰ μεμβράνης	114
7 - 3	΄Υδραυλικὸς κριὸς	115
7 - 4	΄Εγχευτήρες	117

Κ Ε Φ. 8 ΄Εκλογή καταλλήλου ἀντλίας

121

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΥΔΡΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

ΚΕ Φ. 9 Ύδροδυναμικαὶ ἐγκαταστάσεις

9 - 1	Γενικά — Ὅρισμοί	124
9 - 2	Διάκρισις τῶν ὑδατοπτώσεων	124
9 - 3	Χαρακτηριστικὰ τῶν ὑδατοπτώσεων	127

ΚΕ Φ. 10 Ύδροκινητήρες

10 - 1	Γενικά	129
10 - 2	Ύδραυλικοὶ τροχοὶ	129
10 - 3	Ύδροστρόβιλοι	130
10 - 4	Ύδροστρόβιλοι δράσεως	136
10 - 5	Ύδροστρόβιλοι Φράνσις	142
10 - 6	Ἐλικοστρόβιλοι ἢ στρόβιλοι Κάπλαν	146
10 - 7	Αὐτόματοι ρυθμισταὶ	150
10 - 8	Ἐκλογή τοῦ καταλλήλου στροβίλου	151

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΣΥΜΠΙΕΣΤΑΙ

ΚΕ Φ. 11 Συμπιεσται

11 - 1	Γενικά	157
11 - 2	Ἰδιότητες τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος	158

ΚΕ Φ. 12 Ἐμβολοφόροι ἀεροσυμπιεσταὶ

12 - 1	Ἀρχὴ λειτουργίας	161
12 - 2	Παροχὴ — Ὀγκομετρικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως	164
12 - 3	Ὑπολογισμὸς τῆς ἀπαιτουμένης ἰσχύος	166
12 - 4	Διανομὴ τοῦ συμπιεστοῦ	168
12 - 5	Πολυβάθμιοι συμπιεσταὶ	168
12 - 6	Ψῦξις τῶν ἐμβολοφόρων συμπιεστῶν	172
12 - 7	Ρύθμισις τῶν ἐμβολοφόρων συμπιεστῶν	174
12 - 8	Κίνησις τῶν ἐμβολοφόρων συμπιεστῶν	177
12 - 9	Ἐγκατάστασις ἀεροσυμπιεστῶν	178
12 - 10	Λίπανσις — Συντήρησις	180

Κ Ε Φ. 13 Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές

13 - 1	Πλεονεκτήματα τών περιστροφικῶν συμπιεστών	183
13 - 2	Περιστροφικοί πτερυγιοφόροι συμπιεστές	183
13 - 3	Συμπιεστές με λοβούς	186
13 - 4	Κοχλιοφόροι συμπιεστές	188

Κ Ε Φ. 14 Φυγόκεντροι συμπιεστές

14 - 1	Φυγόκεντροι συμπιεστές άκτινικής ροής	190
14 - 2	Συμπιεστές άξονικής ροής	191

Κ Ε Φ. 15 Έκλογή καταλλήλου αεροσυμπιεστοῦ

Έκλογή καταλλήλου αεροσυμπιεστοῦ	194
Εὔρετήριον	195

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι

ΓΕΝΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

1 · 1 Ὅρισμοί.

Εἰς τὴν Φυσικὴν ὀνομάζομεν *ρευστὰ* τὰ ὑγρά καὶ τὰ ἀέρια σώματα.

Ὅπως εἶναι γνωστὸν ἀπὸ τὴν Φυσικὴν, ὑγρά εἶναι τὰ σώματα ποὺ ἔχουν ὠρισμένον ὄγκον ἀλλὰ δὲν ἔχουν ὠρισμένον σχῆμα, διὰ τοῦτο ὅταν τοποθετηθοῦν ἐντὸς δοχείου, λαμβάνουν τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.

Ἡ Μηχανικὴ τῶν Ὑγρῶν διαιρεῖται εἰς τὴν Ὑδροστατικὴν καὶ τὴν Ὑδροδυναμικὴν.

Ἡ Ὑδροστατικὴ ἐξετάζει τὰς ιδιότητες τῶν ὑγρῶν, ὅταν εὐρίσκονται εἰς ἰσορροπίαν, ἐνῶ ἡ Ὑδροδυναμικὴ ἐξετάζει τὰς ιδιότητες τῶν ὑγρῶν, ὅταν κινοῦνται.

Πίσεις ἐνὸς ὑγροῦ ἐπὶ μιᾷ ἐπιφανείᾳ λέγεται τὸ πηλίκον τῆς δυνάμεως, ποὺ ἐξασκεῖται ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ καθέτως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, διὰ τοῦ ἐμβαδοῦ αὐτῆς. Δηλαδή πίσεις εἶναι ἡ ἐπὶ τῆς μονάδος ἐπιφανείας ἀσκουμένη καθέτως ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ δύναμις. Ἄν τὸ ὑγρὸν εὐρίσκεται εἰς ἡρεμίαν, ἡ πίσις αὐτῇ λέγεται *ὕδροστατικὴ πίσις*.

Ἄν F εἶναι ἡ δύναμις ποὺ ἐξασκεῖται καθέτως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας καὶ s τὸ ἐμβαδὸν αὐτῆς, ἡ πίσις p εὐρίσκεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$p = \frac{F}{s} \quad (1)$$

Ὡς μονάδα τῶν πιέσεων εἰς τὴν πρᾶξιν χρησιμοποιοῦμεν τὴν τεχνικὴν ἀτμόσφαιραν, 1 at, ἡ ὁποία εἶναι ἴση πρὸς 1 κιλοπὸντ ἀνὰ cm^2 , δηλαδή εἶναι:

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kp/cm}^2$$

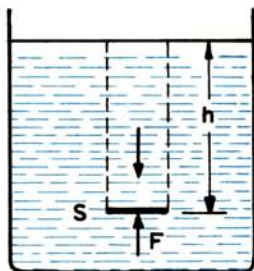
Άλλη μονάς δια μέτρήσεις μικρών πιέσεων είναι το χιλιοστόν στήλης ύδατος, που είναι ίσον με $\frac{1}{10000}$ at ή με 1 kp/m^2 .

Είς το άγγλοσαξωνικόν σύστημα ως μονάς πίεσεως χρησιμοποιείται ή λίβρα ανά τετραγωνικήν ίντσαν (lb/in^2 ή $\text{p} \cdot \text{s} \cdot \text{i}$). Η σχέσις που συνδέει την μονάδα αυτήν προς την τεχνικήν ατμόσφαιραν είναι:

$$1 \text{ at} = 14,2 \text{ p} \cdot \text{s} \cdot \text{i}$$

1.2 Ύδροστατική πίεσις.

Ας θεωρήσωμεν άνοικτον δοχείον, που περιέχει ύγρον έν ίσορροπία (σχ. 1.2 α). Δια νά εύρωμεν την πίεσιν που άσκεΐται υπό του ύγρου είς ώρισμένον βάθος h , φανταζόμεθα επιφανείαν με έμβαδόν s . Η δύναμις που άσκεΐται επί της επιφανείας αυτής, είναι ίση με τό βάρος της στήλης του ύγρου, που έχει βάσιν s καί ύψος h . Αν γ είναι τό ειδικόν βάρος του ύγρου, τό βάρος της στήλης αυτής είναι:



Σχ. 1.2 α.

$$B = \gamma \cdot V = \gamma \cdot s \cdot h \quad (2)$$

Η δύναμις αυτή όμως έξουδετεροΰται από την δύναμιν F , που είναι ίση προς $p \cdot s$, όπου p ή πίεσις είς τό βάθος h . Θα είναι έπομένως:

$$F = B \quad \eta \quad p \cdot s = \gamma \cdot s \cdot h$$

έπομένως:

$$p = \gamma \cdot h \quad (3)$$

Ήτοι: ή πίεσις έντός ύγρου έν ίσορροπία, δηλαδή ή ύδροστατική πίεσις είς βάθος h , ίσούται προς τό γινόμενον του βάθους της στήλης του ύγρου από την έλευθέραν επιφανείαν, επί τό ειδικόν βάρος του ύγρου.

Παραδείγματα.

1) Νά εύρεθ ή δύναμις που άσκει τό ύδωρ επί επιφανείας 5 cm^2 είς βάθος 10 m .

Λύσις:

Ἀπὸ τὴν σχέσιν $F = \gamma \cdot s \cdot h$

διὰ $\gamma = 1 \text{ p/cm}^3$ $s = 5 \text{ cm}^2$ καὶ $h = 1000 \text{ cm}$ εὐρίσκομεν:

$$F = 1 \times 5 \times 1000 = 5000 \text{ p} = 5 \text{ kp}$$

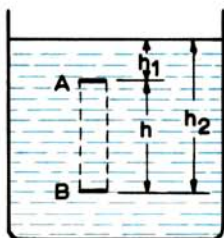
2) Νὰ εὐρεθῇ ἡ πίεσις ποὺ ἀσκεῖ στήλη ὕδραργύρου ὕψους 760 mm.

Λύσις:

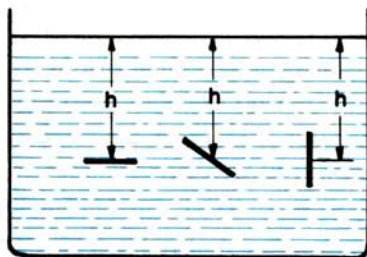
Ἀπὸ τὴν σχέσιν $p = \gamma \cdot h$

διὰ $\gamma = 13,6 \text{ p/cm}^3$ καὶ $h = 76 \text{ cm}$ εὐρίσκομεν:

$$p = 13,6 \times 76 = 1033 \text{ p/cm}^2 \quad \eta \quad p = 1,033 \text{ kp/cm}^2$$



Σχ. 1.2 β.



Σχ. 1.2 γ.

Διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς διαφορᾶς πιέσεων μεταξὺ δύο σημείων A καὶ B εὐρίσκομένων ἐντὸς ἡρεμοῦντος ὕγρου εἰς βάθος h_1 καὶ h_2 ἀντιστοίχως (σχ. 1.2 β), χρησιμοποιοῦμεν τὴν σχέσιν (3), ἐκ τῆς ὁποίας προκύπτει:

$$p_B = \gamma \cdot h_2$$

$$p_A = \gamma \cdot h_1.$$

Ἄν ἀφαιρέσωμεν κατὰ μέλη τὰς δύο αὐτὰς ἐξισώσεις, εὐρίσκομεν:

$$p_B - p_A = \gamma (h_2 - h_1) = \gamma \cdot h \quad (4)$$

ὅπου: h εἶναι ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις μεταξὺ τῶν σημείων A καὶ B.

Ἡ σχέσηις (4) ἐκφράζει ὅτι ἡ διαφορὰ πιέσεων μεταξὺ δύο σημείων, ποὺ εὐρίσκονται ἐντὸς ἡρεμοῦντος ὕγρου, εἶναι ἴση πρὸς τὸ γινόμενον τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὕγρου ἐπὶ τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν δύο σημείων.

Ἀπὸ πειράματα ἐπὶ ὕγρου ἐν ἰσορροπία ἔχει ἀποδειχθῇ, ὅτι ἡ

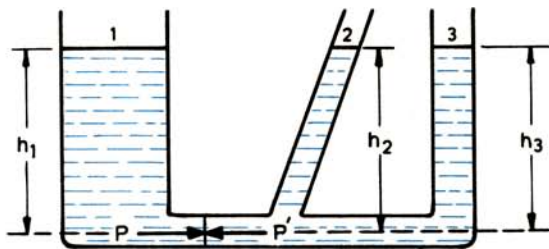
δύναμις ή άσκουμένη επί μιᾶς ἐπιφανείας s δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν προσανατολισμὸν τῆς ἐπιφανείας, δηλαδὴ ἀπὸ τὸ ἂν ἡ ἐπιφάνεια εἶναι ὀριζοντίᾳ, κεκλιμένῃ ἢ κατακόρυφος. Ἡ δύναμις αὕτῃ ἐξαρτᾶται μόνον ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν h τοῦ κέντρου βάρους τῆς ἐπιφανείας ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ (σχ. 1·2 γ) καθὼς καὶ ἀπὸ τὸ μέγεθος τῆς ἐπιφανείας s . Πραγματικὰ εὐρέθῃ ὅτι εἶναι:

$$F = \gamma \cdot h \cdot s.$$

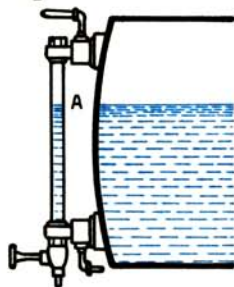
1·3 Ἀρχὴ τῶν συγκοινωνούντων δοχείων.

Ἐὰν πληρώσωμεν τὴν συσκευὴν τοῦ σχήματος 1·3 α με ὑγρὸν καὶ τὸ ἀφήσωμεν νὰ ἰσορροπήσῃ, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια εἰς ὅλους τοὺς σωλῆνας εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ *στατικὴ* πίεσις εἰς ὠρισμένον βάθος ἐντὸς ὑγροῦ εἶναι ἴση με $\gamma \cdot h$. Ἄν λοιπὸν θεωρήσωμεν ἐντὸς τοῦ ὀριζοντίου σωλῆνος διατομὴν με ἐπιφάνειαν s , αὕτῃ ὑπόκειται εἰς δυνάμεις p , δεξιὰ καὶ ἀριστερὰ τῆς διατομῆς, ἴσας, ἐφ' ὅσον τὸ ὑγρὸν ἰσορροπεῖ· ἀλλὰ ἡ δύναμις πρὸς τὰ ἀριστερὰ εἶναι: $p = \gamma \cdot h_1 \cdot s$ καὶ δεξιὰ $p' = \gamma \cdot h_2 \cdot s$ · ἐπειδὴ ὁμως εἶναι $p = p'$ ἔπεται ὅτι:

$$\gamma \cdot h_1 \cdot s = \gamma \cdot h_2 \cdot s, \quad \text{ἄρα} \quad h_1 = h_2$$



Σχ. 1·3 α.



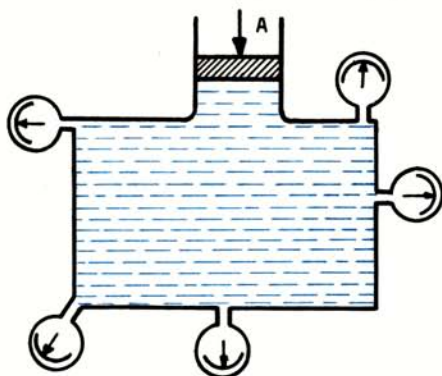
Σχ. 1·3 β.

Τὸ ἀνωτέρω φαινόμενον λέγεται *ἀρχὴ τῶν συγκοινωνούντων δοχείων*.

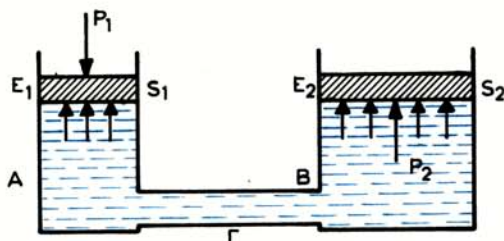
Ἐφαρμογὴν τῆς ἀρχῆς αὐτῆς ἀποτελεῖ ὁ ὕδροδείκτης τῶν ἀτμολεβήτων (σχ. 1·3 β). Αὐτὸς ἀποτελεῖται ἀπὸ ὑάλινον σωλῆνα, ποὺ συγκοινωνεῖ κατὰ τὸ κάτω ἄκρον με τὸν χῶρον τοῦ ὕδατος, ἐνῶ κατὰ τὸ ἄνω με τὸν χῶρον ἀτμοῦ τοῦ λέβητος· διὰ τοῦ ὕδροδείκτου ἐλέγχομεν τὴν στάθμην τοῦ ὕδατος.

1.4 Ἀρχὴ τοῦ Πασκάλ.

Ἐάν εἰς κλειστὸν δοχεῖον, ποὺ φέρει στόμιον κυλινδρικὸν Α (σχ. 1.4 α), ἐξασκήσωμεν δύναμιν δι' ἑνὸς ἐμβόλου, τότε ἡ προκαλουμένη πίεσις θὰ μεταδοθῇ ἡ ἰδίᾳ πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις. Τοῦτο δυνατόν νὰ διαπιστώσωμεν, ἂν τοποθετήσωμεν μανόμετρα εἰς διαφόρους θέσεις τοῦ δοχείου. Αὐτὰ θὰ δεικνύουν παντοῦ τὴν ἰδίαν πίεσιν. Ἡ ἀρχὴ αὕτη διετυπώθη τὸ πρῶτον ἀπὸ τὸν Γάλλον μαθηματικὸν Πασκάλ καὶ λέγεται *ἀρχὴ τοῦ Πασκάλ*. Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς αὐτῆς στηρίζεται ἡ λειτουργία τοῦ υδραυλικοῦ πιεστηρίου (σχ. 1.4 β). Τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο κυλίνδρους Α καὶ Β, ποὺ περιέχουν ὑγρὸν καὶ συγκοινωνοῦν μεταξύ των μέσω σωλῆνος Γ. Ἐντὸς τῶν κυλίνδρων καὶ ἄνω τοῦ ὑγροῦ εὐρίσκονται ἔμβολα E_1 καὶ E_2 ἔχοντα ἐπιφάνειαν s_1 καὶ s_2 ἀντιστοίχως. Ἡ ἐπιφάνεια s_2 εἶναι μεγαλύτερα τῆς s_1 .



Σχ. 1.4 α.



Σχ. 1.4 β.

Ἐάν ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου E_1 ἐξασκήσωμεν δύναμιν P_1 , ἡ πίεσις ποὺ προκαλεῖ εἰς τὸ ὑγρὸν θὰ εἶναι:

$$p = \frac{P_1}{s_1} \quad (5)$$

Ἡ πίεσις αὐτὴ μεταδίδεται διὰ μέσου τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου E_2 . Ἡ ἐκ τῆς πίεσεως P_2 προκαλουμένη ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου E_2 δύναμις εἶναι:

$$P_2 = p \cdot s_2 \quad (6)$$

Διὰ νὰ ὑπάρξῃ ἰσορροπία πρέπει ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου αὐτοῦ νὰ ἐξασκηθῇ δύναμις ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν P_2 .

Ἀπὸ τὴν ἐξίσωσιν (6) εὐρίσκομεν:

$$p = \frac{P_2}{s_2} \quad (7)$$

Ἄν συνδυάσωμεν τὴν ἐξίσωσιν (7) μὲ τὴν (5), εὐρίσκομεν:

$$p = \frac{P_1}{s_1} = \frac{P_2}{s_2}$$

καὶ ἐξ αὐτῆς:

$$P_2 = P_1 \left(\frac{s_2}{s_1} \right) \quad (8)$$

Ἐπειδὴ τὸ s_2 εἶναι μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ s_1 , ἔπεται ὅτι καὶ ἡ δύναμις P_2 εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν P_1 καὶ μάλιστα κατὰ τὸν λόγον $\frac{s_2}{s_1}$.

Παράδειγμα.

Νὰ εὐρεθῇ ἡ δύναμις ποὺ ἐξασκεῖται ἐπὶ τοῦ μεγάλου ἐμβόλου ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου, ἂν ἡ ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου ἀσκουμένη δύναμις εἶναι 5 kp· ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μικροῦ ἐμβόλου εἶναι 1 dm², ἐνῶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου 60 dm².

Λύσις:

Ἀπὸ τὴν σχέσιν (8) εὐρίσκομεν:

$$P_2 = 5 \times \frac{60}{1} = 300 \text{ kp}$$

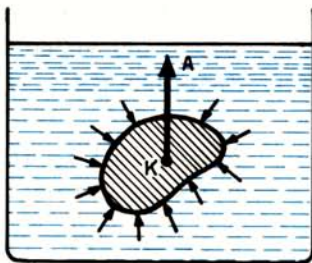
Τὰ ὑδραυλικά πιεστήρια εὐρίσκουν πολλὰς ἐφαρμογὰς εἰς τὴν πρᾶξιν· π.χ. εἰς τὰ ἐλαιοπιεστήρια διὰ τὴν ἐξαγωγήν τοῦ ἐλαίου ἐκ τοῦ ἐλαιοκάρπου, εἰς τὰ πιεστήρια συμπίεσεως τοῦ βάρβακος, εἰς τοὺς ὑδραυλικούς ἀνυψωτήρας αὐτοκινήτων κ.ἄ.

1.5 Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους.

Ἄς θεωρήσωμεν σῶμα ἐμβαπτισμένον ἐντὸς ὑγροῦ (σχ. 1.5) ἐν ἰσορροπία. Ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις δημιουργεῖ δυνάμεις, ποὺ πιέζουν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ σώματος. Αἱ δυνάμεις αὗται ἔχουν συνισταμένην A , ἡ ὁποία διευθύνεται κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω καὶ λέγεται ἄνωσις. Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως αὐτῆς λέγεται *κέντρον ἀνώσεως*.

Τὸ μέγεθος τῆς ἀνώσεως εὐρέθη ἀπὸ πειράματα ὅτι εἶναι ἴσον μὲ τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ ποὺ ἐκτοπίζει τὸ σῶμα. Ἄν V εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ καὶ γ τὸ εἰδικὸν βάρος αὐτοῦ, ἡ ἄνωσις A θὰ ἰσοῦται μὲ:

$$A = \gamma \cdot V$$



Σχ. 1.5.

Ἡ ἀρχὴ αὕτῃ εὐρέθη τὸ πρῶτον ἀπὸ τὸν Συρακούσιον μαθηματικόν, φυσικόν καὶ μηχανικόν Ἀρχιμήδη καὶ λέγεται *Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους*.

Ὅταν ἓνα σῶμα μὲ βάρος B ἐμβαπτίζεται ἐντὸς ὑγροῦ, διακρίνομεν τρεῖς περιπτώσεις:

α) Τὸ βάρος B τοῦ σώματος εἶναι μεγαλύτερον τῆς ἀνώσεως A , ὁπότε τὸ σῶμα βυθίζεται ἐντελῶς εἰς τὸ ὑγρὸν.

β) Τὸ βάρος B εἶναι ἴσον πρὸς τὴν ἄνωσιν A , ὁπότε τὸ σῶμα αἰωρεῖται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ καὶ δύναται νὰ ἰσορροπῇ εἰς οἰανδήποτε θέσιν.

γ) Τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ εἶναι μικρότερον ἀπὸ τὴν ἄνωσιν, ὁπότε τὸ σῶμα ἐπιπλέει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

Εἰς τὴν περίπτωσιν (γ) μέρος τοῦ σώματος εἶναι βυθισμένον ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ καὶ τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ εἶναι ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος.

Ἐὰν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος γ' εἶναι μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ, τὸ σῶμα βυθίζεται. Πράγματι εἶναι:

$$B = \gamma' \cdot V \quad \text{ὅπου } V \text{ ὁ ὀλικὸς ὄγκος τοῦ σώματος}$$

$$\text{καὶ } A = \gamma \cdot V \quad \text{ὅπου } \gamma \text{ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ}$$

ἀλλὰ ἀφοῦ $\gamma' > \gamma$, ἔπεται ἀπὸ τὰς ἀνωτέρω σχέσεις ὅτι καὶ $B > A$, ἄρα τὸ σῶμα βυθίζεται εἰς τὸ ὑγρὸν.

Παράδειγμα.

Νὰ εὑρεθῇ ὁ ὄγκος ποῦ ἔκτοπίζει ξύλινος κύβος πλευρᾶς 2 dm ἔμβαπτιζόμενος εἰς τὸ ὕδωρ (εἰδ. βάρος ξύλου $\gamma' = 0,7 \text{ kp/dm}^3$).

Λύσις:

Τὸ βάρος τοῦ ἔκτοπιζομένου ὕδατος εἶναι ἴσον μὲ τὸ βάρος τοῦ κύβου B, εἶναι δὲ $B = \gamma' \cdot V = 0,7 \times 2^3 = 5,6 \text{ kp}$, ἀλλὰ εἶναι καί:

$$B = \gamma \cdot V' = 1 \cdot V' = 5,6 \text{ kp}$$

ὅπου $\gamma = 1 \text{ kp/dm}^3$ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὕδατος καὶ V' ὁ ὄγκος τοῦ ἔκτοπιζομένου ὕδατος,

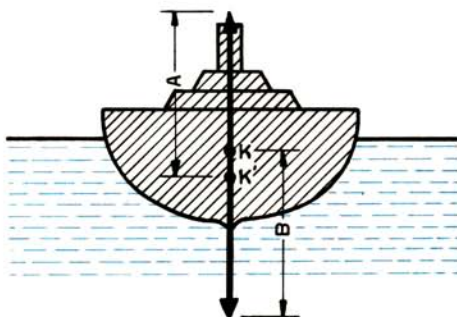
$$\text{ἐπομένως εἶναι } V' = \frac{5,6}{1} = 5,6 \text{ dm}^3.$$

1 · 6 Ἱσορροπία ἐπιπλεόντων σωμάτων.

Ἐπὶ ἑνὸς ἐπιπλέοντος σώματος ἐνεργοῦν δύο δυνάμεις, τὸ βάρος B, ποῦ διευθύνεται κατακορύφως πρὸς τὰ κάτω καὶ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ κέντρον βάρους K, καὶ ἡ ἀνωσις A, ποῦ διευθύνεται κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ κέντρον ἀνώσεως K'. Αἱ δύο δυνάμεις B καὶ A εἶναι ἴσαι καὶ

ἔχουν ἀντίθετον φοράν.

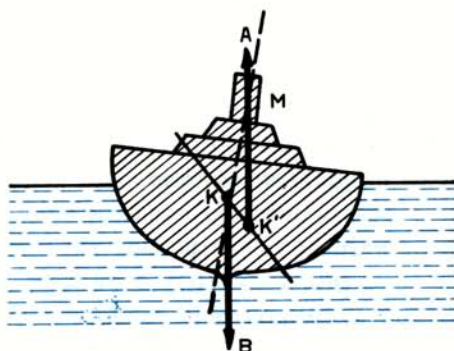
Ὅταν τὰ σημεῖα K καὶ K' εὐρίσκονται ἐπὶ κατακορύφου εὐθείας, ἡ ὁποία εἶναι καὶ ἄξων συμμετρίας τοῦ σώματος, τὸ σῶμα ἰσορροπεῖ (σχ. 1 · 6 α). Ἐὰν ὁμως τὸ σῶμα κλίνη πρὸς τὴν μίαν πλευράν, τὸ κέντρον τῆς ἀνώσεως τοῦ μετατοπίζεται, ἐνῶ τὸ κέντρον βάρους



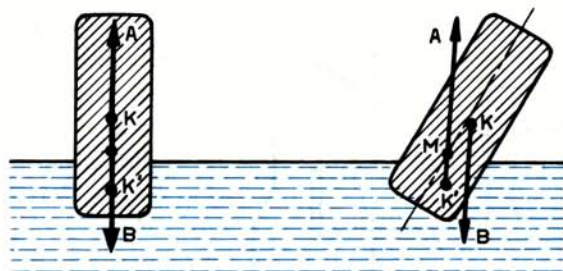
Σχ. 1 · 6 α.

μένει σταθερόν. Ἡ εὐθεῖα KK' δὲν εἶναι πλέον κατακόρυφος (σχ. 1 · 6 β). Αἱ δυνάμεις A καὶ B ἀποτελοῦν ζεῦγος δυνάμεων, ἡ ροπή τοῦ ὁποίου ἐπαναφέρει τὸ σῶμα εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν ἢ τὸ ἀνατρέπει, ἀναλόγως τῆς θέσεως τοῦ μετακέντρου M, δηλαδὴ τοῦ

σημείου τομής τῆς ἐκ τοῦ K' ἀγομένης κατακορύφου καὶ τῆς εὐθείας KK' . Ἐὰν τὸ σημεῖον M εὑρίσκεται ἄνω τοῦ κέντρου βάρους,



Σχ. 1·6 β.



Σχ. 1·6 γ.

τὸ σῶμα ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν· ἂν ὅμως τοῦτο εὑρίσκεται κάτω τοῦ κέντρου βάρους (σχ. 1 · 6 γ), τὸ σῶμα ἀνατρέπεται.

ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ ΤΗΣ ΑΝΩΣΣΕΩΣ

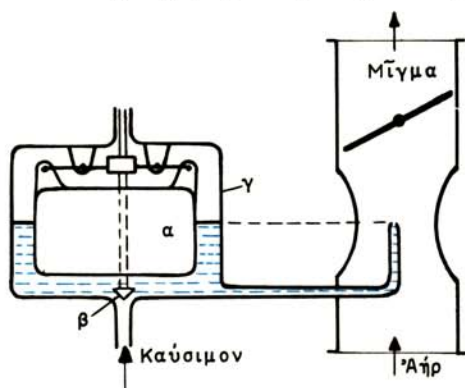
Πλωτὴρ βαλβίδος σταθερᾶς στάθμης.

Τὸ σχῆμα 1 · 6 δ δεικνύει βαλβίδα σταθερᾶς στάθμης μετὰ πλωτῆρος ἐξαεριοῦ, ποὺ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν τροφοδότησιν τῶν βενζινομηχανῶν μὲ καύσιμον. Ὁ πλωτὴρ α, ποὺ φέρει εἰς τὸ κάτω μέρος βελόνην βαλβίδος β, ἐπιπλέει ἐπὶ τῆς βενζίνης, ἡ ὁποία εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ δοχείου γ· ὅταν ἡ στάθμη τῆς βενζίνης κατέρχεται,

κατέρχεται και ό πλωτήρ, όποτε διά της βελόνης β κλείει την είσοδον της βενζίνης.

Υποβρύχια.

Είς την άρχην της άνώσεως στηρίζεται και ή πλεῦσις των υποβρυχίων, τά όποια δύνανται νά πλέουν και είς την επιφάνειαν και υπό την επιφάνειαν της θαλάσσης. Πρός τουτο τό κυλινδρικόν σκάφος του υποβρυχίου περιβάλλεται από ισχυρόν μεταλλικόν μανδύαν (σχ. 1·6 ε). Ό μεταξύ κυλινδρικού σώματος και μανδύου χώρος, όταν τό υποβρύχιον πλέη είς την επιφάνειαν της θαλάσσης, περιέχει όλίγον θαλάσσιον ύδωρ [σχ. 1·6 ε (α)]· όταν όμως τό υποβρύχιον καταδυθή, ό χώρος αυτός πληροῦται μέ θαλάσσιον ύδωρ [σχ. 1·6 ε



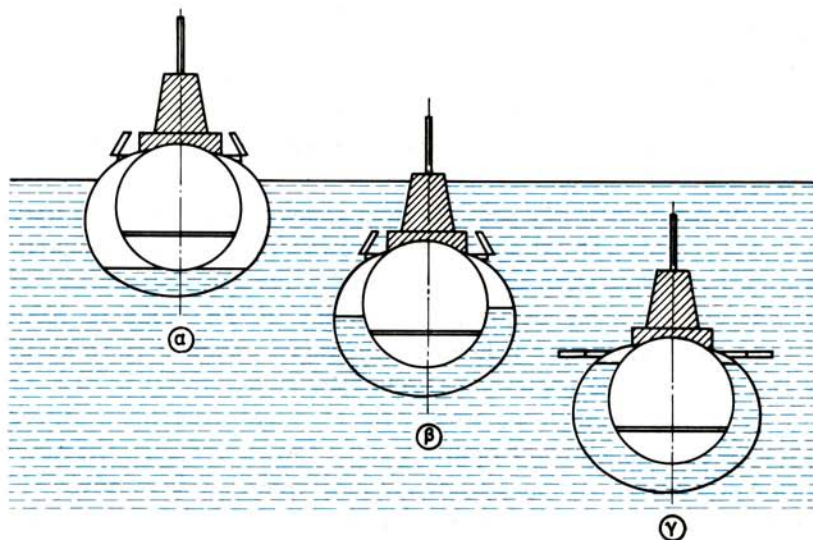
Σχ. 1·6 δ.

(β) και 1·6 ε (γ)]. Διά την πλήρωσιν ανοίγουν πρώτον οί κρουνοί εξαερισμού, ώστε νά έκδιωχθή ό έντός του χώρου φυλακισμένος αήρ και κατόπιν ανοίγονται οί κρουνοί πληρώσεως διά θαλασσίον ύδωτος. Όταν ό χώρος πληρωθή έντελώς μέ ύδωρ, τό υποβρύχιον εύρίσκεται είς όλικήν κατάδυσιν· τότε τό βάρος του είναι ίσον μέ τό βάρος που έχει θαλάσσιον

ύδωρ όγκου ίσου προς τόν όγκον του υποβρυχίου. Τό υποβρύχιον εύρίσκεται μετέωρον έν κατάδύσει και ή θέσις του ρυθμίζεται δι' είδικών πτερυγίων.

Διά την άνάδυσιν αυτού έκκενώνεται ό μεταξύ κυλινδρικού σώματος και μανδύου χώρος από τό θαλάσσιον ύδωρ διά πεπιεσμένου άέρος· τότε τό βάρος του υποβρυχίου έλαττοῦται, ό όγκος αυτού όμως, συνεπώς και ή άνωσις, παραμένουν σταθερά, δηλαδή ή άνωσις είναι μεγαλύτερα από τό βάρος του υποβρυχίου, όποτε τουτο κινείται προς τά άνω και τμήμα αυτού έξέρχεται από τό ύδωρ· ή ίσορροπία επανέρχεται, όταν τό βάρος του έκτοπιζομένου ύδατος έξισωθή προς τό βάρος του υποβρυχίου.

Όταν τὸ ὑποβρύχιον εὐρίσκεται ἐν καταδύσει, ἡ κίνησίς του ἐξασφαλίζεται δι' ἡλεκτρικῶν κινητήρων, ποὺ τροφοδοτοῦνται ἀπὸ συστοιχίαν συσσωρευτῶν. Όταν τὸ ὑποβρύχιον ἐπιπλέη, ἡ κίνησίς του ἐξασφαλίζεται διὰ πετρελαιομηχανῆς, ἡ ὁποία συγχρόνως φορτίζει καὶ τοὺς συσσωρευτάς.



Σχ. 1·6 ε.

Σήμερον κατασκευάζονται ὑποβρύχια, ποὺ κινοῦνται μὲ ἀτομικὴν ἐνέργειαν καὶ δύνανται νὰ παραμένουν ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ἐπὶ πολλὰς ἡμέρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 2

ΡΟΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

2·1 Γενικά.

Όταν ένα υγρὸν εὐρίσκεται εἰς κίνησιν, λέγομεν ὅτι *ρέει*. Ἡ ροὴ τῶν υγρῶν γίνεται ἐντὸς ἀγωγῶν κλειστῶν (σωλήνων) ἢ ἀνοικτῶν (διωρύγων, ποταμῶν). Ἐδῶ ἐνδιαφέρει κυρίως ἡ ροὴ ἐντὸς σωλήνων.

Τὸ φαινόμενον τῆς ροῆς δὲν εἶναι τόσο ἀπλοῦν, ὅσον ἐκ πρώτης ὀψεως φαίνεται καὶ τοῦτο, διότι, ὅπως εἰς τὰ στερεὰ σώματα, ἔτσι καὶ ἐδῶ ἐμφανίζονται δυνάμεις τριβῆς μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ υγροῦ, καθὼς ταῦτα κινουῦνται εἰς ἐπαφὴν τὸ ἓνα πρὸς τὸ ἄλλο. Ὅταν τὸ υγρὸν ρέῃ, π.χ. ἐντὸς εὐθυγράμμου σωλήνος μὲ πολὺ μικρὰν ταχύτητα, τὰ μόριά του ὀλισθαίνουν τὸ ἓνα ἐπάνω εἰς τὸ ἄλλο, τὰ δὲ ἀκραῖα ὀλισθαίνουν ἐπάνω εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ σωλήνος, ἀκριβῶς ὅπως ὀλισθαίνει ἓνας μικρὸς κύβος ἐπάνω εἰς ἄλλον, ἐνῶ αὐτὸς ὀλισθαίνει ἐπάνω εἰς τὴν ἐπιφάνειαν μιᾶς τραπέζης. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον τὸ ἓνα μόριον ἀκολουθεῖ τὸ ἄλλο εἰς μίαν παράλληλον καὶ τελείως ὁμαλὴν κίνησιν. Αὕτῃ ἡ ροὴ λέγεται *στρωτὴ*· ὅταν ὁμως, ὅπως εἶναι καὶ τὸ πλέον σύνηθες, ἡ ταχύτης τοῦ υγροῦ εἶναι μεγάλυτέρα, τότε λόγῳ τῶν μεγαλυτέρων δυνάμεων τριβῆς μεταξὺ τῶν μορίων, δὲν εἶναι δυνατόν νὰ διατηρηθῇ πλέον ἢ ἀπλὴ ὀλίσθησις μεταξύ των, ἀλλὰ ἐπέρχεται ἀνατροπὴ αὐτῶν· ἀποτέλεσμα τούτου εἶναι τὰ μόρια νὰ μὴ ὀλισθαίνουν, ἀλλὰ τρόπον τινά, νὰ κυλίσωνται τὸ ἓνα ἐπάνω εἰς τὸ ἄλλο καὶ τὰ ἀκραῖα ἐπάνω εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ ἀγωγοῦ. Ἐτσι, ἐνῶ κάθε μόριον ἀκολουθεῖ τὴν εὐθείαν τροχίαν του, ταυτοχρόνως στρέφεται περὶ τὸν ἑαυτὸν του, ὅπως περίπου θὰ συμβῇ, ἂν πολὺ μεγάλος ἀριθμὸς σφαιριδίων κινῆται ἐντὸς αὐλακος. Ἡ ροὴ αὕτῃ λέγεται *τυρβώδης* ἢ *στροβιλί*.

Εἰς τὴν πρᾶξιν στρωτὴ ροὴ παρατηρεῖται κατὰ τὴν κίνησιν υγρῶν ἐντὸς τριχοειδῶν σωλήνων, δηλαδὴ σωλήνων πολὺ μικρᾶς διατομῆς, κατὰ τὴν κίνησιν τῶν ὑπογείων ὑδάτων διὰ μέσου πετρωμάτων, ὅπου ἡ ταχύτης ροῆς εἶναι πολὺ μικρὰ καὶ ἡ διατομὴ ροῆς

επίσης πολύ μικρά (τριχοειδείς πόροι τών πετρωμάτων). Στρωτή ροή παρατηρείται επίσης και κατά την κίνηση τών πυκνορρευστων υγρών, ως π.χ. τών βαρέων ελαίων, τής γλυκερίνης κ.ά.

Ἡ ροή τοῦ ὕδατος ἐντὸς κλειστῶν ἢ ἀνοικτῶν ἀγωγῶν εἶναι συνήθως τυρβώδης, διότι τόσον ἡ διατομή τῶν ἀγωγῶν ὅσον καὶ ἡ ταχύτης ροῆς εἶναι σχετικῶς μεγάλοι.

Παροχή ρέοντος ὑγροῦ λέγεται ὁ ὄγκος τοῦ ὑγροῦ τοῦ διερχομένου ἀπὸ μίαν διατομὴν ἀνὰ μονάδα χρόνου. Ἐν π.χ. διὰ μιᾶς διατομῆς ἀγωγοῦ διέρχεται ὄγκος ὑγροῦ V εἰς χρόνον t , ἡ παροχὴ q εἶναι:

$$q = \frac{V}{t} \quad (9)$$

Τὸ διάστημα ποὺ διατρέχουν τὰ μόρια ὑγροῦ κινουμένου ἐντὸς ἀγωγοῦ, δηλαδὴ ἡ ταχύτης αὐτῶν, δὲν εἶναι σταθερὰ δι' ὅλα τὰ μόρια. Αὐτὰ ποὺ εὐρίσκονται πλησιέστερον πρὸς τὰ τοιχώματα τοῦ ἀγωγοῦ, ἔχουν μικροτέραν ταχύτητα ἀπὸ ἐκεῖνα ποὺ εὐρίσκονται μακρύτερον ἀπὸ τὰ τοιχώματα. Τὴν μεγαλυτέραν ταχύτητα ἔχουν τὰ μόρια ποὺ εὐρίσκονται πλησίον τοῦ κέντρου τοῦ ἀγωγοῦ. Δυναμέθα ὅμως νὰ δεχθῶμεν, ὅτι ὅλα τὰ μόρια κινοῦνται μὲ τὴν ἰδίαν ταχύτητα. Τότε λαμβάνεται ὁ μέσος ὅρος τῶν ταχυτήτων ὅλων τῶν μορίων, δηλαδὴ ἡ μέση ταχύτης τῶν μορίων, ποὺ λέγεται καὶ *ταχύτης ροῆς* τοῦ ὑγροῦ.

Ἐν s εἶναι ἡ διατομὴ τοῦ ἀγωγοῦ καὶ l τὸ διάστημα ποὺ διατρέχουν τὰ ὑγρά μόρια κατὰ μῆκος τοῦ ἀγωγοῦ εἰς χρόνον t , θὰ εἶναι:

$$V = s \cdot l$$

καὶ ἡ σχέσις (9) γίνεται:

$$q = s \cdot \frac{l}{t}$$

ἀλλὰ εἶναι:

$$\frac{l}{t} = v$$

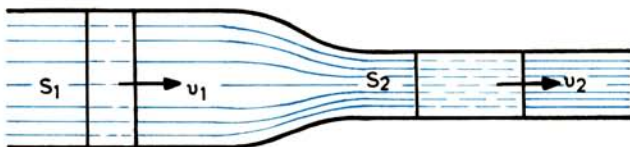
ὅπου: v εἶναι ἡ ταχύτης ροῆς ἥ:

$$q = s \cdot v \quad (10)$$

Δηλαδή ή παροχή εκφράζεται και ώς γινόμενον τής διατομής τοῦ ἀγωγοῦ ἐπὶ τὴν ταχύτητα ροῆς.

Εἰς τὴν πρᾶξιν ώς μονὰς παροχῆς διὰ μεγάλας παροχὰς χρησιμοποιεῖται τὸ κυβικόν μέτρον ἀνὰ δευτερόλεπτον, m^3/s , ἐνῶ διὰ μικρὰς παροχὰς τὸ κυβικόν μέτρον ἀνὰ ὥραν, m^3/h .

Εἰς ρέον ὕδωρ ποταμοῦ ἔχομεν τὴν ἔννοιαν τῆς ταχύτητος ροῆς, ὅταν παρατηροῦμεν τὰ κινούμενα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐλαφρὰ ἀντικείμενα. Παρατηροῦμεν λοιπόν, ὅτι, ἐφ' ὅσον τὸ πλάτος τοῦ ποταμοῦ εἶναι σταθερόν, ή ταχύτης ροῆς εἶναι σταθερά. Ὅταν ὁμως τὸ πλάτος τοῦ ποταμοῦ ἐλαττωθῇ, ή ταχύτης ροῆς αὐξάνει. Τὸ αὐτὸ παρατηρεῖται καὶ εἰς σωλῆνα, ποὺ παρουσιάζει στένωσιν τῆς διατομῆς (σχ. 2 · 1 α).



Σχ. 2 · 1 α.

Τοῦτο προέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι τὸ ὕδωρ εἶναι ἀσυμπίεστον καὶ ή παροχή εἶναι σταθερά, ἄρα τὸ γινόμενον τῆς διατομῆς τοῦ ἀγωγοῦ ἐπὶ τὴν ταχύτητα ροῆς εἶναι σταθερόν. Εἶναι δηλαδή:

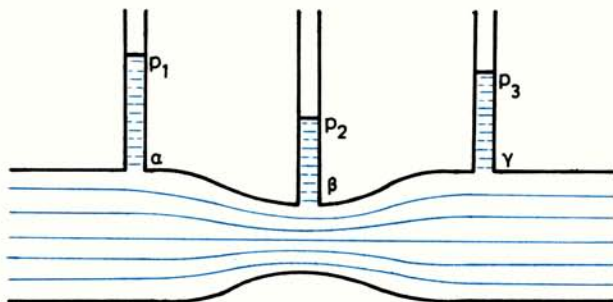
$$s_1 \cdot v_1 = s_2 \cdot v_2 \quad (11)$$

$$\eta \quad \frac{s_1}{s_2} = \frac{v_2}{v_1} \quad (12)$$

Ἡ ἐξίσωσις (12) εκφράζει ὅτι αἱ ταχύτητες ροῆς εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰ ἐμβαδὰ τῶν διατομῶν τοῦ ἀγωγοῦ· τοῦτο λέγεται *ἀρχή τῆς συνεχείας*.

Ἄς θεωρήσωμεν ὀριζόντιον σωλῆνα μὲ στένωσιν, ώς εἰς τὸ σχῆμα 2 · 1 β, ὁ ὁποῖος εἰς τὰ σημεῖα α, β καὶ γ συγκοινωνεῖ μὲ κατακορύφους σωληνίσκους. Ἐὰν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος εὐρίσκεται ὑγρὸν εἰς ἡρεμίαν ὑπὸ πίεσιν μεγαλυτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς σωληνίσκους δίδει τὴν ὑδροστατικὴν πίεσιν τοῦ ὑγροῦ εἰς τὰς ἀντιστοίχους θέσεις καὶ παρατηροῦμεν, ὅτι ή ἐλευθέρα στάθμη τοῦ ὑγροῦ εἶναι εἰς τὸ ἴδιον ἐπίπεδον καὶ εἰς τοὺς τρεῖς σωληνίσκους.

Ἐάν ὁμως ἐντὸς τοῦ σωλῆνος τὸ ὑγρὸν ρέη, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸν σωληνίσκον β εἶναι χαμηλοτέρα ἀπὸ ὅ,τι εἰς τοὺς δύο ἄλλους σωληνίσκους· βλέπομεν δηλαδή ὅτι εἰς τὴν θέσιν β, ὅπου ἡ ταχύτης ροῆς εἶναι μεγαλυτέρα, λόγω στενώσεως τῆς διατομῆς, ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις εἶναι μικροτέρα. Πρὸς ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου αὐτοῦ παραδεχόμεθα, ὅτι οἱ νόμοι κινήσεως τῶν ὑγρῶν μορίων εἶναι εἰς τὴν βάσιν των οἱ ἴδιοι μὲ τοὺς νόμους κινήσεως τῶν στερεῶν σωμάτων. Ἔτσι, ἐάν ἀναφερθῶμεν εἰς τὴν μονάδα



Σχ. 2·1 β.

τοῦ ὄγκου, ἡ δυναμικὴ ἐνέργεια κινουμένου ὑγροῦ ἀποτελεῖται ἀπὸ τὴν ὑδροστατικὴν πίεσιν * καὶ ἀπὸ τὸ γινόμενον $\gamma \cdot h$ (γ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ καὶ h τὸ ὑψόμετρον τῆς θέσεως ποῦ ἐξετάζομεν, τὸ ὁποῖον ἐκφράζει τὴν ἐνέργειαν θέσεως). Ἡ κινητικὴ ἐνέργεια κινουμένου ὑγροῦ ὀνομάζεται *δυναμικὴ πίεσις* p_δ καὶ δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$p_\delta = \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

ὅπου: ρ εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ καὶ v ἡ ταχύτης ροῆς αὐτοῦ.

Διὰ νὰ μελετήσωμεν τὴν ροὴν ὑγρῶν, δηλαδή τὴν κίνησιν τῶν μορίων τοῦ ἐντὸς ἀγωγοῦ, ἀκολουθοῦμεν τὸν ἴδιον δρόμον ὅπως καὶ

* Ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις παριστάνει, ὡς γνωστόν, δύναμιν ἀνὰ μονάδα ἐπιφανείας. Ἡ ἐνέργεια εἶναι δύναμις ἐπὶ δρόμον, ἐπομένως ἡ πίεσις δύναται νὰ θεωρηθῇ καὶ ὡς ἐνέργεια ἀνὰ μονάδα ὄγκου:

$$\left(\frac{\text{ἐνέργεια}}{\text{ὄγκος}} = \frac{\text{δύναμις} \times \text{μῆκος}}{(\text{μῆκος})^3} = \frac{\text{δύναμις}}{(\text{μῆκος})^2} = \text{πίεσις} \right)$$

είς τήν μελέτην τῆς κινήσεως τῶν στερεῶν σωμάτων. Καί ὅπως ἐκεῖ διὰ τῆς διατυπώσεως τούτων νόμων τῆς κινήσεως δεχόμεθα ἀρχικῶς ὅτι δέν ὑπάρχουν τριβαί (π. χ. ἐλευθέρᾳ πτώσει τῶν σωμάτων), ἔτσι καί ἐδῶ θά δεχθῶμεν τὸ ἴδιον, δηλαδὴ ὅτι μεταξὺ τῶν κινουμένων μορίων δέν ὑπάρχουν τριβαί. Ἀργότερον θά ἴδωμεν, πῶς συμπληρώνονται οἱ νόμοι αὐτοί, ὅταν ἔλθωμεν εἰς τὴν πραγματικότητα, ὅπου ὑπάρχουν τριβαί.

Μὲ αὐτὴν τὴν προϋπόθεσιν, ὅπως εἰς τὴν κίνησιν τῶν στερεῶν σωμάτων (ἐλευθέρᾳ πτώσει), τὸ ἄθροισμα τῆς κινητικῆς καὶ τῆς δυναμικῆς ἐνεργείας εἶναι σταθερόν, οὕτω καί ἐδῶ τὸ ἄθροισμα τῆς ὑδροστατικῆς πίεσεως καὶ τῆς δυναμικῆς πίεσεως εἶναι σταθερόν.

Θὰ εἶναι ἐπομένως:

$$p_0 = p + \frac{\rho \cdot v^2}{2} + \rho \cdot g \cdot h = \text{σταθ.} \quad (13)$$

ἡ p_0 λέγεται *ὀλική πίεσις* καὶ ἐκφράζει τὴν ὀλικὴν ἐνέργειαν ἀνὰ μονάδα ὄγκου τοῦ ὑγροῦ ὡς πρὸς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, ποῦ θεωρεῖται ἀρχὴ μετρήσεως τοῦ h .

Εἰς περίπτωσιν ὀριζοντίου σωληνός με ἐπίπεδον ἀναφορᾶς διερχόμενον διὰ τοῦ ἄξονος τοῦ σωληνός ($h = 0$), ἡ ὀλική πίεσις θά εἶναι:

$$p_0 = p + \rho = \frac{v^2}{2} \quad (14)$$

Ἡ σχέση (13) λέγεται *νόμος τοῦ Μπερνούγι (Bernulli)*.

Ἐὰν διαιρέσωμεν τοὺς ὅρους τῆς ἐξισώσεως (13) διὰ τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ γ , προκύπτει:

$$\frac{p_0}{\gamma} = \frac{p}{\gamma} + \frac{\rho \cdot v^2}{2\gamma} + \frac{\rho \cdot g \cdot h}{\gamma} = \text{σταθ.}$$

καὶ ἐπειδὴ $\gamma = \rho \cdot g$, ἔπεται ὅτι:

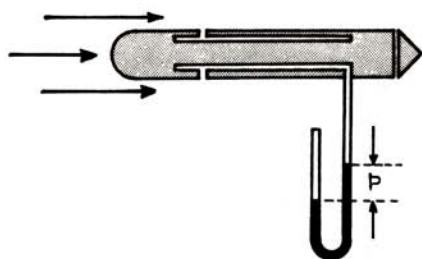
$$\frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + h = \text{σταθ.} \quad (15)$$

Οἱ ὅροι τῆς ἐξισώσεως αὐτῆς ἐκφράζουν μῆκος, δηλαδὴ ἐκφράζουν τὰς πιέσεις εἰς ὕψος στήλης ὑγροῦ.

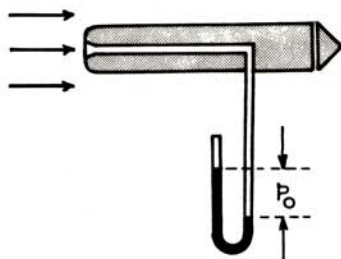
Ὁ Νόμος τοῦ Μπερνούγι εὕρισκει διαφόρους ἐφαρμογὰς εἰς τὴν πρᾶξιν. Μία ἀπὸ τὰς ἐφαρμογὰς εἶναι καὶ ἡ συσκευὴ τοῦ σχήματος

2 · 1 γ, μέσω της οποίας εύρισκομεν την στατικήν πίεσιν εἰς σημείον πεδίου ροῆς. Ἡ συσκευή ἀποτελεῖται ἀπὸ μεταλλικὸν σωλῆνα ποὺ φέρει δύο ὁπὰς, αἱ ὁποῖαι συγκοινωνοῦν μὲ μανόμετρον. Ἐπειδὴ αἱ γραμμαὶ ροῆς εἶναι παράλληλοι πρὸς τὰ τοιχώματα τοῦ σωλῆνος, ἡ ροὴ δὲν ἐπηρεάζει τὸ μανόμετρον, τὸ ὁποῖον ἔτσι δεικνύει τὴν στατικήν πίεσιν εἰς τὴν θέσιν τοῦ μανομέτρου.

Μὲ τὴν συσκευὴν τοῦ σχήματος 2 · 1 δ, ποὺ ἀποτελεῖ καὶ αὐτὴ ἐφαρμογὴν τοῦ νόμου τοῦ Μπερνουγί, ὑπολογίζομεν τὴν ὀλικήν πίεσιν p_0 εἰς σημείον πεδίου ροῆς. Ἡ συσκευή, ποὺ λέγεται καὶ *σωλὴν Πιτώ*, ἀποτελεῖται ἀπὸ μεταλλικὸν σωλῆνα ποὺ φέρει εἰς τὸ ἐμπρόσθιον τοίχωμα μικρὰν ὀπήν. Εἰς τὴν ὀπὴν αὐτὴν καταλήγει σωλὴν μανομέτρου· εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἐμπροσθίου τοιχώματος ἡ ταχύτης ροῆς εἶναι ἴση πρὸς μηδέν (σημεῖον ἀνακοπῆς) καὶ ἔτσι τὸ μανόμετρον δίδει τὴν ὀλικήν πίεσιν p_0 .



Σχ. 2·1 γ.



Σχ. 2·1 δ.

Ἐκ τῶν δύο ἀνωτέρω συσκευῶν ὑπολογίζομεν τὴν ταχύτητα ροῆς εἰς ὠρισμένην θέσιν πεδίου ροῆς. Οὕτω διὰ τὴν συσκευὴν Πιτώ ἰσχύει ἡ σχέσις:

$$p_0 = p + \frac{1}{2} \rho \cdot v^2$$

ἐκ τῆς ὁποίας εύρισκομεν:

$$v = \sqrt{\frac{2(p_0 - p)}{\rho}}$$

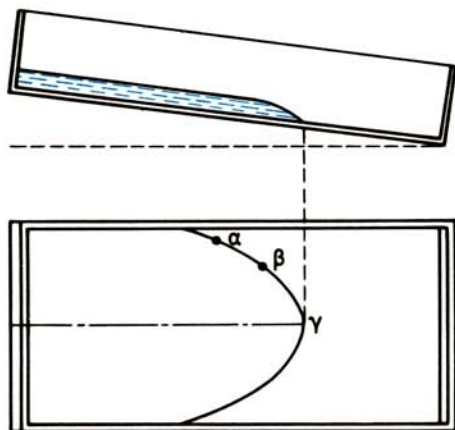
Ἡ πίεσις p_0 δίδεται εἰς τὸ μανόμετρον τοῦ σωλῆνος Πιτώ, ἐνῶ ἡ p εἰς τὸ μανόμετρον τῆς συσκευῆς τοῦ σχήματος 2 · 1 γ.

Ἡ ἐσωτερικὴ τριβὴ τῶν υγρῶν.

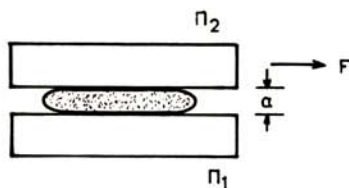
Ἐὰν ἐντὸς δοχείου θέσωμεν ποσότητα παχυρρεύστου υγροῦ (π.χ. μέλι) καὶ δώσωμεν εἰς τὸ δοχεῖον κλίσιν (σχ. 2·1 ε), παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο ρεῖ βραδέως ἐπὶ τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου. Ἐπίσης παρατηροῦμεν ὅτι αἱ ταχύτητες ροῆς εἶναι διαφορετικαὶ εἰς τὰ διάφορα σημεῖα α, β, γ κ.λπ. τοῦ μετώπου, τὸ ὁποῖον σχηματίζει καμπύλην. Παρουσιάζεται λοιπὸν ἀντίστασις εἰς τὴν ροήν, πού ὀφείλεται εἰς τὴν τριβὴν τῶν μορίων τοῦ υγροῦ πρὸς τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου καὶ τῶν μορίων μεταξύ των. Ἡ ἀντίστασις, πού παρουσιάζεται κατὰ τὴν μετατόπισιν δύο γειτονικῶν στρωμάτων ἐνὸς υγροῦ,

λέγομεν ὅτι ὀφείλεται εἰς τὴν ἐσωτερικὴν τριβὴν ἢ συνεκτικότητα ἢ ἰζῶδες τοῦ υγροῦ.

Μεγάλην ἐσωτερικὴν τριβὴν παρουσιάζουν τὰ παχύρρευστα υγρά (μέλι, γλυκερίνη, ὀρυκτέλαια), ἐνῶ τὰ



Σχ. 2·1 ε.



Σχ. 2·1 στ.

λεπτόρρευστα (ὕδωρ, οἶνόπνευμα κ.λπ.) παρουσιάζουν μικρὰν ἐσωτερικὴν τριβὴν.

Διὰ τὴν μελέτην τῆς ἐσωτερικῆς τριβῆς ἐκτελοῦμεν τὸ ἀκόλουθον πείραμα:

Ἐστω σταθερὰ ἐπίπεδος πλάξ Π_1 (σχ. 2·1 στ)· ἐπ' αὐτῆς θέτομεν στρῶμα πηκτοῦ υγροῦ, καὶ ἐπὶ τοῦ στρώματος αὐτοῦ ἄλλην πλάκα κινητὴν Π_2 , τὴν ὁποῖαν σύρομεν μὲ δύναμιν F . Θὰ παρατηρήσωμεν τότε, ὅτι ἡ δύναμις F κινεῖ τὴν πλάκα μὲ σταθερὰν ταχύτητα, ἐνῶ θὰ ἔπρεπε νὰ μεταδίδῃ εἰς αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν· αὐτὸ σημαίνει ὅτι κάποια ἄλλη δύναμις δρᾷ ἀντιθέτως πρὸς τὴν F . Ἡ δύναμις αὕτῃ εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ τριβὴ μεταξύ τῶν μορίων τοῦ υγροῦ.

Από πειράματα εύρέθη ότι ή έσωτερική τριβή είναι άνάλογος τής έπιφανείας s του μετακινουμένου υγρού στρώματος, άνάλογος τής ταχύτητος v κινήσεως αυτού και άντιστρόφως άνάλογος τής άποστάσεως a τών δύο πλακών είναι δηλαδή:

$$F = \eta \cdot \frac{s \cdot v}{a}$$

όπου: η ό συντελεστής έσωτερικής τριβής.

2 · 2 Ροή τών υγρών έντός κλειστών άγωγών (σωλήνων).

Οί σωλήνες είναι κλειστοί άγωγοί, οί όποιοι χρησιμοποιούνται διά τήν μεταφοράν τών υγρών και τών αερίων.

Ροή έντός σωλήνων νοείται, έφ' όσον τό υγρόν πληρώνει όλόκληρον τήν διατομήν του σωλήνος και εύρίσκεται υπό πίεσιν.

Η διατομή τών σωλήνων είναι συνήθως κυκλική. Οί συνηθέστεροι σωλήνες, που χρησιμοποιούνται διά τήν μεταφοράν τών υγρών, είναι οί χαλύβδινοι σωλήνες μέ ραφήν. Οί σωλήνες αυτοί κατασκευάζονται από ταινίαν, ή όποία λαμβάνει τήν μορφήν κυλίνδρου είς αυτόματον μηχανήν κυλινδρώσεως. Ό σχηματιζόμενος κατά μήκος άρμός συγκολλάται αυτόγενώς.

Είς τούς χαλυβδίνους σωλήνας μέ ραφήν διακρίνομεν τρείς διαμέτρους:

α) Τήν έξωτερικήν διάμετρον του σωλήνος d_a , ή όποία δίδεται συνήθως είς mm.

β) Τήν έσωτερικήν διάμετρον του σωλήνος d_i , που δίδεται επίσης είς mm.

Αν τό πάχος του τοιχώματος του σωλήνος είναι s (mm), θα είναι:

$$d_i = d_a - 2s \quad (16)$$

γ) Τήν όνομαστικήν διάμετρον του σωλήνος d , ή όποία είναι ή διάμετρος μέ τήν όποιαν καθορίζονται οί σωλήνες είς τό έμπόριον. Η όνομαστική διάμετρος τών σωλήνων δίδεται συνήθως είς ίντσας (πρώτη στήλη του Πίνακος 2 · 2 · 1), αλλά και είς mm (δευτέρα στήλη του πίνακος). Η κατασκευή τών σωλήνων γίνεται βάσει ώρισμένων κανονισμών. Είς τήν Ελλάδα ή κατασκευή άκολουθεί τούς

διεθνεῖς κανονισμοὺς ISO R 65, οἱ ὁποῖοι περιλαμβάνουν σωλῆνες βαρεῖς, μέσους καὶ ἐλαφροὺς.

Π Ι Ν Α Κ 2 · 2 · 1

Ὀνομαστικὴ διάμετρος		Σειρά ἐλαφρά I				Σειρά ἐλαφρά II			
		Ἐξωτερικὴ διάμετρος		Πάχος τοιχώμ.	Βάρος	Ἐξωτερικὴ διάμετρος		Πάχος τοιχώμ.	Βάρος
in	mm	max	min	mm	kg/m	max	min	mm	kg/m
3/8	10	17,4	16,7	2,0	0,747	17,1	16,7	1,8	0,617
1/2	15	21,7	21,0	2,35	1,10	21,4	21,0	2,0	0,952
3/4	20	27,1	26,4	2,35	1,41	26,9	26,4	2,35	1,41
1	25	34,0	33,2	2,9	2,21	33,8	33,2	2,65	2,01
1 1/4	32	42,7	41,9	2,9	2,84	42,5	41,9	2,65	2,58
1 1/2	40	48,6	47,8	2,9	3,26	48,4	47,8	2,9	3,25
2	50	60,7	59,6	3,25	4,56	60,2	59,6	2,9	4,11
2 1/2	65	76,3	75,2	3,25	5,81	76,0	75,2	3,25	5,80
3	80	89,4	87,9	3,65	7,65	88,7	87,9	3,25	6,81
4	100	114,9	113,0	4,05	11,00	113,9	113,0	3,65	9,89

Ὁ Πίναξ 2 · 2 · 1 δίδει τὴν ὀνομαστικὴν διάμετρον, τὴν ἐξωτερικὴν διάμετρον, τὸ πάχος τοιχώματος καὶ τὸ βάρος ἀνὰ μέτρον μήκους διὰ σωλῆνας συμφώνως πρὸς ISO R 65 σειρῶν ἐλαφρῶν I καὶ II. Ἡ πραγματικὴ ἐξωτερικὴ διάμετρος πρέπει νὰ εὐρίσκεται μεταξὺ τῶν ἀριθμῶν ποὺ δίδουν αἱ στῆλαι max καὶ min.

(Περισσότερα περὶ σωλῆνων βλέπε εἰς «Στοιχεῖα Μηχανῶν» τῆς σειρᾶς Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνικοῦ, τοῦ Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Πρὸς εὕρεσιν τῆς παροχῆς ἑνὸς ὑγροῦ ρέοντος ἐντὸς σωλῆνος χρησιμοποιοῦμεν τὴν σχέσιν (10). Πρὸς τοῦτο πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τὴν ταχύτητα ροῆς καὶ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς διατομῆς ροῆς. Συνήθως δίδεται ἡ ὀνομαστικὴ διάμετρος τοῦ σωλῆνος καὶ ἐκ τοῦ Πίνακος 2 · 2 · 1 εὐρίσκομεν τὴν ἐσωτερικὴν διάμετρον αὐτοῦ· ἀπὸ αὐτὴν ἐν συνεχείᾳ εὐρίσκομεν τὴν διατομὴν ροῆς.

Παράδειγμα.

Νὰ εὐρεθῇ ἡ παροχὴ ὕδατος ποὺ διέρχεται διὰ σωλῆνος ὀνομαστικῆς διαμέτρου 3'', ἃν ἡ ταχύτης ροῆς εἶναι 2,5 m/s.

Λύσις:

Εὐρίσκομεν πρῶτον τὴν ἐξωτερικὴν διάμετρον ἀπὸ τὸν Πίνακα 2 · 2 · 1 (89 mm) ὡς καὶ τὸ πάχος τοιχώματος (3,65 mm). Ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος εἶναι $89 - 2 \times 3,65 = 81,7 \text{ mm}$ καὶ ἡ διατομὴ ροῆς:

$$F = \frac{3,14}{4} \times 0,0817^2 = 0,00524 \text{ m}^2$$

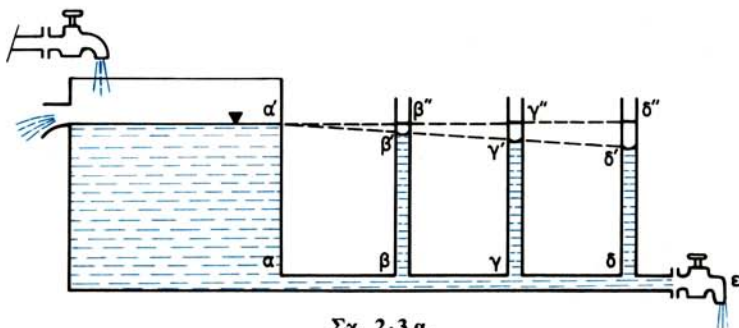
Ἡ παροχὴ θὰ εἶναι:

$$q = F \cdot v = 0,00524 \times 2,5 = 0,0157 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\eta \quad Q = 3600 \times 0,0157 = 56,4 \text{ m}^3/\text{h}.$$

2 · 3 Πτώσις τῆς πίεσεως κατὰ τὴν ροὴν τῶν ὑγρῶν ἐντὸς τῶν σωλῆνων.

Τὸ σχῆμα 2 · 3 α παριστᾷ δεξαμενὴν ὕδατος σταθερᾶς στάθμης· εἰς τὸν πυθμῆνα συνδέεται μὲ ὀριζόντιον σωλῆνα αδ, ποὺ καταλήγει εἰς κρουνὸν ε, ἐνῶ ἐνδιαμέσως συνδέεται πρὸς κατακορύφους σωλῆνας ββ'', γγ'', καὶ δδ''. Ὄταν ὁ κρουνὸς ε εἶναι κλειστός, ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος εἰς ὅλους τοὺς κατακορύφους σωλῆνας, συμφώνως πρὸς τὴν



Σχ. 2 · 3 α.

ἀρχὴν τῶν συγκοινωνούντων δοχείων, εἶναι ἡ αὐτὴ μετὰ τὴν στάθμην τῆς δεξαμενῆς. Ὄταν ὁμως ἀνοίξωμεν τὸν κρουνὸν, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ στάθμη δὲν εἶναι πλέον ἡ ἴδια εἰς ὅλους τοὺς κατακορύφους σωλῆνας, ἀλλὰ πίπτει καὶ μάλιστα τόσον περισσότερον, ὅσον ἀπομακρυνόμεθα ἀπὸ τὴν δεξαμενὴν. Ἡ πτώσις τῆς στάθμης δεικνύει, ὅτι ἡ πίεσις εἰς τὰ σημεῖα β, γ, δ ἠλαττώθη· ἡ πτώσις, εἰς

ὕψος στήλης ὕδατος, παρίσταται ἀπὸ τὰ μήκη $\beta\beta'', \gamma\gamma''$ καὶ $\delta\delta''$ · ἡ γραμμὴ, ἡ ὁποία συνδέει τὰ σημεῖα α', β', γ' καὶ δ' , λέγεται *πιεζομετρικὴ γραμμὴ* καὶ εἶναι εὐθεῖα.

Ἡ πτώσις τῆς πίεσεως κατὰ τὴν ροὴν τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ὀφείλεται εἰς τὴν τριβὴν τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ μεταξὺ των καὶ πρὸς τὰ τοιχώματα τοῦ σωλῆνος. Ἡ τριβὴ αὕτη εἶναι:

α) Ἀνάλογος πρὸς τὸ μήκος τοῦ ἀγωγοῦ (ἀφοῦ ἡ πιεζομετρικὴ γραμμὴ εἶναι εὐθεῖα).

β) Ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν διάμετρον τοῦ ἀγωγοῦ· δηλαδὴ αὐξάνεται, ὅσον ἐλαττώνεται ἡ διάμετρος τοῦ σωλῆνος.

γ) Ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύτητος ροῆς.

Ἡ τριβὴ αὕτη ἐξαρτᾶται ἀκόμη καὶ ἀπὸ:

— Τὸ ἰξῶδες τοῦ ὑγροῦ· ὅσον περισσότερον παχύρρευστον εἶναι τὸ ὑγρὸν, τόσον αὐξάνει ἡ τριβή.

— Τὴν κατάστασιν τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ σωλῆνος· ἡ τριβὴ εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον ἡ ἐπιφάνεια εἶναι τραχυτέρα. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ἡ πτώσις πίεσεως εἶναι μεγαλυτέρα εἰς τοὺς παλαιούς σωλῆνας, εἰς τοὺς ὁποίους ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια δὲν εἶναι λεία ἐξ αἰτίας τῆς ἐπικαθήσεως λεβητολίθου.

Ὁ ἀναλυτικὸς ὑπολογισμὸς τῆς πτώσεως πίεσεως κατὰ τὴν ροὴν τῶν ὑγρῶν ἐντὸς τῶν σωλῆνων εἶναι πολὺπλοκος.

Διὰ τὴν ἀπλούστευσιν τοῦ ὑπολογισμοῦ χρησιμοποιοῦμεν διαγράμματα. Τὸ σχῆμα 2·3 β παριστᾷ διάγραμμα, ἀπὸ τὸ ὁποῖον εὐρίσκομεν τὴν πτῶσιν πίεσεως κατὰ τὴν ροὴν καθαροῦ ψυχροῦ ὕδατος ἐντὸς καινουργῶν χαλυβδίνων σωλῆνων, εἰς μέτρα στήλης ὕδατος, διὰ μήκος σωλῆνος 100 m, ὅταν γνωρίζωμεν τὴν παροχὴν καὶ τὴν ὀνομαστικὴν διάμετρον τοῦ σωλῆνος ἢ τὴν παροχὴν καὶ τὴν ταχύτητα ροῆς.

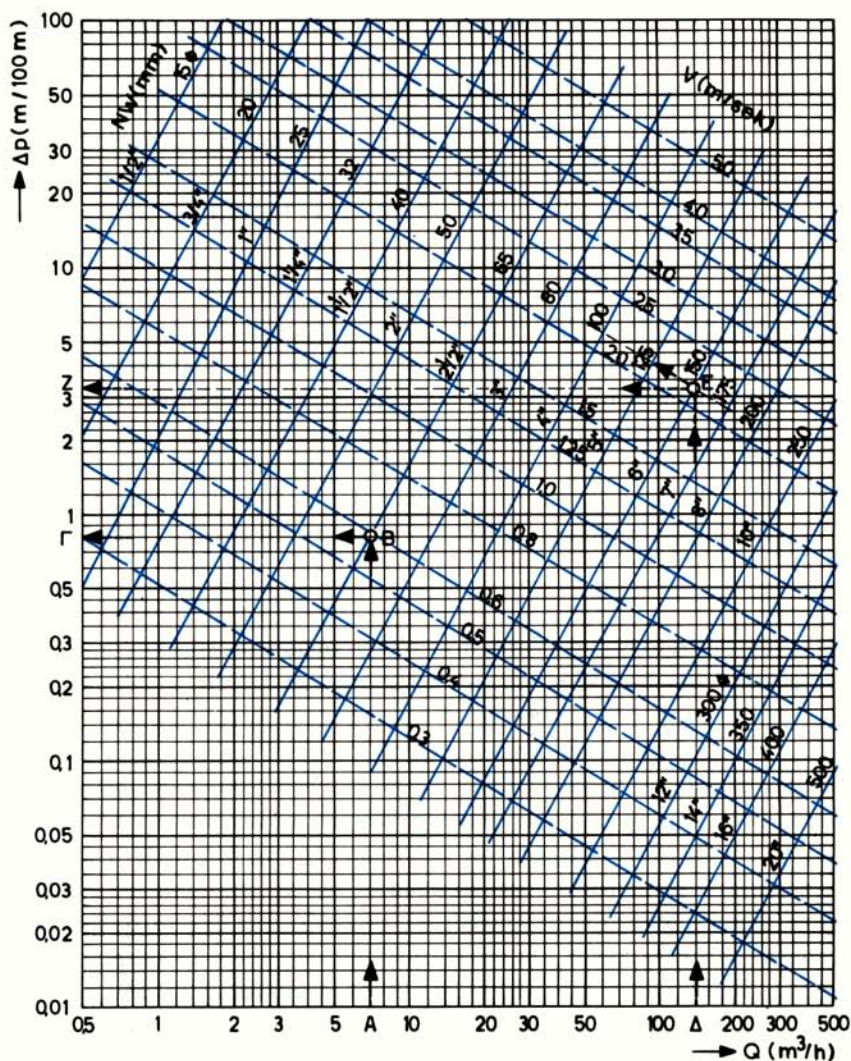
Παραδείγματα.

1) Νὰ εὑρεθῇ ἡ πτώσις πίεσεως διὰ ροὴν καθαροῦ ὕδατος ἐντὸς χαλυβδίνου σωλῆνος $2\frac{1}{2}''$ (65 mm), μήκους 250 m καὶ παροχῆς 7 m³/h.

Λύσις:

Εἰς τὸν ὀριζόντιον ἄξονα τῶν παροχῶν καὶ ἀπὸ τὸ ση-

μεῖον Α, ποὺ ἀντιστοιχεῖ εἰς παροχὴν $7 \text{ m}^3/\text{h}$, φέρομεν κατακόρυφον μέχρι νὰ συναντήσῃ τὴν πλαγίαν τῶν $2\frac{1}{2}''$ εἰς τὸ ση-



Σχ. 2.3 β.

μεῖον Β. Ἀπὸ τὸ Β φέρομεν ὁριζοντίαν, ἡ ὁποία τέμνει τὸν

ἄξονα τῆς πτώσεως πίεσεως εἰς τὸ σημεῖον Γ, πού ἀντιστοιχεῖ εἰς πτώσιν πίεσεως $\Delta_p = 0,8 \text{ m}$ στήλης ὕδατος, διὰ μήκος σωλῆνος 100 m .

Διὰ μήκος σωλῆνος 250 m ἡ πτώσις πίεσεως θὰ εἶναι :

$$\Delta_p = \frac{250}{100} \times 0,8 = 2 \text{ m στήλης ὕδατος.}$$

2) Νὰ εὑρεθῇ ἡ διάμετρος σωλῆνος καὶ ἡ ἀντίστασις ροῆς καθαροῦ ὕδατος ἐντὸς χαλυβδίνου λείου σωλῆνος μήκους 400 m διὰ παροχὴν $140 \text{ m}^3/\text{h}$ καὶ ταχύτητα ροῆς $2,2 \text{ m/s}$.

Λύσις:

Εἰς τὸν ἄξονα τῶν παροχῶν καθορίζομεν τὸ σημεῖον Δ (παροχὴ $140 \text{ m}^3/\text{h}$) καὶ ἐξ αὐτοῦ φέρομεν κατακόρυφον, πού τέμνει τὴν πλαγίαν τῆς ταχύτητος $2,2 \text{ m/s}$ εἰς τὸ σημεῖον Ε, τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς ὀνομαστικὴν διάμετρον σωλῆνος 150 mm (6"). Ἐκ τοῦ σημείου αὐτοῦ φέρομεν ὀριζοντίαν εὐθεΐαν, ἡ ὁποία συναντᾷ τὸν ἄξονα τῶν ἀντιστάσεων εἰς τὸ σημεῖον Ζ, πού ἀντιστοιχεῖ εἰς ἀντίστασιν $3,2 \text{ m}$ ἀνὰ 100 m σωλῆνος. Διὰ μήκος σωλῆνος 400 m ἡ ἀντίστασις θὰ εἶναι :

$$R = 3,2 \times \frac{400}{100} = 12,8 \text{ m.}$$

Εἰς τὰς σωληνώσεις ἐκτὸς τῶν εὐθυγράμμων σωλῆνων χρησιμοποιοῦνται καὶ εἰδικὰ ἐξαρτήματα, ὅπως π.χ. καμπύλαι, γωνίαι, ταῦ, διακόπται ροῆς κ.ἄ. Ὅταν τὸ ὕδωρ, πού ρέει ἐντὸς τῆς σωληνώσεως, περνᾷ ἀπὸ τὰ ἐξαρτήματα αὐτά, συναντᾷ μεγαλύτεραν ἀντίστασιν ἀπὸ ὅσιν συναντᾷ, ὅταν περνᾷ ἀπὸ εὐθυγράμμους σωλῆνας, διότι, ἐκτὸς τῆς τριβῆς, ἐκεῖ δημιουργοῦνται ἀντιστάσεις ἐκ τῆς ἀλλαγῆς τῆς διευσθύνσεως ροῆς ὡς καὶ ἀλλαγῆς τῆς διατομῆς. Διὰ νὰ εὐρωμεν τὴν ἀντίστασιν, πού παρουσιάζουν εἰς τὴν ροὴν τὰ εἰδικὰ αὐτά ἐξαρτήματα τῶν σωληνώσεων, φανταζόμεθα ὅτι τὰ ἀντικαθιστῶμεν μὲ εὐθύγραμμα τμήματα σωλῆνος τῆς ἰδίας διαμέτρου καὶ μήκους τόσο, ὥστε νὰ δίδουν τὴν ἰδίαν ἀντίστασιν εἰς τὴν ροήν. Τὰ μήκη αὐτά λέγονται *ἰσοδύναμα μήκη* καὶ μετροῦνται συνήθως μὲ μονάδα τὴν ὀνομαστικὴν διάμετρον τοῦ σωλῆνος. Εἰς τὸν Πίνακα $2 \cdot 3 \cdot 1$ δίδονται τὰ ἰσοδύναμα μήκη διὰ τὰ συνηθέστερα ἐξαρτήματα τῶν σωληνώσεων. Εἰς αὐτὸν τὸ d παριστᾷ τὴν ὀνομαστικὴν διάμε-

τρον τοῦ σωλῆνος. Ἡ πρώτη στήλη δίδει τὰ ἰσοδύναμα μήκη διὰ σωληνώσεις ὀνομαστικῆς διαμέτρου μικροτέρας ἢ ἴσης πρὸς 8 Ἴντσας, ἐνῶ ἡ δευτέρα δι' ὀνομαστικὴν διάμετρον μεγαλυτέραν τῶν 8 Ἴντσῶν.

Π Ι Ν Α Κ 2·3·1

Εἰδικὸν ἐξάρτημα	Ἴσοδύναμον μῆκος	
	$d \leq 8''$	$d > 8''$
Ἀνοικτὴ καμπύλη 90° ἢ Ταῦ εὐθείας ἐκροῆς	16 d	15 d
Κανονικὴ καμπύλη 90° ἢ Ταῦ εὐθείας ἐκροῆς μέ πλευρικὴν συστολὴν $1/4$ τῆς ὀνομαστικῆς	20 d	25 d
Κλειστὴ καμπύλη 90° ἢ Ταῦ εὐθείας ἐκροῆς μέ πλευρικὴν συστολὴν $1/4$ τῆς ὀνομαστικῆς	30 d	40 d
Ταῦ πλευρικῆς ἐκροῆς	60 d	80 d
Συρταρωτὴ βαλβὶς (βάννα)	12 d	15 d
Βαλβὶς ἀντεπιστροφῆς (κλαπὲ)	30 d	40 d
Βαλβὶς ἀναρροφῆσεως (ποτήρι)	30 d	40 d
Διὰ καμπύλας 45° λαμβάνεται ὡς ἀντίστασις τὸ ἡμισυ τῶν διὰ καμπύλας 90° δεδομένων		

Παραδείγματα.

1) Νὰ εὑρεθῇ τὸ ἰσοδύναμον μῆκος διὰ κανονικὴν καμπύλην 90° σωλῆνος 6''.

Λύσις:

Εἰς τὴν δευτέραν γραμμὴν, στήλη πρώτη, εὐρίσκομεν ὡς ἰσοδύναμον μῆκος:

$$20d = 20 \times 6'' = 120'' \quad \eta \quad 120 \times \frac{25,4}{1000} = 3,048 \text{ m.}$$

2) Νὰ εὑρεθῇ τὸ ἰσοδύναμον μῆκος διὰ βαλβίδα ἀναρροφῆσεως 10 Ἴντσῶν.

Λύσις:

Εἰς τὴν τελευταίαν γραμμὴν τοῦ πίνακος, δευτέρα στήλη, εὐρίσκομεν ὡς ἰσοδύναμον μῆκος:

$$40d = 40 \times 10'' = 400'' \quad \eta \quad \frac{400 \times 25,4}{1000} = 10,26 \text{ m.}$$

Ἔτσι, ἐάν εἰς σωλήνωνσιν μεταφορᾶς ὕδατος γνωρίζωμεν τὴν ὀνομαστικὴν διάμετρον καὶ τὴν παροχὴν, διὰ τὸν ὑπολογισμόν τῆς ὀλικῆς ἀντιστάσεως εἰς τὴν ροὴν εὐρίσκομεν τὰ ἰσοδύναμα μήκη τῶν εἰδικῶν τεμαχίων, τὰ προσθέτομεν εἰς τὰ εὐθύγραμμα μήκη καὶ εὐρίσκομεν τὸ ἰσοδύναμον ὀλικὸν μῆκος τῆς σωληνώσεως. Διὰ τὸ μῆκος τοῦτο εὐρίσκομεν ἐκ τοῦ διαγράμματος τὴν ὀλικὴν ἀντίστασιν εἰς τὴν ροήν.

Παράδειγμα.

Διὰ τὴν σωλήνωνσιν τοῦ σχήματος 2·3 γ νὰ εὐρεθῇ ἡ ἀντίστασις εἰς τὴν ροὴν καθαροῦ ὕδατος διὰ παροχὴν $30 \text{ m}^3/\text{h}$.

Λύσις:

$$\text{Εὐθύγραμμα μήκη} \quad 5 + 100 + 15 = 120 \text{ m}$$

1 βαλβὶς ἀναρροφῆσεως:

$$30d = 30 \times 3'' = 90'' = \frac{90 \times 25,4}{1000} = 2,28 \text{ m}$$

6 κανονικαὶ καμπύλαι:

$$6 \times 20d = 360'' = 360 \times \frac{360 \times 25,4}{1000} = 9,12 \text{ m}$$

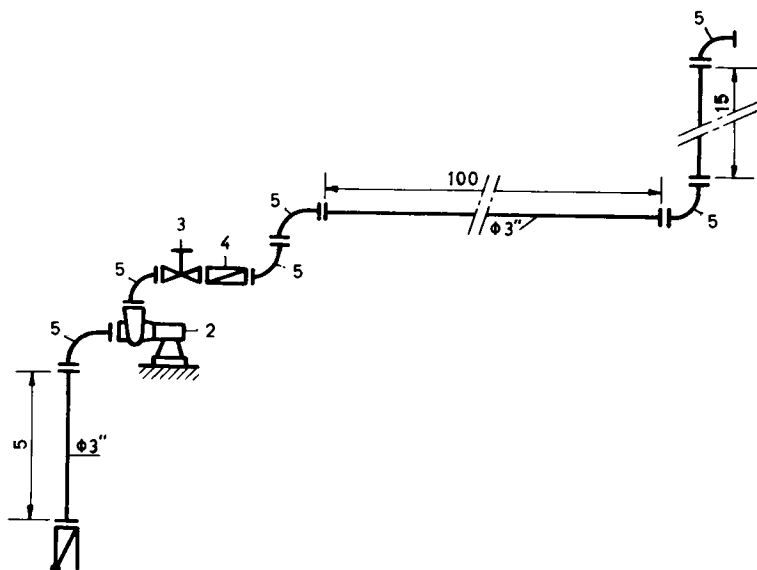
$$1 \text{ συρταρωτὴ βαλβὶς} \quad 12d = 36'' = \frac{36 \times 25,4}{1000} = 0,91 \text{ m}$$

$$1 \text{ βαλβὶς ἀντεπιστροφῆς} \quad 30d = 90'' = \frac{90 \times 25,4}{1000} = 2,28 \text{ m}$$

$$\text{Συνολικὸν ἰσοδύναμον μῆκος} \quad 134,59 \text{ m}$$

Ἐκ τοῦ διαγράμματος εὐρίσκομεν ὅτι διὰ παροχὴν $30 \text{ m}^3/\text{h}$ καὶ σωλῆνα 3'' (80 mm) ἡ ἀντίστασις διὰ μῆκος σωλῆνος 100 m εἶναι 4,2 m. Ἐπομένως διὰ συνολικὸν μῆκος 134,6 m ἡ ἀντίστασις εἰς τὴν ροὴν θὰ εἶναι ἴση πρὸς:

$$\frac{134,6}{100} \times 4,2 = 5,65 \text{ m στήλης ὕδατος}$$



Σχ. 2·3 γ.

2 · 4 Ροή των υγρών εντός ανοικτών αγωγών.

Ἀνοικτοὶ λέγονται οἱ ἀγωγοὶ μεταφορᾶς υγρῶν, ὅταν κατὰ τὴν ροὴν παρουσιάζουν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ υγροῦ.

Ἡ διατομή τοῦ ἀγωγοῦ εἶναι δυνατόν νὰ εἶναι εἴτε ἀνοικτὴ εἴτε κλειστή, ἀλλὰ τὸ υγρὸν δὲν τὴν πληρώνει, ἐφ' ὅσον παρουσιάζει ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν.

Αἱ συνηθέστεραι διατομαὶ ἀνοικτῶν ἀγωγῶν εἶναι (σχ. 2 · 4 α): ὀρθογωνικὴ α, τραπεζοειδὴς β, διπλὴ τραπεζοειδὴς γ, κυκλικὴ δ, ὠοειδὴς ε, κ.ἄ.

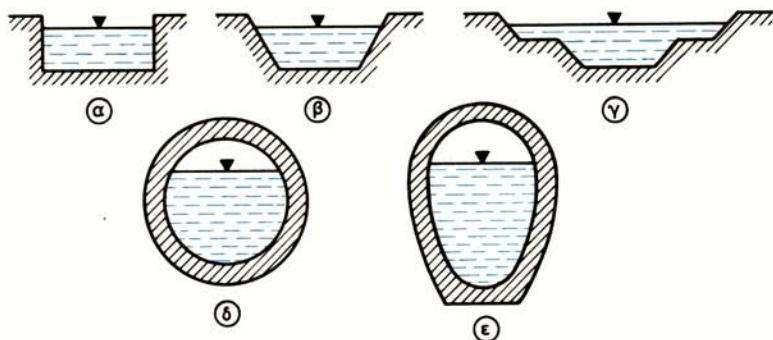
Οἱ ἀνοικτοὶ ἀγωγοὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς ἀρδεύσεις (ἀρδευτικαὶ διώρυγες), τὴν ναυσιπλοΐαν (πλωταὶ διώρυγες), κεντρικὰς ἀρτηρίας ὑδρεύσεως, ἀποχετεύσεις, ὑδροδυναμικὰ ἔργα κ.ἄ.

Ἡ ροὴ τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς ἀνοικτοὺς ἀγωγοὺς προκαλεῖται ἀπὸ τὴν κλίσιν τοῦ ἀγωγοῦ.

Κατὰ τὴν ροὴν εἰς ἀνοικτοὺς ἀγωγοὺς ἡ ἐλευθέρη ἐπιφάνεια τοῦ υγροῦ δὲν εἶναι ὀριζοντία, ἀλλὰ ἔχει τὴν αὐτὴν κλίσιν μὲ τὸν πυθμένα τοῦ ἀγωγοῦ.

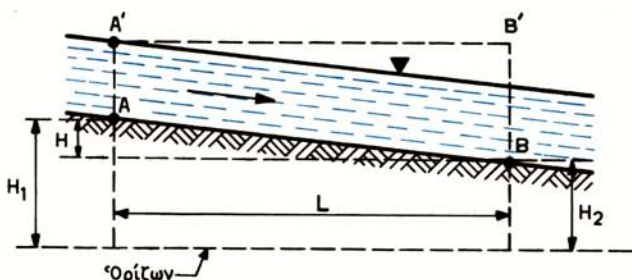
Θεωροῦμεν δύο σημεία Α καὶ Β ἐπὶ τοῦ πυθμένος ἑνὸς ἀνοικτοῦ ἀγωγοῦ (σχ. 2·4 β), τὰ ὁποῖα ἔχουν ὑψόμετρα H_1 καὶ H_2 ἀντιστοίχως καὶ ἀπέχουν ἀπόστασιν L . Κλίσις J τοῦ πυθμένος λέγεται τὸ πηλίκον:

$$J = \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{H}{L} \quad (17)$$



Σχ. 2·4 α.

Κατὰ τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς ἀνοικτοὺς ἀγωγούς παρουσιάζεται ἐκτὸς τῆς ἐσωτερικῆς τριβῆς καὶ ἀντίστασις ἐξ αἰτίας τῆς τριβῆς τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τῶν παρειδῶν τοῦ ἀγωγοῦ. Πρὸς ὑπερνίκησιν τῆς ὀλικῆς τριβῆς χρησιμοποιεῖται τὸ ἔργον τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς



Σχ. 2·4 β.

πτώσεως τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ κατὰ H μέτρα. Ὡστε ἡ ἀπώλεια ἐνεργείας ἀνὰ μονάδα μάζης μεταξὺ δύο θέσεων A' καὶ B' (σχ. 2·4 β) ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ρέοντος ὑγροῦ, ποὺ ἔχουν ὑψομετρικὴν διαφορὰν H , εἶναι ἴση πρὸς H · ἀλλὰ τὸ H παριστᾷ καὶ τὴν κλίσιν τοῦ

άγωγού ανά μονάδα μήκους αυτού, ως εξάγεται από την σχέση(17), αν τεθῇ $L = 1 \text{ m}$, έπομένως είναι:

$$L = J$$

δηλαδή εις τούς άνοικτούς άγωγούς ή άπώλεια έκ τριβών ανά μέτρον μήκους είναι ίση πρὸς την κλίσιν τοῦ άγωγού.

Ἡ έρευνα τών νόμων τῆς ροῆς εις τούς άνοικτούς άγωγούς είναι δύσκολος έξ αίτίας τών πολλών μεταβλητῶν παραγόντων, ποῦ υπεισέρχονται κατὰ τούς ύπολογισμούς. Πρὸς άπλοποίησιν δεχόμεθα ὅτι ή διατομή τοῦ άγωγού καθὼς καί ή ταχύτης ροῆς είναι σταθερά. Ὑπὸ τούς ὅρους αυτούς ή έκ τριβών άπώλεια ὕψους είναι ανάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύτητος, άντιστρόφως ανάλογος τοῦ έμβαδοῦ τῆς υγρᾶς διατομῆς, καί ανάλογος τῆς βρεχομένης περιμέτρου Π τοῦ άγωγού, ήτοι:

$$J = K \cdot \frac{v^2 \cdot \Pi}{E} \quad (18)$$

Ἄν τὸ πηλίκον $\frac{E}{\Pi}$ ονομάσωμεν ὕδραυλικήν άκτίνα R τῆς διατομῆς, θά είναι:

$$J = \frac{K \cdot v^2}{R} \quad (19)$$

ὅπου: K είναι ένας συντελεστής ποῦ εξαρτᾶται από την φύσιν τῆς έπιφανείας τών τοιχωμάτων καθὼς καί από τὸ ίξῶδες τοῦ υγροῦ.

Ἀπὸ την σχέση (19) εύρίσκομεν την ταχύτητα ροῆς v :

$$v = \sqrt{\frac{R \cdot J}{K}} = C \sqrt{R \cdot J} \quad (20)$$

$$\text{ὅπου: } C = \frac{1}{\sqrt{K}}.$$

Ἀπὸ πειράματα διαφόρων έρευνητῶν εύρέθη, ὅτι ὁ συντελεστής C εξαρτᾶται από τὸ μέγεθος R καί από την τραχύτητα τών παρειῶν τοῦ άγωγού. Κατὰ καιροὺς έδόθησαν διάφοροι τύποι ύπολογισμοῦ τοῦ C · ὁ συνηθέστερον χρησιμοποιούμενος σήμεραν είναι ὁ εύρεθείς από πειράματα τοῦ Manning:

$$C = \frac{1}{\eta} R^{1/6} \quad (21)$$

όπου: η είναι ὁ συντελεστής *τραχύτητος*, ὁ ὁποῖος εὑρίσκεται ἀπὸ τὸν Πίνακα 2 · 4 · 1.

Π Ι Ν Α Κ 2 · 4 · 1

Εἶ δ ο ς ἄ γ ω γ ο ῦ	Κατάστασις ἐπιφανείας		
	Καλή	Μετρία	Κακή
Διώρυγες με ἐπένδυσιν μπετόν	0,014	0,016	0,018
» με τοιχώματα ἐξ ἀργῶν λίθων	0,020	0,025	0,030
» με τοιχώματα ἐκ ξηρολιθιάς	0,030	0,033	0,035
» ἐπὶ γαιώδους ἐδάφους ἀνευ ἐπενδύσεως	0,020	0,023	0,025
» ἐπὶ βραχώδους ἐδάφους με λεία τοιχώματα	0,030	0,033	0,035
» με ἀνωμάλους πλευράς	0,030	0,033	0,035
Φυσικά ρεύματα, ὄχθαι καθαρὰί	0,028	0,030	0,033
» » ὄχθαι με ἀγριόχορτα	0,033	0,035	0,040
» » » » » καὶ λίθους	0,040	0,045	0,050
Ποταμοὶ μικρᾶς κλίσεως	0,060	0,070	0,080

Ἐκ τῆς διατομῆς καὶ τῆς ταχύτητος ροῆς εὑρίσκομεν τὴν παροχὴν ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$Q \cdot E \cdot v = E \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot J} \quad (22)$$

όπου: Ε εἶναι ἡ ἐπιφάνεια τῆς ὑγρᾶς διατομῆς.

Παράδειγμα.

Νὰ εὑρεθῇ ἡ παροχὴ ποῦ δίδει διῶρυξ ὡς εἰς τὸ σχῆμα 2 · 4 γ διὰ κλίσιν πυθμένος $J = 0,002$, τῆς ὁποίας τὰ τοιχώματα εἶναι ἐξ ἀργῶν λίθων:

$$\alpha = \sqrt[3]{2^2 + 0,8^2} = 2,16 \text{ m.}$$

Λύσις:

Ἐγγρὰ ἐπιφάνεια:

$$E = \frac{3,0 + 4,6}{2} \times 2 = 7,6 \text{ m}^2.$$

Βρεχομένη περίμετρος:

$$\Pi = 3 + 2 \times 2,16 = 7,32 \text{ m.}$$

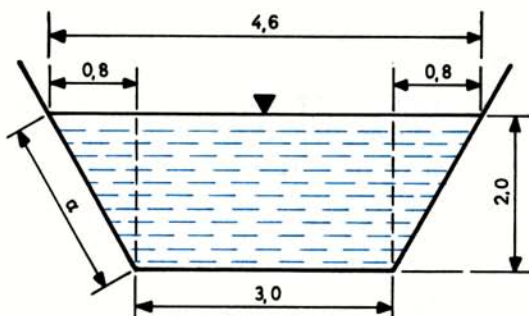
Ύδραυλική ακτίς:

$$R = \frac{E}{\Pi} = \frac{7,6}{7,32} = 1,037 \text{ m.}$$

Ταχύτης ροής:

$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot J} \text{ m/s.}$$

$$\text{Συντελεστής } C = \frac{1}{\eta} R^{1/6}.$$



Σχ. 2.4 γ.

Συντελεστής $\eta = 0,025$ (εκ του Πίνακος 2.4.1)

$$C = \frac{1}{0,025} \times {}^6\sqrt{1,037} = 40$$

$$v = 40 \sqrt{1,037 \times 0,002} = 1,78 \text{ m/s.}$$

Άρα η παροχή θα είναι:

$$q = 1,78 \times 7,6 = 13,53 \text{ m}^3/\text{s.}$$

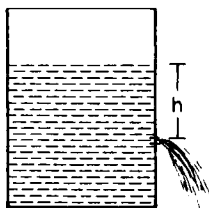
2.5 Έκροη υγρών από όπας δοχείων.

Έστω δοχείον πλήρες υγρού, τὸ ὁποῖον φέρει πλευρικήν ὀπήν (σχ. 2.5 α) ἀπέχουσαν ὕψος h ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ υγροῦ. Ἐκ τῆς ὀπῆς ἐκρέει υγρόν, τὸ ὁποῖον ἀντικαθίσταται συνεχῶς ἀπὸ ἄλλο, ποῦ ἐκρέει ἀπὸ κρουνὸν οὕτως, ὥστε τὸ ὕψος h νὰ παραμένῃ σταθερόν.

Διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ταχύτητα ἐκροῆς v διὰ τῆς ὀπῆς ἐφαρμόζομεν τὸ θεώρημα Μπερνουγί εἰς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ υγροῦ καὶ εἰς τὴν θέσιν τῆς ὀπῆς· γενικῶς θὰ εἶναι:

$$p_0 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_0^2 + h_0 \cdot \rho \cdot g = p' + \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 + h' \cdot \rho \cdot g.$$

Ἡ πίεσις p_0 εἰς τὴν ἐπιφάνειαν εἶναι περίπου ἴση πρὸς τὴν πίεσιν p' εἰς τὴν ὀπὴν (καὶ αἱ δύο πιέσεις εἶναι ἴσαι μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικήν), ἐφ' ὅσον τὸ δοχεῖον εἶναι ἀνοικτόν.



Σχ. 2.5 α.

Ἐὰν ὡς ἀρχὴν μετρήσεως τῶν ὑψῶν θεωρήσωμεν τὸ κέντρον τῆς ὀπῆς, θὰ εἶναι $h' = 0$ καὶ $h_0 = h$.

Ἐξ ἄλλου ἡ ταχύτης v_0 τῶν υγρῶν μορίων εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ δοχείου εἶναι πολὺ μικρὰ ἐν σχέσει πρὸς τὴν v , διότι ἡ ἐλευθέρη ἐπιφάνεια τοῦ δοχείου εἶναι πολὺ μεγάλη ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ὀπῆς· ἂν τεθῇ $v_0 = 0$, ἡ ἐξίσωσις Μπερνούγι γίνεται:

$$h \cdot \rho \cdot g = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

Ἄν λύσωμεν δὲ ὡς πρὸς v , εὐρίσκομεν:

$$v = \sqrt{2g \cdot h} \quad (23)$$

Ἡ σχέσηις αὕτῃ εἶναι γνωστὴ καὶ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν πτώσιν τῶν σωμάτων καὶ δύναται νὰ διατυπωθῇ ὡς ἑξῆς:

Ἡ ταχύτης ἐκροῆς υγροῦ ἀπὸ ὀπῆν, εὐρισκομένην εἰς ἀπόστασιν h ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ υγροῦ, εἶναι ἴση μὲ τὴν ταχύτητα πού θὰ ἀπέκτα ἡ μάζα τοῦ υγροῦ, ἐὰν ἔπιπτε κατακορύφως ἐκ τοῦ ὕψους h .

Ἡ πρότασις αὕτῃ λέγεται *θεώρημα τοῦ Τορρικέλλι*.

Ἄν E εἶναι ἡ ἐπιφάνεια τῆς ὀπῆς, ἡ παροχὴ ροῆς θὰ εἶναι:

$$Q = E \cdot v = E \cdot \sqrt{2g \cdot h} \quad (24)$$

Εἰς τὰ προηγούμενα δὲν ἐλήφθη ὑπ' ὄψιν ἡ τριβὴ μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ υγροῦ καθὼς καὶ ἡ τριβὴ πρὸς τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου.

Εἰς τὴν πραγματικότητα αἱ τριβαὶ ὑπάρχουν καὶ ἡ πραγματικὴ ταχύτης ἐκροῆς εἶναι μικροτέρα ἀπὸ τὴν διδομένην ἐκ τῆς σχέσεως (23), δύναται δὲ νὰ ἐκφρασθῇ ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$v = \varphi \cdot \sqrt{2g \cdot h} \quad (25)$$

ὅπου: φ εἶναι ὁ συντελεστὴς ταχύτητος, ὁ ὁποῖος ἐξαρτᾶται ἀπὸ

τὴν διάμετρον τῆς ὀπῆς καὶ τὸ ὕψος h καὶ κυμαίνεται διὰ συνθήεις κυκλικὰς ὀπὰς μὲ αἰχμηρὰ χεῖλη μεταξὺ 0,99 καὶ 0,95.

Ἐξ ἄλλου κατὰ τὴν ἐκροὴν ἐκ τῆς ὀπῆς ἡ πραγματικὴ διατομὴ τῆς ὕδατινης ἀκτίνος εἶναι μικροτέρα ἀπὸ τὴν διατομὴν τῆς ὀπῆς. Ἄν E_1 εἶναι ἡ διατομὴ τῆς ὕδατινης ἀκτίνος, τὸ πηλίκον:

$$\frac{E'}{E} = \psi \quad (26)$$

λέγεται *συντελεστὴς συστολῆς*.

Ἀπὸ τὴν σχέσιν (26) προκύπτει:

$$E' = \psi \cdot E.$$

Ὁ συντελεστὴς συστολῆς ἐξαρτᾶται καὶ αὐτὸς ἀπὸ τὴν διάμετρον τῆς ὀπῆς καθὼς καὶ ἀπὸ τὸ ὕψος h καὶ δίδεται εἰς πίνακας.

Ἡ πραγματικὴ παροχὴ Q' θὰ εἶναι:

$$Q' = E' \cdot v = \psi \cdot E \cdot \varphi \cdot \sqrt{2g \cdot h'}$$

καὶ ἂν τεθῇ $\mu = \psi \cdot \varphi$ προκύπτει:

$$Q' = \mu \cdot E \cdot \sqrt{2g \cdot h} = \mu \cdot Q \quad (27)$$

ὅπου: μ εἶναι ὁ *συντελεστὴς ἐκροῆς*, δηλαδὴ τὸ πηλίκον τῆς πραγματικῆς παροχῆς διὰ τῆς θεωρητικῆς. Ἐξαρτᾶται καὶ αὐτὸς ἀπὸ τὴν διάμετρον τῆς ὀπῆς ἐκροῆς καὶ τὸ ὕψος αὐτῆς ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕγρου.

Παράδειγμα.

Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ παροχὴ ὕδατος δι' ὀπῆς κυκλικῆς διαμέτρου 30 mm εὐρίσκομένης εἰς ἀπόστασιν $h = 0,30$ m ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν δοχείου.

Λύσις:

Διὰ τὰ ὡς ἄνω δεδομένα εὐρίσκομεν ἀπὸ πίνακας: $\mu = 0,602$.

Ἐφαρμόζοντες τὴν σχέσιν (27)

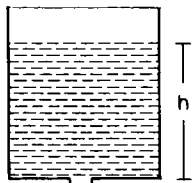
$$\text{ὅπου: } E = \frac{\pi}{4} \times 0,03^2 = 0,0007 \text{ m}^2, \text{ εὐρίσκομεν:}$$

$$Q' = 0,602 \times 0,0007 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,30} \simeq 0,001 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{ἢ } Q' = 1 \text{ lit/s.}$$

Χρόνος κενώσεως δοχείων.

Έστω δοχείον κυλινδρικόν ἢ πρισματικόν πλήρες ὑγροῦ μέχρι ὕψους h , ποῦ φέρει εἰς τὸν πυθμένα ὀπὴν ἐμβαδοῦ E_0 , ἐνῶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ δοχείου εἶναι E_1 (σχ. 2·5 β). ὁ χρόνος πλήρους κενώσεως τοῦ δοχείου ὑπολογίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:



$$T = \frac{2E_1 \cdot \sqrt{h}}{\mu \cdot E_0 \cdot \sqrt{2g}} \quad (28)$$

Σχ. 2·5 β.

Παράδειγμα.

Νὰ ὑπολογισθῇ ὁ χρόνος κενώσεως κυλινδρικῆς δεξαμενῆς διαμέτρου $D_1 = 2$ m μέσω ὀπῆς διαμέτρου $d_0 = 4$ cm, ἐὰν εἶναι πλήρης ὕδατος μέχρις ὕψους $h = 1,5$ m.

Λύσις:

Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ δοχείου εἶναι:

$$E_1 = \frac{\pi}{4} \cdot 2^2 = 3,14 \text{ m}^2.$$

Ἡ ἐπιφάνεια τῆς ὀπῆς εἶναι:

$$E_0 = \frac{\pi}{4} \times 0,04^2 = 0,00125 \text{ m}^2.$$

Ἐφαρμόζοντες τὴν σχέσιν (28) εὐρίσκομεν:

$$T = \frac{2 \times 3,14 \times \sqrt{1,5}}{0,604 \times 0,00125 \sqrt{2 \times 9,81}} = \frac{7,65}{0,00336} = 2290 \text{ s}$$

$$\eta \quad T = \frac{2290}{60} \cong 38 \text{ min.}$$

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΑΝΤΛΙΑΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 3

ΔΙΑΙΡΕΣΙΣ ΑΝΤΛΙΩΝ

3·1 Γενικά.

Αἱ ἀντλῖαι χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν μετακίνησιν τῶν ὑγρῶν. Ἡ μετακίνησις πραγματοποιεῖται διὰ προσδόσεως εἰς τὸ ὑγρὸν ἐνεργείας, τὴν ὁποίαν παραλαμβάνει ἡ ἀντλία ἀπὸ τὴν κινητηρίαν μηχανήν.

Ἡ πρόσδοσις ἐνεργείας εἰς τὰ ὑγρά μέσω τῆς ἀντλίας σκοπὸν ἔχει συνήθως τὴν ἀνύψωσιν αὐτῶν ἀπὸ μιᾶς στάθμης εἰς ἄλλην ποῦ ἔχει μεγαλύτερον ὑψόμετρον, χαρακτηρίζεται δὲ ὡς ἀντλησις ἐκ τῆς χαμηλοτέρας πρὸς τὴν ὑψηλοτέραν στάθμην.

Ἡ χρῆσις τῶν ἀντλιῶν εἶναι εὐρυτάτη.

Εἰς τὰ ἐργοστάσια εἶναι ἐγκατεστημέναι συνήθως πολλαὶ ἀντλῖαι διὰ διαφόρους χρήσεις (ἀντλησις ὕδατος ἀπὸ φρέατα, κυκλοφορία ὕδατος ψύξεως, τροφοδότησις καυστήρων πετρελαίου, τροφοδότησις ἀτμολεβήτων κ.ἄ.). Εἰς τὰ αὐτοκίνητα αἱ ἀντλῖαι χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν τροφοδότησιν τοῦ κινητήρος μὲ καύσιμον, καθὼς καὶ διὰ τὴν κυκλοφορίαν τοῦ ὕδατος ψύξεως καὶ τοῦ ἐλαίου λιπάνσεως. Εἰς τὰ πλοῖα χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν τροφοδότησιν τῶν ἀτμολεβήτων δι' ὕδατος ἢ τῶν πετρελαιομηχανῶν διὰ καυσίμου καθὼς καὶ διὰ τὴν ἀντλησιν ὑδάτων ἐκ τοῦ κήτους. Εἰς τὰς ἐγκαταστάσεις κεντρικῶν θερμάνσεων χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἐνίσχυσιν τῆς κυκλοφορίας τοῦ θερμοῦ ὕδατος (*κυκλοφορηταί*). Τέλος εἰς τὰς ἀγροτικὰς περιοχὰς αἱ ἀντλῖαι χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἀντλησιν ὕδατος πρὸς ὕδρευσιν τῶν κατοικιῶν καὶ πότισμα τῶν κτημάτων.

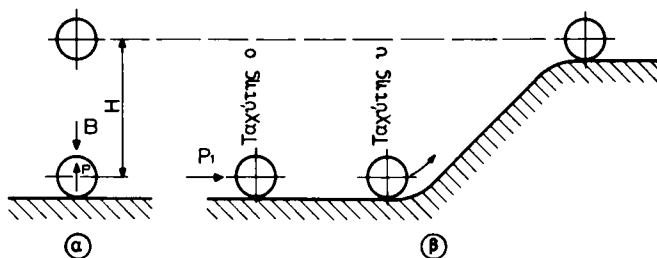
3·2 Κατηγορίαι ἀντλιῶν.

Αἱ ἀντλῖαι διαιροῦνται εἰς δύο κυρίως κατηγορίας: α) Εἰς τὰς *φωγοκέντρους* ἀντλίας καὶ β) εἰς τὰς ἀντλίας *ἐκτοπίσεως*. Ὑπάρχει

καί τρίτη κατηγορία άντλιών, εις τήν όποίαν ύπάγονται αί *ειδικαί* άντλίες (Κεφάλ. 7), αί όποίαι χρησιμοποιοϋνται σπανίως καί εις ειδικάς περιπτώσεις.

Εις τās φυγοκέντρους άντλίας ή ένέργεια προσδίδεται εις τόν ύγρόν διά περιστροφής μέσωσ δίσκου μετά πτερυγίων, τής λεγομένης *πτερωτής*. Η πτερωτή, καθώς περιστρέφεται, παρασύρει διά τών πτερυγίων καί τόν ύγρόν εις περιστροφήν· τοϋτο, υπό τήν ένέργειαν τής φυγοκέντρου δυνάμεως, ώθειται πρός τήν περιφέρειαν τοϋ δίσκου, παραλαμβάνεται άπό τόν σπειροειδές κέλυφος, τόν όποϊον περιβάλλει τόν δίσκον, καί όδηγεΐται εις τήν σωλήνωσιν καταθλίψεως.

Εις τās άντλίας έκτοπίσεως ένας θάλαμος πληροϋται συνεχώς άπό τόν πρός άντλησιν ύγρόν, τόν όποϊον πιέζεται μέ κάποιο μέσον (συνήθως παλινδρομοϋν έμβολον)· έτσι έκτοπίζεται άπό τόν θάλαμον καί ώθειται πρός τήν σωλήνωσιν καταθλίψεως.



Σχ. 3.2.

Διά νά άντιληφθώμεν καλύτερον τήν διαφοράν εις τόν τρόπον λειτουργίας τής φυγοκέντρου άντλίας καί τής άντλίας έκτοπίσεως, ός θεωρήσωμεν σφαίραν βάρους B , τήν όποίαν πρόκειται νά άνυψώσωμεν εις ύψος H (σχ. 3.2). Η άνύψωσις δύναται νά γίνη κατά δύο τρόπους:

α) Νά εφαρμόσωμεν επί τής σφαίρας δύναμιν P ίσην καί αντίθετον πρός τόν βάρος B [σχ. 3.2(α)].

β) Νά εφαρμόσωμεν επί τοϋ σώματος όριζοντίαν δύναμιν P_1 [σχ. 3.2(β)], ή όποία προσδίδει εις τήν σφαίραν επιτάχυνσιν, μέ άποτέλεσμα νά άνέλθη ή σφαίρα εις τόν ύψος H μέσωσ τοϋ κεκλιμένου επιπέδου (έφ' όσον βεβαίως ή ταχύτης αύτής v είναι άρκετή). Ό

πρώτος τρόπος άντιστοιχεί είς τήν άντλίαν έκτοπίσεως, ένώ ό δεύτερος είς τήν φυγόκεντρον άντλίαν.

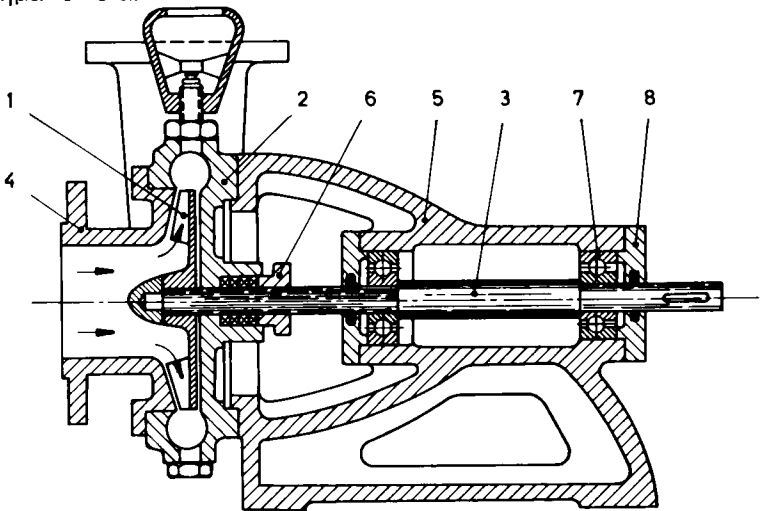
Ή φυγόκεντρος άντλία, λόγω τής περιστροφικής κινήσεως τής πτερωτής, δύναται νά αναπτύξη μεγάλας ταχύτητας ροής τοῦ ὕγρου, έπομένως μέ μικρόν ὄγκον δίδει μεγάλην παροχήν. Άντιθέτως ή άντλία έκτοπίσεως, ή όποία συνήθως μεταδίδει είς τὸ ὕγρον ταχύτητα μέσω παλινδρομοῦντος έμβόλου, δέν δύναται νά αναπτύξη μεγάλας ταχύτητας ροής· έπομένως διά τόν αὐτόν ὄγκον μηχανής δίδει σχετικῶς μικράν παροχήν. Τοῦτο σημαίνει, ὅτι ή φυγόκεντρος άντλία είναι οίκονομικωτέρα τής άντλίας έκτοπίσεως καί διά τοῦτο χρησιμοποιεῖται εύρύτατα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 4

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΙ ΑΝΤΛΙΑΙ

4·1 Γενική περιγραφή. Ἀρχὴ λειτουργίας.

Ἡ φυγόκεντρος ἀντλία ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο κύρια στοιχεῖα: τὴν *πτερωτὴν* καὶ τὸ *σπειροειδὲς κέλυφος* ἢ *κοχλίαν*. Ἡ πτερωτὴ προσδίδει εἰς τὸ ὑγρὸν περιστροφικὴν κίνησιν καὶ τὸ ὠθεῖ πρὸς τὴν περιφέρειαν αὐτοῦ, ἐνῶ τὸ κέλυφος τὸ συλλέγει ἐκ τῆς περιφερείας τῆς πτερωτῆς καὶ τὸ ὁδηγεῖ εἰς τὸν σωλῆνα καταθλίψεως, ὡς ἥδη ἐλέχθη. Ἡ πλήρης ἀντλία περιλαμβάνει ἀκόμη τὸν ἄξονα, τὴν βάσιν, τὰ ἔδρανα, τὸν στυπιοθλίπτην κ.λπ., ὡς εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 4·1 α.



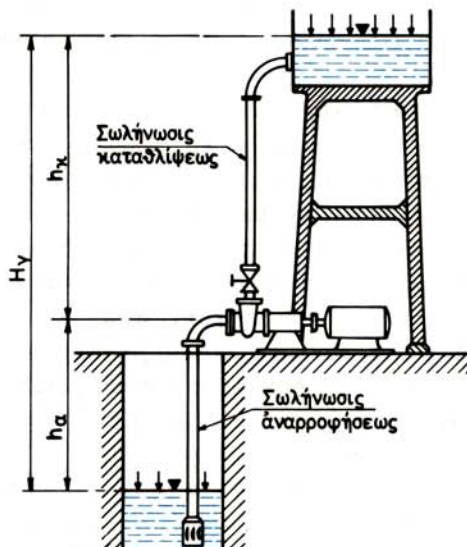
Σχ. 4·1 α.

1. Πτερωτὴ. 2. Σπειροειδὲς κέλυφος. 3. Ἄξων. 4. Κάλυμμα ἀναρροφήσεως. 5. Βάσις. 6. Στυπιοθλίπτης. 7. Ἐδρανα. 8. Κάλυμμα ἐδράνου.

Τὴν λειτουργίαν τῆς φυγόκεντρος ἀντλίας θὰ παρακολουθήσωμεν μὲ βάσιν τὸ σχῆμα 4·1 β, τὸ ὁποῖον εἰκονίζει φυγόκεντρον ἀντλίαν ἐγκατεστημένην εἰς φρέαρ δι' ἀντλησιν ὕδατος καὶ ἀνύψωσιν αὐτοῦ εἰς δεξαμενὴν ἐπὶ πύργου.

Το στόμιον άναρροφήσεως τῆς άντλίας συνδέεται μέ τήν σωλήνωσιν άναρροφήσεως, ἡ ὁποία καταλήγει εἰς τὸ φρέαρ καὶ φέρει εἰς τὸ ἄκρον βαλβίδα άντεπιστροφῆς. Τὸ στόμιον καταθλίψεως συνδέεται πρὸς τήν σωλήνωσιν καταθλίψεως, διὰ τῆς ὁποίας τὸ ὕδωρ ὀδηγεῖται πρὸς τὴν δεξαμενὴν τοῦ πύργου.

Διὰ τὴν ἀρχικὴν λειτουργίαν γεμίζομεν τὴν άντλίαν καὶ τήν σωλήνωσιν άναρροφήσεως μέ ὕδωρ. Θέτομεν εἰς κίνησιν τὴν άντλίαν, δηλαδή ἡ πτερωτὴ λαμβάνει περιστροφικὴν κίνησιν καὶ παρασύρει εἰς περιστροφὴν τὸ ἐντὸς τῆς άντλίας ὕδωρ. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις ἐκδιώκει τὸ ὕδωρ πρὸς τὴν περιφέρειαν τῆς πτερωτῆς, ἀπὸ ὅπου τὸ παραλαμβάνει ὁ κοχλίας, τὸ ὀδηγεῖ εἰς τὸ στόμιον καταθλίψεως καὶ ἐκεῖθεν διὰ τῆς σωληνώσεως καταθλίψεως πρὸς τὴν δεξαμενὴν.



Σχ. 4.1 β.

Συγχρόνως εἰς τὸ κέντρον τῆς πτερωτῆς, ὅπου εὐρίσκεται τὸ στόμιον άναρροφήσεως τῆς άντλίας, δημιουργεῖται πίεσις χαμηλότερα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, μέ ἀποτέλεσμα νὰ πληρωθῇ ὁ χῶρος αὐτὸς μέ ὕδωρ ἀπὸ τὴν σωλήνωσιν άναρροφήσεως, ἡ ὁποία κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον κενοῦται. Τότε ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, ἡ ὁποία δρᾷ εἰς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος, ὠθεῖ ὕδωρ μέσα εἰς τὴν σωλήνωσιν άναρροφήσεως καὶ ἔτσι ὁ κύκλος λειτουργίας συνεχίζεται.

4 · 2 Χαρακτηριστικά μεγέθη.

Ὡς χαρακτηριστικά μεγέθη θεωροῦνται τὰ μεγέθη τὰ ἀπαιτούμενα διὰ τὸν ὑπολογισμόν τῆς άντλίας. Αὐτὰ εἶναι: Ἡ παροχή, τὸ ὅλικόν ὕψος καὶ ὁ ἀριθμὸς στροφῶν τῆς άντλίας.

α) *Παροχή* τῆς άντλίας εἶναι ὁ παρεχόμενος ὑπ' αὐτῆς ὀγκος

ύγρου ανά μονάδα χρόνου. Μετρείται εις κυβικά μέτρα ανά δευτερόλεπτον (m^3/s), εις λίτρα ανά πρώτον λεπτόν (l/min) ή εις κυβικά μέτρα ανά ώραν (m^3/h).

Η μέτρησις της παροχής επιτυγχάνεται εις τὰ έργαστήρια δοκιμών τών φυγοκέντρων άντλιών δια της μεθόδου του έκχειλιστού, δι' όγκομετρικού δοχείου ή δια του μετρητού Βεντούρι (Κεφάλ. Δοκιμαί 'Αντλιών).

β) Όλικόν ύψος άντλίας είναι ή αύξησις της ένεργείας του ύγρου μεταξύ του στομίου καταθλίψεως και του στομίου άναρροφήσεως, μετρουμένη εις ύψος στήλης του άντλουμένου ύγρου.

Πρέπει νά διευκρινισθή άν τó όλικόν ύψος Η θά ύπολογισθή έκ τών σχεδίων τοποθετήσεως της άντλίας ή άν θά καθορισθή δια μετρήσεως εις ύπάρχουσας έγκατάστασιν.

Κατά την πρώτην περίπτωση, άναφερόμενοι εις τó σχήμα 4.1 β, χαρακτηρίζομεν ώς γεωμετρικόν ύψος άνυψώσεως της άντλίας H_y την ύψομετρικήν διαφοράν μεταξύ της στάθμης άναρροφήσεως και της στάθμης καταθλίψεως. Τó ύψος τούτο άποτελείται άπό τó γεωμετρικόν ύψος άναρροφήσεως h_a , δηλαδή την ύψομετρικήν διαφοράν μεταξύ της στάθμης άναρροφήσεως και του κέντρου της πτερωτής της άντλίας και άπό τó γεωμετρικόν ύψος καταθλίψεως h_k , δηλαδή την ύψομετρικήν διαφοράν μεταξύ της στάθμης καταθλίψεως και του κέντρου της πτερωτής της άντλίας· είναι δηλαδή:

$$H_y = h_a + h_k$$

Η άντλία όμως κατά την άντλησιν έχει νά υπερνικήση και τās άντιστάσεις έκ τριβών του ύγρου εις τās σωληνώσεις άναρροφήσεως και καταθλίψεως. Αί άντιστάσεις αύται άνάγονται εις ύψος στήλης ύγρου H_t του λεγομένου ύψους τριβών. Τó ύψος τούτο άποτελείται άπό τó ύψος τριβών εις τās σωληνώσεις άναρροφήσεως h_{ta} και άπό τó ύψος τριβών εις τās σωληνώσεις καταθλίψεως h_{tk} . Είναι δηλαδή:

$$H_t = h_{ta} + h_{tk}$$

Όταν ή άντλία άναρροφή τó ύγρόν που άντλεϊ άπό δοχείον πίεσεως p_a και καταθλίβη εις δοχείον ύψηλοτέρας πίεσεως p_k (ώς π.χ. κατά την τροφοδότησιν άτμολεβήτων με ύδωρ), ή άντλία έχει νά υπερνικήση και την διαφοράν πίεσεων $p_k - p_a$, ή όποία άντιστοιχεί εις ύψος στήλης ύγρου:

$$H_p = \frac{(p_k - p_a) \cdot 10\,000}{\rho} \quad (29)$$

όπου: ρ ή πυκνότης του ύγρου εις kg/m^3 . 'Ο συντελεστής 10 000 τίθεται διὰ τὴν μετατροπὴν τῶν πιέσεων ἀπὸ kp/cm^2 εἰς kp/m^2 .

Τὸ ὅλικόν ὕψος τῆς ἀντλίας εἶναι τὸ ἄθροισμα τοῦ γεωμετρικοῦ ὕψους, τοῦ ὕψους τριβῶν καὶ τοῦ ὕψους πιέσεως. Εἶναι δηλαδὴ:

$$H = H_g + H_f + \frac{(p_k - p_a) \cdot 10\,000}{\rho} \quad (30)$$

Εἰς τὴν συνήθη περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν αἱ δεξαμεναὶ ἀναρροφήσεως καὶ καταθλίψεως εὐρίσκονται ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἡ σχέσις (30) ἀπλοποιεῖται εἰς:

$$H = H_g + H_f \quad (31)$$

(Διὰ τὸν ὑπολογισμόν τοῦ H_f βλέπε παράγρ. 2 · 3). 'Εὰν τὸ ὅλικόν ὕψος τῆς ἀντλίας, ποὺ μετρεῖται εἰς μέτρα στήλης τοῦ ἀντλούμενου ὕγρου, ἀναχθῇ εἰς ὕψος στήλης ὕδατος θερμοκρασίας 40°C , τοῦ ὁποίου εἶναι $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, προκύπτει τὸ *μανομετρικὸν ὕψος* τῆς ἀντλίας H_{man} . Μεταξὺ τοῦ ὁλικοῦ ὕψους καὶ τοῦ μανομετρικοῦ ὕψους τῆς ἀντλίας ὑφίσταται ἡ σχέσις:

$$H_{\text{man}} = \frac{H \cdot \rho}{1000} \quad (32)$$

'Εὰν τὸ ἀντλούμενον ὕγρον εἶναι καθαρὸν ψυχρὸν ὕδωρ μὲ $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, τότε εἶναι:

$$H_{\text{man}} = \frac{H \cdot 1000}{1000} = H$$

δηλαδὴ τότε τὸ ὅλικόν καὶ τὸ μανομετρικὸν ὕψος ταυτίζονται. (Διὰ τὴν περίπτωσιν ὑπολογισμοῦ τοῦ ὁλικοῦ ὕψους εἰς ὑπάρχουσας ἐγκατάστασιν βλέπε Κεφάλ. Δοκιμαὶ Ἀντλιῶν).

* Διὰ τὴν ἀκρίβειαν τὸ ὕψος στήλης ὕγρου, ποὺ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν διαφορὰν πιέσεων $p_k - p_a$ εἶναι:

$$H_p = \frac{(p_k - p_a) \cdot 10\,000}{\rho} \cdot \frac{9,81}{g}$$

καὶ διὰ $g = 9,81$ προκύπτει ἡ σχέσις (29).

γ) 'Ο *ἀριθμός στροφῶν* τῆς πτερωτῆς τῆς ἀντλίας, ἢ ἀριθμός στροφῶν τῆς ἀντλίας, ἐπηρεάζει τόσον τὴν παροχὴν ὅσον καὶ τὸ ὀλικὸν ὕψος αὐτῆς· δηλαδή ὁ ἀριθμὸς στροφῶν τῆς πτερωτῆς πρέπει νὰ εἶναι ὠρισμένος διὰ δεδομένην παροχὴν καὶ ὕψος.

Ὡς κινητηρία μηχανὴ εἰς τὰς ἀντλίας χρησιμοποιεῖται συνήθως ὁ ἠλεκτρικὸς κινητὴρ ἐναλλασσομένου ρεύματος μετὰ βραχυκυκλωμένου δρομέως. Ὁ ἀριθμὸς στροφῶν τοῦ κινητῆρος αὐτοῦ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν τῶν πόλων καὶ εἶναι:

$$\text{Δι' ἀριθ. πόλων:} \quad 2 \quad 4 \quad 6 \quad 8$$

$$\text{ἀριθμ. στροφῶν:} \quad 3000 \quad 1500 \quad 1000 \quad 750 \text{ ἀνὰ πρῶτον λεπτὸν}$$

Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἐπομένως πρὸς ἐπίτευξιν ἀριθμοῦ στροφῶν διαφορετικοῦ ἀπὸ τοὺς ὡς ἄνω, ἡ ζεῦξις κινητῆρος καὶ ἀντλίας πρέπει νὰ γίνεταί μέσω τροχαλίων καὶ ἱμάντων.

Εἰς περίπτωσιν χρησιμοποίησεως μηχανῆς ἐσωτερικῆς καύσεως (βενζινομηχανῆς ἢ πετρελαιομηχανῆς) διὰ τὴν κίνησιν τῆς ἀντλίας, ἡ ζεῦξις δύναται νὰ γίνῃ ἀπ' εὐθείας μέσω συνδέσμου, καθ' ὅσον εἶναι δυνατὴ ἡ ρύθμισις τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν ἀπὸ τοῦ κινητῆρος διὰ τοῦ ρυθμιστοῦ στροφῶν.

4.3 Ἴσχυς καὶ βαθμὸς ἀποδόσεως.

Ἄν ἡ παροχὴ τῆς ἀντλίας εἶναι q (m^3/s), τὸ ὀλικὸν ὕψος αὐτῆς H (m), καὶ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀντλούμενου ὑγροῦ γ (kp/m^3), ἡ ἰσχύς ποὺ διαβιβάζει ἡ ἀντλία εἰς τὸ ὕγρον εἶναι:

$$N = \gamma \cdot q \cdot H \quad (\text{kpm}/\text{sec})$$

$$\text{ἢ} \quad N = \frac{\gamma \cdot q \cdot H}{75} \quad \text{PS} \quad (33)$$

Κατὰ τὴν ροὴν τοῦ ὑγροῦ διὰ τῆς ἀντλίας δημιουργοῦνται ἀντιστάσεις λόγῳ:

α) Τριβῶν τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῆς πτερωτῆς καὶ τοῦ κελύφους.

β) Τριβῶν τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ μεταξύ των.

γ) Μεταβολῆς τῆς ταχύτητος ροῆς.

δ) Μεταβολῆς τῆς διευθύνσεως ροῆς.

Αἱ ἀντιστάσεις αὗται εἶναι ὕδραυλικαί· πλὴν αὐτῶν ὑπάρχουν καὶ αἱ ἀπώλειαι, ποὺ ὀφείλονται εἰς μηχανικὰς τριβὰς (εἰς τὰ ἔδρανα

καί τούς στυπαιοθλίπτας). Έτσι ή ισχύς N_k , τήν όποίαν θά παραλάβη από τόν κινητήρα ή άντλία, πρέπει νά είηαι μεγαλύτερα τής N . Τό πηλίκον:

$$\frac{N}{N_k} = \eta \quad (34)$$

λέγεται *βαθμός αποδόσεως τής άντλίας* καί κυμαίνεται μεταξύ 0,45 % καί 0,90 % άναλόγως τοῦ μεγέθους τής άντλίας· οί μεγάλοι βαθμοί αποδόσεως άντιστοιχοῦν είς άντλίας μεγάλης παροχής, ένω οί μικροί είς άντλίας μικρᾶς παροχής.

Έκ τών σχέσεων (33) καί (34) προκύπτει:

$$N_k = \frac{\gamma \cdot q \cdot H}{75 \cdot \eta} \quad \text{PS} \quad (35)$$

Παράδειγμα.

Νά εύρεθῇ ή ισχύς φυγοκέντρου άντλίας διά τήν άντλησιν καθαροῦ ὕδατος, άν ή παροχή αὐτῆς είηαι $Q = 100 \text{ m}^3/\text{h}$ καί τό ὀλικόν ὕψος $H = 25 \text{ m}$.

Λύσις:

Είδικόν βάρος καθαροῦ ὕδατος: $\gamma = 1000 \text{ kp/m}^3$.

Παροχή: $q = \frac{Q}{3600} = 0,0278 \text{ m}^3/\text{s}$.

Έκλέγομεν βαθμόν αποδόσεως $\eta = 0,65$.

Τότε ή ισχύς N_k θά είηαι:

$$N_k = \frac{1000 \times 0,0278 \times 25}{75 \times 0,65} = 14,25 \text{ PS}.$$

Ή ισχύς τοῦ κινητήρος πρέπει νά είηαι κατά 15 % έως 20 % μεγαλύτερα τής ὑπολογιζομένης έκ τής σχέσεως (35), διά νά καλύπτει τήν άπαιτουμένην ισχύν, όταν λόγω φθορᾶς τής άντλίας έλαττωθῇ ὁ βαθμός αποδόσεως αὐτῆς, ἢ όταν λόγω έλαττώσεως τοῦ μανομετρικοῦ ὕψους αύξηθῇ ή άπαιτουμένη ισχύς τῆς άντλίας (παράγρ. 4 · 10, χαρακτηριστικά καμπύλαι λειτουργίας).

4 · 4 Νόμοι όμοιότητας.

Είς τās φυγοκέντρους άντλίας είηαι πολύ χρήσιμον νά γνωρί-

ζωμεν πῶς μεταβάλλεται ἡ παροχή, τὸ ὅλικόν ὕψος καὶ ἡ ἰσχὺς τῆς άντλίας, ὅταν μεταβάλλεται ὁ ἀριθμὸς στροφῶν αὐτῆς.

Ἔστω λοιπὸν φυγόκεντρος άντλία, ἡ ὁποία εἰς ἀριθμὸν στροφῶν n ἀνὰ λεπτὸν δίδει παροχὴν q (m^3/s) εἰς ὅλικόν ὕψος H . Ἄν ὁ ἀριθμὸς στροφῶν μεταβληθῇ εἰς n' , τότε:

α) Ἡ παροχή τῆς άντλίας μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν· δηλαδή ἡ νέα παροχή q' θὰ εἶναι τόση, ὥστε:

$$\frac{q'}{q} = \frac{n'}{n} \quad \eta \quad q' = \left(\frac{n'}{n}\right) \cdot q \quad (36)$$

β) Τὸ ὅλικόν ὕψος τῆς άντλίας μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ τετραγώνου τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν. Δηλαδή, ἂν H' τὸ νέον ὕψος, θὰ εἶναι:

$$\frac{H'}{H} = \left(\frac{n'}{n}\right)^2 \quad \eta \quad H' = \left(\frac{n'}{n}\right)^2 \cdot H \quad (37)$$

γ) Ἡ ἰσχὺς τῆς άντλίας μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ κύβου τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν. Ἄν N' ἡ νέα ἰσχὺς, θὰ εἶναι:

$$\frac{N'}{N} = \left(\frac{n'}{n}\right)^3 \quad \eta \quad N' = \left(\frac{n'}{n}\right)^3 \cdot N \quad (38)$$

Ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς άντλίας παραμένει σταθερός· πράγματι ἐκ τῆς σχέσεως (35) εὐρίσκομεν τὴν σχέσιν:

$$\eta = \frac{\gamma \cdot q \cdot H}{75 \cdot N_k} \quad (39)$$

ἐκ τῆς ὁποίας βλέπομεν ὅτι τόσον ὁ ἀριθμητὴς ὅσον καὶ ὁ παρονομαστὴς τοῦ κλάσματος μεταβάλλονται κατὰ τὸν κύβον τῶν στροφῶν, ἐπομένως τὸ κλάσμα παραμένει σταθερόν.

Αἱ σχέσεις (36), (37) καὶ (38) λέγονται *νόμοι ὁμοιότητος*.

Παράδειγμα.

Ἡ παροχή μιᾶς φυγόκεντρου άντλίας εἰς 2500 στροφὰς ἀνὰ λεπτὸν εἶναι $Q = 60 m^3/h$ εἰς ὅλικόν ὕψος $H = 25 m$, ἡ δὲ ἰσχὺς αὐτῆς $Q = 9 PS$. Νὰ εὐρεθοῦν τὰ μεγέθη εἰς $n' = 2800$ στρ/min.

Λύσις:

Ἡ παροχή Q' θὰ εἶναι:

$$Q' = \left(\frac{n'}{n} \right) \cdot Q = \left(\frac{2800}{2500} \right) \times 60 = 67,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Τὸ ὅλικόν ὕψος H' θὰ εἶναι:

$$H' = \left(\frac{n'}{n} \right)^2 \cdot H = \left(\frac{2800}{2500} \right)^2 \times 25 = 31,4 \text{ m}$$

καὶ ἡ ἰσχὺς N' θὰ εἶναι:

$$N' = \left(\frac{n'}{n} \right)^3 \cdot N = \left(\frac{2800}{2500} \right)^3 \times 9 = 12,7 \text{ PS}$$

4.5 Ὁ συντελεστής πίεσεως.

Εἰς τὰς φυγοκέντρους ἀντλίας χαρακτηριστικὸς ἀριθμὸς εἶναι ὁ συντελεστὴς πίεσεως Ψ , ὁ ὁποῖος καθορίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$\Psi = \frac{2g \cdot H}{u_2^2} \quad (40)$$

ὅπου: $g = 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$ ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς βαρύτητος, $H \text{ (m)}$ εἶναι τὸ ὅλικόν ὕψος τῆς ἀντλίας καὶ $u_2 \text{ (m/s)}$ ἡ περιφερειακὴ ταχύτης τῆς πτερωτῆς.

Ἐκ τῆς πείρας γνωρίζομεν, ὅτι ὁ συντελεστὴς Ψ , διὰ κοινὰς φυγοκέντρους ἀντλίας, κυμαίνεται μεταξὺ 0,9 καὶ 1,1. Ἡ περιφερειακὴ ταχύτης u_2 τῆς πτερωτῆς ὑπολογίζεται ἐκ τῆς σχέσεως:

$$u_2 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \quad \text{m/s} \quad (41)$$

ὅπου: $D \text{ (m)}$ εἶναι ἡ ἑξωτερικὴ διάμετρος τῆς πτερωτῆς καὶ n ὁ ἀριθμὸς στροφῶν αὐτῆς ἀνὰ λεπτόν.

Ἐκ τοῦ συνδυασμοῦ τῶν σχέσεων (40) καὶ (41) προκύπτει:

$$H = \frac{\Psi}{2g} \cdot u_2^2 = \frac{\Psi}{2g} \left(\frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \right)^2 = \frac{\Psi \cdot \pi^2}{2g \cdot 60^2} \cdot D^2 \cdot n^2$$

καὶ ἂν θέσωμεν τὸν σταθερὸν ὅρον $\frac{\Psi \cdot \pi^2}{2g \cdot 60^2} = K$, εὐρίσκομεν:

$$H = K \cdot D^2 \cdot n^2 \quad (42)$$

Ἐπειδὴ δὲ ὁ συντελεστὴς Ψ κυμαίνεται, ὥς ἐλέχθη, μεταξὺ 0,9

καί 1,1, ό Κ θά κυμαίνεται μεταξύ $\frac{1,2}{10\,000}$ καί $\frac{1,5}{10\,000}$ (ώς μέση τιμή δύναται νά ληφθῇ $K = \frac{1,35}{10\,000}$).

Έκ τῆς σχέσεως (42) δυνάμεθα νά ὑπολογίσωμεν ἀμέσως εἰς ποῖον ὀλικόν ὕψος δύναται νά φθάσῃ φυγόκεντρος ἀντλία, ἐάν εἶναι γνωστή ἡ διάμετρος τῆς πτερωτῆς καί ὁ ἀριθμός στροφῶν αὐτῆς.

Παράδειγμα.

Ποῖον εἶναι τὸ μανομετρικόν ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον δύναται νά φθάσῃ φυγόκεντρος ἀντλία μὲ διάμετρον πτερωτῆς $D = 200$ mm καί ἀριθμὸν στροφῶν $n = 2500/\text{min}$.

Λύσις:

$$H = \frac{1,35 \times 0,20^2 \times 2500^2}{10\,000} = 33,75 \text{ m}$$

Έκ τῆς σχέσεως (41) δυνάμεθα νά ὑπολογίσωμεν τὴν ἐξωτερικὴν διάμετρον τῆς πτερωτῆς μιᾶς φυγόκεντρου ἀντλίας, ὅταν πρόκειται νά τὴν κατασκευάσωμεν, ἐφ' ὅσον γνωρίζομεν τὸ ὀλικόν ὕψος καί τὸν ἀριθμὸν στροφῶν αὐτῆς. Κατὰ πρῶτον ὑπολογίζομεν τὴν περιφερειακὴν ταχύτητα, λύοντες τὴν ἐξίσωσιν (42) ὡς πρὸς u_2 , ὅτε προκύπτει:

$$u_2 = \sqrt{\frac{2g \cdot H}{\Psi}} \quad (43)$$

καί ἀπὸ τὴν σχέσιν (42) λαμβάνομεν:

$$D = \frac{60 \cdot u_2}{\pi \cdot n} = \frac{60}{\pi \cdot n} \sqrt{\frac{2g \cdot H}{\Psi}} \quad (44)$$

Παράδειγμα.

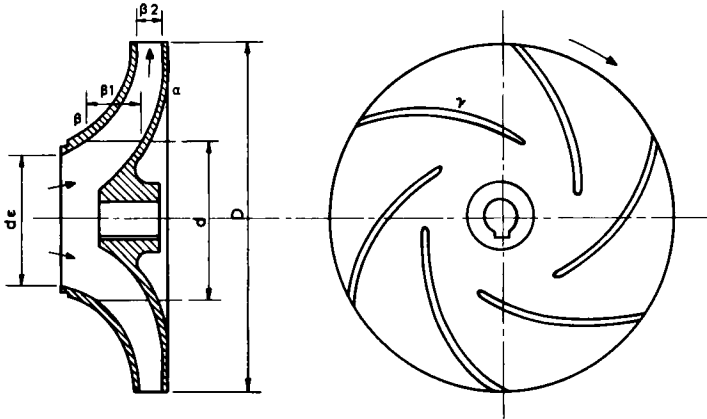
Νά ὑπολογισθῇ ἡ διάμετρος τῆς πτερωτῆς φυγόκεντρου ἀντλίας ἐχούσης ὀλικόν ὕψος $H = 25$ m ὑπὸ ἀριθμὸν στροφῶν $n = 2200/\text{min}$.

Λύσις:

$$D = \frac{60}{3,14 \times 2200} \sqrt{\frac{2 \times 9,81 \times 25}{1,0}} = 0,20 \text{ m.}$$

4 · 6 Ἡ πτερωτή.

Ὡς ἐλέχθη ἐξ ἀρχῆς, ἡ πτερωτή εἶναι τὸ σημαντικώτερον ἐξάρτημα τῆς φυγοκέντρου ἀντλίας, ἡ δὲ μορφή της ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰ τρία βασικά μεγέθη τῆς ἀντλίας, δηλαδή τὴν παροχὴν, τὸ ὀλικὸν ὕψος καὶ τὸν ἀριθμὸν στροφῶν τῆς ἀντλίας.



Σχ. 4·6 α.

Διὰ μικρὰν παροχὴν καὶ σχετικῶς μεγάλο ὀλικὸν ὕψος ἡ πτερωτή ἔχει τὴν μορφήν ποὺ εἰκονίζει τὸ σχῆμα 4 · 6 α. Ἡ εἴσοδος τοῦ ὕγρου εἰς τὴν πτερωτὴν γίνεται ἐκ τοῦ κέντρου αὐτῆς καὶ κατὰ ἀξονικὴν διεύθυνσιν, ἐνῶ ἡ ἐξοδος ἐκ τῆς περιφερείας της κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἀκτίνος. Ὡς ἐκ τούτου ἡ πτερωτή αὕτη λέγεται *ἀκτινικῆς ροῆς*, ἀποτελεῖται δὲ ἀπὸ δύο δίσκους α καὶ β, μεταξύ τῶν ὁποίων εὐρίσκονται τὰ πτερυγία γ (σχ. 4 · 6 α). Ὁ ἓνας δίσκος φέρει τὴν πλήμνην, ἡ ὁποία τὸν συνδέει μετὰ τοῦ ἄξονος περιστροφῆς, ἐνῶ ὁ ἄλλος φέρει περὶ τὸ κέντρον κυκλικὸν ἄνοιγμα, τὸ στόμιον εἰσόδου τοῦ ὕγρου. Ἐκ τοῦ στομίου τούτου εἰσέρχεται τὸ ὕγρὸν ἐντὸς τῆς πτερωτῆς, διέρχεται μεταξύ τῶν πτερυγίων καὶ λαμβάνει περιστροφικὴν κίνησιν.

Τὰ χαρακτηριστικὰ μεγέθη τῆς πτερωτῆς εἶναι:

- Ἡ ἐξωτερικὴ διάμετρος της D (m).
- Ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος τῶν πτερυγίων d (m).
- Τὸ ὕψος τῶν πτερυγίων εἰς τὴν περιφέρειαν β_2 (m).

- Τὸ ὕψος τῶν πτερυγίων εἰς τὴν ἐσωτερικὴν διάμετρον β_1 (m).
- Ἡ διάμετρος εἰσόδου εἰς τὴν πτερωτὴν d_e (m).

Ἄν v_e (m/s) εἶναι ἡ ταχύτης εἰσόδου τοῦ ὕγρου εἰς τὴν πτερωτὴν καὶ q (m³/s) ἡ παροχὴ τῆς ἀντλίας, θὰ εἶναι:

$$q = \frac{\pi}{4} \cdot d_e^2 \cdot v_e.$$

Ἀπὸ τὴν σχέσιν αὐτὴν ὑπολογίζεται ἡ διάμετρος d_e :

$$d_e = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot v}} \quad (45)$$

Ἡ ταχύτης v_e εἰς τὰς φυγοκέντρους ἀντλίας ἐκλέγεται μεταξὺ 1,5 καὶ 2,5 m/s.

Παράδειγμα.

Νὰ εὑρεθῇ ἡ διάμετρος εἰσόδου τῆς πτερωτῆς φυγοκέντρου ἀντλίας μὲ παροχὴν $Q = 60$ m³/h.

Λύσις:

Ἡ παροχὴ ἀνὰ δευτερόλεπτον εἶναι:

$$q = \frac{Q}{3600} = \frac{60}{3600} = 0,0167 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Ἐκλέγομεν ταχύτητα εἰσόδου τοῦ ὕγρου εἰς τὴν πτερωτὴν $v_e = 2$ m/s, ἐφαρμόζοντες δὲ τὴν σχέσιν (45) εὐρίσκομεν:

$$d_e = \sqrt{\frac{4 \times 0,0167}{3,14 \times 2}} = 0,103 \text{ m}.$$

Ἡ πτερωτὴ ποὺ εἰκονίζει τὸ σχῆμα 4 · 6 α λέγεται *κλειστή*.

Πολλάκις εἰς τὰς φυγοκέντρους ἀντλίας χρησιμοποιοῦμεν τὴν *ἡμικλειστον* πτερωτὴν (σχ. 4 · 6 β). Αὕτὴ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα δίσκον μὲ πτερύγια ἐπὶ τῆς μιᾶς ἐπιφανείας του. Εἶναι ἀπλουστέρα καὶ εὐθηνοτέρα ἀπὸ τὴν κλειστήν.

Κατὰ τὴν συναρμολόγησιν τῆς ἀντλίας πρέπει τὸ κάλυμμα 4 (σχ. 4 · 1 α) νὰ ἐφαρμόζη μὲ ἀκρίβειαν ἐπὶ τῆς κωνικῆς ἐπιφανείας τῶν πτερυγίων αβ, γδ (σχ. 4 · 6 β).

Διὰ μέσσην παροχὴν καὶ μέσον ὀλικὸν ὕψος ἡ πτερωτὴ ἔχει τὴν μορφήν ποὺ εἰκονίζει τὸ σχῆμα 4 · 6 γ. Ἡ εἴσοδος τοῦ ὕγρου εἰς τὴν πτερωτὴν αὐτὴν γίνεται πάλιν ἐκ τοῦ κέντρου κατὰ τὴν δι-

εύθυνσιν τοῦ ἄξονος, ἐνῶ ἡ ἔξοδος κατὰ πλαγίαν ὡς πρὸς τὸν ἄξονα διεύθυνσιν. Διὰ τοῦτο ἡ πτερωτὴ αὕτη λέγεται *μικτῆς ροῆς*.

Διὰ πολὺ μεγάλας παροχὰς καὶ πολὺ μικρὸν μανομετρικὸν ὕψος, ἡ εἴσοδος τοῦ ὑγροῦ εἰς τὴν πτερωτὴν καθὼς καὶ ἡ ἔξοδος αὐτοῦ γίνονται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος. Ἡ πτερωτὴ τότε λαμβάνει τὴν μορφήν ἑλικος (σχ. 4 · 6 δ) καὶ λέγεται πτερωτὴ *ἄξονικῆς ροῆς*.

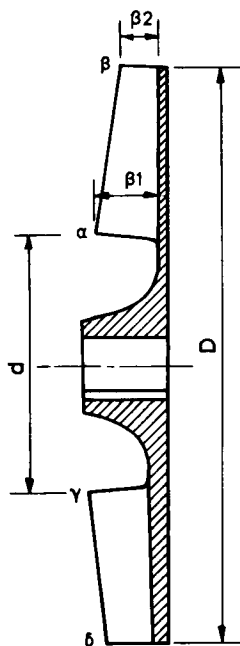
Ἡ πτερωτὴ τῆς ἀντλίας, λόγω τῆς πολυπλόκου μορφῆς, κατασκευάζεται χυτή. Τὸ ὕλικόν κατασκευῆς αὐτῆς ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς περιφερειακῆς ταχύτητος u_2 .

Διὰ u_2 μέχρι 30 m/s χρησιμοποιείται χυτοσίδηρος.

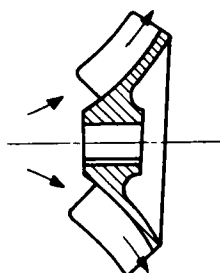
Διὰ u_2 30 έως 50 m/s χρησιμοποιείται χυτός ορείχαλκος.

Διά u_2 50 έως 90 m/s χρησιμοποιείται χυτός χάλυψ.

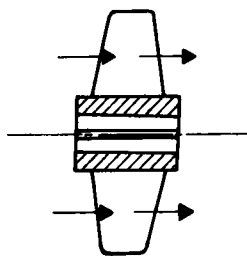
Διὰ u_2 μεγαλύτερον τῶν 90 m/s, ἡ ἀντλία κατασκευάζεται πολυβάθμια.



Σχ. 4.6 β.



$\Sigma\chi$. 4.6 γ .

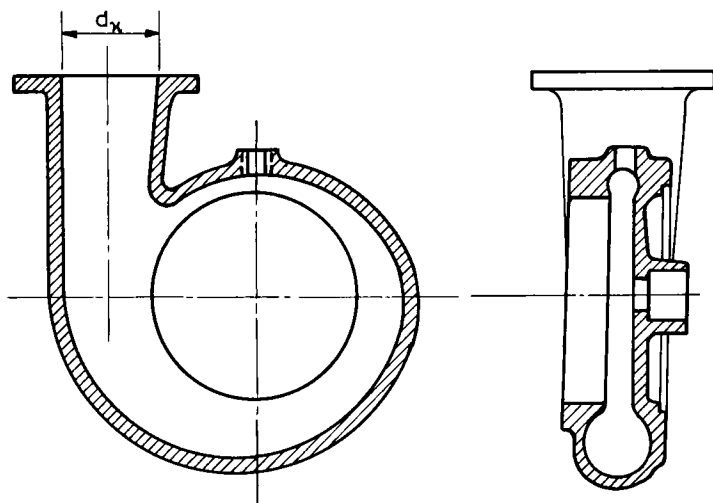


Σχ. 4.6 δ.

4.7 Τὸ σπειροειδὲς κέλυφος ἢ κοχλίας.

Τὸ σπειροειδὲς κέλυφος τῆς φυγοκέντρου ἀντλίας σκοπὸν ἔχει

νά συγκεντρώση τὸ ὑγρὸν ἀπὸ τὴν περιφέρειαν τῆς πτερωτῆς, νὰ ἐλαττώσῃ τὴν ταχύτητα αὐτοῦ καὶ νὰ τὸ ὀδηγήσῃ εἰς τὴν σωλήνωσιν καταθλίψεως. Ἡ ἐλάττωσις τῆς ταχύτητος τοῦ ὑγροῦ μετὰ τὴν ἔξοδον ἐκ τῆς πτερωτῆς τῆς ἀντλίας εἶναι ἀπαραίτητος, διότι ἂν τὸ ὑγρὸν ὀδηγηθῇ εἰς τὴν σωλήνωσιν καταθλίψεως μὲ τὴν ταχύτητα ποὺ ἔχει κατὰ τὴν ἔξοδον ἐκ τῆς πτερωτῆς, αἱ ἀπώλειαι ἐκ τριβῶν θὰ εἶναι πολὺ μεγάλαι. Διὰ νὰ ἐπιτυγχάνεται προοδευτικῶς ἡ ἐλάττωσις τῆς ταχύτητος τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸ κέλυφος, αὐξάνει προοδευτικῶς ἡ διατομὴ αὐτοῦ καὶ ἔτσι σχηματίζεται ἓνα εἶδος κοχλίου (σχ. 4 · 7 α)· διὰ τοῦτο τὸ κέλυφος λέγεται καὶ *κοχλίας*.



Σχ. 4·7 α.

Ἡ διάμετρος τοῦ στομίου καταθλίψεως τοῦ κοχλίου d_k ὑπολογίζεται οὕτως, ὥστε ἡ ταχύτης ροῆς εἰς αὐτὸ νὰ κυμαίνεται μεταξὺ 2 καὶ 3,5 m/s. Ἡ σύνδεσις μετὰ τῆς σωληνώσεως καταθλίψεως ἐπιτυγχάνεται μέσω φλάντζας τοποθετουμένης εἰς τὸ στόμιον καταθλίψεως.

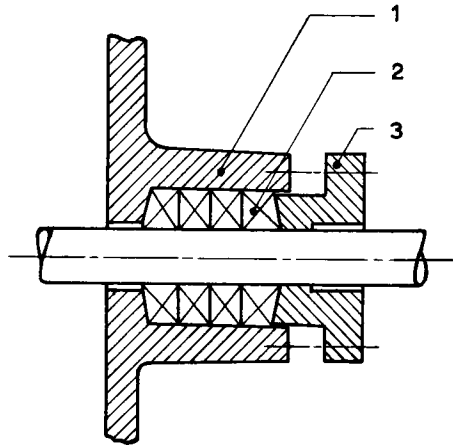
Ἡ διάμετρος τοῦ στομίου καταθλίψεως d_k πρέπει νὰ ἀντιστοιχῇ εἰς τὴν ἐσωτερικὴν διάμετρον τοῦ σωλήνος καταθλίψεως.

Ἡ διαμόρφωσις τοῦ κελύφους πλευρικῶς ἐπιτρέπει, ὥστε εἰς τὴν μίαν πλευρὰν νὰ σχηματίζεται ὁ στυπιοθάλαμος, 1, ὁ ὁποῖος μετὰ τοῦ στυπιοθλίπτου, 3, καὶ τοῦ στυπείου, 2 (σχ. 4 · 7 β) χρη-

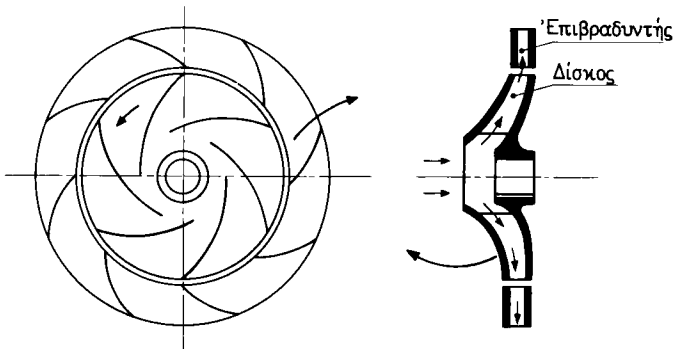
σιμεύει διὰ τὴν τήρησιν στεγανότητος εἰς τὸ σημεῖον εἰσόδου τοῦ ἄξονος εἰς τὸ σῶμα τοῦ κελύφους. Τὸ στυπεῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ δακτυλίου ἐκ νήματος βάμβακος ἐμποτισμένου μὲ γράσσον· τοῦτο διὰ τῆς συσφίξεως τοῦ στυπειοθλίπτου πιέζεται ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς ἀντλίας καὶ ἔτσι ἐπιτυγχάνεται ἡ στεγανότης.

Ἡ ἄλλη πλευρὰ τοῦ κελύφους φέρει κυκλικὸν ἄνοιγμα, διὰ τοῦ ὁποῖου εἰσάγεται κατὰ τὴν συναρμολόγησιν τῆς ἀντλίας ἡ πτερωτή. Τοῦτο μετὰ τὴν εἰσαγωγὴν τῆς πτερωτῆς καλύπτεται διὰ τοῦ καλύμματος ἀναρροφήσεως (τεμ. 4, σχ. 4 · 1 α).

Πολλάκις μεταξὺ τῆς πτερωτῆς καὶ τοῦ κελύφους παρεμβάλλεται ἓνα ἄλλο ἐξάρτημα, ὁ ἐπιβραδυντὴς ἢ ντιφιζέρ, ὁ ὁποῖος ἔχει μορφήν δακτυλίου. Αὐτὸς περιβάλλει τὸν δίσκον καὶ εἶναι λεῖος ἢ ἔχει περύγιά (σχ. 4 · 7 γ).



Σχ. 4·7 β.



Σχ. 4·7 γ.

Ὁ ἐπιβραδυντὴς εἶναι σταθερὸς καὶ ἔχει σκοπὸν τὴν βαθμιαίαν ἐλάττωσιν τῆς ταχύτητος τοῦ ὑγροῦ, καθὼς τοῦτο ἐξέρχεται ἀπὸ τὸν δίσκον. Τότε τὸ κέλυφος, ποὺ περιβάλλει τὸν ἐπιβραδυντὴν, δὲν

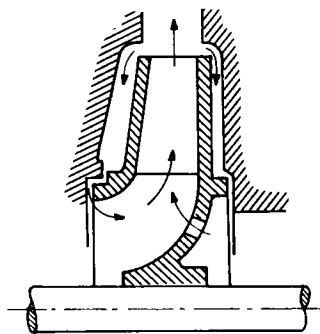
χρειάζεται να έχει την μορφήν κοχλίου, ή δὲ διατομή του εἶναι περίπου σταθερά. Αἱ φυγόκεντροι άντλίες με ἐπιβραδυντήν, διὰ τὴν αὐτὴν διάμετρον δίσκου καὶ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν στροφῶν, δίδουν μεγαλύτερον ὀλίκον ὕψος. Διὰ τὰς άντλίας αὐτὰς ὁ συντελεστής K (σχέσις 42) ἔχει τὴν μεγαλύτεραν τιμήν, δηλαδή εἶναι:

$$K = \frac{1,5}{10\,000}.$$

Τὸ σχῆμα 4 · 7 γ εἰκονίζει ἐπιβραδυντὴν μετὰ πτερυγίων, πού περιβάλλει τὴν πτερωτὴν φυγόκεντρον άντλίαν. Ἡ κλίσις τῶν πτερυγίων του εἶναι ἀντίθετος ἀπὸ τὴν κλίσιν τῶν πτερυγίων τῆς πτερωτῆς.

4 · 8 Ἀπώλειαι ἐκ διαφυγῶν.

Κατὰ τὴν λειτουργίαν τῆς φυγόκεντρον άντλίας, ποσότης ὕγρου ἐκ τῆς περιφερείας τῆς πτερωτῆς ἐπιστρέφει πρὸς τὴν περιοχὴν ἀναρροφήσεως. Ἡ ποσότης αὕτη ἀποτελεῖ τὴν λεγομένην *ἀπώλειαν παροῆς ἐκ διαφυγῶν*. Πρὸς ἐλάττωσιν κατὰ τὸ δυνατόν τῆς ἀπωλείας αὐτῆς, μετὰξὺ τῆς πτερωτῆς καὶ τοῦ καλύμματος ἀναρροφήσεως πρέπει νὰ ἐπιτευχθῇ κάποια στεγανότης. Εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς

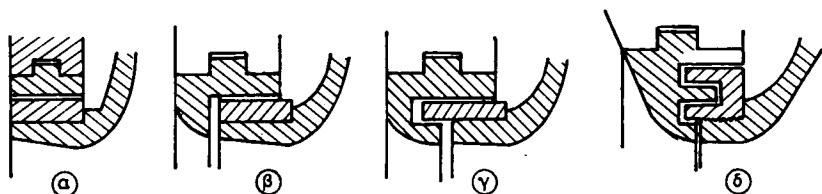


Σχ. 4·8 α.

κλειστῆς πτερωτῆς (σχ. 4 · 8 α) ἡ στεγανότης ἐπιτυγχάνεται διὰ καταλλήλου διαμορφώσεως τῶν ἐπιφανειῶν τῆς πτερωτῆς καὶ τοῦ καλύμματος εἰς τὴν περιοχὴν ἀναρροφήσεως, ὥστε μετὰξὺ αὐτῶν νὰ σχηματίζεται διάκενον πολὺ μικροῦ πάχους. Κατὰ μῆκος τοῦ διακένου αὐτοῦ ἡ πίεσις τοῦ ὕγρου ἐλαττοῦται συνεχῶς, ὥστε τελικῶς μικρὰ ποσότης ὕγρου διαφεύγει πρὸς τὸν ὀμφαλὸν τῆς πτερωτῆς. Ἡ μορφή τοῦ διακένου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ ὀλίκον ὕψος τῆς άντλίας.

Ἐὰν τοῦτο εἶναι σχετικῶς μικρόν, ἡ πίεσις τοῦ ὕγρου, πού διαφεύγει ἐκ τῆς περιφερείας τῆς πτερωτῆς πρὸς τὸ στόμιον ἀναρροφήσεως, εἶναι σχετικῶς μικρά, τὸ διάκενον ἔχει ἀπλήν μορφήν καὶ μῆκος σχετικῶς μικρόν [σχ. 4 · 8 β (α)].

Ἐπειδὴ λόγῳ τῆς ἀναποφεύκτου ἀνομοιομορφίας μάξης τῆς πτερωτῆς τοῦ δίσκου παρουσιάζεται εἰς τὴν κίνησιν αὐτοῦ μικρὰ ἐκκεντρότης, εἰς τὴν θέσιν τοῦ διακένου δημιουργεῖται φθορά. Διὰ



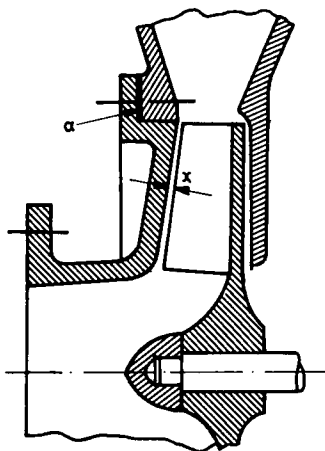
Σχ. 4·8 β.

τοῦτο εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν τοποθετοῦνται πρόσθετοι δακτύλιοι ἐξ ὀρειχάλκου, ποὺ ἀντικαθίστανται, ὅταν ἡ φθορὰ γίνῃ μεγάλη.

Ἐὰν τὸ ὀλικὸν ὕψος τῆς ἀντλίας εἶναι σχετικῶς μεγάλο, ἡ πίεσις εἰς τὸ διάκενον εἶναι μεγαλύτερα καὶ διὰ τὴν ἐπιτύχωμεν στεγανότητα πρέπει τὸ μήκος αὐτοῦ νὰ εἶναι μεγαλύτερον καὶ ἡ μορφή του πολυπλοκωτέρα [σχ. 4·8 β(β), (γ) καὶ (δ)].

Διὰ τοῦ διακένου αὐτοῦ διέρχεται μικρὰ ποσότης ἐκ τοῦ καταθλιβομένου ὑγροῦ, ποὺ συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 3% καὶ 5% τῆς παροχῆς τῆς πτερωτῆς· τοῦτο σημαίνει ὅτι ἡ παροχὴ ἀναρροφήσεως εἶναι κατὰ 3% ἕως 5% μεγαλύτερα τῆς παροχῆς καταθλίψεως τῆς ἀντλίας.

Εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ἀνοικτῆς πτερωτῆς ἡ ἀπώλεια ἐκ διαφυγῶν δημιουργεῖται διὰ τοῦ διακένου χ μεταξύ τῶν πτερυγίων τοῦ δίσκου καὶ τοῦ καλύμματος ἀναρροφήσεως, λόγω διαφορᾶς πίεσεως μεταξύ τῆς ἐμπροσθίας καὶ ὀπισθίας ἐπιφανείας τῶν πτερυγίων. Τὸ διάκενον τοῦτο εἶναι δυνατόν νὰ διατηρηθῇ πολὺ μικρὸν διὰ προσθήκης ἢ ἀφαιρέσεως λεπτῶν χαρτίνων παρεμβασμάτων μεταξύ κελύφους καὶ καλύμματος ἀναρροφήσεως (σχ. 4·8 γ, θέσις α).

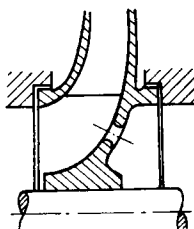


Σχ. 4·8 γ.

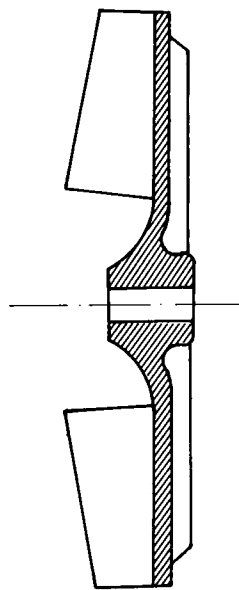
4.9 Ἡ ἄξονικὴ ὥθησις τῆς πτερωτῆς.

Ἡ πίεσις εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ στομίου ἀναρροφήσεως ἔμπροσθεν τῆς πτερωτῆς εἶναι μικρότερα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς καὶ ἂν ἐκφρασθῇ εἰς ὕψος στήλης ὕδατος, εἶναι ἴση πρὸς τὸ ὕψος ἀναρροφήσεως. Ἀντιθέτως εἰς τὴν ὀπισθίαν πλευρὰν τῆς πτερωτῆς ἡ πίεσις τοῦ ὕγρου εἶναι μεγαλύτερα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ἴση περίπου πρὸς τὴν πίεσιν εἰς τὴν περιφέρειαν αὐτῆς. Αἱ δύο αὗται πίεσεις προκαλοῦν ἐπὶ τῆς πτερωτῆς δυνάμεις, ἡ συνισταμένη τῶν ὁποίων κατευθύνεται πρὸς τὴν πλευρὰν ἀναρροφήσεως, ἔχει τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος καὶ λέγεται *ἄξονικὴ ὥθησις*. Ἡ δύναμις αὕτη πρέπει νὰ παραληφθῇ ἀπὸ τὰ ἔδρανα τοῦ ἄξονος.

Προκειμένου περὶ μικρῶν ἀντλιῶν, ἡ ἄξονικὴ ὥθησις εἶναι σχετικῶς μικρὰ καὶ δύναται νὰ παραληφθῇ ἀπὸ τὰ συνήθως χρησιμοποιούμενα ἔδρανα, δηλαδή τὰ μονόσφαιρα ρουλμάν. Προκειμένου ὅμως περὶ ἀντλιῶν μεγάλης παροχῆς, ἡ ἄξονικὴ ὥθησις εἶναι μεγάλη καὶ δὲν εἶναι δυνατόν νὰ παραληφθῇ ἀπὸ τὰ συνήθη ἔδρανα. Ἡ χρησιμοποίησις ειδικῶν ἐδράνων ὥσεως καθιστᾷ τὴν κατασκευὴν πολύπλοκον καὶ δαπανηράν. Διὰ τοῦτο λαμβάνονται τότε ἰδιαίτερα μέτρα πρὸς ἐξουδετέρωσιν ἢ ἐλάττωσιν τῆς ἄξονικῆς ὥθήσεως. Ἡ συνηθεστέρα καὶ ἀπλουστετέρα μέθοδος ἐλαττώσεως τῆς ἄξονικῆς ὥθήσεως εἶναι ἡ τοῦ *θαλάμου ἀντισταθμίσεως* κατὰ τὴν μέθοδον αὐτὴν εἰς τὴν ὀπισθίαν πλευρὰν τῆς πτερωτῆς σχηματίζεται θάλαμος, ὁ ὁποῖος συγκοινωνεῖ μὲ ὁπὰς πρὸς τὸν χῶρον ἀναρροφήσεως (σχ. 4.9 α) καὶ ἔχει τὴν ἰδίαν πίεσιν μὲ αὐτόν. Ἡ διάμετρος τοῦ θαλάμου αὐτοῦ πρέπει νὰ εἶναι ἴση πρὸς τὴν διάμετρον ἀναρροφήσεως.

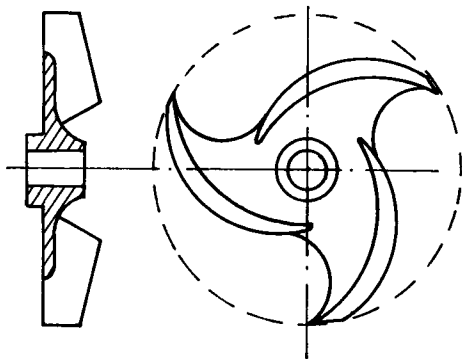


Σχ. 4.9 α.



Σχ. 4.9 β.

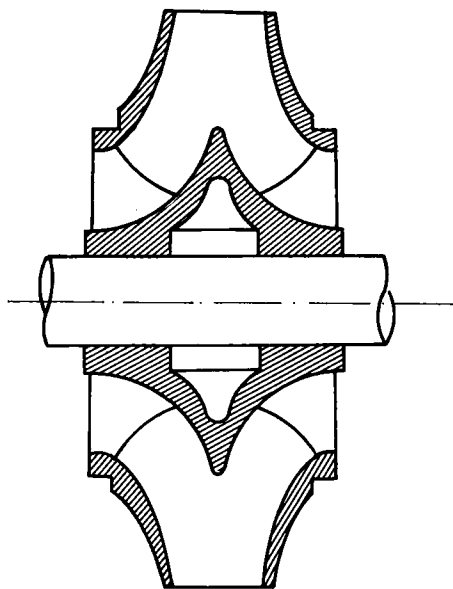
Εἰς τὰς ἡμικλείστους πτερωτὰς ἡ προκαλουμένη ἀξονικὴ ὥθησις εἶναι μεγάλη, διότι εἰς τὴν δημιουργίαν τῆς λαμβάνει μέρος ὁλόκληρος ἡ ἐπιφάνεια τοῦ δίσκου καὶ ὄχι μόνον ἡ ἐπιφάνεια τοῦ στομίου ἀναρροφῆσεως. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἐλάττωσις τῆς ἀξονικῆς ὥθησεως ἐπιτυγχάνεται μέσω βοηθητικῶν πτερυγίων, εὐθυγράμμων, μικροῦ ὕψους, διατεταγμένων εἰς τὴν ὀπίσθιαν πλευρὰν τῆς πτερωτῆς (σχ. 4 · 9 β).



Σχ. 4 · 9 γ.

Τὰ πτερύγια αὐτὰ προκαλοῦν περιστροφὴν τοῦ ὕγρου, ποῦ εὐρίσκεται εἰς τὸ ὀπίσθιον μέρος τῆς πτερωτῆς· ἐκ τῆς

προκαλουμένης φυγοκέντρου δυνάμεως τὸ ὕγρον ὠθεῖται πρὸς τὴν περιφέρειαν τοῦ δίσκου καὶ ἔτσι περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ δημιουργεῖται ὑποπίεσις.

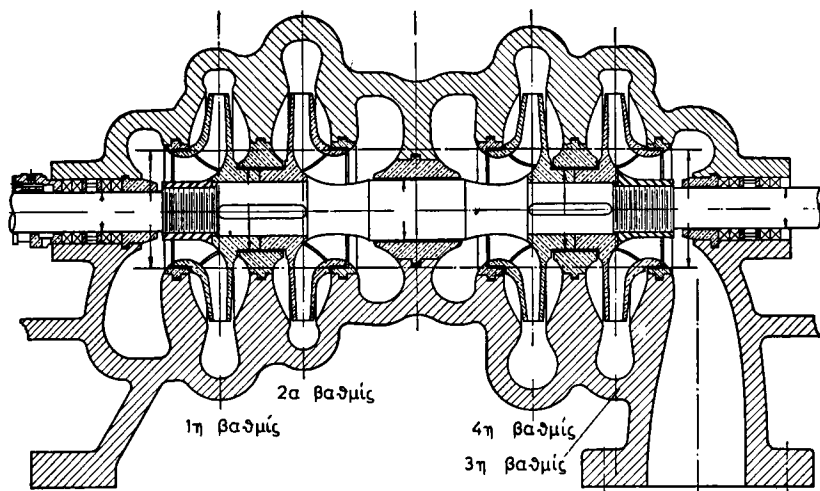


Σχ. 4 · 9 δ.

Ἄλλος τρόπος ἐλαττώσεως τῆς ἀξονικῆς ὥθησεως εἰς τὰς πτερωτὰς αὐτὰς εἶναι ἡ ἀφαίρεσις ἑνὸς τμήματος τῆς ἐπιφανείας των (σχ. 4 · 9 γ). Ἡ πτερωτὴ ποῦ προκύπτει κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, ἐκτὸς τοῦ ὅτι ἔχει μικρότεραν ἀξονικὴν ὥθησιν εἶναι καὶ κατάλληλος διὰ τὴν ἀντλησιν ὑγρῶν, ποῦ περιέχουν στερεὰς οὐσίας, διότι αἱ μεταξὺ τῶν πτερυγίων

αὐλακες δὲν φράσσονται.

Εἰς τὴν περίπτωσιν πολὺ μεγάλων παροχῶν, ἡ ἄξονικὴ ὠθησις δύναται νὰ ἐξουδετερωθῇ διὰ χρησιμοποίησεως πτερωτῆς διπλῆς ἀναρροφῆσεως (σχ. 4·9 δ).



Σχ. 4·9 ε.

Εἰς τὰς πολυβαθμίους ἀντλίας αἱ ἄξονικαὶ ὠθήσεις τῶν πτερωτῶν ἀθροίζονται καὶ ἡ προκύπτουσα τελικὴ ὠθήσις εἶναι πολὺ μεγάλη. Ἐξουδετέρωσις τῆς δυνάμεως αὐτῆς εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιτευχθῇ εἴτε διὰ κατοπτρικῆς διατάξεως τῶν πτερωτῶν (σχ. 4·9 ε) εἴτε διὰ τῆς χρησιμοποίησεως εἰδικῆς διατάξεως διὰ τυμπάνου ἀντισταθμίσεως.

4·10 Χαρακτηριστικαὶ καμπύλαι λειτουργίας.

Ὡς κινητήρια μηχαναὶ εἰς τὰς φυγόκεντρος ἀντλίας χρησιμοποιοῦνται συνήθως οἱ ἠλεκτροκινητῆρες ἐναλλασσομένου ρεύματος μὲ βραχυκυκλωμένον δρομέα, οἱ ὅποιοι ἔχουν, ὡς ἤδη ἐλέχθη, σταθερὸν ἀριθμὸν στροφῶν. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἡ ρύθμισις τῆς παροχῆς δὲν δύναται νὰ γίνῃ διὰ ρυθμίσεως τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν τῆς ἀντλίας, ἀλλὰ ἐπιτυγχάνεται διὰ χειρισμοῦ βάνας τοποθετημένης εἰς τὴν σωλὴνωσιν καταθλίψεως. Συμβαίνει ὅμως μετὰ τῆς παροχῆς νὰ μεταβάλλεται καὶ τὸ ὅλικόν ὕψος τῆς ἀντλίας.

Εἶναι λοιπὸν χρήσιμον νὰ γνωρίζωμεν πῶς μεταβάλλεται μὲ

τήν παροχήν τὸ ὅλικόν ὕψος τῆς ἀντλίας διὰ σταθερὸν ἀριθμὸν στροφῶν. Ἡ καμπύλη, ἡ ὁποία δίδει τὴν μεταβολὴν τοῦ ὅλικου ὕψους μιᾶς φυγοκέντρου ἀντλίας διὰ μεταβαλλομένην παροχήν ὑπὸ σταθερὸν ἀριθμὸν στροφῶν, λέγεται *χαρακτηριστικὴ καμπύλη λειτουργίας* τῆς ἀντλίας καὶ ἔχει μεγάλην σημασίαν διὰ τὴν ὀρθὴν χρησιμοποίησιν αὐτῆς.

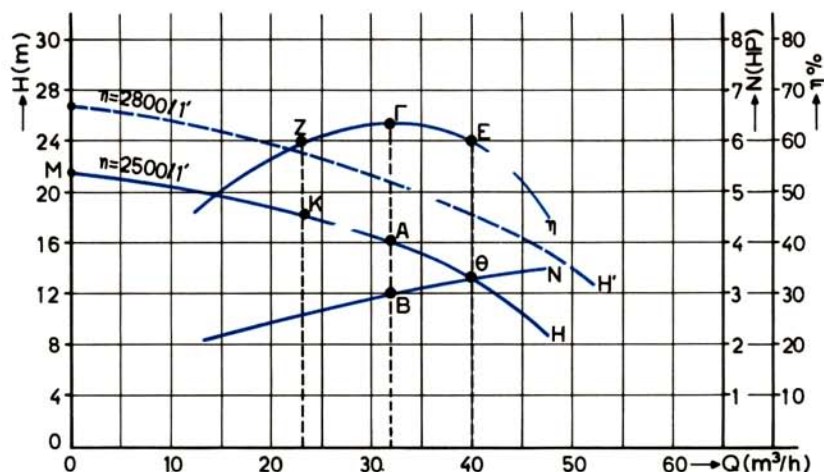
Διὰ κάθε τύπον ἀντλίας ἡ χαρακτηριστικὴ καμπύλη λειτουργίας χαράσσεται κατόπιν δοκιμῶν εἰς εἰδικὰ ἐργαστήρια δοκιμῆς φυγοκέντρων ἀντλιῶν, τὰ ὁποία διατίθενται ἀπὸ τὰ ἀνεγνωρισμένα ἐργοστάσια κατασκευῆς αὐτῶν. Ὑπάρχουν ὅμως καὶ κρατικά ἐργαστήρια (*), εἰς τὰ ὁποία οἱ κατασκευασταὶ φυγοκέντρων ἀντλιῶν ἀποστέλλουν δείγματα ἐξ ἐκάστου τύπου ἀντλίας πρὸς δοκιμὴν. Τὰ ἐργαστήρια αὐτὰ ἐκδίδουν φύλλα δοκιμῶν, εἰς τὰ ὁποία περιλαμβάνονται αἱ χαρακτηριστικαὶ καμπύλαι λειτουργίας.

Τὸ σχῆμα 4 · 10 δεικνύει τὴν χαρακτηριστικὴν καμπύλην λειτουργίας μιᾶς φυγοκέντρου ἀντλίας εἰς 2500 στροφὰς ἀνὰ λεπτόν (καμπύλη Η). Εἰς τὸν κατακόρυφον ἄξονα τοῦ διαγράμματος ἀντιστοιχεῖ τὸ ὅλικόν ὕψος εἰς m, ἐνῶ εἰς τὸν ὀριζόντιον ἡ παροχὴ εἰς m^3/h . Ἡ καμπύλη δεικνύει ὅτι, ὅταν αὐξάνῃ ἡ παροχὴ, ἐλαττώνεται τὸ ὅλικόν ὕψος. Διὰ παροχὴν π.χ. $32 \text{ m}^3/\text{h}$ ἀντιστοιχεῖ ὅλικόν ὕψος 16 m (σημεῖον Α τῆς καμπύλης), ἐνῶ διὰ παροχὴν $40 \text{ m}^3/\text{h}$ ἀντιστοιχεῖ ὕψος 13,5 m (σημεῖον Θ τῆς καμπύλης). Παρατηροῦμεν ἐπίσης ὅτι τὸ μεγαλύτερον ὅλικόν ὕψος, ποὺ δίδει ἡ ἀντλία δι' ἀριθμὸν στροφῶν 2500/min, ἐπιτυγχάνεται διὰ μηδενικὴν παροχήν (κλειστὴ ἡ βάννα καταθλίψεως) καὶ εἶναι 21,5 m (σημεῖον Μ τῆς καμπύλης). Τοῦτο σημαίνει ὅτι, ἂν δὲν αὐξήσωμεν τὸν ἀριθμὸν στροφῶν τῆς ἀντλίας, ἡ πίεσις τοῦ ὕγρου ἐντὸς τῆς ἀντλίας δὲν δύναται νὰ ὑπερβῇ τὴν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς στήλην ὕδατος ὕψους 21,5 m, δηλαδὴ 2,15 ἀτμοσφαίρας. Διὰ τοῦτο εἰς τὰς φυγοκέντρους ἀντλίας δὲν χρειάζεται νὰ τοποθετήσωμεν ἀσφαλιστικὴν βαλβίδα, ὥς ἀπαιτεῖται εἰς τὰς ἀντλίας ἐκτοπίσεως.

Κατὰ τὰς δοκιμὰς τῶν φυγοκέντρων ἀντλιῶν, ἐκτὸς τῆς παρο-

(*) Εἰς τὴν Ἑλλάδα ἐργαστήριον δοκιμῆς φυγοκέντρων ἀντλιῶν διαθέτει τὸ Ἰνστιτοῦτον Γεωργικῆς Μηχανολογίας τοῦ Ὑπουργείου Γεωργίας εἰς τὸν Πύργον Βασιλίσσης.

χής και του μανομετρικού ύψους μετροῦμεν και την ισχύ, που ἀπορροφεί ἡ ἀντλία ἀπὸ τὸν κινητήρα. Ἔτσι δυνάμεθα νὰ χαράξωμεν τὴν καμπύλην, πού δεικνύει πῶς μεταβάλλεται ἡ ισχύς τῆς ἀντλίας μὲ τὴν παροχήν. Ἡ μορφή τῆς καμπύλης αὐτῆς εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 4·10 (καμπύλη N). Εἰς τὸν ὀριζόντιον ἄξονα ἀντιστοιχεῖ ἡ παροχή, ἐνῶ εἰς τὸν κατακόρυφον ἡ ισχύς εἰς ἵππους (πρώτη κλίμαξ δεξιά). Διὰ τὸ σημεῖον A λειτουργίας τῆς καμπύλης H (παροχὴ 32 m³/h καὶ ὕψος 16 m), ἡ ἀντίστοιχος ισχύς (σημεῖον B τῆς καμπύλης N) εἶναι 3 HP.



Σχ. 4·10.

Διὰ κάθε σημεῖον τῆς καμπύλης H, ἂν γνωρίζωμεν τὴν παροχήν, τὸ ὅλικόν ὕψος καὶ τὴν ισχύ τῆς ἀντλίας, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν βαθμὸν ἀποδόσεως αὐτῆς η ἀπὸ τὴν σχέσηιν (39).

Οὕτω δυνάμεθα νὰ χαράξωμεν τὴν καμπύλην, πού δεικνύει πῶς μεταβάλλεται ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως η τῆς ἀντλίας, ὅταν μεταβάλλεται ἡ παροχή. Ἡ καμπύλη αὐτὴ εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 4·10 (καμπύλη η). Εἰς τὸν ὀριζόντιον ἄξονα ἀντιστοιχεῖ ἡ παροχή, ἐνῶ εἰς τὸν κατακόρυφον ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως (δευτέρα κλίμαξ δεξιά).

Αἱ τρεῖς καμπύλαι H, N καὶ η χαράσσονται εἰς τὸ αὐτὸ φύλλον καὶ λέγονται *χαρακτηριστικαὶ καμπύλαι λειτουργίας τῆς ἀντλίας*.

Διά νά είναι όρθή ή λειτουργία μιās φυγοκέντρου άντλίας, πρέπει ό βαθμός άποδόσεως αΰτης νά είναι κατὰ τὸ δυνατόν μεγάλος. Θα πρέπει έπομένως τὸ σημεῖον λειτουργίας τῆς καμπύλης Η νά άντιστοιχῇ εἰς τὴν περιοχὴν μεγάλου βαθμοῦ άποδόσεως, δηλαδή περὶ τὴν κορυφὴν τῆς καμπύλης η. Π.χ. εἰς τὸ σχῆμα 4 · 10 ἡ περιοχὴ μεταξύ τῶν σημείων Ε καὶ Ζ άντιστοιχεῖ εἰς βαθμὸν άποδόσεως μεγαλύτερον τοῦ 60 %. Δηλαδή ἡ άντλία θά πρέπει νά λειτουργῇ εἰς τὴν περιοχὴν ἀπὸ τοῦ σημείου Κ μέχρι τοῦ Θ τῆς καμπύλης Η, ἥτοι τῶν σημείων ποὺ άντιστοιχοῦν εἰς παροχὴν μεταξύ 23 καὶ 40 m³/h καὶ ὕψος μεταξύ 13,5 καὶ 18 m.

Ἡ κορυφὴ Γ τῆς καμπύλης η δίδει τὸν ἄριστον βαθμὸν άποδόσεως (η = 0,63), ποὺ άντιστοιχεῖ εἰς τὸ σημεῖον λειτουργίας Α (όλικὸν ὕψος 16 m, παροχὴ 32 m³/h καὶ ἰσχύς 3 HP). Πράγματι διὰ τὸ σημεῖον αὐτὸ (δι' ὕδωρ μὲ γ = 1000 kp/m³) ἰσχύει:

$$\eta = \frac{\gamma \cdot q \cdot H}{75 \cdot N_k} = \frac{1000 \times \frac{32}{3600} \times 16}{75 \times 3} = 0,63.$$

Ἐλέχθη ὅτι αἱ χαρακτηριστικά καμπύλαιο λειτουργίας άντιστοιχοῦν εἰς ἓνα ὠρισμένον ἄριθμὸν στροφῶν τῆς άντλίας. Ἐάν μεταβληθῇ ὁ ἄριθμὸς στροφῶν, μετρήσωμεν δὲ ἓκ νέου τὰ μεγέθη Q καὶ Η, προκύπτει νέα καμπύλη, ἡ ὁποία ἔχει τὴν ἰδίαν μορφήν μὲ τὴν ἀρχικὴν, ἀλλὰ ἔχει μετατεθῇ πρὸς τὰ ἄνω μέν, ἂν ὁ νέος ἄριθμὸς στροφῶν εἶναι μεγαλύτερος τοῦ πρώτου (καμπύλη Η' τοῦ σχήματος 4 · 10), πρὸς τὰ κάτω δὲ τῆς πρώτης, ἂν ὁ ἄριθμὸς στροφῶν εἶναι μικρότερος τοῦ ἀρχικοῦ.

Ἐχοντες τὰς χαρακτηριστικάς καμπύλαιο λειτουργίας δι' ὠρισμένον ἄριθμὸν στροφῶν n, δυνάμεθα νά χαράξωμεν αὐτὰς δι' ἄλλον ἄριθμὸν στροφῶν n', χρησιμοποιοῦντες τοὺς νόμους ὁμοιότητος (σχέσις 36, 37 καὶ 39).

Παράδειγμα.

Δίδονται αἱ χαρακτηριστικά καμπύλαιο λειτουργίας μιās άντλίας εἰς ἄριθμὸν στροφῶν n = 2500 min (σχ. 4 · 10). Νά χαραχθοῦν αἱ άντίστοιχοι καμπύλαιο δι' ἄριθμὸν στροφῶν n' = 2800/min.

Λύσις:

Έκλέγουμεν ένα σημείον τῆς καμπύλης H διὰ $n = 2500$ στρ/1', π.χ. τὸ K ($H = 18$ m, $Q = 23$ m³/h). ἐκ τῆς σχέσεως (36) εὐρίσκομεν τὸ Q' :

$$Q' = Q \left(\frac{n'}{n} \right) = 23 \times \frac{2800}{2500} = 25,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

καὶ ἐκ τῆς σχέσεως (37) εὐρίσκομεν τὸ H' :

$$H' = H \left(\frac{n'}{n} \right)^2 = 18 \times \left(\frac{2800}{2500} \right)^2 = 22,6 \text{ m.}$$

Έκλέγοντες καὶ ἄλλα σημεία τῆς καμπύλης H τῶν 2500 στρ/min εὐρίσκομεν κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον καὶ τὰ ἀντίστοιχα διὰ 2800 στρ/min. Ένοῦντες τὰ σημεία αὐτὰ λαμβάνομεν τὴν χαρακτηριστικὴν καμπύλην H' (σχ. 4 · 10, καμπύλη μὲ διακεκομμένην). Διὰ τὴν χάραξιν τῆς καμπύλης N' χρησιμοποιοῦμεν τὴν σχέσιν (38).

4 · 11 Τὸ μέγιστον ὕψος ἀναρροφῆσεως. Σηπλαιώσεις.

Τὸ μέγιστον ὕψος ἀναρροφῆσεως τῶν ἀντλιῶν γενικῶς εἶναι περιορισμένον. Θεωρητικῶς εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, δηλαδὴ, ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας, περίπου 10 μέτρα στήλης ὕδατος.

Τὸ πραγματικὸν ὕψος ἀναρροφῆσεως ὅμως περιορίζεται ἀπὸ πολλοὺς παράγοντας, ἥτοι τὰς ἀντιστάσεις ροῆς εἰς τὴν σωλῆνωνσιν ἀναρροφῆσεως, τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀντλούμενου ὑγροῦ, τὸ ὕψος τοῦ τόπου ἐγκαταστάσεως, τὴν ἔλλειψιν πλήρους στεγανότητος μεταξὺ δίσκου καὶ καλύμματος εἰς τὰς φυγοκέντρους ἀντλίας.

Γενικῶς τὸ γεωμετρικὸν ὕψος ἀναρροφῆσεως εἰς τὰς φυγοκέντρους ἀντλίας δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίῃ τὰ 5 ἕως 5,5 m, ὥστε τὸ ὀλικὸν ὕψος ἀναρροφῆσεως νὰ μὴ ὑπερβαίῃ τὰ 6,5 m. Ἄλλως παρατηρεῖται ἀνωμαλία εἰς τὴν λειτουργίαν τῆς ἀντλίας, δηλαδὴ ἀκούονται κρότοι εἰς τὴν περιοχὴν ἀναρροφῆσεως. Ὅταν ἡ πίεσις εἰς τὴν ἀναρρόφησιν γίνῃ πολὺ χαμηλὴ, παρατηρεῖται τὸ φαινόμενον τῆς ἐξατμίσεως μέρους τοῦ ἀντλούμενου ὑγροῦ· τότε τὸ ὑγρὸν περικλείει φουσαλλίδας ἀτμοῦ, ποὺ παρασύρονται ἐντὸς τῆς πτερωτῆς καὶ ὅταν φθάσουν εἰς περιοχὴν ὑψηλοτέρας πίεσεως, συνθλίβονται μὲ κρότον

καί καταπονοῦν κρουστικῶς ὡς μικραὶ σφῦραι τὰ γειτονικὰ τοιχώματα τῆς πτερωτῆς· ἔτσι εἰς τὰ τοιχώματα δημιουργοῦνται κοιλώματα ὑπὸ μορφὴν μικρῶν σπηλαίων καὶ διὰ τοῦτο τὸ φαινόμενον λέγεται *σπηλαίωσις*. Τὸ φαινόμενον τῆς σπηλαιώσεως παρατηρεῖται καὶ εἰς τοὺς δρομεῖς τῶν ὑδροστροβίλων ὡς καὶ εἰς τὰς ἑλικας τῶν πλοίων.

4 · 12 Πολυβάθμιοι άντλίες.

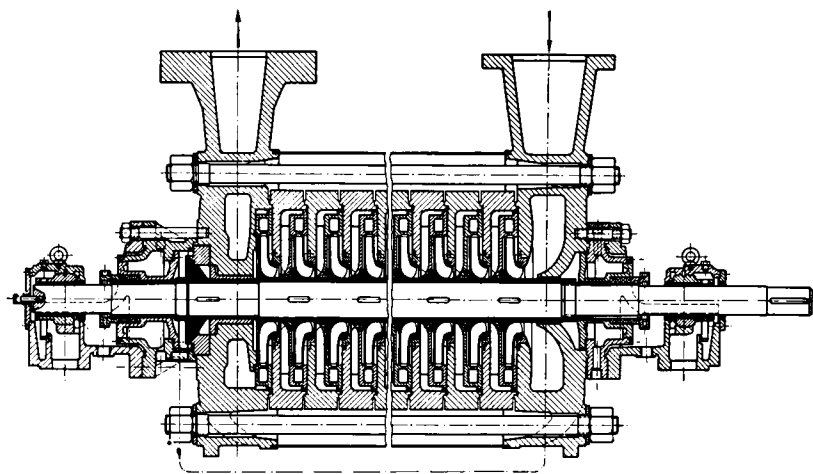
Ὅπως ἀνεφέρθη εἰς τὰ προηγούμενα (παράγρ. 4 · 5), ἡ φυγόκεντρος ἀντλία δύναται νὰ ἀνυψώσῃ τὸ ὑγρὸν εἰς ὀλίκον ὕψος, ποῦ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐξωτερικὴν διάμετρον τῆς πτερωτῆς καὶ ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν στροφῶν αὐτῆς (σχέσις 42). Ἄν ὅμως θέλωμεν τὸ ὀλίκον ὕψος νὰ εἶναι πολὺ μεγάλο (π.χ. 100 m ἢ καὶ περισσότερον), διὰ νὰ τὸ ἐπιτύχωμεν θὰ χρειασθῇ νὰ ἔχωμεν ἢ πολὺ μεγάλην διάμετρον πτερωτῆς ἢ πολὺ μεγάλον ἀριθμὸν στροφῶν, ἢ καὶ τὰ δύο. Τότε ὅμως ἡ περιφερειακὴ ταχύτης τῆς πτερωτῆς (ποῦ εὐρίσκεται ἀπὸ τὴν σχέσιν 41) εἶναι τόσον μεγάλη, ὥστε δημιουργοῦνται δυνάμεις ποῦ τὴν καταστρέφουν. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν καταφεύγομεν εἰς τὰς πολυβαθμίους ἀντλίας.

Αἱ πολυβάθμιοι ἀντλίες ἀποτελοῦνται ἀπὸ περισσοτέρας τῆς μιᾶς πτερωτᾶς τοποθετημένας ἐν σειρᾷ καὶ ἐσφηνωμένας εἰς τὸν ἴδιον ἄξονα. Τὸ πρὸς ἀνύψωσιν ὑγρὸν ὁδηγεῖται εἰς τὸ κέντρον τῆς πρώτης πτερωτῆς. Ἀπὸ τὴν περιφέρειαν αὐτῆς ὁδηγεῖται δι' ἰδιαιτέρας συσκευῆς ὁδηγήσεως εἰς τὸ κέντρον τῆς δευτέρας πτερωτῆς. Ἀπὸ τὴν περιφέρειαν τῆς δευτέρας ὁδηγεῖται εἰς τὸ κέντρον τῆς τρίτης κ.ο.κ. Ἀπὸ τὴν περιφέρειαν τῆς τελευταίας πτερωτῆς τὸ ὑγρὸν ὁδηγεῖται εἰς τὸ στόμιον καταθλίψεως τῆς ἀντλίας. Ἐτσι κάθε πτερωτὴ τῆς πολυβαθμίου ἀντλίας ἔχει νὰ ὑπερνικήσῃ ποσοστὸν μόνον τοῦ ὀλικοῦ ὕψους τόσον μικρότερον, ὅσον ὁ ἀριθμὸς τῶν πτερωτῶν τῆς ἀντλίας εἶναι μεγαλύτερος.

Ἡ πτερωτὴ μετὰ τῆς συσκευῆς ὁδηγήσεως λέγεται καὶ *βαθμὶς*. Ἡ συσκευὴ ὁδηγήσεως ἐκτὸς τοῦ ὅτι ὁδηγεῖ τὸ ὑγρὸν ἐκ τῆς περιφέρειας τῆς πτερωτῆς εἰς τὸ κέντρον τῆς ἐπομένης, ἐλαττώνει καὶ τὴν ταχύτητα τοῦ ὕδατος καὶ ἔτσι μετατρέπει τὴν ἐνέργειαν ταχύτητος, ποῦ παραλαμβάνει ἀπὸ τὴν πτερωτὴν, εἰς ἐνέργειαν πίεσεως. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἀθροίζονται αἱ πιέσεις τοῦ ὕδατος, καθὼς τοῦτο διέρχεται κατὰ σειρὰν τὰς βαθμίδας τῆς ἀντλίας.

Αί πολυβάθμιοι άντλίες χρησιμοποιούνται παντού, όπου έχουμε να ανυψώσωμεν ύγρον εις μέγα ύψος. Ίδιαιτέρως διαδεδομένη είναι ή χρησιμοποίησις τών άντλιών αύτών δια τήν τροφοδότησιν τών άτμολεβήτων καθώς και δια τήν άντλησιν ύδατος από βαθέα φρέατα.

Αί φυγόκεντροι άντλίες τροφοδοτήσεως άτμολεβήτων παρουσιάζουν πολλά ειδικά προβλήματα, ή λύσις τών όποιών οδηγεί εις ειδικάς κατασκευάς. Τά προβλήματα δημιουργοῦνται τόσο από τήν μεγάλην πίεσιν, τήν όποιαν πρέπει ή άντλία νά υπερνικήσῃ δια τήν τροφοδότησιν του άτμολέβητος, όσον και από τήν ύψηλήν θερμοκρασίαν του ύδατος.



Σχ. 4-12 α.

Δια νά άντέχουν εις τās μεγάλας πιέσεις, αί άντλίες τροφοδοτήσεως άτμολεβήτων πρέπει νά είναι κατεσκευασμένοι από μέταλλα ύψηλης άντοχής (π.χ. χυτός χάλυψ ή χυτός χρωμιοχάλυψ κ.ά.). Έξ άλλου ή ύψηλή θερμοκρασία προκαλεί άνομοιομόρφους διαστολάς, προς έξουδετέρωσιν τών όποιών άπαιτοῦνται ειδικάί προφυλάξεις.

Έπί πλέον ή ύψηλή θερμοκρασία του ύδατος καταστρέφει τό στυπείον (σαλαμάστρα) του στυπιοθλίπτου. Δια τήν άποφυγήν τής καταστροφής χρειάζεται νά κυκλοφορή περίξ αυτού ψυχρόν ύδωρ.

Τὸ σχῆμα 4 · 12 α δεικνύει γενικὴν διάταξιν ἀντλίας τροφοδοτήσεως ἀτμολέβητος.

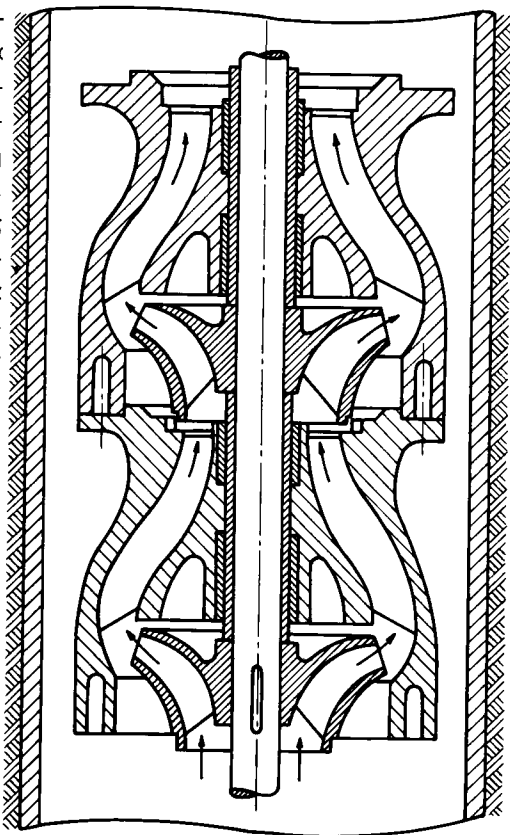
Αἱ ἀντλίες ποὺ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἀντλησιν ὕδατος ἀπὸ βαθέα φρέατα παρουσιάζουν καὶ αὐταὶ εἰδικὰ προβλήματα, ἢ λύσεις τῶν ὁποίων ὁδηγεῖ ἐπίσης εἰς εἰδικὰ κατασκευάς.

Τὰ βαθέα φρέατα ἀνοίγονται μὲ εἰδικὰ διατηρητικὰ μηχανήματα, ἔχουν δὲ μικρὰν διάμετρον (6 ἢ 8 ἴντσας) διὰ τὸ εἶναι οἰκονομικὴ ἡ ἐργασία τῆς διατρήσεως. Τὰ τοιχώματα τοῦ φρέατος ἐπενδύονται δι' εἰδικοῦ σωλῆνος. Ἡ ἀντλία, ἡ ὁποία τοποθετεῖται ἐντὸς τοῦ φρέατος πρέπει νὰ ἔχῃ ἐξωτερικὰς διαστάσεις μικροτέρας ἀπὸ τὴν ἐσωτερικὴν διάμετρον τοῦ σωλῆνος ἐπενδύσεως. Διὰ τοῦτο αἱ πτερωταὶ αὐτῆς ἔχουν πολὺ μικρὰν διάμετρον καὶ ἐπομένως ὁ ἀριθμὸς τῶν βαθμίδων αὐτῆς πρέπει νὰ εἶναι μεγάλος.

Τὸ σχῆμα 4 · 12 β δεικνύει τμήμα φυγοκέντρου ἀντλίας βαθέων φρεάτων, ἀποτελούμενον ἀπὸ δύο βαθμίδας, ἐγκατεστημένης ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἐπενδύσεως.

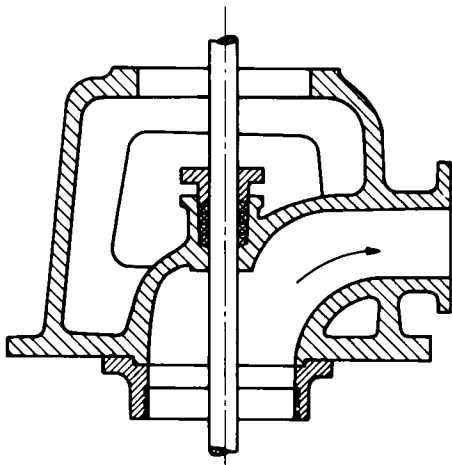
Ἡ κίνησις εἰς τὰς φυγοκέντρους ἀντλίας βαθέων φρεάτων ἐπιτυγχάνεται εἴτε ἐκ τῶν ἄνω, εἴτε ἐκ τῶν κάτω.

Κατὰ τὴν ἐκ τῶν ἄνω κίνησιν τοποθετεῖται ἐπὶ τοῦ ἐδάφους εἰς τὰ χεῖλη τοῦ φρέατος κεφαλὴ, ὡς ἡ τοῦ σχήματος 4 · 12 γ, ἀπὸ τὴν ὁποίαν κρέματα ὁ σωλὴν καταθλίψως μετὰ τῆς ἀντλίας.

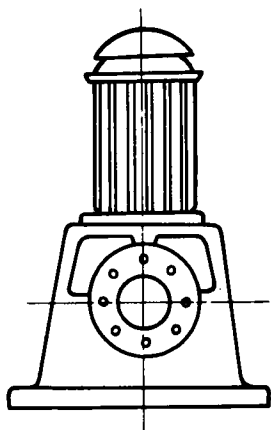


Σχ. 4·12 β.

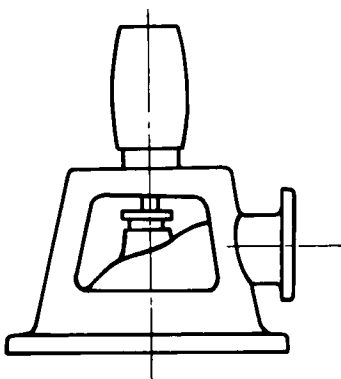
Εἰς τὸ ἄνω μέρος τῆς κεφαλῆς εὐρίσκεται τὸ σύστημα κινήσεως τῆς ἀντλίας, τὸ ὁποῖον εἶναι εἴτε κατακόρυφος



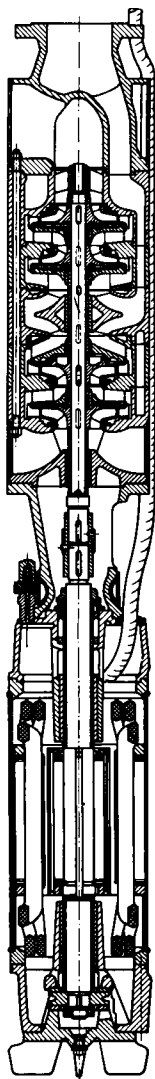
Σχ. 4·12 γ.



Σχ. 4·12 δ.



Σχ. 4·12 ε.



Σχ. 4·12 στ.

ἠλεκτροκινητῆρ (σχ. 4·12 δ), τοῦ ὁποῖου ὁ ἄξων συνδέεται ἀπ' εὐθείας (μέσω συνδέσμου) μετὸν ἄξονα τῆς ἀντλίας, εἴτε τροχαλία ἐπίπεδος (σχ. 4·12 ε) ἢ τραπε-

ζοειδῶν ἱμάντων, ἡ ὁποία λαμβάνει κίνησιν μέσω διεσταυρουμένων ἱμάντων ἀπὸ κινητηρίαν μηχανὴν καὶ τὴν μεταδίδει εἰς τὸν ἄξονα τῆς ἀντλίας μέσω συνδέσμου.

Ὅταν ἡ κίνησις γίνεται ἐκ τῶν κάτω, χρησιμοποιεῖται εἰδικὸς στεγανὸς ἠλεκτροκινητὴρ (σχ. 4 · 12 στ) μὲ μικρὰν ἐξωτερικὴν διάμετρον καὶ σχετικῶς μέγα μήκος, ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ τοποθέτησίς του ἐντὸς τοῦ φρέατος. Ἔτσι ἀποφεύγεται ὁ μακρὸς ἄξων, ὁ συνδέων τὰς βαθμίδας μὲ τὴν κεφαλὴν καὶ ἡ κεφαλὴ εἶναι πολὺ ἀπλῆ, ἀφοῦ δὲν ἔχει σύστημα κινήσεως καὶ στυπαιοθλίπτῃν. Ὁ ἠλεκτροκινητὴρ τοποθετεῖται κάτω τῆς πρώτης βαθμίδος τῆς ἀντλίας καὶ τὸ ἀναρροφούμενον ὕδωρ εἰσέρχεται εἰς αὐτήν, ἀφοῦ διέλθῃ περίξ τοῦ κινητήρος. Ἡ σύνδεσις πρὸς τὸν ἄξονα τῆς ἀντλίας ἐπιτυγχάνεται μέσω συνδέσμου.

Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ὁδηγεῖται εἰς τὸν κινητήρα μέσω εἰδικοῦ καλωδίου.

4 · 13 Ἀντλίας αὐτομάτου ἀναρροφήσεως.

Αἱ κοινὰ φυγόκεντροι ἀντλίας τῶν ὑγρῶν ἔχουν τὸ ἐξῆς μειονέκτημα ἔναντι τῶν ἐμβολοφόρων:

Διὰ τὴν ἔναρξιν τῆς λειτουργίας χρειάζεται νὰ πληρώσωμεν τὴν σωλήνωνσιν ἀναρροφήσεως καθὼς καὶ τὸ σῶμα τῆς ἀντλίας μὲ τὸ πρὸς ἀντλησιν ὑγρὸν.

Διὰ νὰ διατηρηθῇ ἡ σωλήνωνσις ἀναρροφήσεως πλήρης ὑγροῦ, πρέπει εἰς τὸ κάτω ἄκρον νὰ ἐφοδιασθῇ μὲ βαλβίδα ἀναρροφήσεως (κλαπέ). Ἐὰν ὅμως αἱ συνδέσεις τῶν σωληνώσεων δὲν εἶναι ἐντελῶς στεγαναί, ἡ ἀντλία δὲν δύναται νὰ λειτουργήσῃ. Τὸ μειονέκτημα αὐτὸ ἀποφεύγεται μὲ τὴν χρησιμοποίησιν τῶν ἀντλιῶν αὐτομάτου ἀναρροφήσεως.

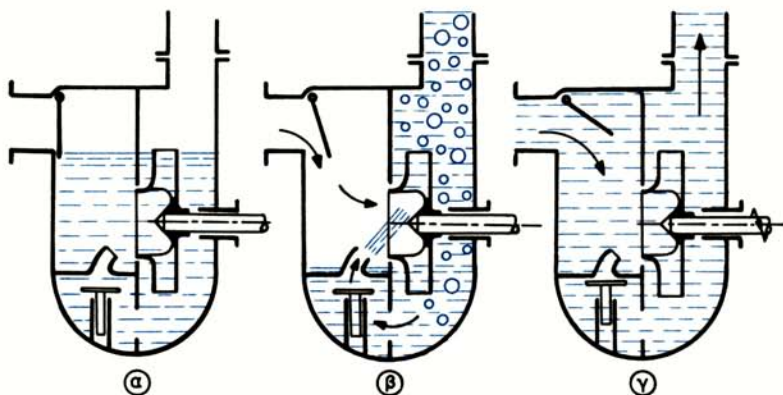
Ὡς αὐτόματον ἀναρρόφησιν ἐννοοῦμεν τὴν ἰκανότητα τῆς ἀντλίας νὰ ἀναρροφῇ μαζὶ μὲ τὸ ὑγρὸν ποὺ ἀντλεῖ καὶ ἀτμοσφαιρικὸν ἄερα.

Οἱ συνηθέστεροι τύποι ἀντλιῶν αὐτομάτου ἀναρροφήσεως εἶναι:

- α) Αἱ ἀντλίας ἐσωτερικῆς ἐπανακυκλοφορίας.
- β) Αἱ ἀντλίας ὑδατίνου δακτυλίου.
- γ) Αἱ ἀντλίας μὲ πλευρικὰς αὐλακας.

α) Άντλίες έσωτερικῆς επανακυκλοφορίας.

Εἰς τὰς άντλίας αὐτὰς τὸ σῶμα εἶναι διαμορφωμένον οὕτως, ὥστε νὰ περιλαμβάνη ἀποθήκην ὕδατος με̐ έλευθέραν ἐπιφάνειαν. Κατὰ τὴν ἀρχικὴν λειτουργίαν ἡ ἀποθήκη πρέπει νὰ πληρωθῇ με̐ ὕδωρ. Εἰς τὸ σῶμα τῆς άντλίας ὑπάρχει βαλβίς, ἡ ὁποία κλείει τὸ στόμιον διὰ τοῦ ὁποίου τὸ ὕδωρ ὁδηγεῖται ἀπὸ τὴν ἀποθήκην πρὸς τὸ κέντρον τῆς πτερωτῆς [σχ. 4·13 α(α)]. Ὅταν ἀρχίσῃ ἡ λειτουργία τῆς άντλίας, ἡ πτερωτὴ περιστρέφεται καὶ ἀναρροφεῖται ὕδωρ ἀπὸ τὴν ἀποθήκην διὰ μέσου τῆς βαλβίδος· κατόπιν εἰσέρχεται εἰς τὴν πτε-



Σχ. 4·13 α.

ρωτὴν καὶ ἐξέρχεται πρὸς τὴν ἀποθήκην [σχ. 4·13 α(β)]. Ἐπειδὴ ὁμως ἡ πτερωτὴ δὲν ἔχει νὰ ἀναρροφήσῃ ὅσον ὕδωρ δύναται νὰ κινήσῃ, ἀναρροφεῖ καὶ ἀέρα ἀπὸ τὴν σωλήνωνσιν ἀναρροφήσεως καὶ τὸν ἐκδιώκει πρὸς τὴν ἀποθήκην μετὰ τοῦ ὕδατος. Ἐκεῖ ἀποχωρίζεται ὁ ἀήρ, ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν καὶ ἐξέρχεται διὰ τῆς σωληνώσεως καταθλίψεως. Ἡ λειτουργία αὕτῃ ἐξακολουθεῖ, μέχρις ὅτου κενωθῇ ἡ σωληνώσις ἀναρροφήσεως ἀπὸ τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Τότε κλείει αὐτομάτως ἡ βαλβίς καὶ ἡ άντλία άντλεῖ ἀπὸ τὴν σωληνώσιν ἀναρροφήσεως ὕδωρ, δηλαδὴ λειτουργεῖ ὡς κοινὴ φυγόκεντρος άντλία [σχ. 4·13 α(γ)].

Διὰ τὴν κανονικὴν λειτουργίαν τῆς άντλίας αὐτῆς δὲν απαιτεῖται νὰ ὑπάρχῃ εἰς τὸ ἄκρον τοῦ σωλήνος ἀναρροφήσεως βαλβίς ἀντεπιστροφῆς. Ἡ βαλβίς αὕτῃ ὁμως χρειάζεται νὰ ὑπάρχῃ εἰς τὸ

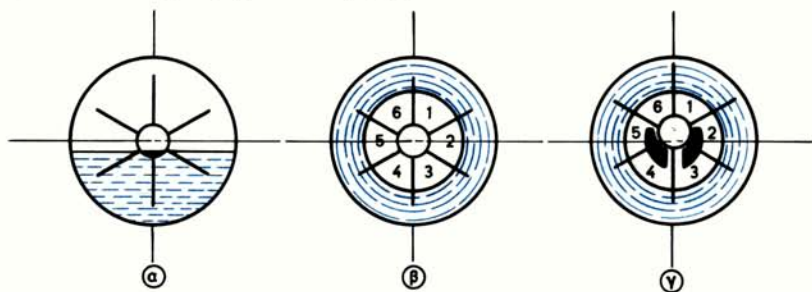
σῶμα τῆς ἀντλίας, ὥστε τοῦτο νὰ εἶναι πάντοτε πλήρες ὕδατος.

β) Ἀντλία ὕδατινου δακτυλίου.

Ἡ ἀρχή, ἐπὶ τῆς ὁποίας βασιζέται ἡ λειτουργία τῶν ἀντλιῶν αὐτῶν εἶναι ἡ ἑξής:

Ἐὰν ἐντὸς κυλίνδρου, ὁ ὁποῖος περιέχει ὕδωρ, περιστρέφεται τροχὸς μὲ πτερύγια ἀκτινικὰ [σχ. 4 · 13 β (α)], παρασύρεται εἰς τὴν περιστροφὴν καὶ τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως σχηματίζει δακτύλιον. Ἐὰν τὸ κέντρον περιστροφῆς τοῦ τροχοῦ συμπίπτῃ πρὸς τὸ κέντρον τῆς τομῆς τοῦ κυλίνδρου, σχηματίζονται περὶ τὴν πλήμνην τοῦ τροχοῦ μεταξύ τῶν πτερυγίων χῶροι κενοὶ (1 ἕως 6) ἴσοι [σχ. 4 · 13 β(β)].

Ἐὰν ὁμως ὁ τροχὸς δὲν εἶναι συγκεντρικός πρὸς τὸν κύλινδρον, οἱ κενοὶ χῶροι, 1 ἕως 6, οἱ ὁποῖοι σχηματίζονται μεταξύ τῶν πτερυγίων τοῦ τροχοῦ περὶ τὴν πλήμνην, εἶναι ἀνισοί, αὐξάνει δὲ ὁ ὄγκος των ἀπὸ 1 ἕως 3, κατὰ τὴν διάρκειαν ἡμισείας στροφῆς, ἐνῶ ἐλαττοῦται ἀπὸ 4 ἕως 6 [σχ. 4 · 13 β(γ)].



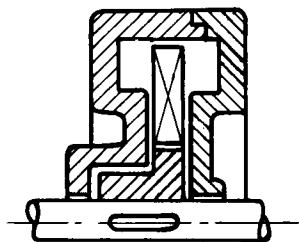
Σχ. 4 · 13 β.

Ἔτσι εἰς τὸν χῶρον 3 ὑφίσταται ὑποπίεσις καὶ ἂν ὁ χῶρος αὐτὸς συνδεθῇ πρὸς τὴν σωλήνωσιν ἀναρροφήσεως, θὰ δημιουργηθῇ ἀναρρόφησις ὕδατος. Ἀπ' ἐναντίας εἰς τὸν χῶρον 6 ὑφίσταται ὑπερπίεσις καὶ ἂν τὸν συνδέσωμεν πρὸς τὴν σωλήνωσιν καταθλίψεως, θὰ δημιουργηθῇ κίνησις τοῦ ὕδατος πρὸς αὐτήν.

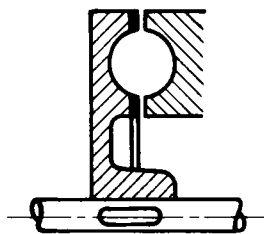
Διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ τοῦτο ἀπαιτεῖται πολὺ καλὴ ἐφαρμογὴ μεταξύ τῶν πλευρικῶν ἐπιφανειῶν τοῦ τροχοῦ καὶ τῶν πλευρικῶν καλυμμάτων τοῦ κυλίνδρου, καὶ μεταξύ τῶν ἀκραίων ἐπιφανειῶν τῶν πτερυγίων καὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου.

γ) Άντλίες με πλευρικές αύλακες.

Αί άντλίες αυτές βασίζονται ἐπὶ τῆς ἰδίας ἀρχῆς με τὰς άντλίας ὕδατινου δακτυλίου. Διαφέρουν μόνον κατὰ τὸ ὅτι ὁ τροχὸς εἶναι συγκεντρικὸς πρὸς τὸν κύλινδρον καὶ οἱ ἄνισοι χῶροι περὶ τὴν πλήμνην αὐτοῦ σχηματίζονται ἀπὸ τὴν εἴσοδον τοῦ ὕδατος εἰς αὐλάκας. Αἱ αὐλάκες αὐταὶ εὐρίσκονται εἰς τὰ πλευρικά καλύμματα τῆς άντλίας καὶ τὸ βάθος αὐτῶν μεταβάλλεται κατὰ μήκος· ἡ διατομή τῶν αὐλάκων εἶναι εἴτε ὀρθογωνικὴ (σχ. 4·13 γ) εἴτε ἡμικυκλική (σχ. 4·13 δ).



Σχ. 4·13 γ.



Σχ. 4·13 δ.

Κατὰ τὴν λειτουργίαν τῆς άντλίας αὐτῆς, μεταξύ τῆς πτερωτῆς καὶ τῶν πλευρικῶν αὐλάκων δημιουργεῖται μία δευτερεύουσα κυκλοφορία ὕδατος καὶ ἐναλλαγὴ ἐνεργείας· τοῦτο ἔχει ὡς συνέπειαν τὸ ὀλικὸν ὕψος αὐτῆς νὰ εἶναι μεγαλύτερον, ἀπὸ ὅσον εἶναι εἰς τὴν κοινὴν φυγόκεντρον άντλίαν, ποὺ ἔχει τὴν αὐτὴν διάμετρον πτερωτῆς καὶ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν στροφῶν.

Ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς άντλίας αὐτῆς εἶναι χαμηλός, διότι τμήμα τῆς ἐνεργείας, ποὺ προσδίδεται εἰς τὸ ὕδωρ, χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν δευτερεύουσαν κυκλοφορίαν.

Ἡ άντλία πλευρικῶν αὐλάκων κατασκευάζεται συνήθως ὡς πολυβάθμιος καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βιομηχανίαν εἰς περιπτώσεις ποὺ ἀπαιτεῖται μικρὰ παροχή, μέγα ὀλικὸν ὕψος καὶ δὲν ἐνδιαφέρει ἰδιαιτέρως ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως.

4·14 Άντλίες ὀξέων.

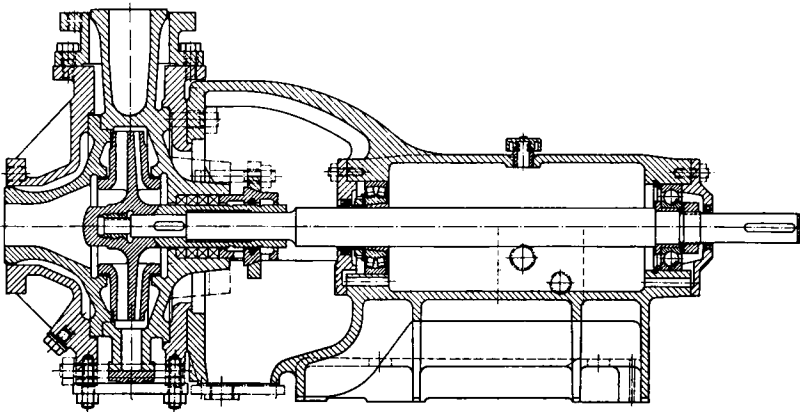
Εἰς τὰς χημικὰς βιομηχανίας τὰς ἀνάγκας άντλήσεως ὀξέων καλύπτουν συνήθως αἱ φυγόκεντροι άντλίες. Σοβαρὸν πρόβλημα διὰ τὰς άντλίας αὐτὰς εἶναι ὅτι ἀπαιτεῖται εἰδικὸν ὕλικὸν διὰ τὴν

κατασκευήν τῶν τμημάτων ἐκείνων, τὰ ὅποια ἔρχονται εἰς ἐπαφήν μετὰ τὰ ὀξέα, δηλαδή τῆς πτερωτῆς, τοῦ κοχλίου, τοῦ στομίου εἰσαγωγῆς καὶ τοῦ στυπαιοθλίπτου. Ὑλικά χρησιμοποιούμενα διὰ τὸν σκοπὸν αὐτὸν εἶναι:

α) Ὁ εἰδικὸς χυτὸς χάλυψ, ὁ ὁποῖος περιέχει χρώμιον καὶ νικέλιον.

β) Τὸ σκληρὸν ἐλαστικόν, διὰ τοῦ ὁποῖου καλύπτονται αἱ ἐν ἐπαφῇ πρὸς τὰ ὀξέα ἐπιφάνειαι τῶν εξαρτημάτων τῆς ἀντλίας.

γ) Ἡ πορσελάνη, ἡ ὁποία ἐπειδὴ θραύεται εὐκόλως προστατεύεται ἐξωτερικῶς διὰ κοινοῦ χυτοσιδήρου.



Σχ. 4 · 14.

*Ἄλλο πρόβλημα σοβαρὸν τῶν ἀντλιῶν αὐτῶν εἶναι ὅτι πρέπει νὰ ἐπιτευχθῇ πλήρης στεγανότης εἰς τὸν στυπαιοθλίπτην. Αὕτῃ ἐπιτυγχάνεται δι' εἰδικῆς διαμορφώσεως τῆς πτερωτῆς, ἡ ὁποία εἰς τὸ ὀπίσθιον μέρος ἔχει ἐνσωματωμένον βοηθητικὸν δίσκον. Κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ δίσκου αὐτοῦ δημιουργεῖται εἰς τὸν χῶρον ποῦ συγκοινωνεῖ μετὰ τὸν στυπαιοθλίπτην ὑποπίεσις καὶ ἔτσι τὸ ὑγρὸν δὲν διαρρέει (σχ. 4 · 14).

4 · 15 Κυκλοφορηταί.

Οἱ κυκλοφορηταί εἶναι εἰδικαὶ φυγόκεντροι ἀντλίες, ποὺ χρησιμοποιῶνται εἰς τὰ δίκτυα κεντρικῶν θερμάνσεων πρὸς ἐπιτάχυνσιν τῆς κυκλοφορίας τοῦ θερμοῦ ὕδατος. Τὸ ὀλικὸν ὕψος αὐτῶν εἶναι μι-

κρόν (συνήθως δὲν ὑπερβαίνει τὰ 3 m). Ἡ παροχή των εξαρτᾶται ἀπὸ τὸ μέγεθος τῆς ἐγκαταστάσεως κεντρικῆς θερμάνσεως καὶ φθάνει τὰ 15 ἕως 20 m³/h.

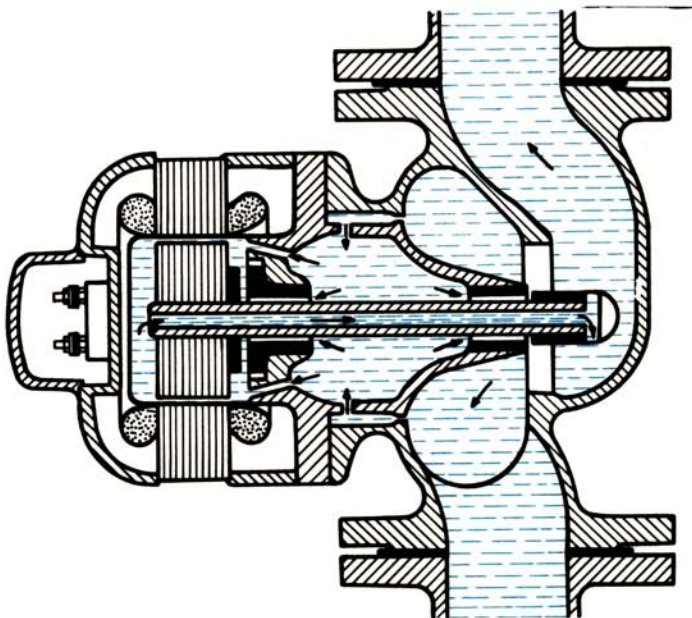
Εἰδικαὶ ἀπαιτήσεις διὰ τοὺς κυκλοφορητὰς εἶναι:

α) Νὰ καταλαμβάνουν μικρὸν χῶρον.

β) Νὰ παρουσιάζουν μικρὰς ἀντιστάσεις ροῆς. Πρὸς τοῦτο οἱ κυκλοφορηταὶ συνδέονται καὶ στηρίζονται ἀπ' εὐθείας ἐπὶ τῆς σωληνώσεως καὶ ἡ διατομή ροῆς αὐτῶν πρέπει νὰ εἶναι τουλάχιστον ἴση πρὸς τὴν διατομὴν τῆς σωληνώσεως.

γ) Νὰ μὴ ἀπαιτοῦν συντήρησιν.

δ) Ἡ λειτουργία των νὰ εἶναι κατὰ τὸ δυνατόν ἀθόρυβος.



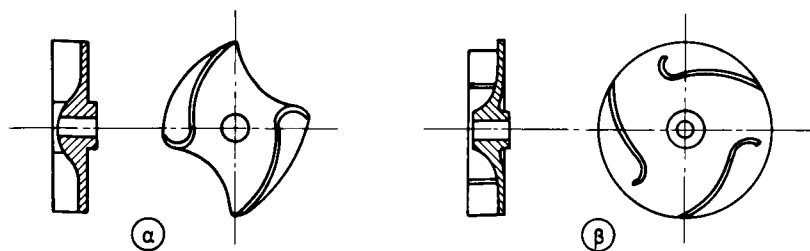
Σχ. 4·15.

Ἡ κίνησις ἐπιτυγχάνεται μέσω ηλεκτροκινητήρος, μετὰ τοῦ ὁποίου ὁ κυκλοφορητὴς ἀποτελεῖ ἐνιαῖον σύνολον. Συνήθως ἡ πτερωτὴ προσαρμόζεται ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ ηλεκτροκινητήρος, ὁ ὁποῖος διαμορφώνεται εἰδικῶς πρὸς τοῦτο, στηρίζεται δὲ ἐπὶ ἐδράνων ὀλισθήσεως, τὰ ὁποῖα λιπαίνονται διὰ τοῦ ὕδατος ποῦ ἀντλεῖ ὁ κυκλοφορητὴς (σχ. 4·15).

Τὸ συγκρότημα εἶναι διαμορφωμένον οὕτως, ὥστε νὰ μὴ ἀπαιτῇται στυπειοθλίπτῃς. Πρὸς τοῦτο ὁ κινητὴρ φέρει εἰδικὸν περίβλημα μορφῆς κυπέλλου (σχ. 4 · 15), τὸ ὁποῖον διαχωρίζει στεγανῶς τὸν δρομέα ἀπὸ τὸ συγκρότημα τῶν μαγνητῶν. Ὁ δρομεὺς, ὁ ὁποῖος εἶναι βραχυκυκλωμένος, κατακλύζεται ἀπὸ τὸ ὕδωρ λιπάνσεως τῶν ἐδράνων. Τὸ κυκλοφοροῦν ὕδωρ πρέπει νὰ εἶναι καθαρὸν, ἀπηλλαγμένον ἐντελῶς ἀπὸ στερεὰ αἰωρήματα, τὰ ὁποῖα καταστρέφουν συντόμως τὰ ἔδρανα.

4 · 16 Ἀντλίες ἀκαθάρτων υδάτων.

Εἰς περιπτώσεις ἀντλήσεως ὑγρῶν, ποὺ περιέχουν στερεὰ σώματα ἢ στερεὰς οὐσίας ὑπὸ μορφήν ἰνῶν, ὡς π.χ. εἰς σακχαρουργεῖα ἢ ἐργοστάσια παρασκευῆς χάρτου, χρησιμοποιοῦνται ἀντλίες μὲ εἰδικῶς διαμορφωμένην πτερωτὴν, ὥστε νὰ ἀποφεύγεται ἡ ἀπόφραξις τῶν μεταξὺ τῶν πτερυγίων αὐλάκων. Ἡ πτερωτὴ εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν εἶναι συνήθως ἡμιανοικτὴ, μὲ μικρὸν ἀριθμὸν πτερυγίων, συνήθως 2 ἢ 3, ὥστε αἱ μεταξὺ αὐτῶν δίοδοι νὰ ἔχουν μεγάλην διατομὴν. Τὸ σχῆμα 4 · 16 α δεικνύει πτερωτὰς αὐτοῦ τοῦ εἶδους (α μὲ δύο πτερύγια, β μὲ 3 πτερύγια).

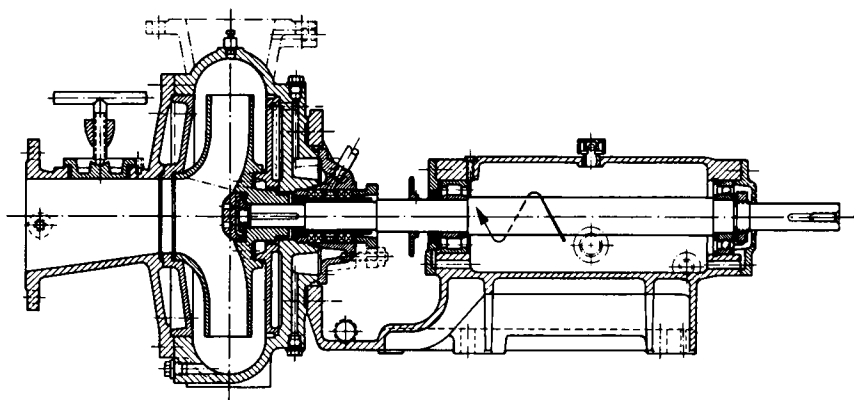


Σχ. 4 · 16 α.

Ἐκτὸς ὅμως τῆς πτερωτῆς πρέπει νὰ διαμορφωθῇ καταλλήλως καὶ τὸ κέλυφος, ὥστε νὰ ἀποφεύγεται ἡ ἀπόφραξις τῶν στομιῶν εἰσόδου καὶ ἐξόδου καθὼς καὶ ἡ συνδέουσα τὰ δύο στόμια αὐλάξ. Πρὸς τοῦτο τὰ στόμια διαθέτουν εἰδικὴν διάταξιν διὰ τὸν ταχύν καθαρισμὸν (σχ. 4 · 16 β) καὶ τὸ κέλυφος διαμορφοῦται μὲ εὐρείαν αὐλάκα καὶ κάλυμμα καθαρισμοῦ ταχέως ἀφαιρούμενον (σχ. 4 · 16 γ). Ὁ καθαρισμὸς πρέπει νὰ γίνεταί κατὰ κανονικὰ χρονικὰ διαστήματα.

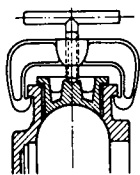
Ὅταν τὸ ὑγρὸν περιέχῃ στερεὰ αἰωρήματα, ποὺ προκαλοῦν

φθοράν, πρέπει τόσο η πτερωτή όσο και το κέλυφος να κατα-



Σχ. 4-16 β.

σκευάζονται από ειδικών χυτοσίδηρον ανθεκτικόν εις φθοράν, τὰ δὲ πλέον συχνότερον φθειρόμενα τεμάχια νὰ δύνανται νὰ ἀντικαθίστανται. Ἐξ ἄλλου ὁ ἄξων τῆς ἀντλίας πρέπει εἰς τὰς θέσεις, ὅπου ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ ἀντλούμενον ὑγρὸν, νὰ καλύπτεται μὲ ἐναλλακτὸν τεμάχιον. Ἡ ἀνάγκη αὕτη ἐμφανίζεται κυρίως εἰς τὴν θέσιν συσφίξεως τοῦ δίσκου μετὰ τοῦ ἄξονος, ὅπου χρησιμοποιεῖται εἰδικὸν προστατευτικὸν κάλυμμα (σχ. 4-16 β).



Σχ. 4-16 γ.

4-17 Δοκιμαὶ φυγοκέντρων ἀντλιῶν.

Αἱ δοκιμαὶ τῶν φυγοκέντρων ἀντλιῶν γίνονται τόσο διὰ τὴν χάραξιν τῶν χαρακτηριστικῶν καμπυλῶν λειτουργίας, ὅσον καὶ διὰ τὴν διαπίστωσιν τῆς συμπεριφορᾶς τῶν ἀντλιῶν κατὰ τὴν λειτουργίαν.

Αἱ δοκιμαὶ ἐκτελοῦνται εἰς εἰδικὰ ἐργαστήρια, ποὺ διαθέτουν πρὸς τοῦτο τὰ μεγάλα ἐργοστάσια κατασκευῆς φυγοκέντρων ἀντλιῶν ἢ εἰς κρατικὰ ἐργαστήρια, ὅπου οἱ κατασκευασταὶ ἀποστέλλουν δείγματα ἐξ ἐκάστου τύπου πρὸς δοκιμὴν. Εἰς τὰ ἐργαστήρια αὐτὰ μετροῦνται δι' ὠρισμένον ἀριθμὸν στροφῶν ἡ παροχὴ, τὸ ὅλικον ὕψος, ἡ ἀπορροφουμένη ὑπὸ τῆς ἀντλίας ἰσχύς καὶ ὁ ἀριθμὸς στροφῶν αὐτῆς.

Ἡ παροχή μετρεῖται με τοὺς ἑξῆς τρόπους:

α) Δι' ὀγκομετρικοῦ δοχείου.

Τοῦτο εἶναι δοχεῖον ὠρισμένου ὄγκου, ποὺ φέρει ὑδροδείκτην βαθμονομημένον. Αἱ διαιρέσεις δεικνύουν τὸν ὄγκον τοῦ δοχείου μέχρι τῆς στάθμης τῆς διαιρέσεως. Διὰ τὴν μέτρησιν τῆς παροχῆς μετρεῖται ὁ χρόνος, ποὺ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν πλήρωσιν τοῦ δοχείου με ὕδωρ μέχρις ὠρισμένου ὄγκου.

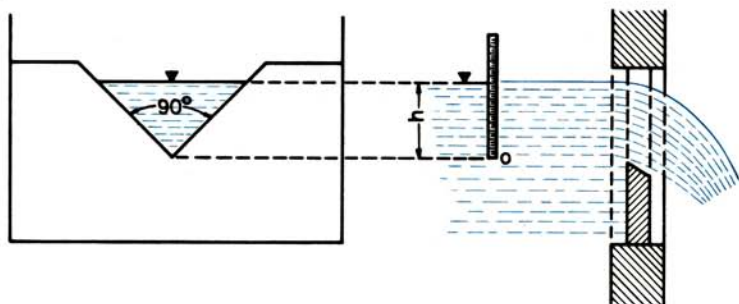
Ἄν V (m^3) εἶναι ὁ ὄγκος, κατὰ τὸν ὁποῖον ἐπληρώθη τὸ δοχεῖον με ὕδωρ καὶ t (s) ὁ χρόνος, ποὺ ἐχρειάσθη διὰ τὴν πλήρωσιν, ἡ παροχή θὰ εἶναι:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (m^3/s).$$

Ἡ μέτρησις εἶναι ἀρκετὰ ἀκριβής, χρησιμοποιεῖται δὲ εἰς ἀντλίας μικρᾶς παροχῆς.

β) Μέτρησις δι' ἐκχειλιστοῦ.

Τὸ ὕδωρ ἐκ τῆς ἀντλίας ὁδηγεῖται εἰς δεξαμενὴν, τῆς ὁποίας τὸ ἓνα τοίχωμα ἔχει ἐκχειλιστήν, δηλαδὴ ἀνοιγμα, συνήθως τριγωνικὸν με γωνίαν κορυφῆς 90° , ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἐκρέει τὸ ὕδωρ. Μετροῦμεν τὸ ὕψος h τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος ἐκροῆς ἀπὸ τὴν κορυφὴν τοῦ ἐκχειλιστοῦ (σχ. 4 · 17 α) καὶ ἀπὸ εἰδικoὺς πίνακας εὐρίσκομεν τὴν παροχὴν.



Σχ. 4 · 17 α.

Ἡ μέτρησις δι' ἐκχειλιστοῦ χρησιμοποιεῖται δι' ἀντλίας μετρίας καὶ μεγάλης παροχῆς.

Διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ ὀλικοῦ ὕψους τῆς ἀντλίας χρησιμοποι-

οὔμεν δύο μανόμετρα· τὸ ἓνα τοποθετεῖται εἰς τὸ στόμιον καταθλίψεως καὶ χρησιμεύει διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ ὕψους καταθλίψεως, ἐνῶ τὸ ἄλλο τοποθετεῖται εἰς τὸ στόμιον ἀναρροφήσεως καὶ χρησιμεύει διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ ὕψους ἀναρροφήσεως (σχ. 4 · 17 β).

Αἱ ἐνδείξεις τῶν δύο μανομέτρων προστίθενται καὶ ἀνάγονται εἰς ὕψος στήλης ὕδατος· εἰς τὸ οὕτως εὐρίσκόμενον ὕψος πρέπει νὰ προστεθῇ ἡ ὑψομετρικὴ διαφορὰ τῶν θέσεων τῶν δύο μανομέτρων. Ἐὰν αἱ διάμετροι τῶν σωληνώσεων ἀναρροφήσεως καὶ καταθλίψεως εἶναι διαφορετικαί, εἰς τὸ ὀλικὸν ὕψος πρέπει νὰ προστεθῇ καὶ τὸ ὕψος ταχύτητος h_v , τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$h_v = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

ὅπου: v_2 καὶ v_1 εἶναι αἱ ταχύτητες ροῆς εἰς τὰς σωληνώσεις καταθλίψεως καὶ ἀναρροφήσεως ἀντιστοίχως. Αἱ ταχύτητες ροῆς v_1 καὶ v_2 ὑπολογίζονται, ὅταν εἶναι γνωστὴ ἡ παροχὴ καὶ αἱ διάμετροι τῶν σωληνώσεων.

Διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἰσχύος, ποὺ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν κίνησιν τῆς ἀντλίας, χρησιμοποιοῦνται δύο μέθοδοι: Κατὰ τὴν πρώτην μέθοδον ὡς κινητηρία μηχανὴ χρησιμοποιεῖται συνήθως ἡλεκτροκινητήρ. Μὲ βαττόμετρον μετροῦμεν τότε τὴν ἰσχύν, ποὺ ἀπορροφεῖ ὁ ἡλεκτροκινητήρ ἀπὸ τὸ δίκτυον. Τὴν ἰσχύν αὐτὴν πολλαπλασιάζομεν κατόπιν ἐπὶ τὸν βαθμὸν ἀποδόσεως τοῦ κινητήρος (ποὺ πρέπει νὰ εἶναι γνωστὸς) καὶ οὕτως εὐρίσκομεν τὴν ἰσχύν τῆς ἀντλίας. Κατὰ τὴν δευτέραν μέθοδον ὡς κινητὴρ χρησιμοποιεῖται ἡλεκτρικὸν δυναμόμετρον, δηλαδὴ ἡλεκτροκινητήρ μὲ ταλαντευόμενον περίβλημα, τὸ ὁποῖον μέσω μοχλοῦ συνδέεται μὲ ζυγόν. Μὲ τὸν ζυγὸν μετροῦμεν τὴν ροπὴν στρέψεως τοῦ κινητήρος. Ἄν P (kp) εἶναι ἡ ἐνδείξις τοῦ ζυγοῦ καὶ l (m) τὸ μῆκος τοῦ μοχλοῦ, ἡ ροπή στρέψεως εἶναι $M_d = P \cdot l$ (kpm). Κατόπιν εὐρίσκομεν τὴν ἰσχύν τοῦ κινητήρος ἐκ τῆς γνωστῆς σχέσεως:

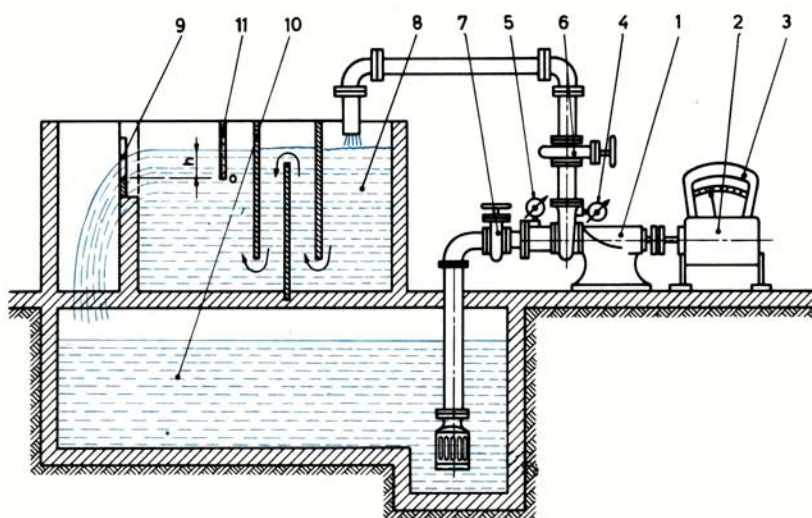
$$N = \frac{M_d \cdot n}{716,2} \quad \text{HP} \quad (46)$$

ὅπου: n εἶναι ὁ ἀριθμὸς στροφῶν τοῦ κινητήρος ἀνὰ λεπτόν.

Ἡ μέτρησις τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν τοῦ ἄξονος τῆς ἀντλίας ἐπιτυγχάνεται συνήθως μὲ στροφόμετρα χειρὸς, τὰ ὁποῖα ὑπάρχουν

είς δύο τύπους. Τὸ ἓν δίδει τὸν ἀριθμὸν στροφῶν εἰς καθοριζόμενον χρόνον, συνήθως 1 min, τὸν ὁποῖον μετροῦμεν διὰ χρονομέτρου. Τὸ ἄλλο δίδει δι' ἀπ' εὐθείας ἀναγνώσεως ἐπὶ τῆς κλίμακος τοῦ ὄργανου τὸν ἀριθμὸν στροφῶν ἀνὰ πρῶτον λεπτόν.

Διὰ τὴν χάραξιν τῶν χαρακτηριστικῶν καμπυλῶν λειτουργίας τῆς ἀντλίας μετροῦμεν τὴν παροχὴν καὶ τὴν ἀπορροφουμένην ὑπ' αὐτῆς ἰσχὺν διὰ διάφορα ὀλικά ὕψη. Ἡ μεταβολὴ τοῦ ὕψους ἐπιτυγχάνεται μὲ βάναν, ἡ ὁποία παρεμβάλλεται εἰς τὴν σωλήνωσιν καταθλίψεως (σχ. 4 · 17 β). Ἐλάττωσις τῆς διατομῆς τῆς βάνας αὐξάνει τὴν ἀντίστασιν ροῆς καὶ ἐπομένως αὐξάνει τὸ ὀλικὸν ὕψος τῆς ἀντλίας, ἐνῶ αὐξησις τῆς διατομῆς τῆς βάνας ἐλαττώνει τὴν ἀντίστασιν ροῆς, ἄρα καὶ τὸ ὀλικὸν ὕψος.



Σχ. 4-17 β.

1. Ἀντλία. 2. Δυναμόμετρον. 3. Ζυγός. 4. Μανόμετρον. 5. Κενόμετρον. 6. Βάνα καταθλίψεως. 7. Βάνα ἀναρροφῆσεως. 8. Δεξαμενὴ καταθλίψεως. 9. Ἐκχειλιστής. 10. Δεξαμενὴ ἀναρροφῆσεως. 11. Κλίμαξ μετρήσεως ὕψους ἐκχειλιστοῦ.

Συνήθως κατὰ τὰς δοκιμὰς ἐλέγχεται καὶ ἡ ποιότης τῆς ἀντλίας ἀπὸ πλευρᾶς κατεργασίας. Πρὸς τοῦτο ἀποσυναρμολογεῖται ἡ ἀντλία καὶ ἐλέγχονται αἱ ἀνοχαὶ τῶν συναρμογῶν, ἡ ποιότης τῶν χυτῶν ἐξαρτημάτων, ὁ βαθμὸς τῆς ἐπιφανειακῆς κατεργασίας κ.ἄ.

Το σχήμα 4 · 17 β εικονίζει γενικήν διάταξιν δοκιμῆς φυγοκέντρου άντλίας. Εἰς τὴν δεξαμενὴν, ποὺ περιλαμβάνει τὸν ἐκχειλιστὴν, τοποθετοῦνται διαφράγματα πρὸς ἀπόσβεσιν τῶν κυματισμῶν εἰς τὴν θέσιν μετρήσεως τοῦ ὕψους h .

4·18 Ἐγκατάστασις, λειτουργία καὶ συντήρησις φυγοκέντρων άντλιῶν.

Κατὰ τὴν ἐγκατάστασιν φυγοκέντρου άντλίας πρέπει νὰ δοθῇ ἰδιαιτέρα προσοχὴ εἰς τὰ ἀκόλουθα σημεία:

— Αἱ σωληνώσεις ἀναρροφήσεως καὶ καταθλίψεως πρέπει νὰ στηρίζωνται ἀνεξαρτήτως ἀπὸ τὴν άντλίαν, ὥστε νὰ ἀποφεύγωνται καταπονήσεις καὶ μεταβιβάσεις κραδασμῶν εἰς τὸ κέλυφος τῆς άντλίας.

— Ἡ σωλήνωσις ἀναρροφήσεως νὰ εἶναι ὅσον τὸ δυνατόν μικροῦ μήκους καὶ εὐθεῖα. Αἱ καμπύλαι νὰ εἶναι ἀνοικταί. Δὲν πρέπει νὰ ὑπάρχῃ ἄλλη βαλβὶς παρὰ μόνον ἡ βαλβὶς ἀναρροφήσεως.

— Ἡ διάμετρος τῆς σωληνώσεως ἀναρροφήσεως πρέπει νὰ εἶναι μεγάλη. Ἐτσι αἱ ἀπώλειαι ἐκ τριβῶν θὰ εἶναι πολὺ μικραί, τὸ δὲ ὕψος ἀναρροφήσεως τὸ μεγαλύτερον δυνατόν.

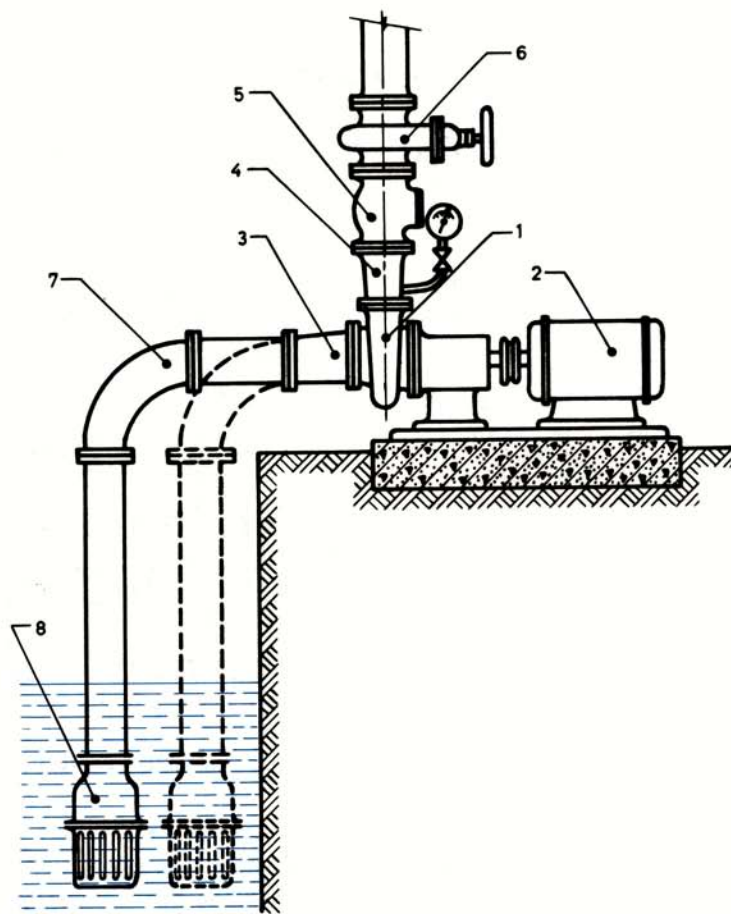
— Ἡ σύνδεσις τοῦ σωλήνος ἀναρροφήσεως πρὸς τὸ στόμιον εἰσόδου τῆς άντλίας πρέπει νὰ γίνεται μὲ κωνικὴν συστολὴν μονόπλευρον διαμορφωμένην ὡς εἰς τὸ σχήμα 4 · 18 α(γ), ὥστε νὰ ἀποφεύγεται δημιουργία θυλάκων ἀέρος, οἱ ὅποιοι δυνατόν νὰ προκαλέσουν διακοπὴν τῆς ροῆς.

— Σκόπιμον εἶναι ἡ σωλήνωσις ἀναρροφήσεως πρὸ τῆς εἰσόδου τῆς εἰς τὴν άντλίαν νὰ ἔχῃ εὐθύγραμμον ἓνα τμήμα αὐτῆς, ὥστε κατὰ τὴν εἰσοδὸν εἰς αὐτὴν τοῦ ὕγρου ἡ ροὴ νὰ εἶναι ὁμαλή.

— Ἡ σωλήνωσις καταθλίψεως πρέπει καὶ αὕτῃ νὰ ἔχῃ διάμετρον μεγαλυτέραν ἀπὸ τὸ στόμιον καταθλίψεως τῆς άντλίας, ὥστε ἡ ταχύτης τοῦ ὕγρου νὰ εἶναι σχετικῶς μικρὰ (≤ 3 m/s). Οὕτως ἡ ἐκ τριβῶν ἀπώλεια περιορίζεται. Εἰς τὴν σωλήνωσιν καταθλίψεως παρεμβάλλεται βαλβὶς ἀντεπιστροφῆς, 5, καθὼς καὶ συρταρωτὴ βαλβὶς, 6 (σχ. 4 · 18 α). Ἡ πρώτη χρειάζεται διὰ νὰ ἐμποδίζῃ τὴν ἐπιστροφὴν τοῦ ὕδατος πρὸς τὴν άντλίαν, ὅταν δὲν λειτουργῇ ἡ άντλία, διότι τότε αὕτῃ θὰ λειτουργήσῃ ὡς ὑδροκινητὴρ καὶ ὑπάρχει κίνδυνος νὰ καταστραφῇ. Ἡ συρταρωτὴ βαλβὶς χρειάζεται διὰ τὴν ρύθμισιν τῆς παροχῆς.

— Τὸ θεμέλιον ἐπὶ τοῦ ὁποίου θὰ στηριχθῇ ἡ άντλία, πρέπει

νά είναι ισχυρόν και ἄκαμπτον, ὥστε νά ἀποφεύγωνται κραδασμοὶ ἢ ἀνωμαλίας εἰς τὴν εὐθυγράμμισιν τοῦ ἄξονος τῆς ἀντλίας μὲ τὸν ἄξονα τῆς κινητηρίας μηχανῆς.



Σχ. 4-18 α.

1. Ἀντλία. 2. Ἡλεκτροκινητήρ. 3. Συστολὴ μονόπλευρος. 4. Κωνικὴ διαστολή.
5. Βαλβὶς ἀντεπιστροφῆς. 6. Βαλβὶς συρταρωτή. 7. Ἀνοικτὴ καμπύλη.

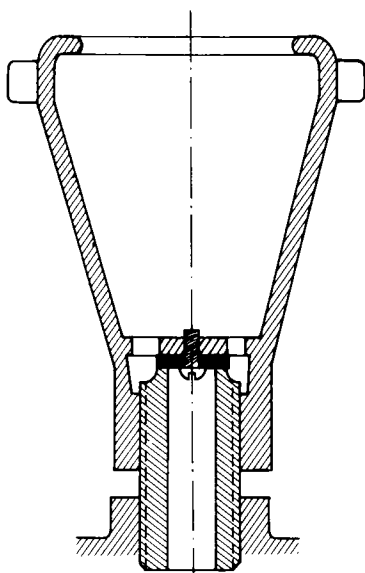
Ἡ λειτουργία τῶν φυγοκέντρων ἀντλιῶν εἶναι ἀπλὴ καὶ ἀσφαλὴς. Ἡ ἀντλία δὲν ὑφίσταται ζημίας ἀκόμη καὶ ἂν κλείσωμεν τὴν βαλβίδα καταθλίψεως διὰ μικρὸν χρονικὸν διάστημα.

Διά την ἐκκίνησιν καὶ τὴν ἔναρξιν τῆς ἀντλήσεως πρέπει πρῶτον νὰ γίνῃ πλήρωσις τῆς σωληνώσεως ἀναρροφήσεως καὶ τοῦ σώματος τῆς ἀντλίας μὲ τὸ πρὸς ἀντλήσιν ὕγρὸν.

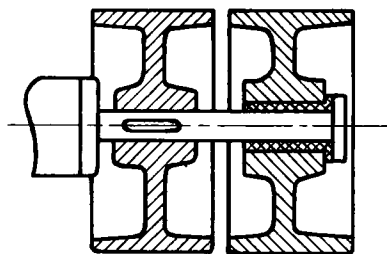
Ἡ πλήρωσις ἐπιτυγχάνεται μέσω χοάνης (σχ. 4 · 18 β) προσηρμοσμένης εἰς τὸ ἀνώτερον σημεῖον τοῦ σπειροειδοῦς κελύφους· εἰς τὴν ἰδίαν θέσιν εὐρίσκεται μικρὸς διακόπτης ἐξαερώσεως, ὁ ὁποῖος

κατὰ τὴν ἔναρξιν λειτουργίας τηρεῖται ὀλίγον ἀνοικτὸς διὰ νὰ ἐξέρχεται ἀπὸ αὐτὸν ὁ ἐγκλωβισμένος εἰς τὸ κέλυφος ἀήρ. Κατὰ τὴν κανονικὴν λειτουργίαν τῆς ἀντλίας ὁ διακόπτης αὐτὸς εἶναι κλειστός.

Κατὰ τὴν ἐκκίνησιν εἶναι σκόπιμον νὰ τηρῶμεν τὴν βαλβίδα καταθλίψεως κλειστήν, ὅποτε



Σχ. 4 · 18 β.



Σχ. 4 · 18 γ.

ἔχομεν τὴν μικροτέραν ἀπαιτουμένην ἰσχὺν καὶ ἡ κινητηρία μηχανὴ ἐκκινεῖ ὑπὸ σχετικῶς μικρὸν φορτίον.

Εἰς περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ μετάδοσις κινήσεως ἐπιτυγχάνεται μέσω ἐπιπέδων τροχαλιῶν καὶ ἐπιπέδου ἱμάντος, εἶναι σκόπιμον νὰ ὑπάρχουν εἰς τὸν ἄξονα τῆς ἀντλίας δύο τροχαλίες, μία σταθερὰ καὶ μία ἐλευθέρη (σχ. 4 · 18 γ), ἡ δὲ τροχαλία τοῦ κινητῆρος νὰ ἔχῃ πλάτος ἴσον μὲ τὸ πλάτος καὶ τῶν δύο τροχαλιῶν. Κατὰ τὴν ἐκκίνησιν μεταθέτομεν τὸν ἱμάντα εἰς τὴν ἐλευθέραν τροχαλίαν καὶ ἡ κινητηρία μηχανὴ ἐκκινεῖ ἐν κενῷ. Ὄταν ἡ κινητηρία μηχανὴ ἀποκτήσῃ τὰς κανονικὰς στροφάς, μεταθέτομεν τὸν ἱμάντα εἰς τὴν σταθερὰν τροχαλίαν, ὅποτε ἡ ἀντλία κινεῖται κανονικῶς.

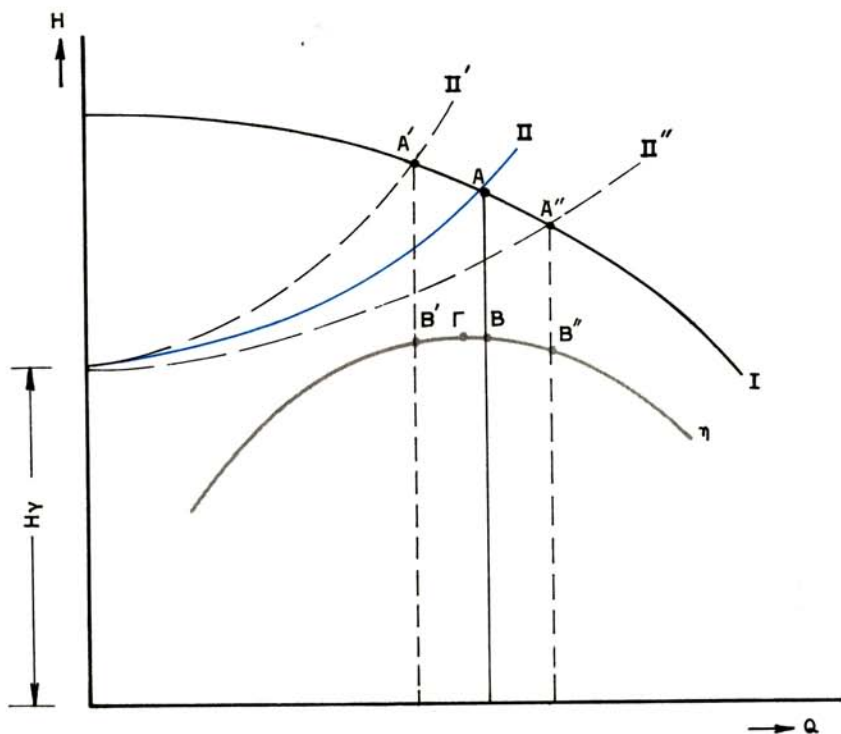
Κατὰ τὴν κανονικὴν λειτουργίαν τῆς φυγοκέντρου ἀντλίας δὲν ἀπαιτεῖται ἰδιαίτερα προσοχή. Ὁ μόνος ἔλεγχος, ποὺ πρέπει νὰ γίνεται ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρόν, εἶναι μήπως θερμαίνωνται περισσότερο ἀπὸ τὸ κανονικόν τὰ ἔδρανα. Ὅταν τὰ ἔδρανα εἶναι ρουλμάν, ἢ λιπανσις συνήθως ἐξασφαλίζεται διὰ γράσσου. Ἡ ἀλλαγὴ τοῦ γράσσου πρέπει νὰ γίνεται κατὰ κανονικὰ χρονικὰ διαστήματα, ποὺ ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὰς ὥρας ἡμερησίας λειτουργίας. Διὰ τὰς συνήθεις περιπτώσεις ἡ ἀλλαγὴ γίνεται κατὰ ἐξάμηνον. Δι' ἔδρανα λιπανόμενα μὲ ἔλαιον πρέπει νὰ ἐλέγχεται ἡ στάθμη τοῦ ἐλαίου εἰς τὸν δείκτην τῆς στάθμης καὶ ἂν εἶναι κάτω τῆς κανονικῆς, νὰ γίνεται συμπλήρωσις.

4 · 19 Τὸ σημεῖον λειτουργίας ἐγκατεστημένης ἀντλίας.

Εἰς ἐγκατεστημένην φυγόκεντρον ἀντλίαν τὸ σημεῖον λειτουργίας αὐτῆς ἐπὶ τῆς χαρακτηριστικῆς καμπύλης εὐρίσκεται ὡς ἀκολούθως:

Τὸ ὅλικόν ὕψος τῆς ἀντλίας ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ γεωμετρικόν ὕψος H_g , τὸ ὁποῖον εἶναι σταθερόν, καὶ ἀπὸ τὸ ὕψος ποὺ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰς ἀντιστάσεις ροῆς· τὸ ὕψος αὐτὸ εἶναι ἀνάλογον τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύτητος καὶ διὰ δεδομένην διάμετρον σωληνώσεως ἀνάλογον τοῦ τετραγώνου τῆς παροχῆς. Εἶναι ἐπομένως δυνατόν νὰ χαράξωμεν εἰς ἄξονας *ὅλικόν ὕψος - παροχὴ*, εἰς τοὺς ὁποίους χαράσσεται ἡ χαρακτηριστικὴ καμπύλη λειτουργίας τῆς ἀντλίας (σχ. 4 · 19, καμπύλη I), τὴν χαρακτηριστικὴν καμπύλην τῆς σωληνώσεως· ἡ καμπύλη αὕτῃ εἶναι παραβολή, ποὺ τέμνει τὸν ἄξονα τῶν ὑψῶν εἰς ἀποστάσιν H_g ἀπὸ τῆς ἀρχῆς (καμπύλη II). Τὸ σημεῖον A τῆς τομῆς τῶν δύο χαρακτηριστικῶν καμπυλῶν, I καὶ II, εἶναι τὸ σημεῖον λειτουργίας τῆς ἀντλίας. Διὰ νὰ εἶναι οἰκονομικῶς συμφέρουσα ἡ λειτουργία πρέπει τὸ σημεῖον A νὰ ἀντιστοιχῇ εἰς βαθμὸν ἀποδόσεως, ποὺ δὲν ἀπομακρύνεται σημαντικῶς ἀπὸ τὴν περιοχὴν τοῦ μεγίστου. Εἰς τὸ σχῆμα 4 · 19 ἡ γραμμὴ η παριστᾷ τὴν καμπύλην τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως μὲ μέγιστον εἰς τὸ σημεῖον Γ, ἐνῶ τὸ σημεῖον λειτουργίας A ἀντιστοιχεῖ εἰς βαθμὸν ἀποδόσεως ποὺ δίδεται ἀπὸ τὸ σημεῖον B. Ἄν τὸ σημεῖον B ἀπομακρύνεται πολὺ ἀπὸ τὸ σημεῖον Γ, ἡ λειτουργία τῆς ἀντλίας εἶναι ἀντιοικονομικὴ. Ἐὰν δι' οἷονδῆποτε λόγον αὐξηθοῦν αἱ ἀντιστάσεις ροῆς (π.χ. λόγω ἐπικαθίσεως λεβητολίου εἰς τὰ τοιχώματα τῶν σωληνώσεων), ἡ χαρακτηριστικὴ καμπύλη τῆς σωληνώ-

σεως μεταβάλλεται (καμπύλη Π'), τὸ σημεῖον λειτουργίας τῆς ἀντλίας γίνεται τὸ A' , ὁ δὲ βαθμὸς ἀποδόσεως αὐτῆς θὰ ἀντιστοιχῇ εἰς τὸ σημεῖον B' τῆς καμπύλης η . Ἐὰν ἐξ ἄλλου αἱ ἀντιστάσεις ροῆς ἐλαττωθοῦν (π.χ. λόγω ἐγκαταστάσεως σωληνώσεων μεγαλύτερας διαμέτρου ἀπὸ τὴν ἀρχικῶς ὑπολογισθεῖσαν), ἡ χαρακτηριστικὴ



Σχ. 4-19.

καμπύλη τῆς σωληνώσεως μεταβάλλεται καὶ πάλιν (καμπύλη Π''), τὸ σημεῖον λειτουργίας τῆς ἀντλίας θὰ εἶναι τότε τὸ A'' καὶ ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως αὐτῆς θὰ εἶναι ὁ ἀντιστοιχῶν εἰς τὸ σημεῖον B'' τῆς καμπύλης η .

Ὑποτίθεται βεβαίως ὅτι κατὰ τὰς ἀνωτέρω μεταβολὰς ὁ ἀριθμὸς στροφῶν τῆς ἀντλίας θὰ παραμένῃ σταθερὸς, ὥστε νὰ μὴ ἀλλάσῃ ἡ χαρακτηριστικὴ καμπύλη λειτουργίας τῆς ἀντλίας.

4 · 20 Βλάβαι καὶ συντήρησις φυγοκέντρων ἀντλιῶν.

Ἡ συνηθεστέρα βλάβη εἰς τὰς φυγοκέντρους ἀντλίας εἶναι ἡ ἀνεπαρκὴς ἀναρρόφησης. Κατὰ τὴν ἐγκατάστασιν ἡ λειτουργία τῆς ἀναρροφήσεως δυνατὸν νὰ εἶναι κανονικὴ. Εἶναι πιθανὸν ὅμως μὲ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου νὰ παύσῃ νὰ εἶναι κανονικὴ, π.χ. νὰ κολλήσῃ ἐν μέρει ἡ ποδοβαλβὶς καὶ νὰ μὴ ἀνοίγῃ ἐντελῶς, ἢ νὰ φράξουν αἱ ὅπαι τοῦ φίλτρου τῆς ποδοβαλβίδος ἀπὸ φύλλα ἢ χαρτιά. Εἶναι ἀκόμη δυνατὸν νὰ χαμηλώσῃ ἡ στάθμη τοῦ ὑπογείου ὕδατος. Τότε, ἐκτὸς τοῦ ὅτι αὐξάνει τὸ ὕψος ἀναρροφήσεως, εἶναι δυνατὸν νὰ εὐρεθῇ ἡ βαλβὶς ἀναρροφήσεως εἰς τὸν ἀέρα, ὁπότε ἡ ἀντλησις διακόπτεται.

Ἄλλη αἰτία ἀνωμαλιῶν εἶναι ἡ τυχὸν ἔλλειψις πλήρους στεγανότητος εἰς τοὺς συνδέσμους τῆς σωληνώσεως ἀναρροφήσεως, ὁπότε ἀναρροφεῖται ἀήρ καὶ ἡ ροὴ τοῦ ὕδατος διακόπτεται. Θὰ πρέπει ἐπομένως νὰ ἐλεγχθῇ ἡ στεγανότης τῶν συνδέσμων. Πρὸς τοῦτο, ὅταν ἡ ἀντλία τεθῇ εἰς λειτουργίαν, πλησιάζομεν εἰς τὴν θέσιν ἐλέγχου φλόγα κηρίου. Ἐὰν ἡ σύνδεσις δὲν εἶναι στεγανή, ἡ φλόξ τοῦ κηρίου ἔλκεται. Τότε πρέπει νὰ στεγανοποιηθῇ ἡ σύνδεσις. Ἡ στεγανοποίησις ἐπιτυγχάνεται εὐκόλως διὰ τῆς παρεμβολῆς εἰς τὰ σπειρώματα τῶν συνδέσμων νημάτων ἐκ καννάβως, ποὺ ἔχουν ἐμποτισθῇ εἰς μίνιον.

Ἄλλη αἰτία ἀνωμαλίας εἶναι ἡ ἔμφραξις τῶν αὐλάκων τῆς πτερωτῆς ἢ ἀκόμη καὶ ἡ μὴ ὀρθὴ φορὰ περιστροφῆς αὐτῆς. Ἡ διόρθωσις τῶν ἀνωμαλιῶν τούτων, ὅταν διαπιστωθοῦν, εἶναι ἀπλῆ.

Ἐλάττωσις τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως τῆς ἀντλίας δύναται νὰ προκληθῇ ἀπὸ φθορὰν τοῦ στυπείου καθὼς καὶ ἀπὸ αὕξησιν τοῦ διακένου τοῦ δακτυλίου εἰς τὴν εἰσαγωγὴν. Ὅταν τὸ διάκενον αὐτὸ αὐξηθῇ εἰς τὸ διπλάσιον τοῦ κανονικοῦ ἐκ φθορᾶς, πρέπει ὁ δακτύλιος νὰ ἀντικατασταθῇ.

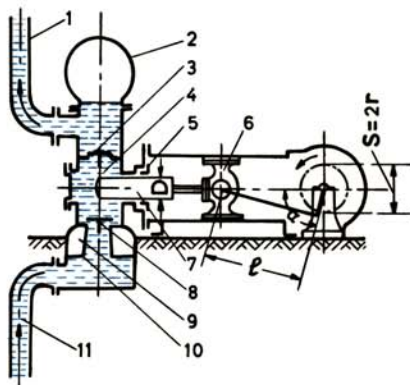
Ὁ στυπιοθλίπτῃς δὲν πρέπει νὰ πιέζεται πολὺ, διότι τότε φθείρεται ὁ ἄξων. Ἡ πίεσις πρέπει νὰ εἶναι τόση, ὥστε νὰ διαφεύγῃ ἀπὸ τὸν στυπιοθλίπτην ὑγρὸν εἰς σταγόνας. Οὕτως, ὁ ἄξων ψύχεται εἰς τὴν θέσιν τριβῆς τοῦ στυπείου καὶ δὲν φθείρεται.

ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΟΙ ΑΝΤΛΙΑΙ

5.1 Γενική περιγραφή — Ἀρχὴ λειτουργίας.

Ἡ ἐμβολοφόρος ἀντλία ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ κύλινδρον, 4, ἐντὸς τοῦ ὁποίου παλινδρομεῖ ἔμβολον, 7, καὶ ἀπὸ τὰς βαλβίδας ἀναρροφήσεως, 8, καὶ καταθλίψεως, 3 (σχ. 5.1). Ἡ κίνησις μεταδίδεται ἀπὸ τὸν περιστρεφόμενον ἄξονα πρὸς τὸ ἔμβολον διὰ μέσου μηχανισμοῦ στροφάλου (στρόφαλον, διωστήρ, ζύγωμα καὶ βάκτρον).

Ὅταν ὁ ἄξων, καὶ μαζί μὲ αὐτὸν καὶ τὸ στρόφαλον, περιστραφῇ ἀπὸ κινητηρίαν μηχανήν, τὸ ἔμβολον παλινδρομεῖ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου.



Σχ. 5.1.

Κατὰ τὴν πρὸς τὰ δεξιὰ κίνησιν τοῦ ἐμβόλου, δημιουργεῖται ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ὑποπίεσις, ἡ βαλβὶς ἀναρροφήσεως ἀνοίγει καὶ τὸ ὑγρὸν, ὠθούμενον ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλήνος ἀναρροφήσεως καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς διαδρομῆς αὐτῆς τοῦ ἐμβόλου, ἡ βαλβὶς καταθλίψεως, 3, παραμένει κλειστή.

Ὅταν τὸ ἔμβολον κινηθῇ πρὸς τὰ ἀριστερά, προκαλεῖ εἰς τὸ ὑγρὸν, πού εὐρίσκεται μέσα εἰς τὸν κύλινδρον, αὔξησιν τῆς πίεσεως, ἐξ αἰτίας τῆς ὁποίας ἡ βαλβὶς ἀναρροφήσεως κλείει, ἐνῶ ἡ βαλβὶς καταθλίψεως ἀνοίγει καὶ τὸ ὑγρὸν ὠθεῖται πρὸς τὴν σωλήνωσιν καταθλίψεως.

Τὸ θεωρητικὸν ὕψος ἀναρροφήσεως εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ὕψος στήλης ὕδατος ἀντιστοιχοῦσης εἰς πίεσιν ἴσην πρὸς $1,033 \text{ kp/cm}^2$ (παράγρ. 1.1), δηλαδὴ ἴσον πρὸς 10,33 m.

Εἰς τὴν πρᾶξιν ὅμως τοῦτο ἐλαττώνεται ἐξ αἰτίας τῶν ἀντιστά-

σεων τῆς σωληνώσεως ἀναρροφήσεως, τοῦ φαινομένου ἀτμοποίησης καὶ τοῦ ὑψομέτρου τῆς ἐγκαταστάσεως. Τὸ ὕψος καταθλίψεως ὅμως εἰς τὴν ἐμβολοφόρον ἀντλίαν δύναται νὰ εἶναι ὅσονδήποτε μέγα, ἀρκεῖ ἡ κινητηρία μηχανὴ νὰ διαθέτῃ τὴν ἀπαιτουμένην ἰσχύν καὶ τὰ διάφορα τεμάχια τῆς ἀντλίας νὰ ἀντέχουν εἰς τὴν πίεσιν ποὺ δημιουργεῖται.

Εἰς τὰς ἐμβολοφόρους ἀντλίας, ἰδίως εἰς τὰς μονοκυλίνδρους ἀπλῆς λειτουργίας, ἡ ροὴ τοῦ ὑγροῦ κατὰ τὴν ἀναρρόφησιν καὶ τὴν κατάθλιψιν δὲν εἶναι ὁμοιόμορφος. Ἀναρρόφησης πραγματοποιεῖται μόνον κατὰ τὴν μίαν διαδρομὴν, ἐνῶ διακόπτεται ἐντελῶς κατὰ τὴν ἄλλην. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ μὲ τὴν κατάθλιψιν. Ἡ ἀντλία ἀποδίδει παροχὴν μόνον κατὰ τὴν διαδρομὴν καταθλίψεως.

Ἀλλὰ καὶ κατὰ τὴν διάρκειαν κάθε διαδρομῆς ἡ παροχὴ δὲν εἶναι σταθερά. Εἶναι γνωστόν, ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἐμβόλου κατὰ τὴν παλινδρομικὴν κίνησιν μεταβάλλεται, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ μεταβάλλεται καὶ ἡ ταχύτης ροῆς τοῦ ὑγροῦ· αὕτη εἶναι μεγίστη περὶ τὸ μέσον τῆς διαδρομῆς καὶ μηδενίζεται εἰς τὰ δύο τέρματα αὐτῆς (νεκρὰ σημεία). Ἐπομένως καὶ ἡ παροχὴ, ποὺ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ταχύτητα ροῆς, μεταβάλλεται κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν διαδρομῶν. Αὐτὸ σημαίνει, ὅτι ἡ ἀπαιτουμένη διὰ τὴν κίνησιν τῆς ἀντλίας ἰσχύς παρουσιάζει κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς διαδρομῆς σοβαρὰς μεταβολάς, ποὺ προκαλοῦν ἀνωμαλίας εἰς τὰς κινητηρίου μηχανάς. Διὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν τοῦ μειονεκτήματος αὐτοῦ παρεμβάλλομεν μεταξὺ τῆς ἀντλίας καὶ τῶν σωληνώσεων ἀναρροφήσεως καὶ καταθλίψεως ἀνὰ ἓνα ἀεροκιβώτιον (9 καὶ 2, σχ. 5 · 1), τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ εἶδος ἐλαστικοῦ μέλους. Διὰ τὴν λειτουργίαν αὐτοῦ θὰ ἀσχοληθῶμεν εἰς τὰ ἐπόμενα.

Κατὰ τὴν ἔναρξιν τῆς λειτουργίας, ἡ ἀντλία πρέπει νὰ πληροῦται ἀπὸ τὸ ὑγρὸν ποὺ πρόκειται νὰ ἀντλήσωμεν. Ἡ ἐμβολοφόρος ἀντλία δύναται νὰ λειτουργήσῃ καὶ ὡς ἀεραντλία καὶ κανονικῶς δὲν θὰ ἐχρειάζετο πλήρωσιν, ὅπως δὲν θὰ ἐχρειάζετο καὶ ποδοβαλβίδα.

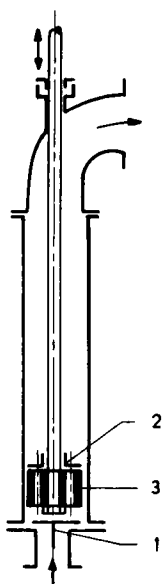
Ἡ ξηρὰ λειτουργία ὅμως δὲν εἶναι ἐπιφελὴς διὰ τοὺς στυπιοθλίπτας, τὰ δέρματα στεγανότητος τῶν ἐμβόλων καὶ τὰς βαλβίδας, αἱ ὁποῖαι κατὰ τὴν λειτουργίαν λιπαίνονται καὶ ψύχονται διὰ τοῦ ὑγροῦ ποὺ ἀντλοῦμεν. Ἡ ποδοβαλβὶς τοποθετεῖται διὰ νὰ καθιστᾷ δυνατὴν τὴν ἀρχικὴν πλήρωσιν καὶ νὰ ἐμποδίσῃ τὴν κένωσιν τῆς ἀντλίας κατὰ τὰς διακοπὰς τῆς λειτουργίας.

Μετά της ποδοβαλβίδος τοποθετείται καί φίλτρον, τὸ ὁποῖον ἐμποδίζει τὴν εἰσοδὸν εἰς τὴν σωλήνωσιν ἀναρροφήσεως, ἐπομένως καὶ εἰς τὸν κύλινδρον, στερεῶν σωμάτων σχετικῶς μεγάλου μεγέθους, τὰ ὁποῖα βλάπτουν τὴν κανονικὴν λειτουργίαν τῆς ἀντλίας.

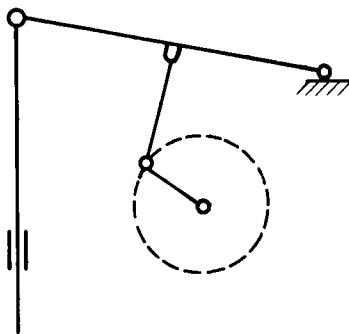
5.2 Τύποι ἐμβολοφόρων ἀντλιῶν.

α) Ἀναρροφητικὴ ἀντλία.

Τὸ σχῆμα 5.2 α παριστᾷ ἀπλὴν ἀναρροφητικὴν ἀντλίαν. Αὕτῃ ἀποτελεῖται ἀπὸ κατακόρυφον κυλινδρικόν σωλήνα, κατειργασμένον ἐσωτερικῶς, ἐντὸς τοῦ ὁποίου παλινδρομεῖ τὸ ἐμβολον, 2. Ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου εἶναι ἐνσωματωμένη ἡ βαλβὶς καταθλίψεως, 3, ἐνῶ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ σωλήνος εὐρίσκεται ἡ βαλβὶς ἀναρροφήσεως, 1. Εἰς τὸ σημεῖον ὅπου τὸ βᾶκτρον ἐξέρχεται τοῦ σωλήνος, ἡ στεγανότης ἐξασφαλίζεται διὰ στυπιοθλίπτου.



Σχ. 5.2 α.



Σχ. 5.2 β.

β) Ἐμβολοφόρος ἀντλία βαθέων φρεάτων.

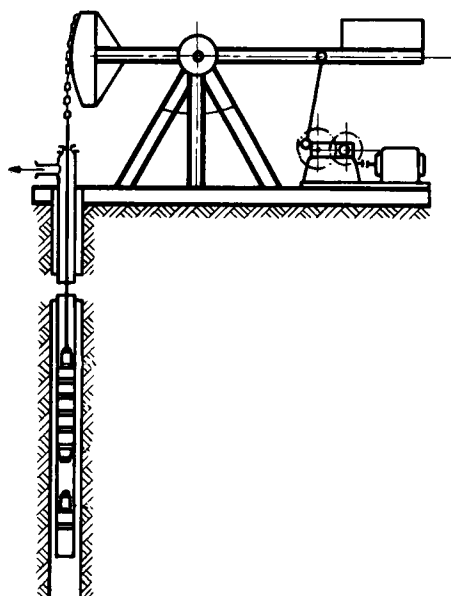
Παρομοίου τύπου εἶναι ἡ ἐμβολοφόρος ἀντλία βαθέων φρεάτων. Ἡ παλινδρόμησις τοῦ ἐμβόλου ἐξασφαλίζεται μέσῳ μηχανισμοῦ στροφάλου, εὐρίσκομένου εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ φρέατος, τοῦ ὁποίου γραμμικὴν διάταξιν δεικνύει τὸ σχῆμα 5.2 β.

Διὰ τὴν κίνησιν τοῦ ἄξονος χρησιμοποιεῖται συνήθως ἡλεκτρικὸς κινητήρ. Εἰς περιπτώσεις ἐγκαταστάσεων εἰς ἐξοχικὰς τοποθεσίας χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κίνησιν ἀνεμοκίνητῃρ (ἀνεμόμυλος).

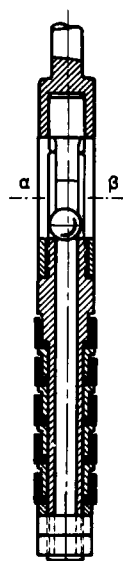
‘Η άντλία αυτή έχει μικράν παροχήν και χρησιμοποιείται κυρίως δι’ οικιακὰς χρήσεις.

Τοῦ αὐτοῦ τύπου εἶναι καὶ αἱ άντλίες αἱ χρησιμοποιούμεναι διὰ τὴν άντλησιν τοῦ πετρελαίου ἀπὸ τὰ βαθέα φρέατα. Τὸ σχῆμα 5 · 2 γ δεικνύει γενικὴν διάταξιν αὐτῶν τῶν άντλιῶν.

Τὸ φρέαρ εἶναι ἐπενδεδυμένον μὲ χαλύβδινον σωλῆνα, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὑπάρχει ἄλλος σωλὴν μεγάλου μήκους, ὁ σωλὴν καταθλίψεως τῆς άντλίας. Εἰς τὸν σωλῆνα καταθλίψεως παλινδρομεῖ τὸ βάκτρον.



Σχ. 5 · 2 γ.



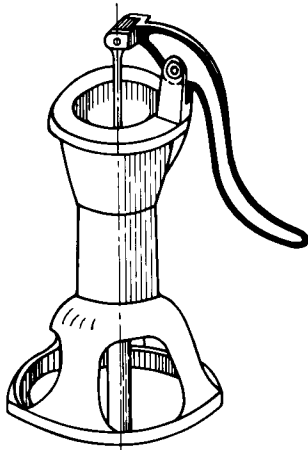
Σχ. 5 · 2 δ.

Τὸ κάτω μέρος τοῦ σωλῆνος καταθλίψεως ἀποτελεῖ τὸν κύλινδρον τῆς άντλίας. Διὰ νὰ ὑπάρχη στεγανότης μεταξύ τοῦ ἐμβόλου τῆς άντλίας καὶ τοῦ κυλίνδρου χρησιμοποιεῖται σειρά δακτυλίων ἐκ δέρματος (σχ. 5 · 2 δ).

Τὸ σχῆμα 5 · 2 ε παριστᾷ ἄλλον τύπον ἀναρροφητικῆς άντλίας χειροκινήτου (πάπια), ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖται δι’ οικιακὰς κυρίως χρήσεις, ὅταν ἡ στάθμη τῶν ὑπογείων ὑδάτων εἶναι ὑψηλὴ καὶ ἡ ἀπαιτούμενη παροχὴ μικρά.

Ἡ άντλία αὐτή εἶναι τυποποιημένη καὶ φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον εἰς διάφορα μεγέθη, πού χαρακτηρίζονται μὲ τοὺς ἀριθμοὺς 1 ἕως 5.

Οἱ μικρότεροι ἀριθμοὶ ἀντιστοιχοῦν εἰς μικρότερας παροχάς.



Σχ. 5·2 ε.

5·3 Έμβολοφόρος άντλία ἀπλῆς λειτουργίας.

Ἡ άντλία αὐτή εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 5·1 καὶ ἡ λειτουργία της ἔχει ἤδη περιγραφῇ. Συνήθως τὸ ὕψος καταθλίψεως εἶναι μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ ὕψος ἀναρροφῆσεως. Ἐπομένως καὶ τὸ ἀπαιτούμενον ἔργον διὰ τὴν κατάθλιψιν εἶναι μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ ἀπαιτούμενον διὰ τὴν ἀναρρόφησιν. Τοῦτο ἀποτελεῖ σημαντικὸν μειονέκτημα. Ἐν τούτοις ἡ ἐμβολοφόρος άντλία ἀπλῆς λειτουργίας προτιμᾶται εἰς πολλὰς χρήσεις λόγῳ

τῆς μεγάλης ἀπλότητος.

Τὸ μειονέκτημα τῆς ἀνομοιομόρφου παροχῆς καὶ τῆς διαφόρου ἀπαιτουμένης ἰσχύος κατὰ τὰς διαδρομὰς ἀναρροφῆσεως καὶ καταθλίψεως ἐξουδετερώνεται ἐν μέρει, ἰδίως ὅταν ἡ ἀπαιτουμένη παροχὴ εἶναι μεγάλη, διὰ τῆς χρησιμοποίησεως δύο καὶ τριῶν κυλίνδρων μὲ κοινὸν στροφοφόρον ἄξονα καὶ μὲ ἀντίστοιχον μετάθεσιν τῶν στροφάλων (δίδυμοι ἢ τρίδυμοι ἐμβολοφόροι άντλίες).

5·4 Έμβολοφόρος άντλία διπλῆς λειτουργίας.

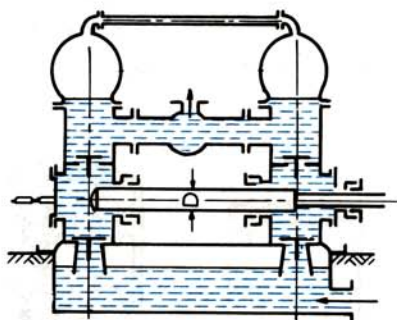
Τὸ σχῆμα 5·4 α δεικνύει ἐμβολοφόρον άντλίαν διπλῆς λειτουργίας.

Ἐὰν τὸ ἐμβολον κινηθῇ πρὸς τὰ δεξιὰ, εἰς τὸ ἀριστερὸν μέρος τῆς άντλίας προκαλεῖται ἀναρρόφησης, ἐνῶ συγχρόνως εἰς τὸ δεξιὸν κατάθλιψις καὶ ἡ άντλία παρέχει ὑγρὸν. Ἐὰν τὸ ἐμβολον κινηθῇ πρὸς τὰ ἀριστερά, προκαλεῖται εἰς τὸ δεξιὸν μέρος ἀναρρόφησης καὶ εἰς τὸ ἀριστερὸν κατάθλιψις. Ἔτσι εἰς κάθε διαδρομὴν ἐπιτυγχάνεται ἀναρρόφησης καὶ κατάθλιψις μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἀποδίδεται παροχὴ.

Ἡ άντλία διπλῆς λειτουργίας, ἔναντι τῆς άντλίας ἀπλῆς λει-

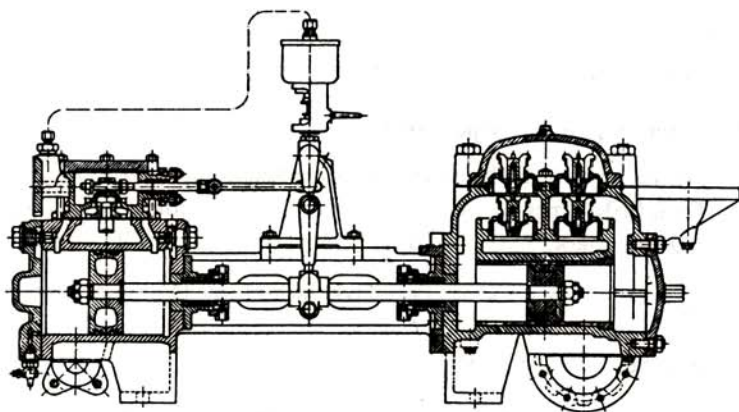
τουργίας, παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι η παροχή και το απαιτούμενον ανά διαδρομήν έργον είναι περισσότερον ὁμοιόμορφον· είναι ὅμως περισσότερον πολυπλοκος καὶ ἀκριβή.

Τὸ ἔμβολον τῆς ἀντλίας τοῦ σχήματος 5 · 4 α εἶναι σωληνόμορφον καὶ ἡ στεγανότης ἐπιτυγχάνεται μέσω στυπαιοθλιπτῶν, οἱ ὁποῖοι ρυθμίζονται.



Σχ. 5·4 α.

Πολλάκις διὰ τὴν τροφοδοσίαν ἀτμολεβήτων κατασκευάζονται ἔμβολοφόροι ἀντλίας με δισκοειδῆς ἔμβολον, συνήθως, δίδυμοι. Ἡ κίνησις ἐπιτυγχάνεται δι' ἀτμομηχανῆς, τῆς ὁποίας τὰ ἔμβολα συνδέονται ἐπὶ τῶν αὐτῶν βάκτρων με τὰ ἔμβολα τῆς ἀντλίας. Τὸ συγκρότημα τοῦτο τῆς ἀτμοκινήτου ἔμβολοφόρου ἀντλίας λέγεται *ἱπάριον* (σχ. 5 · 4 β). Ἡ στε-

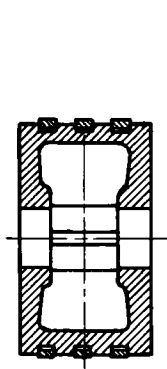


Σχ. 5·4 β.

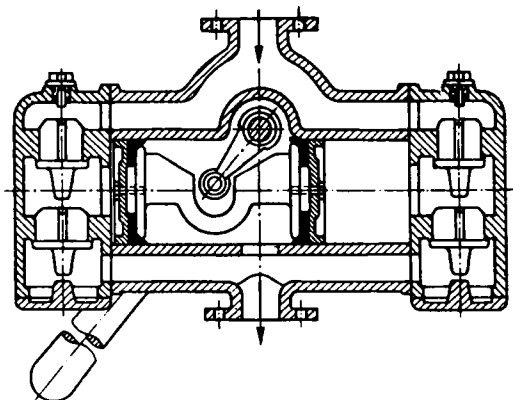
γανότης μεταξύ ἐμβόλου καὶ κυλίνδρου τῶν ἀντλιῶν αὐτῶν ἐκασφαλίζεται διὰ μεταλλικῶν δακτυλίων στεγανότητος, τοποθετουμένων ἐντὸς εἰδικῶν αὐλάκων ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου (σχ. 5 · 4 γ).

Τὸ σχῆμα 5 · 4 δ εἰκονίζει χειροκίνητον ἔμβολοφόρον ἀντλίαν διπλῆς λειτουργίας (ἀντλία τύπου Niagara). Ἡ ἀντλία αὕτη ἔχει τὸ

πλεονέκτημα ότι αί βαλβίδες αναρροφήσεως και καταθλίψεως είναι εύκολως προσιταί. Ἡ στεγανότης μεταξύ ἐμβόλου και κυλίνδρου ἐπιτυγχάνεται μὲ δερματίνους δακτυλίους, οἱ ὅποιοι, ὅταν φθαροῦν, ἀντικαθίστανται εὐκόλως.



Σχ. 5·4 γ.



Σχ. 5·4 δ.

Εἰς περίπτωσιν ἀντλήσεως πετρελαίου οἱ δερματίνιοι δακτύλιοι ἀντικαθίστανται ἀπὸ μεταλλικούς.

5·5 Διαφορική ἐμβολοφόρος ἀντλία.

Εἰς τὸ σχῆμα 5·5 εἰκονίζεται διαφορική ἐμβολοφόρος ἀντλία.

Τὸ ἐμβολον τῆς ἀντλίας αὐτῆς δὲν ἔχει τὴν ἰδίαν διάμετρον εἰς ὅλον του τὸ μήκος. Πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἔχει διάμετρον D (ἐπιφάνεια

$F = \frac{\pi}{4} \cdot D^2$), ἐνῶ πρὸς τὰ δεξιὰ ἔχει διάμετρον D_1 , μικροτέραν τῆς

D (ἐπιφάνεια $F_1 = \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2$).

Ἡ σωλήνωσις καταθλίψεως συνδέεται πρὸς τὸν χῶρον ἐξισώσεως, 1, καὶ ὄχι κάτω τοῦ ἀεροκιβωτίου καταθλίψεως, ὅπως εἰς τὰς ἄλλας ἐμβολοφόρους ἀντλίας.

Ἄν s εἶναι τὸ μήκος τῆς διαδρομῆς τοῦ ἐμβόλου, κατὰ τὴν πρὸς τὰ δεξιὰ κίνησιν αὐτοῦ ἀναρροφεῖται ὄγκος ὕγρου ἴσος πρὸς $F \cdot s$, ἐνῶ συγχρόνως καταθλίβεται ὄγκος ὕδατος ἴσος πρὸς $(F - F_1) \cdot s$ ἐκ τοῦ χώρου ἐξισώσεως.

Κατά την προς τὰ ἀριστερὰ κίνησιν τοῦ ἐμβόλου ἐκ τοῦ κυλίνδρου τῆς ἀντλίας καταθλίβεται ὄγκος ὕδατος ἴσος πρὸς $F \cdot s$, ἐκ τοῦ ὁποίου ἓνα μέρος ἴσον πρὸς $F \cdot s - (F - F_1) \cdot s = F_1 \cdot s$ καταθλίβεται πρὸς τὴν σωλήνωσιν καταθλίψεως.

Ἐὰν θέλωμεν ἡ ἀντλία νὰ ἀποδίδῃ καὶ κατὰ τὰς δύο διαδρομὰς τοῦ ὕγρου τὸν ἴδιον ὄγκον ὕδατος, θὰ πρέπει νὰ εἶναι:

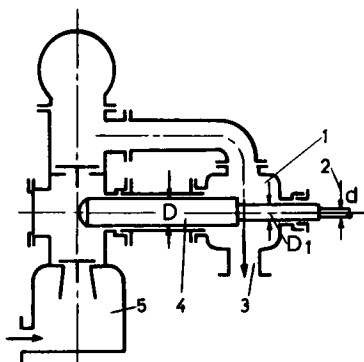
$$(F_1 - F) \cdot s = F_1 \cdot s \quad (47)$$

ἐκ τῆς ὁποίας προκύπτει:

$$F_1 = \frac{F}{2} \quad \text{ἢ} \quad \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 = \frac{\pi \cdot D^2}{2 \times 4}$$

καὶ ἐπομένως:

$$D_1 = \frac{D}{\sqrt{2}} = 0,707 D \quad (48)$$



Σχ. 5.5.

Παράδειγμα.

Διὰ διαφορικήν ἐμβολοφόρον ἀντλίαν, τῆς ὁποίας τὸ ἐμβολὸν ἔχει μεγάλην διάμετρον $D = 120$ mm νὰ εὐρεθῇ ἡ μικρὰ διάμετρος αὐτοῦ, ὥστε ἡ παροχὴ νὰ εἶναι ἡ ἴδια καὶ κατὰ τὰς δύο διαδρομὰς τοῦ ἐμβόλου.

Λύσις:

Ἀπὸ τὴν σχέσιν (48) εὐρίσκομεν:

$$D_1 = 0,707 \cdot D = 0,707 \times 120 = 85 \text{ mm.}$$

5.6 Ίσχυς καὶ βαθμός αποδόσεως.

Εἰς τὰς ἐμβολοφόρους ἀντλίας, ὅπως ἀκριβῶς καὶ εἰς τὰς φυγοκέντρους, ὡς χαρακτηριστικὰ μεγέθη θεωροῦνται ἡ παροχὴ τῆς ἀντλίας, τὸ ὀλικὸν ὕψος αὐτῆς καὶ ὁ ἀριθμὸς στροφῶν τοῦ ἄξονος.

Ὅσα ἀναφέρονται εἰς τὸ κεφάλαιον περὶ φυγοκέντρων ἀντλιῶν σχετικῶς πρὸς τὰ χαρακτηριστικὰ αὐτὰ μεγέθη ἰσχύουν καὶ ἐνταῦθα.

Ἄν D (m) εἶναι ἡ διάμετρος τοῦ κυλίνδρου τῆς ἀντλίας, s (m) τὸ μῆκος τῆς διαδρομῆς τοῦ ἐμβόλου καὶ n ὁ ἀριθμὸς στροφῶν ἀνὰ

πρώτον λεπτόν, ή θεωρητική παροχή Q_{th} τής άντλίας, δηλαδή ή παροχή που προκύπτει εκ του όγκου τής διαδρομής και του αριθμού στροφών, είναι δι' άντλιαν άπλης ένεργείας:

$$Q_{th} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot s \cdot \frac{n}{60} \quad m^3/s \quad (49)$$

Δι' άντλιαν διπλής ένεργείας ή παροχή είναι διπλασία.

Ή πραγματική παροχή Q είναι μικρότερη τής θεωρητικής λόγω άπωλειών, αί όποίαι όφείλονται εις:

α) Έλλειψιν στεγανότητας εις την βαλβίδα αναρρόφησης και τους στυπιοθλίπτας.

β) Έπιβράδυνσιν του κλεισίματος τής βαλβίδος εισαγωγής.

γ) Αναρρόφηση άερος.

Ο λόγος η_v τής πραγματικής παροχής Q προς την θεωρητικήν Q_{th} λέγεται όγκομετρικός βαθμός αποδόσεως τής άντλίας. Είναι δηλαδή:

$$\eta_v = \frac{Q}{Q_{th}} \quad (50)$$

ό η_v κυμαίνεται μεταξύ των ακόλουθων όρίων:

$\eta_v = 0,96$ έως $0,98$ δι' μεγάλας άντλίας άρίστης κατασκευής.

$\eta_v = 0,93$ έως $0,96$ δι' άντλίας μέσου μεγέθους άρίστης κατασκευής.

$\eta_v = 0,88$ έως $0,93$ δι' άντλίας μικρού μεγέθους.

Πλήν των άπωλειών παροχής έχομεν και άπωλείας εκ τριβών του ύγρου εις τ' τοιχώματα των κυλίνδρων, τ' έμβολα και τ' βάκτρα, καθώς και άπωλείας εκ τής άλλαγής διευθύνσεως και εκ μεταβολής τής ταχύτητος κατά την δίοδον του ύγρου από τ' βαλβίδας. Τέλος πλήν των υδραυλικών τούτων άπωλειών υπεισέρχονται και αί μηχανικάί άπώλειαι εκ τριβών εις τ' έδρανα, τους στυπιοθλίπτας και τ' έμβολα. Το σύνολον των άπωλειών αυτών συνεπάγεται κατανάλωσιν ισχύος πέρα τής χρησίμου, δηλαδή τής ισχύος που απαιτείται δι' την άνύψωσιν του ύγρου παροχής Q εις ύψος H , δηλαδή τής:

$$N_x = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{75} \quad HP$$

όπου: γ τ' ειδικόν βάρος του άντλούμένου ύγρου εις kp ανά m^3 .
 Άν η είναι ό όλικός βαθμός αποδόσεως τής άντλίας, ή πραγματική ισχύς αυτής θα είναι:

$$N = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{75 \cdot \eta} \quad \text{HP.}$$

ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως η κυμαίνεται μεταξύ τῶν ἀκολουθῶν ὁρίων:

$\eta = 0,7$ ἕως $0,9$ δι' ἀντλίας μὲ μηχανισμόν στροφάλου.

$\eta = 0,85$ ἕως $0,95$ δι' ἀντλίας μὲ ἀπ' εὐθείας ζευξίν τοῦ ἐμβόλου ἐπὶ τοῦ βάρκρου τῆς κινητηρίας μηχανῆς.

Παράδειγμα.

Νὰ εὑρεθῇ ἡ ἀπαιτουμένη ἰσχὺς διὰ τὴν κίνησιν ἐμβολοφόρου ἀντλίας μὲ παροχὴν $Q = 18 \text{ m}^3/\text{h}$, εἰς ὀλίκον ὕψος 120 m δι' ἀντλησιν καθαροῦ ψυχροῦ ὕδατος.

Λύσις:

Ἡ παροχὴ εἰς m^3/s εἶναι:

$$q = \frac{18}{3600} = 0,005$$

διὰ τὸ καθαρὸν ὕδωρ εἶναι:

$$\gamma = 1000 \text{ kp/m}^3$$

καὶ ἐπειδὴ πρόκειται περὶ ἀντλίας μέσης παροχῆς μὲ μηχανισμόν στροφάλου ἐκλέγμεν:

$$\eta = 0,75$$

τότε θὰ ἔχωμεν:

$$N = \frac{0,005 \times 120 \times 1000}{75 \times 0,75} = 10,7 \text{ HP.}$$

5.7 Ὑπολογισμὸς τῶν κυρίων διαστάσεων.

Ὡς κύριαι διαστάσεις εἰς τὴν ἐμβολοφόρον ἀντλίαν θεωροῦνται ἡ διάμετρος τοῦ κυλίνδρου D καὶ ἡ διαδρομὴ τοῦ ἐμβόλου s .

Διὰ τὸν ὑπολογισμόν τῶν μεγεθῶν αὐτῶν δίδεται ἡ παροχὴ Q εἰς m^3/h .

Ἐκ τῶν σχέσεων (49) καὶ (50) προκύπτει δι' ἀντλίαν ἀπλῆς ἐνεργείας :

$$Q = \eta_v \cdot Q_{th} = \frac{\eta_v \cdot \pi \cdot D^2 \cdot s \cdot n}{4 \times 60} \quad (51)$$

καὶ ἂν θέσωμεν $\frac{s}{D} = \varepsilon$, ἡ ἄνω σχέσηis γίνεται:

$$Q = \frac{\eta_0 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot D^3 \cdot n}{240} \quad (52)$$

ἐκ τῆς ὁποίας προκύπτει:

$$D = \sqrt[3]{\frac{240 \cdot Q}{\pi \cdot \varepsilon \cdot n \cdot \eta_0}} \quad (53)$$

ὁ λόγος ε ἐκλέγεται ἀναλόγως τοῦ ὀλικοῦ ὕψους τῆς ἀντλίας ὡς κάτωθι:

H = 40 m	100 m	150 m
$\varepsilon = 0,7$ ἕως 1,4	1,3 ἕως 1,9	1,8 ἕως 2,5

Ἡ διαδρομὴ s εὐρίσκεται ἐκ τῆς σχέσεως:

$$s = \varepsilon \cdot D \quad (54)$$

Παράδειγμα.

Νὰ ὑπολογισθοῦν αἱ κύρια διαστάσεις ἐμβολοφόρου ἀντλίας, ἡ ὁποία ἔχει παροχὴν $Q = 12 \text{ m}^3/\text{h}$, ὀλικὸν ὕψος 130 m καὶ ἀριθμὸν στροφῶν $n = 90/\text{min}$.

Λύσις:

Ἐκλέγομεν $\eta_0 = 0,9$ καὶ $\varepsilon = 1,25$.

Ἡ παροχὴ εἰς m^3/s εἶναι:

$$q = \frac{12}{3600} = 0,0033 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Ἀπὸ τὴν σχέσιν (53) εὐρίσκομεν:

$$D = \sqrt[3]{\frac{240 \times 0,0033}{3,14 \times 1,25 \times 90 \times 0,9}} = 0,135 \text{ m} \quad \text{ἢ} \quad D = 135 \text{ mm}$$

καὶ ἡ διαδρομὴ τοῦ ἐμβόλου s θὰ εἶναι:

$$s = \varepsilon \cdot D = 1,25 \times 0,135 = 0,169 \text{ m} \quad \text{ἢ} \quad 169 \text{ mm}.$$

5.8 Τὸ ἀεροκιβώτιον καὶ ἡ λειτουργία του.

Ὡς εἴπομεν εἰς τὰ προηγούμενα, ἡ παροχὴ τῆς ἐμβολοφόρου ἀντλίας, ἰδίως τῆς μονοκυλίνδρου ἀπλῆς λειτουργίας, μεταβάλλεται

κατά την διάρκειαν τῆς διαδρομῆς τοῦ ἐμβόλου. Δηλαδή τόσον εἰς τὸν σωλῆνα ἀναρροφήσεως, ὅσον καὶ εἰς τὸν σωλῆνα καταθλίψεως δημιουργοῦνται ἐπιταχύνσεις καὶ ἐπιβραδύνσεις τοῦ ὑγροῦ, ποὺ εἶναι βλαβεραὶ διὰ τὴν λειτουργίαν τῆς ἀντλίας καὶ τῆς κινητηρίας μηχανῆς. Πρὸς ἐξουδετέρωσιν τοῦ μειονεκτήματος αὐτοῦ τοποθετοῦμεν μεταξὺ τῆς σωληνώσεως ἀναρροφήσεως καὶ τῆς ἀντλίας, ἐλαστικὸν μέσον, δηλαδή ἀέρα ἐντὸς εἰδικοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον λέγεται *ἀεροκιβώτιον*. Ἔτσι ἡ στήλη τοῦ ὑγροῦ εἰς τὴν ἀναρρόφησιν διαιρεῖται εἰς δύο τμήματα, ἓνα μεταξὺ τῆς στάθμης ἀναρροφήσεως καὶ ἀεροκιβωτίου καὶ ἓνα μεταξὺ ἀεροκιβωτίου καὶ ἀντλίας. Διὰ τοῦ τρόπου αὐτοῦ μόνον εἰς τὸ δεύτερον τμήμα δημιουργοῦνται ἐπιταχύνσεις καὶ ἐπιβραδύνσεις. Τὸ τμήμα δὲ αὐτὸ εἶναι πολὺ μικρόν, διότι ἡ θέσις τοῦ ἀεροκιβωτίου ἐκλέγεται ὅσον τὸ δυνατόν πλησιέστερον εἰς τὴν βαλβίδα ἀναρροφήσεως. Τὸ ἀεροκιβώτιον περιέχει πλὴν τοῦ ἀέρος καὶ μεταβλητὴν ποσότητα ἐκ τοῦ ἀντλούμενου ὑγροῦ.

Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς διαδρομῆς εἰς τὴν περιοχὴν ποὺ ἡ ταχύτης εἶναι μεγάλη, ἓνα μέρος τοῦ ὑγροῦ ποὺ ἀντλοῦμεν εἰσέρχεται εἰς τὸ ἀεροκιβώτιον. Τὸ ποσὸν αὐτὸ τοῦ ὑγροῦ ἀποδίδεται μετὰ τὴν διαδρομὴν ποὺ δὲν γίνεται ἀναρρόφησις. Διὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν τῶν ἐπιταχύνσεων καὶ ἐπιβραδύνσεων τοῦ ὑγροῦ εἰς τὴν σωλήνωσιν καταθλίψεως τοποθετοῦμεν μεταξὺ αὐτῆς καὶ τῆς ἀντλίας ἄλλο ἀεροκιβώτιον. Τοῦτο τοποθετεῖται κατὰ τὸ δυνατόν πλησίον τῆς βαλβίδος καταθλίψεως καὶ λειτουργεῖ ὡς καὶ τὸ ἀεροκιβώτιον ἀναρροφήσεως. Δυνάμεθα νὰ ἐκλέξωμεν τὰς διαστάσεις τῶν ἀεροκιβωτίων οὕτως, ὥστε ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς αὐτῶν νὰ εἶναι ἡ ἴδια κατὰ τὴν ἑναρξιν κάθε διαδρομῆς. Ἔτσι ἡ παροχὴ εἶναι ὁμοιόμορφος καὶ ἡ ἀπαιτούμενη ἰσχὺς ἀνὰ διαδρομὴν περίπου σταθερά.

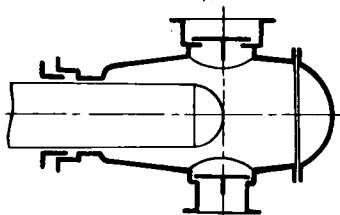
Διὰ τὴν μονοκύλινδρον ἀντλίαν ἀπλῆς λειτουργίας ὁ ἀπαιτούμενος ὄγκος τοῦ ἀεροκιβωτίου εἶναι μέγας. Ὅσον αὐξάνει ὁ ἀριθμὸς τῶν κυλίνδρων, τόσον μικρότερος εἶναι ὁ ἀπαιτούμενος ὄγκος αὐτοῦ.

5 · 9 Κατασκευαστικά λεπτομέρειαι.

α) Ὁ κύλινδρος τῆς ἀντλίας.

Ἡ διαμόρφωσις τοῦ κυλίνδρου πρέπει νὰ ἔχη γίνει οὕτως, ὥστε τὸ ὑγρὸν νὰ ὀδηγῆται ἀπὸ τὴν βαλβίδα ἀναρροφήσεως πρὸς

τὴν βαλβίδα καταθλίψεως, χωρὶς νὰ ἀλλάσση διεύθυνσιν καὶ χωρὶς νὰ δημιουργοῦνται σάκκοι ἀέρος. Ἡ βαλβὶς καταθλίψεως πρέπει νὰ εὑρίσκεται εἰς τὸ ἀνώτατον σημεῖον τοῦ κυλίνδρου (σχ. 5·9 α). Ὡς ὑλικὸν κατασκευῆς τοῦ κυλίνδρου διὰ τὴν ἀντλήσιν ὕδατος καὶ σχε-



Σχ. 5·9 α.

τικῶς χαμηλὰς πιέσεις χρησιμοποιεῖται ὁ φαιὸς χυτοσίδηρος, διὰ μεγά-
λας πιέσεις ὁ χυτὸς χάλυψ καὶ διὰ
πολὺ μεγάλας πιέσεις ὁ ἐλατὸς χάλυψ. Τότε ἡ κοιλότης διαμορφώνεται
διὰ τορνεύσεως. Διὰ τὴν περίπτω-
σιν ἀντλήσεως ὀξέων ὡς ὑλικὸν χρη-
σιμοποιεῖται, δι' ἄραια ὀξέα, εἰδικὸς

ὀξύμαχος χυτοσίδηρος, σκληρὸς μόλυβδος ἢ ἀνοξείδωτος χρωμιο-
μολυβδένιο - χάλυψ.

Τὸ πάχος τοῦ τοιχώματος β διὰ χαλυβδίνους κυλίνδρους ὑπο-
λογίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$\beta = \frac{p_1 \cdot D_1}{2\sigma_z} \quad \text{εἰς cm} \quad (55)$$

ὅπου: p_1 εἶναι ἡ πίεσις ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου εἰς kp/cm^2 , D_1 ἡ ἐσωτε-
ρική διάμετρος τοῦ κυλίνδρου εἰς cm καὶ σ_z ἡ ἀντοχὴ τοῦ ὑλικοῦ τοῦ
κυλίνδρου εἰς ἐφελκυσμὸν εἰς kp/cm^2 .

Διὰ χυτοσίδηρου κυλίνδρους τὸ πάχος λαμβάνεται μεγαλύτε-
ρον ἀπὸ ὅσον δίδει ἡ σχέση (55).

Διὰ κοινὸν χυτοσίδηρον λαμβάνεται:

$$\beta = \frac{D}{50} + 1 \text{ cm} \quad \text{διὰ κυλίνδρους χυτευομένους ὀρθίως.}$$

$$\beta = \frac{D}{40} + 1,2 \text{ cm} \quad \gg \quad \gg \quad \gg \quad \text{ὀριζοντίως}$$

Διὰ χυτὸν χάλυβα λαμβάνεται:

$$\beta = \frac{D}{70} + 1,4 \text{ cm} \quad \text{διὰ κυλίνδρους χυτευομένους ὀρθίως}$$

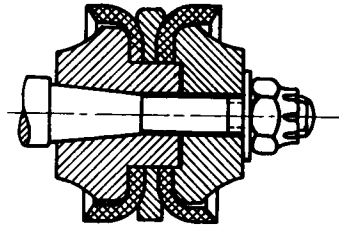
$$\beta = \frac{D}{60} + 1,6 \text{ cm} \quad \gg \quad \gg \quad \gg \quad \text{ὀριζοντίως}$$

ὅπου: D εἶναι ἡ ἐξωτερικὴ διάμετρος τοῦ κυλίνδρου εἰς cm .

β) Τὸ ἔμβολον τῆς ἀντλίας.

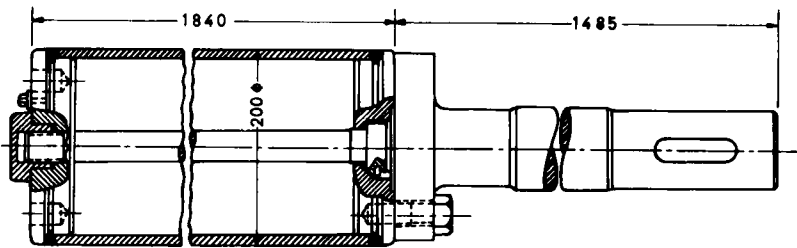
Τὸ σχῆμα 5 · 4 γ δεικνύει δισκοειδὲς ἔμβολον μὲ μεταλλικοὺς δακτυλίους στεγανότητος, τὸ ὁποῖον κατασκευάζεται ἐκ χυτοσιδήρου. Χρησιμοποιεῖται δι' ἀντλίας μεγάλης παροχῆς.

Τὸ σχῆμα 5 · 9 β δεικνύει δισκοειδὲς χαλύβδινον ἔμβολον ἀποτελούμενον ἀπὸ δύο μέρη, εἰς τὸ ὁποῖον ἡ στεγανότης ἐπιτυγχάνεται μέσω δερματίνων δίσκων. Χρησιμοποιεῖται δι' ἀντλίας μικρᾶς παροχῆς καὶ μεγάλης πιέσεως.



Σχ. 5·9 β.

Τὸ σχῆμα 5 · 9 γ παριστᾷ χαλύβδινον συγκολλητὸν ἔμβολον ἔμβαπτιζόμενον.

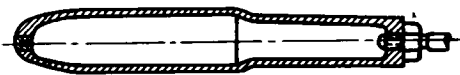


Σχ. 5·9 γ.

Τὸ σχῆμα 5 · 9 δ παριστᾷ χυτοσιδηροῦν ἔμβολον διαφορικῆς ἀντλίας τύπου ἔμβαπτιζομένου.

γ) Αἱ βαλβίδες.

Αἱ βαλβίδες, ποὺ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς ἐμβολοφόρους ἀντλίας, εἶναι διαφόρων τύπων, δηλαδὴ δισκοειδεῖς, μορφῆς δακτυλίου, ἀπλαῖ καὶ πολλαπλαῖ ἢ καὶ μορφῆς σφαίρας.

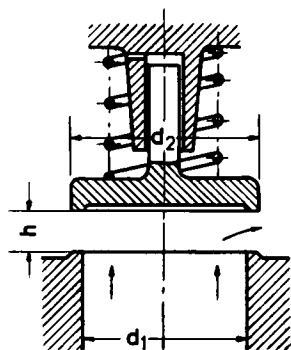


Σχ. 5·9 δ.

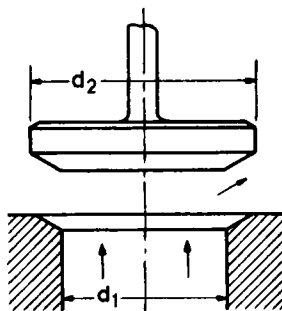
Τὸ σχῆμα 5 · 9 ε δεικνύει δισκοειδῆ βαλβίδα, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ἐπανα-

φορὰ ἐπιτυγχάνεται μέσω ἐλατηρίου. Ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς πρέπει νὰ εἶναι ὅσον τὸ δυνατόν μικρά, ὥστε ἡ ἀντίστασις εἰς τὸ ἀνοιγμα

νά μὴ εἶναι μεγάλη. Ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς εἶναι εἴτε ἐπίπεδος, μορφῆς δακτυλίου, εἴτε κωνική ὡς εἰς τὸ σχῆμα 5.9 στ.



Σχ. 5.9 ε.



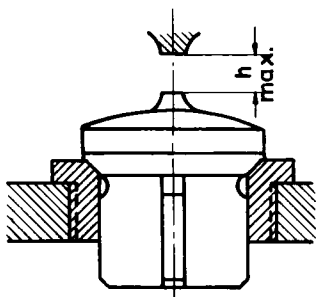
Σχ. 5.9 στ.

Διὰ νὰ μὴ ὑπάρχῃ ἀπώλεια ροῆς ἐκ τῆς ἀλλαγῆς ταχύτητος κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ὑγροῦ διὰ τῆς βαλβίδος, πρέπει ἡ ταχύτης c_1 τοῦ ὑγροῦ κατὰ τὴν εἰσοδον καὶ ἡ ταχύτης c_2 δίοδου αὐτοῦ διὰ τοῦ διακένου κατὰ τὴν μεγίστην διαδρομὴν h νὰ εἶναι ἴσαι, δηλαδὴ αἱ διατομαὶ $\frac{\pi \cdot d_1}{4}$ καὶ $\pi \cdot h \cdot d_1$ νὰ εἶναι ἴσαι· ἄρα πρέπει νὰ εἶναι:

$$\frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \pi \cdot h \cdot d_1$$

ἐκ τῆς ὁποίας προκύπτει:

$$h = \frac{d_1}{4} \quad (56)$$



Σχ. 5.9 ζ.

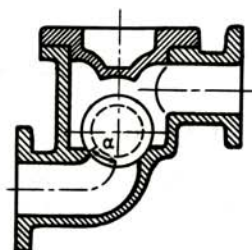
Τὸ σχῆμα 5.9 ζ δεικνύει δισκοειδῆ βαλβίδα με κωνικὴν ἔδραν μετὰ ὀδηγοῦ, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ἐπάνοδος ἐπιτυγχάνεται διὰ τοῦ ἰδίου βάρους της καὶ ἐπομένως δὲν γίνεται χρῆσις ἐλατηρίου. Ἡ ἔδρα φέρει ἐναλλακτικὸν δακτύλιον ἐκ βαμμένου χάλυβος, ἡ δὲ κωνικὴ ἐπιφάνεια ἔχει λειανθῇ διὰ συμριδοτροχοῦ. Τὸ σῶμα τῆς βαλβίδος κατασκευάζεται καὶ αὐτὸ ἐκ χάλυβος, σκληρύνεται διὰ βαφῆς καὶ λειαίνεται εἰς τὴν κωνικὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς πρὸς τὴν ἔδραν.

Το σχήμα 5.9 η δεικνύει βαλβίδα, το άνοιγμα της οποίας επιτυγχάνεται διά στροφής αυτής περί σταθερόν σημείον. Ἡ στεγανότης εξασφαλίζεται διά δερματίνου δακτυλίου. Ἡ ἔδρα κατασκευάζεται ἐκ σκληροῦ χάλυβος καὶ στερεώνεται ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου διά κοχλιῶν περιφερειακῶς.

Το σχήμα 5.9 θ δεικνύει βαλβίδα μορφῆς σφαίρας, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ἐπαναφορὰ

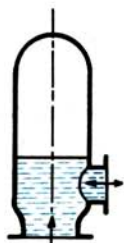


Σχ. 5.9 η.

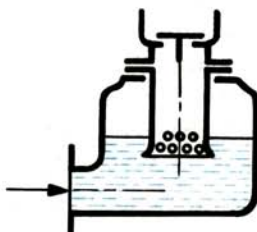


Σχ. 5.9 θ.

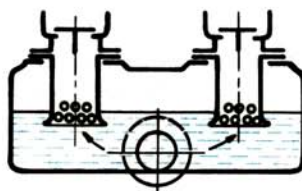
ἐπιτυγχάνεται διά τοῦ βάρους της. Χρησιμοποιεῖται μόνον διά μικρὰς ἀντλίας καὶ ἰδιαίτερως δι' ἀντλησιν παχυρρεύστων ὑγρῶν.



Σχ. 5.9 ι.



Σχ. 5.9 ια.



Σχ. 5.9 ιβ.

δ) Τὰ ἀεροκιβώτια.

Το σχήμα 5.9 ι δεικνύει ἀεροκιβώτιον καταθλίψεως μονοκυλίνδρου ἐμβολοφόρου ἀντλίας, ἐνῶ το σχήμα 5.9 ια δεικνύει ἀεροκιβώτιον ἀναρροφήσεως ὁμοίας ἀντλίας μετὰ τοῦ σωλήνος καὶ τῆς βαλβίδος ἀναρροφήσεως. Αἱ ἀντλίας διπλῆς ἐνεργείας ἔχουν ἀεροκιβώτιον ἀναρροφήσεως ἐνιαῖον (σχ. 5.9 ιβ). Τὸ ἴδιον συμβαίνει καὶ διά τὸ ἀεροκιβώτιον καταθλίψεως, τὸ ὁποῖον ἔχει δύο σωλήνας εἰσόδου ἀλλὰ ἓνα σωλῆνα ἐξόδου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 6

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΑΙ ΑΝΤΛΙΑΙ ΕΚΤΟΠΙΣΕΩΣ

6 · 1 Γενικά.

Αἱ περιστροφικαὶ ἀντλίαι ἐκτοπίσεως ἔχουν στρεφόμενα στοιχεῖα, μὲ τὰ ὁποῖα ὠθοῦν τὸ ὑγρὸν ποὺ ἀντλοῦν, καὶ ὅχι παλινδρομοῦντα ἔμβολα ὡς αἱ ἐμβολοφόροι. Ὡς ἐκ τούτου δὲν ἔχομεν εἰς αὐτὰς ἐπιταχύνσεις καὶ ἐπιβραδύνσεις τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ εἰς τὴν στήλην ἀναρροφήσεως καὶ καταθλίψεως. Ἡ παροχὴ εἶναι συνεχῆς καὶ σταθερά, ἐπομένως δὲν χρειάζονται ἀεροκιβώτια οὔτε βαλβίδες. Ἐξ ἄλλου δὲν χρειάζεται καὶ ὁ μηχανισμὸς στροφάλου, ἐπομένως καὶ ἡ κατασκευὴ εἶναι πολὺ ἀπλῆ.

Αἱ περιστροφικαὶ ἀντλίαι χρησιμοποιοῦνται εἰς περιπτώσεις ποὺ ἀπαιτεῖται σχετικῶς μικρὰ παροχή, ὑπὸ μεγάλην πίεσιν, ἰδίως ὅταν ὁ διατιθέμενος ὄγκος διὰ τὴν ἐγκατάστασιν αὐτῶν εἶναι πολὺ μικρὸς.

Εἰς τὸ ἐμπόριον κυκλοφοροῦν περιστροφικαὶ ἀντλίαι πολλῶν τύπων. Οἱ κυριώτεροι ἐξ αὐτῶν εἶναι αἱ ἀντλίαι ὀδοντωτῶν τροχῶν, αἱ ἀντλίαι μὲ πτερύγια ὀλισθαίνοντα, αἱ κοχλιοφόροι ἀντλίαι κ.ἄ.

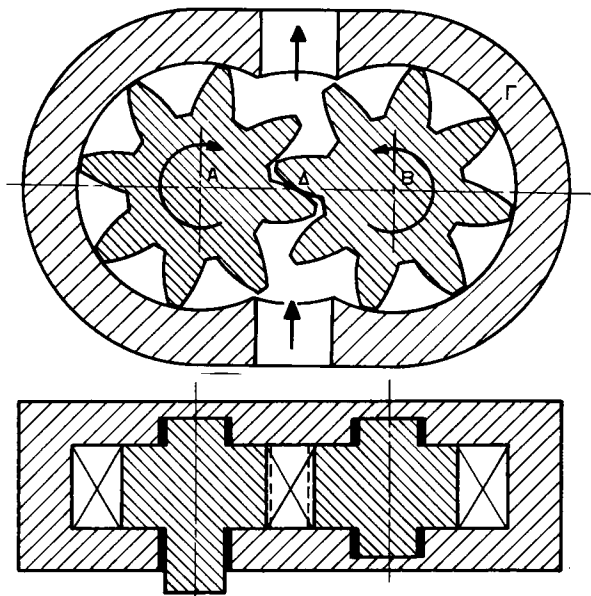
6 · 2 Ἀντλίαι ὀδοντωτῶν τροχῶν.

Αὗται ἀποτελοῦνται ἀπὸ δύο ὀδοντωτοὺς τροχοὺς, Α καὶ Β, τῆς αὐτῆς διαμέτρου καὶ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ ὀδόντων, οἱ ὁποῖοι ἐμπλέκονται μετὰξύ των καὶ στρέφονται ἐντὸς κιβωτίου, Γ (σχ. 6 · 2 α).

Τὸ κιβώτιον εἶναι διαμορφωμένον οὕτως, ὥστε οἱ ὀδόντες τῶν τροχῶν νὰ ἐφαρμόζουν περιφερειακῶς εἰς τὰ τοιχώματα αὐτοῦ καὶ πλευρικῶς εἰς τὰ καλύμματα. Ὁ ἄξων τοῦ ἑνὸς τροχοῦ εἶναι κινητήριος καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸ σῶμα διὰ τοῦ ἑνὸς καλύμματος μέσω στυπιοθλίπτου. Ὁ ἄλλος ἄξων εἶναι ἐλεύθερος καὶ στηρίζεται εἰς ἑδρανα ὀλισθήσεως μορφῆς δακτυλίου, τὰ ὁποῖα λιπαίνονται ἀπὸ τὸ ὑγρὸν ποὺ ἀντλεῖ ἡ ἀντλία.

Ἡ ἀρχὴ λειτουργίας τῆς ἀντλίας ὀδοντωτῶν τροχῶν εἶναι ἡ ἀκόλουθος:

Ὄταν οἱ ὀδοντωτοὶ τροχοὶ περιστρέφονται, παρασύρουν εἰς τοὺς χώρους, οἱ ὁποῖοι σχηματίζονται ἀπὸ τὰ διάκενα μεταξὺ τῶν ὀδόντων καὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ κιβωτίου, ὑγρὸν ἐκ τοῦ στομίου ἀναρροφήσεως καὶ τὸ μεταφέρουν πρὸς τὸ στόμιον καταθλίψεως. Οὕτω δημιουργεῖται κενὸν εἰς τὸ στόμιον ἀναρροφήσεως καὶ τὸ ὑγρὸν ποὺ ὑπάρχει εἰς τὴν σωλήνωσιν ἀναρροφήσεως πληρῶνει τὸ κενόν· ἔτσι ἡ λειτουργία συνεχίζεται.



Σχ. 6.2 α.

Τὰ χαρακτηριστικὰ μεγέθη τῆς ἀντλίας ὀδοντωτῶν τροχῶν εἶναι τὰ ἑξῆς:

- Ἡ ἀρχικὴ διάμετρος τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν D εἰς m .
- Τὸ modul τῶν ὀδόντων m εἰς mm .
- Τὸ μῆκος τῶν ὀδόντων l εἰς m .
- Ὁ ἀριθμὸς στροφῶν n τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν ἀνὰ λεπτόν.

Ἐὰν παραδεχθῶμεν ὅτι ὁ ὄγκος τῶν διακένων μεταξὺ τῶν ὀδόντων εἶναι κατὰ προσέγγισιν ἴσος πρὸς τὸν ὄγκον τῶν ὀδόντων, ἡ παροχὴ εἰς ἐκάστην στροφήν τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν εἶναι ἴση πρὸς τὸν ὄγκον ἑνὸς δακτυλίου, ποὺ ἔχει μέσην διάμετρον ἴσην πρὸς τὴν

άρχικὴν διάμετρον τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν, πάχος ἴσον πρὸς τὸ ὕψος τῶν ὀδόντων καὶ μῆκος ἴσον πρὸς τὸ μῆκος αὐτῶν. Ὁ ὄγκος αὐτὸς εἶναι:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot 2,16 \cdot m \cdot l}{1000} \quad \text{εἰς } m^3$$

(τὸ ὕψος τὸν ὀδόντων εἶναι ἴσον πρὸς $2,16 \times \text{modul}$).
ἔπομένως ἡ θεωρητικὴ παροχὴ τῆς ἀντλίας εἶναι:

$$Q_{th} = \frac{2,16 \cdot m \cdot D \cdot l \cdot n}{1000 \times 60} \quad \text{εἰς } m^3/s \quad (57)$$

Ἡ πραγματικὴ παροχὴ εἶναι μικροτέρα τῆς θεωρητικῆς, διότι ἔχομεν ἀπωλείας παροχῆς ἀπὸ τὰς μετωπικὰς ἐπιφανείας τῶν ὀδόντων, ἀπὸ τὰς ἐπιφανείας τῆς ἐξωτερικῆς περιφερείας αὐτῶν, καθὼς καὶ ἀπὸ τὸν στυπιοθλίπτην. Ἄν η_v εἶναι ὁ ὀγκομετρικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς ἀντλίας, ἡ πραγματικὴ παροχὴ αὐτῆς θὰ εἶναι:

$$Q = Q_{th} \cdot \eta_v \quad (58)$$

Ὁ ὀγκομετρικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως εἰς τὰς ἀντλίας ὀδοντωτῶν τροχῶν κυμαίνεται μεταξὺ:

$\eta_v = 0,88$ δι' ὑψηλὰς πιέσεις καὶ λεπτόρρευστα ὑγρά

$\eta_v = 0,98$ διὰ χαμηλὰς πιέσεις καὶ παχύρρευστα ὑγρά.

Παράδειγμα.

Νὰ εὑρεθῇ ἡ παροχὴ ἀντλίας ὀδοντωτῶν τροχῶν, τῆς ὁποίας εἶναι:

— Ἀρχικὴ διάμετρος τῶν τροχῶν $D = 70 \text{ mm}$.

— Μῆκος τῶν ὀδόντων $l = 80 \text{ mm}$.

— Modul τῶν ὀδόντων $m = 5 \text{ mm}$.

— Ἀριθμὸς στροφῶν $n = 300 \text{ στρ/min}$.

Λύσις:

Ἐκλέγομεν: $\eta_v = 0,92$

Ἀπὸ τὰς σχέσεις (57) καὶ (58) εὐρίσκομεν:

$$Q = Q_{th} \cdot \eta_v = \frac{0,92 \times 2,16 \times 5 \times 0,07 \times 0,08 \times 300}{1000 \times 60} =$$

$$= 0,000258 \text{ m}^3/s \quad \eta \quad Q' = 3600 \cdot Q = 1,0 \text{ m}^3/h.$$

Ὁ ὀλικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς ἀντλίας ὀδοντωτῶν τροχῶν,

εἰς τὸν ὁποῖον λαμβάνονται ὑπ' ὄψιν καὶ αἱ ὑδραυλικαὶ καὶ μηχανικαὶ ἀπώλειαι, εἶναι μεγάλος. Ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν πίεσιν τοῦ ἀντλούμενου ὑγροῦ καὶ κυμαίνεται μεταξύ 0,6 διὰ χαμηλὰς πιέσεις καὶ 0,8 διὰ πιέσεις ἄνω τῶν 60 at.

Ἡ ἀπαιτουμένη ἰσχύς ὑπολογίζεται ὥς καὶ εἰς τὰς ἐμβολοφόρους καὶ φυγοκέντρους ἀντλίας.

Παράδειγμα.

Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἀπαιτουμένη ἰσχύς διὰ τὴν ἀντλίαν τοῦ προηγουμένου παραδείγματος, ἐὰν ἡ ὀλικὴ πίεσις τῆς ἀντλίας εἶναι 40 at, τὸ δὲ ἀντλούμενον ὑγρὸν ἐλαφρὸν πετρέλαιον.

Λύσις:

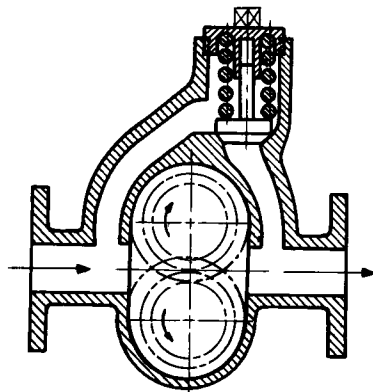
Τὸ ὀλικὸν ὕψος τῆς ἀντλίας εἶναι $H = 10 \times 40 = 400 \text{ m}$

$$N = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{75 \cdot \eta} = \frac{0,000258 \times 400 \times 800}{75 \times 0,60} = 1,84 \text{ PS}$$

($\gamma = 800 \text{ kp/m}^3$ διὰ τὸ λεπτὸν πετρέλαιον καὶ $\eta = 0,60$ διὰ τὰ δεδομένα τοῦ προβλήματος).

Ἡ ἀντλία τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν χρησιμοποιεῖται πολὺ συχνὰ διὰ τὴν τροφοδότησιν καυστήρων διὰ πετρελαίου κοινοῦ ἢ μαζούτ, διὰ τὴν λίπανσιν τῶν κινήτων ἐσωτερικῆς καύσεως, διὰ τὴν τροφοδότησιν ὑδραυλικῶν πιεστηρίων, καθὼς καὶ διὰ τὴν ψύξιν τῶν κοπτικῶν ἐργαλείων εἰς τὰς ἐργαλειομηχανάς.

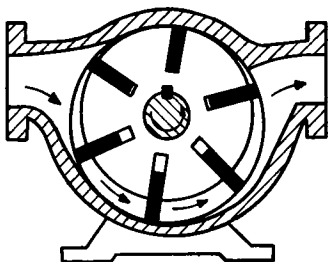
Ἐπειδὴ ὑπάρχει κίνδυνος νὰ αὐξηθῇ ἡ πίεσις πέρα τῶν ἐπιτρεπομένων ὁρίων διὰ τὴν ἀντοχήν τοῦ ὑλικοῦ τῆς ἀντλίας, πολλὰκις χρησιμοποιεῖται ἀσφαλιστικὴ βαλβὴς (σχ. 6·2 β), τὴν ὁποῖαν ρυθμίζομεν δι' ἐλατηρίου. Ὄταν ἡ πίεσις εἰς τὴν κατάθλιψιν ὑπερβῇ τὴν μεγίστην ἐπιτρεπομένην, ἡ πίεσις τοῦ ἐλατηρίου ὑπερνικάται, ἀνοίγει ἡ ἀσφαλιστικὴ βαλβὴ καὶ ὁ χώρος καταθλίψεως ἐπικοινωνεῖ μὲ τὸν χώρον ἀναρροφῆσεως.



Σχ. 6·2 β.

6.3 Ἀντλῖαι με ὀλισθαίνοντα πτερύγια.

Αἱ ἀντλῖαι με ὀλισθαίνοντα πτερύγια ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἓνα κυλινδρικὸν δρομέα στρεφόμενον ἐντὸς κυλινδρικοῦ σώματος ἐκκέντρως (σχ. 6.3 α). Ὁ δρομεὺς αὐτὸς φέρει αὐλάκας κατὰ τὴν ἀκτῖνα, ἐντὸς τῶν ὁποίων ὀλισθαίνουν πτερύγια. Κατὰ τὴν περιστροφήν, λόγω τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, τὰ πτερύγια ὠθοῦνται πρὸς τὰ ἔξω καὶ ἐφάπτονται κατὰ τὸ ἄκρον πρὸς τὴν ἐσωτερικὴν παρεῖαν τοῦ κυλινδρικοῦ σώματος.



Σχ. 6.3 α.

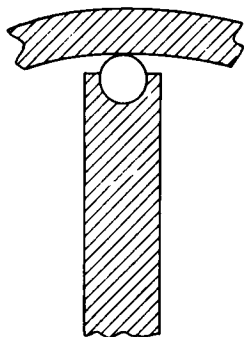
Λόγω τῆς ἐκκεντρότητος, οἱ χώροι ποὺ σχηματίζονται μεταξύ τῶν πτερυγίων, αὐξάνουν κατὰ τὴν ἡμίσειαν στροφήν καὶ ἐλαττώνονται κατὰ τὴν ὑπόλοιπον ἡμίσειαν. Ἔτσι δημιουργεῖται ὑποπίεσις εἰς τὴν περιοχὴν ποὺ αὐξάνουν οἱ χώροι (εἰς τὸ στόμιον ἀναρροφῆσεως) καὶ συμπίεσις εἰς τὴν περιοχὴν ἐλαττώσεως τῶν χώρων (εἰς τὸ στόμιον καταθλίψεως).

Εἰς τὸ βάθος τῶν αὐλάκων πολλάκις ὑπάρχουν ἐλατήρια, τὰ ὁποῖα ὑποχρεώνουν τὰ πτερύγια νὰ εὐρίσκωνται εἰς συνεχῆ ἐπαφὴν πρὸς τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ σώματος καὶ ὅταν ἀκόμη ὁ δρομεὺς δὲν περιστρέφεται.

Κατὰ τὴν περιστροφήν, ἐξ ἄλλου, τὰ ἄκρα τῶν πτερυγίων ποὺ εὐρίσκονται εἰς ἐπαφὴν πρὸς τὸ σῶμα, λόγω τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως καὶ τῆς δυνάμεως τοῦ ἐλατηρίου, τρίβονται ἰσχυρῶς ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς παρεῖας τοῦ κυλινδρικοῦ σώματος καὶ φθείρονται. Διὰ νὰ ἐλαττωθῇ ἡ τριβή, εἰς τὸ ἄκρον τῶν πτερυγίων τοποθετοῦνται κυλινδρίσκοι, οἱ ὁποῖοι ἔχουν πολὺ μικρὰν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς (σχ. 6.3 β).

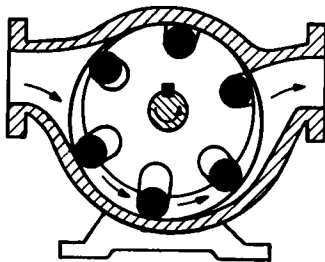
Παραλλαγὴ τῆς περιπτώσεως αὐτῆς εἶναι ἡ ἀντλία, εἰς τὴν ὁποίαν τὰ πτερύγια ἔχουν ἀντικατασταθῇ ἀπὸ κύλινδρους (σχ. 6.3 γ). Οἱ κύλινδροι αὐτοὶ κατασκευάζονται ἀπὸ χάλυβα καὶ ἐπενδύονται με π्लाστικὸν ὑλικὸν διὰ νὰ μὴ φθείρουν τὸν κύλινδρον ἀλλὰ καὶ διὰ νὰ ἀντέχουν εἰς διαβρωτικὰ ὑγρά, καθ' ὅσον χρησιμοποιοῦνται συχνὰ εἰς ἀντλίας ψεκαστήρων. Λόγω τοῦ μεγάλου βάρους των οἱ κύλινδροι κατὰ τὴν περιστροφήν ὠθοῦνται ἰσχυρῶς πρὸς τὴν

έσωτερικήν επιφάνειαν τοῦ σώματος καὶ δὲν χρειάζονται ἐλατήρια, ὡς εἰς τὰς ἀντλίας με πτερύγια.



Σχ. 6.3 β.

Ἡ παροχὴ εἰς ἐκάστην στροφὴν τῆς περιστροφικῆς ἀντλίας με



Σχ. 6.3 γ.

όλισθαίνοντα πτερύγια εὐρίσκεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$Q_{th} = 2z \cdot l \cdot D \cdot e \cdot \eta_{\mu} \left(\frac{\pi}{z} \right) \quad \text{εἰς } m^3$$

ὅπου: z εἶναι ὁ ἀριθμὸς πτερυγίων, l τὸ μῆκος τῶν πτερυγίων εἰς m , D ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος τοῦ σώματος εἰς m καὶ e ἡ ἐκκεντρότης εἰς m .

Διὰ 3 πτερύγια εἶναι: $Q_{th} = 5,2 \cdot l \cdot D \cdot e$

» 5 » » $Q_{th} = 5,85 \cdot l \cdot D \cdot e$

» 7 » » $Q_{th} = 6,1 \cdot l \cdot D \cdot e$

» 9 » » $Q_{th} = 6,15 \cdot l \cdot D \cdot e$

Ἡ παροχὴ εἰς m^3/s θὰ εἶναι:

$$Q_{th} = 2z \cdot l \cdot D \cdot e \cdot \eta_{\mu} \left(\frac{\pi}{z} \right) \cdot \frac{n}{60} \quad (59)$$

Ἡ πραγματικὴ παροχὴ τῆς ἀντλίας εἶναι μικροτέρα τῆς θεωρητικῆς λόγω ἀπωλειῶν, ποὺ ὀφείλονται εἰς τὴν ἔλλειψιν στεγανότητος μεταξὺ τῶν πτερυγίων καὶ τοῦ σώματος τῆς ἀντλίας. Ἄν η_v εἶναι ὁ ὀγκομετρικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς ἀντλίας, ἡ πραγματικὴ παροχὴ αὐτῆς θὰ εἶναι:

$$Q = Q_{th} \cdot \eta_v.$$

Ο όγκομετρικός βαθμός αποδόσεως της άντλίας αυτής κυμαίνεται μεταξύ $\eta_v = 0,94$ και $0,98$

Παράδειγμα.

Να εύρεθῇ ἡ παροχὴ περιστροφικῆς άντλίας με ὀλισθαίνοντα πτερύγια, τῆς ὁποίας εἶναι:

$$D = 80 \text{ mm}, \quad e = 10 \text{ mm}, \quad l = 60 \text{ mm}, \quad z = 5$$

καὶ $n = 400 \text{ στρ/min.}$

Λύσις:

$$\text{Ἐκλέγομεν } \eta_v = 0,95$$

$$\text{Εὐρέθῃ ὅτι διὰ } z = 5 \text{ εἶναι } Q = 5,85 \cdot l \cdot D \cdot e$$

$$\text{ἐπομένως } Q_{th} = 5,85 \times 0,06 \times 0,08 \times 0,01 \times \frac{400}{60} =$$

$$= 0,001870 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{ἢ } Q_{th} = 3600 \times 0,001870 = 6,73 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = Q_{th} \cdot \eta_v = 6,73 \times 0,95 = 6,39 \text{ m}^3/\text{h}.$$

6 · 4 Κοχλιοφόροι άντλίες.

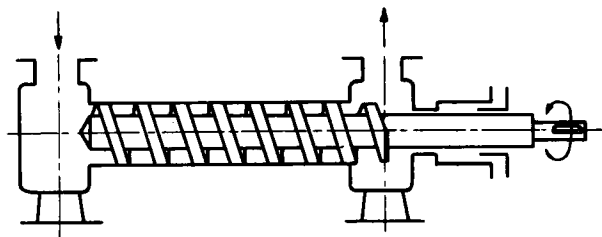
Αἱ κοχλιοφόροι άντλίες ἀποτελοῦνται ἀπὸ μίαν ἢ περισσοτέρας ἀτράκτους, αἱ ὁποῖαι ἔχουν μορφὴν κοχλίου καὶ περιστρέφονται ἐντὸς κυλινδρικοῦ περιβλήματος. Αἱ κορυφαὶ τῶν σπειρωμάτων ἐφαρμόζουν εἰς τὴν ἐσωτερικὴν παρεῖαν τοῦ κυλινδρικοῦ σώματος. Κατὰ τὴν περιστροφὴν τῶν ἀτράκτων, τὸ ὑγρὸν ποὺ εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ σώματος τῆς άντλίας, ὠθεῖται ἀπὸ τῆς μιᾶς ἄκρας εἰς τὴν ἄλλην συμπιεζόμενον μεταξὺ τῶν σπειρῶν καὶ τῆς ἐσωτερικῆς παρεῖας τοῦ περιβλήματος καὶ ὁδηγεῖται εἰς τὸ στόμιον καταθλίψεως. Τὸ κενὸν ποὺ δημιουργεῖται ἐκ τῆς ἀπομακρύνσεως τοῦ ὑγροῦ, πληροῦται ἐκ τοῦ στομίου ἀναρροφῆσεως με νέον ὑγρὸν καὶ ἔτσι ἡ λειτουργία συνεχίζεται. Τὸ σχῆμα 6 · 4 α δεικνύει τὴν ἀρχὴν τῆς λειτουργίας κοχλιοφόρου άντλίας ἀπλῆς ἐνεργείας με μίαν ἄτρακτον.

Τὸ σχῆμα 6 · 4 β δεικνύει άντλίαν μιᾶς ἀτράκτου με ἀναρρόφῃσιν ἀπὸ τὰ δύο ἄκρα καὶ κατὰθλιψιν εἰς τὸ μέσον τῆς ἀτράκτου. Ὁ κοχλίας ἔχει σπείρωμα δεξιὸν κατὰ τὸ ἥμισυ καὶ ἀριστερὸν κατὰ τὸ ἄλλο ἥμισυ.

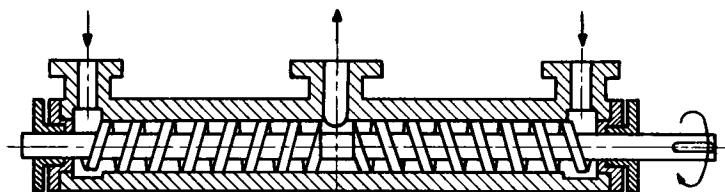
Ἡ άντλία τοῦ τύπου αὐτοῦ ἔχει τὸ πλεονέκτημα τῆς ἐξουδε-

τερώσεως τής άξονικής ώθήσεως, που δημιουργείται εις την άντλίαν του σχήματος 6·4 α.

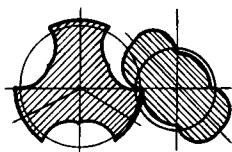
Αί κοχλιοφόροι άντλίες κατασκευάζονται δια παροχής από 1 έως 400 m³/h καί πιέσεις μέχρι 300 at· ό άριθμός στροφών δύναται νά είναι πολύ ύψηλός (φθάνει τας 5000 στρ/min).



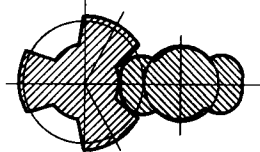
Σχ. 6·4 α.



Σχ. 6·4 β.



Σχ. 6·4 γ.

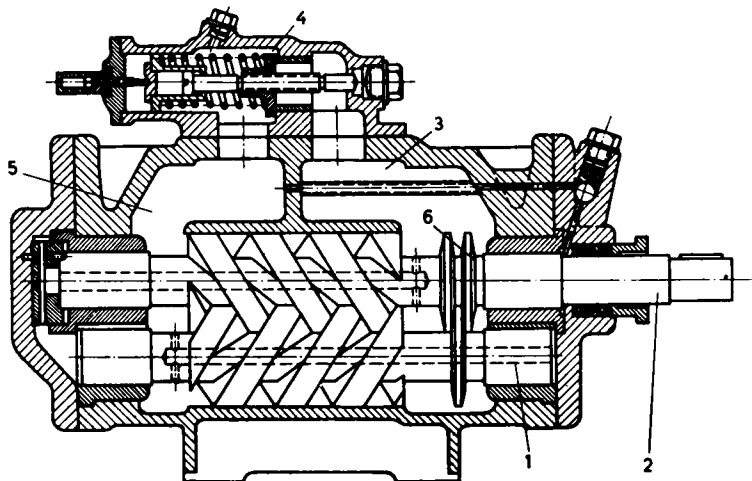


Σχ. 6·4 δ.

Εις τας άντλίας δύο άτράκτων ή μορφή τής διατομής είναι διάφορος εις έκάστην εξ αυτών. Τά σχήματα 6·4 γ καί 6·4 δ δεικνύουν συνήθεις διατομές άτράκτων, ενώ τó σχήμα 6·4 ε δεικνύει πλήρη άντλίαν με ασφαλιστική βαλβίδα. Ό κινητήριος κοχλίας έχει διπλοῦν βήμα, ενώ ό κινούμενος τριπλοῦν. Διά τήν έξασφάλισιν τής όρθής θέσεως τών κοχλιών κατά τήν συναρμολόγησιν χρησιμοποιούνται οί έμπλεκόμενοι δίσκοι, 6.

Ἡ ἀξονική ὥθησις, ἡ ὁποία προκαλεῖται λόγῳ τῆς διαφορᾶς πιέσεων εἰς τοὺς χώρους ἀναρροφῆσεως καὶ καταθλίψεως, ἐξουδετερώνεται ὑδραυλικῶς δι' ὀπῶν εἰς τὰς ἀτράκτους.

Αἱ κοχλιοφόροι ἀντλίες χρησιμοποιοῦνται κυρίως διὰ τὴν παροχὴν πετρελαίου, ἐλαίου λιπάνσεως ὡς καὶ διὰ τὴν τροφοδότησιν μὲ πεπιεσμένον ἔλαιον εἰς μηχανισμοὺς ὑδραυλικῶν ρυθμιστῶν.



Σχ. 6.4 ε.

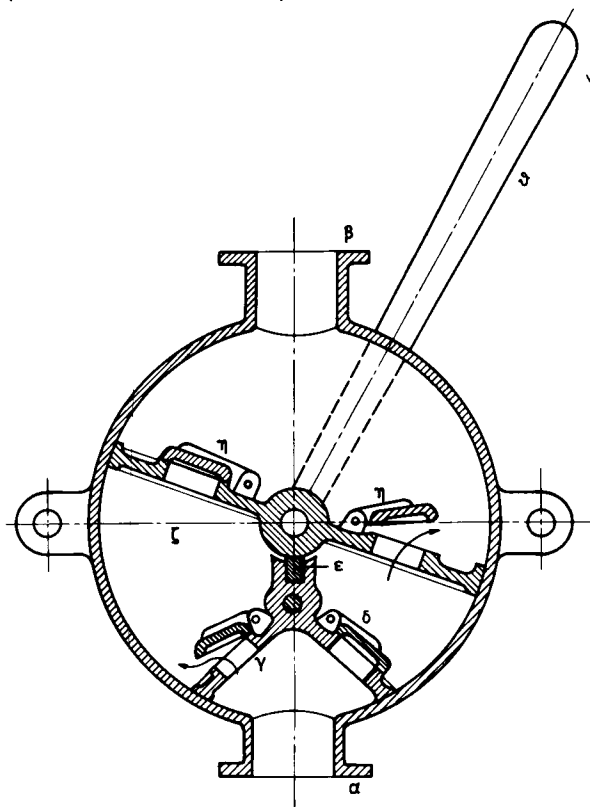
1. Κοχλιοφόρος ἀτράκτος, 2. Κινητηρία κοχλιοφόρος ἀτράκτος, 3. Θάλαμος ἀναρροφῆσεως, 4. Ἀσφαλιστική βαλβίς, 5. Θάλαμος καταθλίψεως, 6. Δίσκος θέσεως.

Ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἀντλησιν καὶ μεταφορὰν παχυρεύστων ὑγρῶν καὶ ὑγρῶν περιεχόντων στερεὰ μεγέθους κόκκων μέχρι 30 mm, ὡς π.χ. μπετόν, ἀκάθαρτον ὕδωρ, ὕδωρ περιέχον ἄμμον, ἀσβεστοπολτὸν κ.ἄ.

6.5 Ἡμπεριστροφικαὶ ἀντλίες.

Ἡ ἡμπεριστροφικὴ ἀντλία ἀποτελεῖται ὀπὸ κυλινδρικών κιβώτιον μὲ ὀριζόντιον ἄξονα, εἰς τὸ κάτω μέρος τοῦ ὁποίου εὐρίσκεται τὸ στόμιον ἀναρροφῆσεως, α (σχ. 6.5) καὶ εἰς τὸ ἄνω τὸ στόμιον καταθλίψεως, β. Περὶ τὸν ἄξονα τοῦ κυλίνδρου ταλαντεύεται πτερύγιον, ζ, ἐπὶ τοῦ ὁποίου εὐρίσκονται αἱ δύο βαλβίδες καταθλίψεως, η, ἐνῶ ἄνω τοῦ στομίου ἀναρροφῆσεως εὐρίσκεται διάφραγμα, γ, ἐπὶ τοῦ ὁποίου φέρονται αἱ δύο βαλβίδες ἀναρροφῆσεως, δ.

Ὁ ὀμφαλὸς τοῦ πτερυγίου ἐφαρμόζει στεγανῶς εἰς τὸ ἄνω μέρος τοῦ διαφράγματος· ἡ στεγανότης ἐπιτυγχάνεται μὲ τσιμούχα ἐκ πηλῆματος, ε. Ἐτσι μεταξύ τοῦ πτερυγίου καὶ τοῦ διαφράγματος σχηματίζονται δύο χῶροι· εἰς ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ἀντιστοιχεῖ μία βαλβὶς ἀναρροφήσεως καὶ μία καταθλίψεως.



Σχ. 6-5.

Ἡ ταλαντευτικὴ κίνησις τοῦ πτερυγίου ἐπιτυγχάνεται διὰ χειρομοχλοῦ, θ.

Κατὰ τὴν πρὸς τὰ ἀριστερὰ κίνησιν τοῦ χειρομοχλοῦ ἀνέρχεται τὸ δεξιὸν τμῆμα τοῦ πτερυγίου, δημιουργεῖ εἰς τὸν δεξιὸν χῶρον κάτω τοῦ πτερυγίου ὑποπίεσιν, ἡ ἀντίστοιχος βαλβὶς ἀναρροφήσεως ἀνοίγει καὶ πληροῦται ὁ χῶρος αὐτὸς μὲ τὸ ὑγρὸν ποῦ ἀντλοῦμεν.

Κατά την πρὸς τὰ δεξιὰ κίνησιν τῆς χειρολαβῆς κατέρχεται τὸ δεξιὸν τμήμα τοῦ πτερυγίου, κλείει ἡ βαλβὶς εἰσαγωγῆς, ἐνῶ συγχρόνως ἀνοίγει ἡ δεξιὰ βαλβὶς ἐξαγωγῆς καὶ τὸ ὑγρὸν ποὺ εὐρίσκεται εἰς τὸν δεξιὸν χῶρον, διοχετεύεται ἄνω τοῦ πτερυγίου. Τὸ ἴδιον φαινόμενον μὲ ἀντίστροφον σειρὰν ἐπαναλαμβάνεται μὲ τὸ ἀριστερὸν τμήμα τοῦ πτερυγίου. Ἐὰν συνεχίσωμεν τὴν κίνησιν τῆς χειρολαβῆς, τὸ φαινόμενον ἐπαναλαμβάνεται καὶ τὸ ὑγρὸν ὀδηγεῖται εἰς τὴν σωλή-
νωσιν καταθλίψεως. Ἐπειδὴ ἡ ἀντλία εἶναι διπλῆς ἐνεργείας, εἰς κάθε ἀπλῆν διαδρομὴν ἀποδίδει ὑγρὸν.

Χαρακτηριστικὰ μεγέθη τῆς ἡμιπεριστροφικῆς ἀντλίας εἶναι:

— Ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος τοῦ κυλίνδρου D εἰς m .

— Ἡ διάμετρος τοῦ ὀμφαλοῦ d εἰς m .

— Τὸ πλάτος τοῦ πτερυγίου β εἰς m .

— Ὁ ἀριθμὸς τῶν διπλῶν διαδρομῶν n ἀνὰ λεπτόν.

— Ἡ μεγίστη γωνία περιστροφῆς τοῦ μοχλοῦ α° .

Ἡ θεωρητικὴ παροχὴ τῆς ἀντλίας αὐτῆς εἶναι:

$$Q_{th} = \frac{2\pi (D^2 - d^2) \beta \cdot n \cdot \alpha}{4 \times 60 \times 360} = 0,026 (D^2 - d^2) \beta \cdot n \cdot \frac{\alpha}{360} \text{ εἰς } m^3/s \quad (60)$$

Ἡ πραγματικὴ παροχὴ εἶναι μικροτέρα τῆς θεωρητικῆς λόγω ἀπωλειῶν. Αἱ ἀπώλειαι αὗται ὀφείλονται εἰς τὸ διάκενον ποὺ ὑπάρχει μετὰ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ πτερυγίου καὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ κιβωτίου, εἰς ἔλλειψιν πλήρους στεγανότητος εἰς τοὺς μετὰ τῶν πτερυγίου καὶ διαφράγματος χώρους, ὡς καὶ εἰς διαρροὴν εἰς τὸν στυπιοθλίπτῃν.

Ἄν η_v εἶναι ὁ ὀγκομετρικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως, ἡ πραγματικὴ παροχὴ εὐρίσκεται ἀπὸ τὴν ἥδη γνωστὴν σχέσιν:

$$Q = Q_{th} \cdot \eta_v$$

Ὁ ὀγκομετρικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς ἀντλίας αὐτῆς κυμαίνεται μετὰ $\eta_v = 0,90$ καὶ $0,95$.

Ἄν P (kp) εἶναι ἡ δύναμις ποὺ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ ἄκρον τῆς χειρολαβῆς καὶ l (m) τὸ μῆκος αὐτῆς, τὸ ἔργον ποὺ ἀπαιτεῖται ἀνὰ διπλῆν διαδρομὴν εἶναι:

$$A = 2P \cdot \frac{2\pi \cdot l \cdot \alpha}{360} \text{ εἰς } kpm.$$

Τò ἔργον ποὺ ἀπαιτεῖται ἀνὰ δευτερόλεπτον, δηλαδή ἡ ἰσχύς τῆς ἀντλίας θὰ εἶναι:

$$N = 2P \cdot \frac{2\pi \cdot l \cdot \alpha}{360} \cdot \frac{n}{60 \times 75} \quad PS \quad (61)$$

Ἡ ἰσχύς αὐτή, ὅπως καὶ εἰς ὅλας τὰς ἀντλίας, εὐρίσκεται καὶ ἀπὸ τὴν σχέσιν (34).

Ἐπομένως θὰ εἶναι:

$$N = 2P \cdot \frac{2\pi \cdot l \cdot \alpha}{360} \cdot \frac{n}{60 \times 75} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{75 \cdot \eta} \quad (62)$$

ὅπου: η ὁ ὁλικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως, ὁ ὁποῖος κυμαίνεται διὰ τὰς ἀντλίας αὐτὰς μεταξὺ $\eta = 0,70$ καὶ $\eta = 0,80$.

Ἀπὸ τὴν σχέσιν (62) εὐρίσκομεν τὸ ὁλικὸν ὕψος H , εἰς τὸ ὁποῖον δύναται νὰ φθάσῃ ἡ ἡμιπεριστροφικὴ ἀντλία καὶ τὸ ὁποῖον εἶναι:

$$H = \frac{4\pi \cdot l \cdot \alpha \cdot n \cdot \eta \cdot P}{360 \times 60 \cdot Q \cdot \gamma} \quad (63)$$

Παράδειγμα.

Νὰ εὐρεθῇ ἡ παροχὴ καὶ τὸ ὁλικὸν ὕψος ἡμιπεριστροφικῆς ἀντλίας μὲ τὰ κάτωθι δεδομένα:

Ἀντλούμενον ὑγρὸν ἐλαφρὸν πετρέλαιον	$\gamma = 800 \text{ kp/m}^3$
Διάμετρος ἐσωτερικῆ σώματος	$D = 120 \text{ mm}$
Διάμετρος ὀμφαλοῦ	$d = 30 \text{ mm}$
Πλάτος τοῦ περυγίου	$\beta = 60 \text{ mm}$
Μῆκος τῆς χειρολαβῆς	$l = 350 \text{ mm}$
Μεγίστη γωνία περιστροφῆς χειρολαβῆς	$\alpha = 80^\circ$
Ἀριθμὸς διπλῶν διαδρομῶν	$n = 40/\text{min}$
Δύναμις χειρὸς	$P = 8 \text{ kp}$
Ὄγκομετρικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως	$\eta_v = 0,90$
Ὄλικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως	$\eta = 0,75\%$

Λύσις:

Ἡ θεωρητικὴ παροχὴ εἶναι:

$$Q_{th} = 2\pi \cdot (0,12^2 - 0,03^2) \times 0,06 \times \frac{80}{360} \times \frac{40}{60} =$$

$$= 0,0001887 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Ἡ πραγματικὴ παροχὴ εἶναι:

$$Q = 0,9 \times 0,0001887 = 0,0001696 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\eta \quad Q' = 3600 \times 0,0001696 = 0,61 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Τὸ ὕψος H εὐρίσκεται ἀπὸ τὴν σχέσιν (63):

$$H = \frac{4\pi \times 0,35 \times 80 \times 40 \times 0,75 \times 8}{360 \times 60 \times 0,0001696 \times 800} = 21,6 \text{ m}.$$

Αἱ ἡμιπεριστροφικαὶ ἀντλῖαι χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν μετάγ-
γισιν ὑγρῶν ἀπὸ ἐνὸς δοχείου εἰς ἄλλο καὶ ἰδιαίτέρως πετρελαίου ἢ
οἴνων.

Τὸ σῶμα, τὸ κάλυμμα καὶ ὁ στυπιοθλίπτῃς τῶν ἀντλιῶν αὐ-
τῶν κατασκευάζονται ἀπὸ χυτοσίδηρον, ἐνῶ τὸ πτερύγιον, τὸ διά-
φραγμα καὶ αἱ βαλβίδες ἀπὸ ὀρείχαλκον. Εἰς περίπτωσιν ἀντλήσεως
πετρελαίου, οἱ δακτύλιοι στεγανότητος τοῦ στυπιοθλίπτου (σαλα-
μάστρα) δὲν κατασκευάζονται ἀπὸ νῆμα ἐκ βάμβακος (κορδόνι)
ἀλλὰ ἐξ ἐλαστικοῦ.

Αἱ ἡμιπεριστροφικαὶ ἀντλῖαι εἶναι τυποποιημέναι κατὰ τοὺς
γερμανικοὺς κανονισμοὺς DIN 5437 εἰς 6 μεγέθη, ἥτοι: No 0, 1, 2, 3,
4, 5. Ὁ κανονισμὸς δίδει τὰς κυρίας διαστάσεις καθὼς καὶ τὴν ἀπό-
στασιν τῶν ὀπῶν στηρίξεως. Καθορίζει ἐπίσης τὸν χρωματισμὸν
τῆς ἀντλίας ἥτοι:

Δι' ἀντλησιν ὕδατος χρῶμα κόκκινον.

Δι' ἀντλησιν πετρελαίου χρῶμα πράσινον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 7

ΕΙΔΙΚΑΙ ΑΝΤΛΙΑΙ

7.1 Ἀντλῖαι πεπιεσμένου ἀέρου (ἀντλῖαι Μαμούτ).

Ἡ ἀντλία πεπιεσμένου ἀέρου, τῆς ὁποίας ἡ λειτουργία στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἀρχῆς τῶν συγκοινωνούντων δοχείων, ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα σωλῆνα πεπιεσμένου ἀέρου, 3, τὸν θάλαμον ἀναμίξεως, 6, καὶ τὸν σωλῆνα καταθλίψεως, 2 (σχ. 7.1 α).

Ὁ πεπιεσμένος ἀήρ εἰσέρχεται εἰς τὸ δοχεῖον ἀναμίξεως, ἀναμιγνύεται μὲ τὸ ὕδωρ, ποὺ εἰσέρχεται εἰς τὸ δοχεῖον ἀπὸ τὸ στόμιον ἀναρροφήσεως καὶ ἔτσι ἐλαττώνει τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὕδατος. Τὸ ἐλαφρὸν αὐτὸ μῖγμα ὠθεῖται εἰς τὸν σωλῆνα καταθλίψεως καὶ ἀνέρχεται ἐντὸς αὐτοῦ.

Τὸ δοχεῖον ἀναμίξεως βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ εἰς βάθος h_0 πρὸ τῆς ἐνάρξεως τῆς λειτουργίας. Κατὰ τὴν ἀντλησιν ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος κατέρχεται καὶ τὸ βύθισμα h_1 γίνεται μικρότερον τοῦ ἀρχικοῦ.

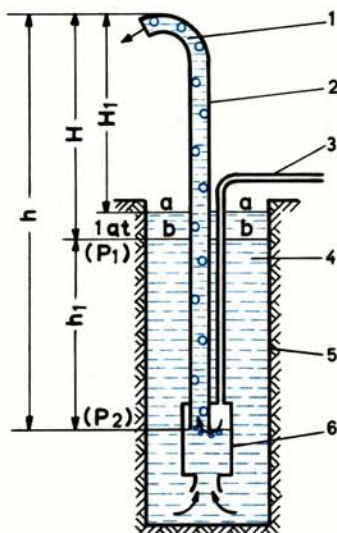
Ὁ λόγος $\frac{h_1}{H} = K$ λέγεται σχέ-

σις βυθίσματος (σχ. 7.1 α).

Ἡ ἀντλία Μαμούτ δὲν ἔχει κινούμενα ἐξαρτήματα οὔτε στυπιο-θλίπτας· εἶναι πολὺ ἀπλῆ εἰς τὴν κατασκευὴν καὶ δύναται νὰ ἀντλῇ ὕδωρ περιέχον ἄμμον, πηλὸν καὶ ἄλλα στερεὰ αἰωρήματα· διὰ τοῦτο χρησιμοποιοεῖται εἰς ἐργασίας ἐκσκαπτικὰς εἰς οἰκοδομὰς καὶ μεταλλεῖα, ὅπου διατίθεται πεπιεσμένος ἀήρ. Ἀλλὰ καὶ διὰ τὴν ἀντλησιν ὕδατος καὶ πετρελαίου ἀπὸ βαθεὰ φρέατα ἡ ἀντλία αὕτη εἶναι κατάλληλος.

Χαρακτηριστικὰ μεγέθη τῆς ἀντλίας Μαμούτ εἶναι:

— Τὸ γεωμετρικὸν ὕψος ἀνυψώσεως H (m) (σχ. 7.1 α).



Σχ. 7.1 α.

— Ἡ παροχή τῆς άντλίας q εἰς m^3/s .

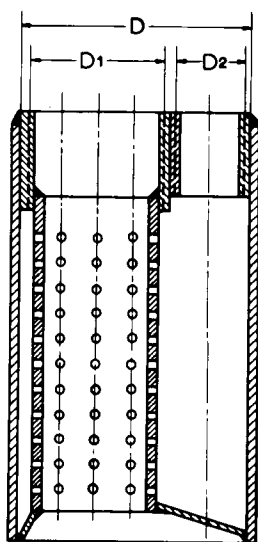
— Τὸ βύθισμα h_1 (m) κατὰ τὴν λειτουργίαν.

Ἡ σχέσηis βυθίσματος: $K = \frac{h_1}{H}$.

Ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς άντλίας αὐτῆς εἶναι σχετικῶς μικρὸς καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν σχέσιν βυθίσματος.

Διὰ $K = 1,0 \quad 1,5 \quad 2,0 \quad 2,5 \quad 3,0 \quad 3,5$

εἶναι $\eta = 0,25 \quad 0,3 \quad 0,5 \quad 0,57 \quad 0,59 \quad 0,60$



Σχ. 7·1 β.

Διὰ K μικρότερον τοῦ 1,0, ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως εἶναι μικρότερος τοῦ 0,25 % καὶ ἡ χρησιμοποίησις τῆς άντλίας δὲν συμφέρει. Διὰ $K > 2$, τὸ βάθος ἐκσκαφῆς εἶναι πολὺ μεγάλο καὶ ἡ ἐκσκαφὴ δαπανηρά, ἰδίως ὅταν ἡ στάθμη άντλήσεως εὐρίσκεται εἰς μέγα βάθος.

Ἡ ἀπαιτουμένη παροχὴ πεπιεσμένου ἀέρος ὑπολογίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$V = v_0 \cdot q \quad (64)$$

ὅπου: v_0 ἡ παροχὴ ἀέρος (εἰδικὴ παροχὴ ἀέρος) εἰς m^3 ἀέρος ἀνὰ m^3 άντλουμένου ὕγρου.

Τὸ v_0 εὐρίσκεται ἀπὸ τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 7·1 β, ἐφ' ὅσον εἶναι γνωστὸς ὁ λόγος K καὶ τὸ ὀλικὸν ὕψος H .

Ἡ ἀπαιτουμένη πίεσις τοῦ ἀέρος πρέπει νὰ εἶναι τόση, ὥστε νὰ ἐξουδετερώνη τὴν στήλην ὕδατος ὕψους h_0 καθὼς καὶ τὰς

ἀντιστάσεις ροῆς εἰς τὸν σωλῆνα προσαγωγῆς τοῦ ἀέρος.

Τὸ μόνον στοιχεῖον τῆς άντλίας, ποὺ πρέπει νὰ κατασκευασθῇ, εἶναι ὁ θάλαμος ἀναμίξεως. Τὸ σχῆμα 7·1 β δεικνύει συνήθη διαμόρφωσιν αὐτοῦ τοῦ εἶδους θαλάμου. Ὁ θάλαμος ἀέρος ἐπικοινωνεῖ μὲ τὸν θάλαμον ἀναμίξεως δι' ὀπῶν.

Αἱ διάμετροι τῶν σωλῆνων καταθλίψεως D_1 καὶ προσαγωγῆς τοῦ ἀέρος ἐκλέγονται ἀπὸ τὸν Πίνακα 7·1·1, ἐφ' ὅσον εἶναι γνωστὴ ἡ παροχὴ τῆς άντλίας.

Π Ι Ν Α Κ 7·1·1

Παροχή $q \text{ m}^3/\text{h}$	D_1 in	D_2 in	Παροχή $q \text{ m}^3/\text{h}$	D_1 in	D_2 in
1 - 2	1	1/2	16 - 25	3	1
2 - 4	1 1/4	1/2	25 - 40	4	1 1/4
4 - 6	1 1/2	1/2	40 - 65	5	1 1/2
6 - 10	2	3/4	65 - 100	6	1 1/2
10 - 16	2 1/2	3/4	100 - 200	8	2

Παράδειγμα.

Νὰ ὑπολογισθῇ ἀντλία πεπιεσμένου αέρος βαθέος φρέατος διὰ τὰ κάτωθι δεδομένα:

Παροχή ὕδατος $q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ύψος ἀνυψώσεως $H = 40 \text{ m}$.

Πτώσις τῆς στάθμης $h_0 - h_1 = 10 \text{ m}$.

Λύσις:

Ἐκλέγομεν σχέσιν βυθίσματος $K = 1,2$.

Τὸ βύθισμα $h_1 = 1,2 \times 40 = 48 \text{ m}$.

Τὸ ἀρχικὸν βύθισμα $h_0 = h_1 + 10 = 48 + 10 = 58 \text{ m}$.

Ἡ εἰδικὴ κατανάλωσις πεπιεσμένου αέρος εὐρίσκεται ἐκ τοῦ διαγράμματος τοῦ σχήματος 7 · 1 γ διὰ $H_r = 40 \text{ m}$ καὶ $K = 1,2$ καὶ εἶναι $v_0 = 4,2 \text{ m}^3/\text{min}$.

Ἡ παροχὴ τοῦ συμπιεστοῦ πρέπει νὰ εἶναι:

$$V = v_0 \cdot q = 4,2 \times 20 = 84 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Ἡ πίεσις πού πρέπει νὰ ἔχη ὁ πεπιεσμένος ἀήρ εἶναι:

$$p = \frac{h_0}{10} + h_r.$$

Ἐὰν δεχθῶμεν πτώσιν πίεσεως ἐκ τριβῶν $h_r = 0,2 \text{ at}$, θὰ εἶναι:

$$p = \frac{58}{10} + 0,2 = 6 \text{ at}.$$

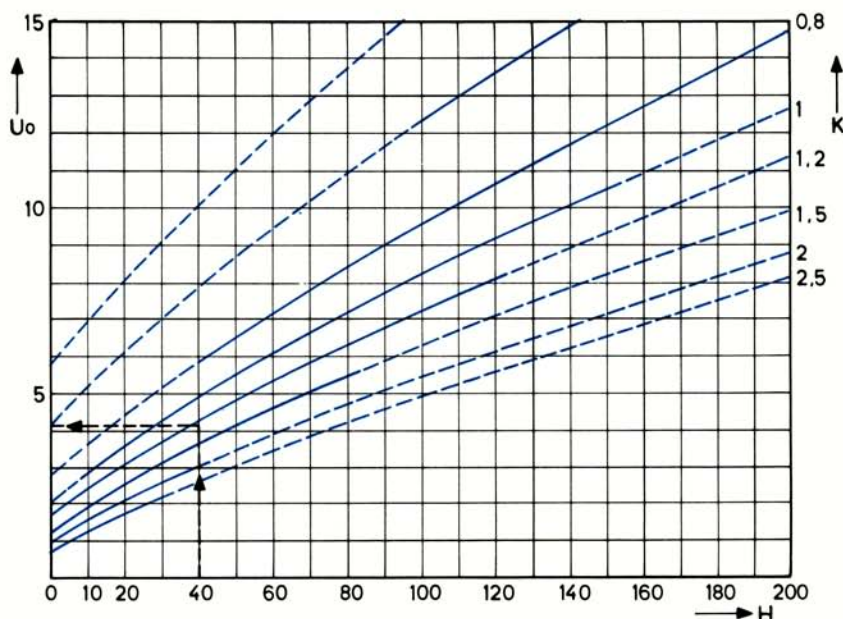
Ἡ πίεσις αὕτη εἶναι ἡ μεγίστη κατὰ τὴν ἔναρξιν λειτουργίας.

Ἡ κανονικὴ πίεσις θὰ εἶναι :

$$p_K = \frac{48}{10} + 0,2 = 5 \text{ at.}$$

Αἱ διαμέτροι τῶν σωλῆνων καταθλίψεως καὶ προσαγωγῆς τοῦ ἀέρος εὐρίσκονται ἐκ τοῦ Πίνακος 7 · 1 · 1 διὰ παροχὴν 20 m³/h καὶ εἶναι :

$$D_1 = 3'' \quad \text{καὶ} \quad D_2 = 1''.$$



Σχ. 7 · 1 γ.

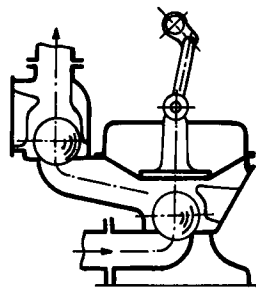
7 · 2 Ἀντλίες μετὰ μεμβράνης.

Εἰς τὰς ἀντλίας ἐκτοπίσεως ἀνήκουν καὶ αἱ ἀντλίες μετὰ μεμβράνης, εἰς τὰς ὁποίας τὸ μέσον ἐκτοπίσεως εἶναι ἐλαστικὴ μεμβράνη.

Αἱ ἀντλίες αὗται ἀποτελοῦνται ἀπὸ μίαν μεμβράνην, ἡ ὁποία στερεώνεται σταθερῶς κατὰ τὴν περίμετρόν της εἰς περίβλημα, ἐνῶ

εἰς τὸ κέντρον μετακινεῖται μέσω μηχανισμοῦ στροφάλου ἢ ἐκκέντρου (σχ. 7 · 2). Αἱ βαλβίδες εἶναι σφαιρικαί.

Αἱ ἀντλῖαι τοῦ τύπου αὐτοῦ χρησιμοποιοῦνται κυρίως διὰ τὴν ἀντλησιν ἀκαθάρτων ὑδάτων ὡς καὶ καυσίμων. Ἔχουν τὸ πλεονέκτημα ὅτι τὰ κινούμενα μεταλλικὰ τεμάχια δὲν ἔρχονται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἀντλουμένου ὑγροῦ, ὡς εἰς τὰς ἐμβολοφόρους καὶ τὰς περιστροφικὰς ἀντλίας ἐκτοπίσεως, αἱ ὁποῖαι φθείρονται ταχέως ἀπὸ τὰ αἰωρήματα τοῦ ἀκαθάρτου ὕδατος. Ἐπίσης αἱ σφαιρικαὶ βαλβίδες δὲν κινδυνεύουν νὰ χάσουν τὴν στεγανότητα ἐκ τῆς φθορᾶς τῶν ἐδρῶν. Αἱ ἀντλῖαι αὗται δὲν ἔχουν στυπιοθλίπτας καὶ χρησιμοποιοῦνται ἐπιτυχῶς διὰ τὴν ἀντλησιν λεπτορρεύστων καυσίμων (βενζίνης), τὰ ὁποῖα εἰς περίπτωσιν μὴ στεγανῶν στυπιοθλιπτῶν σχηματίζουν ἐπικινδύνους ἀτμούς κατὰ τὴν διαρροήν.



Σχ. 7.2.

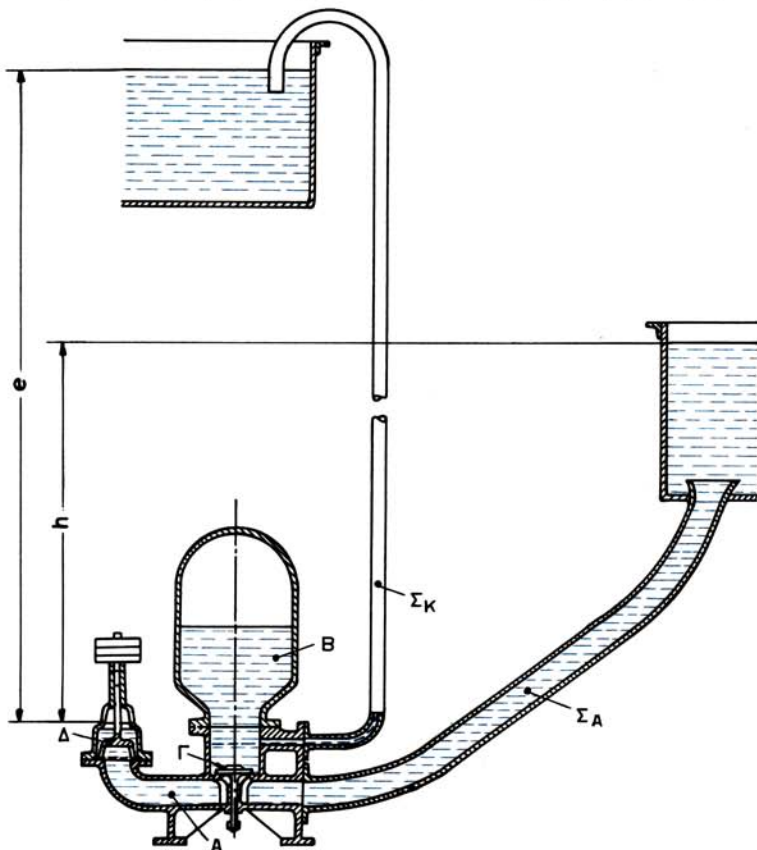
7 · 3 Ύδραυλικός κριός.

Ὁ ὑδραυλικὸς κριὸς χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παροχὴν ὕδατος εἰς περιπτώσεις κατὰ τὰς ὁποίας διατίθεται ὕδωρ εἰς μικρὸν ὕψος. Ἡ λειτουργία του στηρίζεται εἰς τὴν χρησιμοποίησιν τῆς κινητικῆς ἐνεργείας τοῦ ρέοντος ὕδατος· διὰ τὴν ἐπεξήγησιν αὐτῆς ἀναφερόμεθα εἰς τὸ σχῆμα 7 · 3.

Ὁ ὑδραυλικὸς κριὸς ἀποτελεῖται ἀπὸ σωλῆνα, Σ_Α, ὁ ὁποῖος κατὰ τὸ ἓνα ἄκρον συνδέεται πρὸς τὴν δεξαμενὴν, ἐκ τῆς ὁποίας θέλομεν νὰ ἀντλήσωμεν ὕδωρ, ἐνῶ κατὰ τὸ ἄλλο ἄκρον εἶναι κλειστὸς καὶ φέρει βαλβίδα, Δ, φορτιζομένην μὲ βάρος. Ὁ σωλὴν αὐτὸς συνδέεται μὲ ἀεροκιβώτιον, Β, εἰς τὴν εἴσοδον τοῦ ὁποίου ὑπάρχει ἡ βαλβὶς καταθλίψεως, Γ· τὸ ἀεροκιβώτιον συγκοινωνεῖ πρὸς τὸν σωλῆνα καταθλίψεως, Σ_Κ.

Κατὰ τὴν ἑναρξιν τῆς λειτουργίας ἡ βαλβὶς Δ πιέζεται ἀπὸ τὸ βάρος φορτίσεως πρὸς τὰ κάτω καὶ ὕδωρ ἐκ τῆς δεξαμενῆς ἐκρέει πρὸς τὸν ἐλεύθερον ἀέρα. Ἐκ τῆς ἀλλαγῆς τῆς διευθύνσεως ροῆς εἰς τὴν θέσιν τῆς βαλβίδος προκαλεῖται πίεσις, ἡ ὁποία ὑπερνικᾷ τὸ βάρος τῆς βαλβίδος Δ καὶ τὴν κλείει. Τότε αἰφνιδίως τὸ ὕδωρ εἰς τὴν σωλή-

νωσιν προσαγωγής άκίνητῃ καί ἡ έπιβράδυνσις προκαλεῖ ύπερπίεσιν εἰς τὸ σῶμα τοῦ κριοῦ, με άποτέλεσμα νά άνοίξη ἡ βαλβίς καταθλίψεως, Γ, νά εἰσέλθῃ ὕδωρ εἰς τὸ άεροκιβώτιον καί έξ αὐτοῦ εἰς τήν σωλήνωσιν καταθλίψεως. "Όταν ἡ κινητική έέργεια τοῦ ὕδατος μηδενισθῇ, τὸ ὕδωρ πρὸς στιγμὴν άκίνητῃ· έπειδὴ όμως ἡ βαλβίς κατα-



Σχ. 7-3.

θλίψεως δέν ἔχει κλείσει άκόμη, τὸ ὕδωρ τῆς γραμμῆς προσαγωγῆς, ὑπὸ τήν έέργειαν τῆς πίεσεως τοῦ άεροκιβωτίου ταλαντώνεται, ένῶ συγχρόνως κλείει ἡ βαλβίς καταθλίψεως. Έκ τῆς δράσεως αὐτῆς προκαλεῖται εἰς τὸ σῶμα τῆς άντλίας ὑποπίεσις, με άποτέλεσμα νά άνοίξη ἡ βαλβίς Δ καί τὸ φαινόμενον έπαναλαμβάνεται.

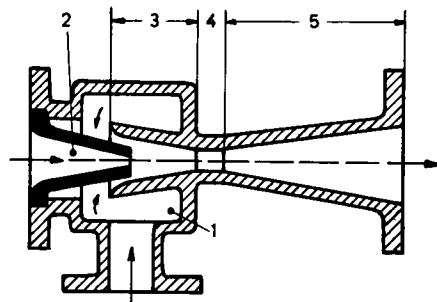
Ἐκ τοῦ συχνοῦ ἀνοίγματος τῆς βαλβίδος Δ τμήμα τοῦ ὕδατος ἐκρέει καὶ οὕτως ἔχομεν σημαντικὴν ἀπώλειαν.

Ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως η τοῦ ὑδραυλικοῦ κριοῦ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν λόγον $\epsilon = \frac{h}{e}$, εἶναι δὲ μεγαλύτερος, ὅσον ὁ λόγος αὐτὸς εἶναι μεγαλύτερος, δηλαδὴ ὅσον τὸ ὕψος ἀνυψώσεως e εἶναι μικρότερον, κυμαίνεται δὲ μεταξὺ 0,3 καὶ 0,7.

7 · 4 Ἐγχυτῆρες.

Ἡ λειτουργία τοῦ ἐγχυτῆρος στηρίζεται εἰς τὴν ἀρχήν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ἐνέργεια ποῦ περιέχεται εἰς φλέβα ὑγροῦ κινουμένου ἐντὸς σωλήνος, δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν ἀνύψωσιν ποσότητος ὑγροῦ. Ἐκ τοῦ θεωρήματος Μπερνουγι (παράγρ. 2 · 1) εἶναι γνωστὸν ὅτι, ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν ταχύτητα ρέοντος ὑγροῦ δι' ἐλαττώσεως τῆς διατομῆς, ἡ πίεσις ἐλαττώνεται.

Ὁ ἐγχυτὴρ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀκροφύσιον, 2 (σχ. 7 · 4 α), διὰ τοῦ ὁποίου εἰσέρχεται τὸ ὑγρὸν διεγέρσεως· λόγω τῆς αὐξήσεως τῆς ταχύτητος ἐκ τῆς ἐλαττώσεως τῆς διατομῆς τοῦ ἀκροφυσίου, δημιουργεῖται εἰς τὸν χώρον 1, ποῦ περι-



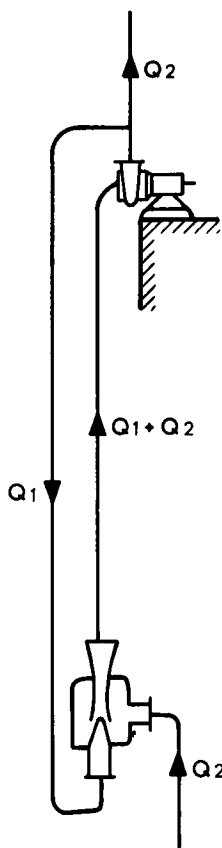
Σχ. 7 · 4 α.

βάλλει τὸ ἀκροφύσιον, ὑποπίεσις, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἀναρροφῆται ὑγρὸν διὰ τοῦ στομίου ἀναρροφήσεως. Τὸ στόμιον αὐτὸ συνδέεται πρὸς τὴν σωλήνωσιν ἀναρροφήσεως. Τὸ μίγμα τοῦ ὑγροῦ διεγέρσεως καὶ ἀναρροφήσεως διέρχεται διὰ τοῦ λαιμοῦ, 4, καὶ ἐν συνεχείᾳ διὰ τοῦ κωνικοῦ τμήματος, 5, ὅπου ἡ ταχύτης ἐλαττώνεται ἐκ τῆς αὐξήσεως τῆς διατομῆς καὶ συνεπῶς ἡ πίεσις αὐξάνεται. Τέλος μέσω τοῦ στομίου ἐξόδου τὸ μίγμα ὁδηγεῖται πρὸς τὴν σωλήνωσιν καταθλίψεως.

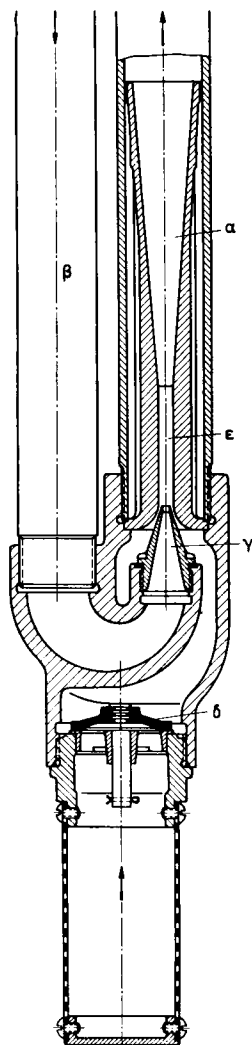
Ἡ κατασκευὴ τοῦ ἐγχυτῆρος εἶναι πολὺ ἀπλῆ· δὲν ἔχει διόλου κινούμενα τεμάχια καὶ δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν μεταφορὰν ἀκαθάρτων ὑδάτων, διὰ τὴν ἐκκένωσιν πλημμυρισμένων ὑπογείων

χώρων, διὰ τὴν ἀποξήρανσιν λάκκων καὶ αὐλάκων εἰς θεμέλια οἰκοδομῶν κ.ἄ. Ὡς ὕδωρ διεγέρσεως δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ τὸ ὕδωρ τοῦ κανονικοῦ δικτύου ὑδρεύσεως τῆς περιοχῆς.

Εὐρέως χρησιμοποιεῖται ὁ ἐγχυτὴρ διὰ τὴν ἀντλησιν ὕδατος ἀπὸ βαθέα φρέατα ἐν συνδυασμῷ πρὸς φυγόκεντρον ἀντλίαν. Εἰς τὴν περίπτωσιν



Σχ. 7.4 β.



Σχ. 7.4 γ.

αὐτὴν οὗτος εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ φρέατος καὶ συνήθως ὑπὸ τὴν στάθμην τοῦ ὕδατος, ἐνῶ ἡ φυγόκεντρος ἀντλία εὐρίσκεται ἐκτὸς τοῦ φρέ-

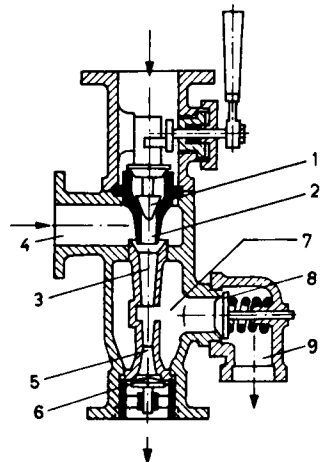
ατος καὶ ἐπικοινωνεῖ μὲ τὸν ἐγχυτῆρα διὰ δύο σωληνώσεων. Ἡ μία σωλήνωσις ὀδηγεῖ τὸ ὕδωρ τῆς διεγέρσεως εἰς τὸ ἀκροφύσιον ἐκ τῆς καταθλίψεως τῆς φυγοκέντρου ἀντλίας, ἐνῶ ἡ ἄλλη συνδέει τὴν κατάθλιψιν τοῦ ἐγχυτῆρος πρὸς τὴν ἀναρρόφησιν τῆς φυγοκέντρου ἀντλίας.

Τὸ σχῆμα 7.4β δεικνύει τὸν συνδυασμὸν αὐτόν. Τὸ ὕδωρ τῆς διεγέρσεως ἔχει παροχὴν Q_1 , ἐνῶ ἡ ἀντλία ἀποδίδει χρήσιμον παροχὴν Q_2 . Ὁ ἐγχυτῆρ ἀποδίδει παροχὴν $Q_1 + Q_2$, ὅπου Q_2 εἶναι ἡ ἀναρροφουμένη ὑπ' αὐτοῦ ποσότης ὕδατος.

Τὸ σχῆμα 7.4γ δεικνύει τὴν διαμόρφωσιν τοῦ ἐγχυτῆρος. Τὸ ὕδωρ διεγέρσεως ὀδηγεῖται ἐκ τῆς καταθλίψεως τῆς φυγοκέντρου ἀντλίας μέσω τοῦ σωλήνος β εἰς τὸ ἀκροφύσιον γ καὶ ἐν συνεχείᾳ εἰς τὴν περιοχὴν ἀναμίξεως ε. Εἰς τὸν χώρον περὶ τοῦ ἀκροφυσίου γ δημιουργεῖται ὑποπίεσις. Ἀποτέλεσμα τῆς ὑποπίεσεως εἶναι νὰ προκαλῆται ἀναρρόφησις ὕδατος ἐκ τοῦ φίλτρου μέσω τῆς ποδοβαλβίδος δ, τὸ ὁποῖον ὀδηγεῖται εἰς τὸ τμήμα ἀναμίξεως· ἐκεῖθεν ὀδηγεῖται εἰς τὴν σωλήνωσιν καταθλίψεως τοῦ ἐγχυτῆρος, καὶ τελικῶς εἰς τὴν ἀναρρόφησιν τῆς φυγοκέντρου ἀντλίας.

Ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ συστήματος εἶναι μικρὸς (φθάνει μόλις τὸ 30%), διότι τμήμα τῆς παροχῆς (τὸ τμήμα Q_1) χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν διέγερσιν τοῦ ἐγχυτῆρος. Ἐξ ἄλλου εἰς τὴν σωλήνωσιν

διεγέρσεως, ἡ ὁποία ἔχει σημαντικὸν μῆκος (ὅσον καὶ τὸ βάθος τοποθετήσεως τοῦ ἐγχυτῆρος) ἔχομεν καὶ ἀπωλείας ἐκ τριβῶν. Ἐν τούτοις ὁ συνδυασμὸς ἐγχυτῆρος καὶ φυγοκέντρου ἀντλίας χρησιμοποιεῖται εἰς βαθεὰ φρέατα, ὅταν τὸ βάθος δὲν ὑπερβαίνει τὰ 40 m καὶ ἡ ἀπαιτουμένη παροχὴ δὲν εἶναι μεγάλη, ἰδίως διὰ τὴν ὕδρευσιν ἀγροικιῶν. Ὅταν τὸ ὅλικόν ὕψος ἀνυψώσεως εἶναι μέγα, δηλαδὴ



Σχ. 7.4 δ.

1. Ρυθμιστικὴ βελὸνη. 2. Ἀκροφύσιον ἀτμοῦ. 3. Ἀκροφύσιον ἀναμίξεως. 4. Στόμιον ἀναρρόφησης. 5. Ἀκροφύσιον καταθλίψεως. 6. Βαλβὶς ἀντεπιστροφῆς. 7. Χῶρος ὑπερπληρώσεως. 8. Βαλβὶς ὑπερπληρώσεως. 9. Ἐξαγωγή.

όταν τὸ ὕδωρ άνυψοῦται εἰς πύργον, ἡ φυγόκεντρος άντλία εἶναι διβάθμιος ἢ τριβάθμιος.

Ἡ διέγερσις τοῦ άκροφυσίου δύναται νά γίνη καί με άτμόν, όπότε ἔχομεν τήν άντλίαν *Zifār* (*τζιφάρι*), ἡ όποία χρησιμοποιεῖται συχνά διά τήν τροφοδότησιν άτμολεβήτων.

Τὸ σχῆμα 7 · 4 δ δεικνύει ἓνα τύπον άντλίας αὐτοῦ τοῦ εἶδους.

Ὁ άτμός διέρχεται διά τοῦ άκροφυσίου, 2, καί δημιουργεῖ ὑποπίεσιν, με άποτέλεσμα νά άναρροφῆται ὕδωρ ἐκ τοῦ στομίου, 4. Εἰς τόν χῶρον 3 άναμιγνύεται ὁ άτμός με τὸ ὕδωρ, ὕδροποιεῖται καί συνεπῶς ὁ ὄγκος του ἑλαττώνεται. Εἰς τὸ άκρον τοῦ άκροφυσίου, 3, τὸ μῖγμα ἔχει πολὺ μεγάλην ταχύτητα, ἡ όποία μετατρέπεται εἰς πίεσιν εἰς τὸ άκροφύσιον καταθλίψεως, 5. Ἡ πίεσις αὐτή εἶναι σημαντικῶς μεγαλυτέρα τῆς πίεσεως τοῦ λέβητος, ὕπερνικᾶ τήν αντίστασιν τῆς βαλβίδος άντεπιστροφῆς, 6, καί ὁ λέβης τροφοδοτεῖται με ὕδωρ. Κατὰ τήν ἐκκίνησιν, όπότε ἡ πίεσις δέν εἶναι μεγάλη καί ἡ βαλβίς άντεπιστροφῆς παραμένει κλειστή, τὸ ὕδωρ συγκεντροῦται εἰς τόν χῶρον ὕπερπληρώσεως, 7, καί ἐξέρχεται εἰς τήν άτμόσφαιραν ἐκ τοῦ στομίου, 9, μέσω τῆς βαλβίδος ὕπερπληρώσεως, 8.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 8

ΕΚΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΑΝΤΛΙΑΣ

Διὰ τὴν ἐκλογὴν τῆς καταλλήλου ἀντλίας πρέπει νὰ καθορισθοῦν τὰ ἀκόλουθα:

- Ἡ ἀπαιτούμενη παροχή.
- Τὸ ὅλικόν ὕψος ἀναρροφῆσεως.
- Τὸ ὅλικόν ὕψος καταθλίψεως.
- Τὸ εἶδος τοῦ ἀντλουμένου ὑγροῦ (σύνθεσις, ἰξῶδες, θερμοκρασία).

Ἡ παροχή. Ἡ παροχή καθορίζεται ἀπὸ τὰς ὠριαίας ἀνάγκας τοῦ ἀντλουμένου ὑγροῦ. Αἱ ἀνάγκαι αὗται πρέπει νὰ καθορίζωνται μὲ κάποιον ποσοστὸν ἀσφαλείας, ὥστε ἡ ἀντλία νὰ μὴ λειτουργῇ μὲ ὑπερφόρτωσιν, διότι αὕτῃ συνεπάγεται ταχεῖαν φθορὰν τοῦ κινητήρος τῆς.

Διὰ βιομηχανικὴν ἐγκατάστασιν ἡ ἀπαιτούμενη παροχή δύναται νὰ καθορισθῇ μὲ σχετικὴν ἀκρίβειαν ἀπὸ τοὺς ἀρμοδίους τῆς παραγωγῆς, ἐνῶ δι' οἰκιακὰς καὶ ἀγροτικὰς χρήσεις δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν τὸν Πίνακα 8·1, ὁ ὁποῖος δίδει τὴν ἡμερησίαν κατανάλωσιν ὕδατος διὰ διαφόρους χρήσεις.

Π Ι Ν Α Κ 8·1

Χρήσις	Λίτρα ὕδατος ἡμερησίως
Ἀνὰ ἄτομον	100
Διὰ λουτρὸν	200
Διὰ λειτουργίαν ἀποχωρητηρίου	100
Διὰ πλύσιν αὐτοκινήτου	100
Ἀνὰ ἀγελάδα ἢ ἵππον	80
Ἀνὰ χοῖρον	10
Ἀνὰ πρόβατον	5
Ἀνὰ m ² κήπου διὰ πότισμα	3 ἕως 8

Ἡ ὅλική ἡμερησία κατανάλωσις εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν μερικῶν

καταναλώσεων. Διὰ τὸν ὑπολογισμόν τῆς παροχῆς ἀνὰ ὥραν θεωροῦμεν, ὅτι ἡ ἡμερησία κατανάλωσις συγκεντρώνεται εἰς χρονικὸν διάστημα τριῶν ὥρῶν. Ἐὰν Q' εἶναι ἡ ὁλικὴ ἡμερησία κατανάλωσις εἰς λίτρα, ἡ παροχὴ τῆς ἀντλίας θὰ εἶναι:

$$Q = \frac{Q'}{3 \times 1000} \quad \text{εἰς } m^3/h.$$

Πρὸς καθορισμόν τοῦ ὁλικοῦ ὕψους ἀναρροφῆσεως προσθέτομεν εἰς τὸ γεωμετρικὸν ὕψος ἀναρροφῆσεως τὰς ἀντιστάσεις τριβῶν τὰς προκαλουμένας ἐκ τῆς ροῆς εἰς τὰς σωληνώσεις ἀναρροφῆσεως. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ διὰ τὸ ὁλικὸν ὕψος καταθλίψεως. Τὸ ὁλικὸν ὕψος τῆς ἀντλίας εἶναι τὸ ἄθροισμα τοῦ ὁλικοῦ ὕψους ἀναρροφῆσεως καὶ καταθλίψεως.

Πρὸς ὑπολογισμόν τῶν ἀντιστάσεων ροῆς χρειάζεται νὰ γνωρίζωμεν ἐκτὸς τῆς παροχῆς καὶ τὴν διάμετρον τῶν σωλήνων ἀναρροφῆσεως καὶ καταθλίψεως. Δυνάμεθα ἀρχικῶς νὰ δεχθῶμεν δοκιμαστικῶς τὰς διαμέτρους αὐτὰς καὶ νὰ ὑπολογίσωμεν τὰς ἀντιστάσεις ροῆς καὶ ἐξ αὐτῶν τὸ ὁλικὸν ὕψος τῆς ἀντλίας (διάγραμμα σχ. 2 · 3 β).

Δίδεται ἐπίσης τὸ εἶδος τοῦ ἀντλούμενου ὑγροῦ.

Ἐκ τῶν δεδομένων αὐτῶν καθορίζομεν τὸν τύπον τῆς ἀντλίας, τὸν ὁποῖον θὰ ἐκλέξωμεν ὡς ἑξῆς:

Εἰς τὰς περισσοτέρας περιπτώσεις μηχανικῶς κινουμένων ἀντλιῶν χρησιμοποιεῖται ἡ φυγόκεντρος ἀντλία, ἡ ὁποία εἶναι εὐθνή καὶ ἔχει μικρὸν ὄγκον. Ἐξ ἄλλου εἰς τὸ ἐμπόριον διατίθενται ἀντλίας αὐτοῦ τοῦ εἶδους εἰς μεγάλην ποικιλίαν παροχῶν καὶ ὑψῶν.

Διὰ μικρὰς παροχὰς καὶ ὑψηλὰς πιέσεις χρησιμοποιοῦμεν ἀντλίας ἐκτοπίσεως καὶ μάλιστα περιστροφικὰς. Αἱ ἀντλίας αὗται χρησιμοποιοῦνται καὶ διὰ τὴν ἀντλησιν παχυρρευστῶν ὑγρῶν.

Διὰ πολὺ ὑψηλὰς πιέσεις καὶ μικρὰς παροχὰς χρησιμοποιοῦμεν ἐμβολοφόρους ἀντλίας.

Δι' ἀκάθαρτα ὕδατα ὡς καὶ ὑγρὰ περιέχοντα στερεὰ ἐν αἰωρήσει χρησιμοποιοῦνται τόσον αἱ φυγόκεντροι ἀντλίας, ὅσον καὶ αἱ περιστροφικαὶ ἐκτοπίσεως, ἰδίως αἱ κοχλιοφόροι.

Εἰς βαθέα φρέατα διὰ μικρὰς παροχὰς χρησιμοποιοῦνται ἐμβολοφόροι ἀντλίας βαθέων φρεάτων ἢ καὶ ἀντλίας πεπιεσμένου ἀέρος. Διὰ μεγάλας παροχὰς χρησιμοποιοῦνται φυγόκεντροι ἀντλίας βαθέων φρεάτων.

Διά τήν τροφοδότησιν άτμολεβήτων διά μικράς και μεγάλας παροχάς, κατάλληλοι είναι αί έμβολοφόροι άντλίες (ίππάρια) ή αί άντλίες Ζιφάρ, ένώ διά μεγάλας παροχάς αί φυγόκεντροι πολυβάθμιοι.

Διά τήν περίπτωσιν χειροκινήτων άντλιών χρησιμοποιούνται έμβολοφόροι άντλίες (τύπου Νιαγάρα) ή ήμιπεριστροφικάί.

Διά τήν κίνησιν τών άντλιών χρησιμοποιούνται ως κινητήρες:

α) "Αν διατίθεται ήλεκτρικόν ρεύμα, *ήλεκτρικοί κινητήρες* συνήθως έναλλασσομένου ρεύματος τριφασικοί μετά βραχυκυκλωμένου δρομέως. 'Η ζεύξις γίνεται είτε άπ' εύθείας μέσω συνδέσμου, έφ' όσον ό αριθμός στροφών του κινητήρος είναι ό κατάλληλος, είτε μέσω τροχαλιών και ίμάντων προς έπιτυχίαν του καταλλήλου αριθμού στροφών.

β) Είς άγροτικάς περιοχάς, εάν δέν ύπάρχη ήλεκτρικόν ρεύμα, ως κινητήριαί μηχαναί τών άντλιών άρδεύσεως άγροκτημάτων, χρησιμοποιούνται αί βενζινομηχαναί (διά μικράν ισχύν) ή αί πετρελαιομηχαναί.

Είς περίπτωσιν χρησιμοποιήσεως βενζινομηχανής συχνά ή πτερωτή τής άντλίας κοχλιώνεται επί του άξονος τής μηχανής, ένώ τò σῶμα τής άντλίας στερεώνεται επί του κιβωτίου (κάρτερ) και έτσι δημιουργείται εύθηνόν έλαφρόν και εύχρηστον συγκρότημα, τò όποιον δύναται νά μεταφέρεται εύκόλως είς διαφόρους θέσεις άντλήσεως.

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ
ΥΔΡΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 9

ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

9 · 1 Γενικά — Όρισμοί.

Οί υδροκινητήρες είναι κινητήριαι μηχαναί, αἱ ὁποῖαι μετατρέπουν τὴν ἐνέργειαν τοῦ πίπτοντος ὕδατος εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν.

Ἡ χρησιμοποίησις τῶν υδροκινητῆρων προϋποθέτει τὴν ὑπαρξιν ὕδατοπτώσεως. Αἱ ὕδατοπτώσεις ἀποτελοῦν μίαν ἀπὸ τὰς πλέον σημαντικὰς φυσικὰς πηγὰς ἐνεργείας.

Ἡ ἐκμετάλλευσις τῆς ἐνεργείας τῶν ὕδατοπτώσεων, διὰ μετατροπῆς τῆς εἰς ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν, ἀποτελεῖ βασικὸν παράγοντα διὰ τὴν ἐθνικὴν οἰκονομίαν μιᾶς χώρας, καθ' ὅσον ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὴν γεωργικὴν καὶ βιομηχανικὴν ἀνάπτυξιν αὐτῆς. Ἔτσι εἰς τὴν χώραν μας, κατὰ τὰ τελευταῖα 15 ἔτη, ἐγένετο ἐντατικὴ προσπάθεια ἐκμεταλλεύσεως τῶν διαθεσίμων ὕδατοπτώσεων (Μέγδοβας, Ἀχελῶος, Λοῦρος, Πηνειός), μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ὑπάρξῃ σημαντικὴ αὔξησις τῆς διαθεσίμου ἐνεργείας, ποὺ διετέθη διὰ τὴν βιομηχανικὴν ἀνάπτυξιν μεγάλων περιοχῶν τῆς χώρας.

Διὰ τὴν ἐκμετάλλευσιν τῆς ἐνεργείας, ποὺ προκαλεῖται ἀπὸ τὴν ὕδατόπτωσιν, ἀπαιτεῖται ἡ ἐκτέλεσις ἔργων, τὸ σύνολον τῶν ὁποίων ἀποτελοῦν τὴν ὑδροδυναμικὴν ἐγκατάστασιν.

9 · 2 Διάκρισις τῶν ὕδατοπτώσεων.

Αἱ ὕδατοπτώσεις, ὥς πρὸς τὴν μορφήν, διακρίνονται εἰς *φυσικὰς* καὶ *τεχνητάς*.

Φυσικαί λέγονται αἱ ὕδατοπτώσεις, ὅταν ὑφίστανται χωρὶς τὴν μεσολάβησιν τεχνητῶν ἔργων, ἥτοι διωρύγων, φραγμάτων κ.ἄ.

Τεχνηταί λέγονται αἱ ὕδατοπτώσεις, ὅταν δημιουργοῦνται κατόπιν ἐιδικῆς διαμορφώσεως τοῦ ἐδάφους καὶ κατασκευῆς τεχνικῶν ἔργων μετατροπῆς τῆς κοίτης τοῦ ρεύματος τῶν ποταμῶν κ.λπ.

Αἱ περισσότεραι τῶν ὑδατοπτώσεων, ποὺ εὐρίσκονται ὑπὸ ἐκμετάλλευσιν, εἶναι τεχνηταί.

Ὡς πρὸς τὸ ὕψος πτώσεως αἱ ὑδατοπτώσεις διακρίνονται εἰς:

— Ὑψηλὰς, ὅταν τὸ ὕψος πτώσεως εἶναι μεγαλύτερον τῶν 50 m.

— Μέσου ὕψους, ὅταν τὸ ὕψος πτώσεως κυμαίνεται μεταξύ 15 καὶ 50 m.

— Χαμηλὰς, ὅταν τὸ ὕψος πτώσεως εἶναι μικρότερον τῶν 15 m.

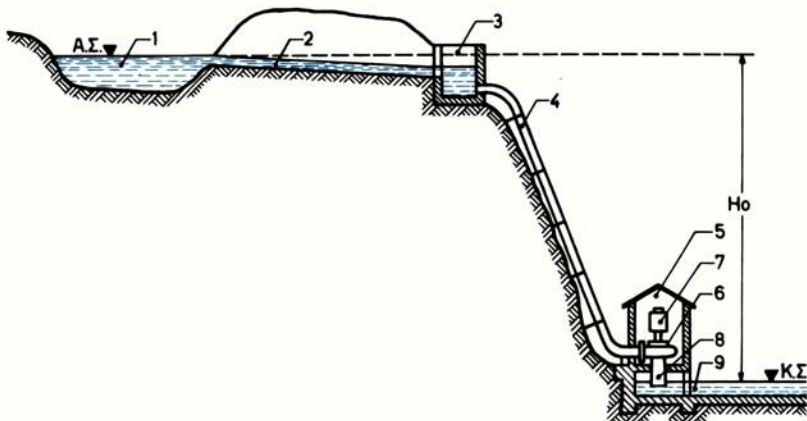
Ὡς πρὸς τὴν ἰσχύιν, αἱ ὑδατοπτώσεις διακρίνονται εἰς:

— Μεγάλης ἰσχύος, ὅταν ἡ παρεχομένη ἰσχύς εἶναι ἄνω τῶν 5000 PS.

— Μέσης ἰσχύος, ὅταν ἡ παρεχομένη ἰσχύς εἶναι μεταξύ 500 καὶ 5000 PS.

— Μικρᾶς ἰσχύος, ὅταν ἡ παρεχομένη ἰσχύς εἶναι κάτω τῶν 500 PS.

Τὸ σχῆμα 9·2 α δεικνύει εἰς τὸ σύνολόν της ὑδροδυναμικὴν ἐγκατάστασιν μὲ τεχνητὴν ὑδατόπτωσησιν.

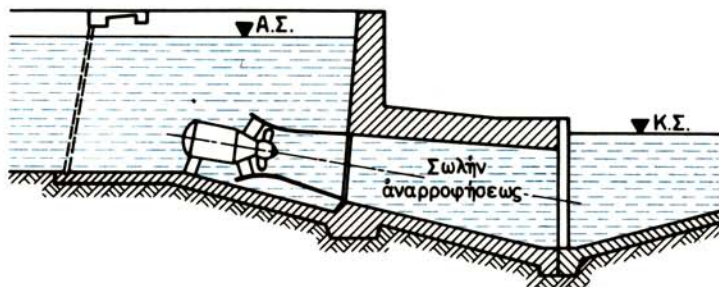


Σχ. 9·2 α.

Τὸ ὕδωρ ἐκ τοῦ ποταμοῦ, 1, διοχετεύεται διὰ τῆς διώρυγος, 2, εἰς τὴν δεξαμενὴν, 3, καὶ ἐξ αὐτῆς διὰ τοῦ ἀγωγοῦ ὑπὸ πίεσιν, 4, ὁδηγεῖται πρὸς τὸν ὑδροηλεκτρικὸν σταθμόν, 5, ἐντὸς τοῦ στροβίλου, 6, ὅπου ἀποδίδει τὴν ἐνέργειαν ποὺ ἐγκλείει. Κατόπιν τὸ ὕδωρ διὰ τοῦ σωλῆνος ἀναρροφήσεως ὁδηγεῖται πρὸς τὴν κατωτάτην στάθμην, 9.

Ἡ ὥς ἄνω ὑδροδυναμικὴ ἐγκατάσταση ἀντιστοιχεῖ εἰς ὑψηλὴν ὑδατόπτωσην μὲ στρόβιλον *Φράνσις* (βλέπε εἰς τὰ ἐπόμενα).

Τὸ σχῆμα 9·2 β δεικνύει ἄλλην ὑδροδυναμικὴν ἐγκατάστασιν χαμηλῆς ὑδατοπτώσεως, ἡ ὁποία δημιουργεῖται διὰ παρεμβολῆς φράγματος εἰς τὴν κοίτην τοῦ ρεύματος. Τὸ ὅλον ἔργον εἶναι πολὺ ἀπλοῦν καὶ εὐθηνόν.



Σχ. 9·2 β.

Αἱ ὑδροηλεκτρικαὶ ἐγκαταστάσεις παρουσιάζουν σημαντικὰ πλεονεκτήματα ἔναντι τῶν θερμοηλεκτρικῶν, κυριώτερα τῶν ὁποίων εἶναι :

α) Ἀπαιτεῖται ὀλιγάριθμον προσωπικὸν διὰ τὴν λειτουργίαν τῆς ἐγκαταστάσεως.

β) Τίθεται εἰς λειτουργίαν ἐντὸς πολὺ μικροῦ χρονικοῦ διαστήματος.

γ) Διὰ τὴν λειτουργίαν δὲν ἀπαιτεῖται καύσιμον, τοῦ ὁποίου τὸ κόστος προμηθείας καὶ μεταφορᾶς εἶναι σημαντικόν.

δ) Εἰς τὴν ἐγκατάστασιν δὲν ὑπάρχουν ἀτμολέβητες, οἱ ὁποῖοι δημιουργοῦν μεγάλας θερμοκρασίας.

ε) Τὸ κόστος λειτουργίας καὶ συντηρήσεως εἶναι χαμηλόν.

Ἐναντι τῶν πλεονεκτημάτων αὐτῶν αἱ ὑδροηλεκτρικαὶ ἐγκαταστάσεις παρουσιάζουν τὰ ἑξῆς μειονεκτήματα :

α) Ἡ θέσις τῆς ἐγκαταστάσεως εἶναι ὑποχρεωτικῶς πλησίον τῆς ὑδατοπτώσεως, ἡ ὁποία συνήθως εἶναι μακρὰν τῆς καταναλώσεως, πολλὰκις εἰς ὀρεινὰς περιοχάς. Ἐπομένως, διὰ τὴν μεταφορὰν τῆς παραγομένης ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς τοὺς τόπους καταναλώσεως, ἀπαιτεῖται ἐγκατάστασις γραμμῆς μεταφορᾶς, τῆς ὁποίας τὸ κόστος εἶναι μέγα.

β) Ἡ δαπάνη ἐκτελέσεως τῆς ὅλης ἐγκαταστάσεως, ἰδίως διὰ τὰ ἔργα διευθετήσεως (σήραγγες ἢ διώρυγες, φράγματα κ.λπ.). εἶναι μεγάλη.

9.3 Χαρακτηριστικά των ύδατοπτώσεων.

Χαρακτηριστικά μεγέθη τῶν ύδατοπτώσεων εἶναι:

α) Ἡ *παροχή* τῆς ύδατοπτώσεως Q (m^3/s), ἥτοι ὁ ὄγκος τοῦ ὕδατος (m^3) ποὺ διέρχεται διὰ τοῦ στροβίλου ἀνὰ δευτερόλεπτον.

β) Τὸ *χρήσιμον ὕψος* H (m) τῆς ύδατοπτώσεως. Τοῦτο προκύπτει ἐκ τοῦ ὅλικοῦ ὕψους τῆς ύδατοπτώσεως H_0 (σχ. 9.2 α), ἐὰν ἀφαιρεθοῦν αἱ διάφοροι ἀπώλειαι ἐνεργείας, ἀνηγμέναι εἰς ὕψος στήλης ὕδατος.

Αἱ ἀπώλειαι αὐταὶ εἶναι:

— Ἀπώλεια ἐκ τριβῶν h_1 (m) κατὰ τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος διὰ τῆς διώρυγος.

— Ἀπώλεια ἐκ τριβῶν h_2 (m) κατὰ τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος διὰ τῶν ἀγωγῶν ὑπὸ πίεσιν.

— Ἀπώλεια ἐκ τριβῶν h_3 (m) κατὰ τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος διὰ τοῦ σωλήνος ἀναρροφήσεως.

— Ἀπώλεια ἐνεργείας h_4 (m) λόγω ταχύτητος τοῦ ὕδατος κατὰ τὴν ἀπομάκρυνσίν του ἐκ τοῦ σωλήνος ἀναρροφήσεως. Θὰ εἶναι δηλαδή:

$$H = H_0 - h_1 - h_2 - h_3 - h_4 \quad (65)$$

Ἐκ τῆς παροχῆς Q καὶ τοῦ χρήσιμου ὕψους τῆς ύδατοπτώσεως, προκύπτει ἡ ἰσχὺς αὐτῆς N_1 ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$N_1 = \frac{1000 \cdot Q \cdot H}{75} \quad \text{PS} \quad (66)$$

Ἡ χρήσιμος ἰσχὺς N τοῦ ὑδροστροβίλου προκύπτει ἐκ τῆς ἰσχύος N_1 δι' εἰσαγωγῆς τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως η τοῦ ὑδροστροβίλου, ἥτοι:

$$N = N_1 \cdot \eta = \frac{1000 \cdot Q \cdot H}{75} \cdot \eta \quad \text{PS} \quad (67)$$

Ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως η τῶν ὑδροστροβίλων ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἰσχύος αὐτῶν καὶ κυμαίνεται μεταξὺ $\eta = 0,70$ διὰ στροβίλους μικρᾶς ἰσχύος καὶ $\eta = 0,92$ διὰ στροβίλους μεγάλης ἰσχύος. Ἐκ τούτου

προκύπτει ότι οί ύδροστροβίλοι συγκρινόμενοι με άλλας κινητηρίας μηχανάς έχουν μεγάλον βαθμόν αποδόσεως, έπομένως ή χρησιμοποίησίς των είναι οίκονομικώς όρθή.

Παράδειγμα.

Νά εύρεθ ή χρησίμος ίσχύς ύδατοπτώσεως, τής όποιας ή παροχή είναι: $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$ καί τó χρήσιμον ύψος 55 m . Νά ύπολογισθ ή έτησία παραγωγή ένεργείας εις kWh διά συνεχή λειτουργίαν.

Λύσις:

Έκλέγομεν βαθμόν αποδόσεως ύδροστροβίλου $\eta = 0,75$.

Ή χρησίμος ίσχύς τής πτώσεως, δηλαδή ή ίσχύς ποϋ θά αποδώσ η ύδροστροβίλος, είναι:

$$N = \frac{1000 \cdot Q \cdot H \cdot \eta}{75} = \frac{1000 \times 6 \times 55 \times 0,75}{75} = 3300 \text{ PS}$$

$$\text{ή } N = 3300 \times 0,736 = 2430 \text{ kW.}$$

Έφ' όσον τó έτος έχει $24 \times 365 = 8750$ ώρας, ή έτησία παραγωγή ένεργείας εις kWh θά είναι:

$$E = 8750 \times 2430 = 21\,300\,000 \text{ kWh.}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 10

ΥΔΡΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

10 · 1 Γενικά.

Οί υδροκινητήρες ὑπὸ τὴν ἀρχικὴν τῶν μορφὴν, τῶν ὑδροτροχῶν, εἶναι πιθανῶς οἱ πρῶτοι κινητήρες ποὺ ἐχρησιμοποίησεν ὁ ἄνθρωπος διὰ νὰ δεσμεύσῃ καὶ νὰ ἐκμεταλλευθῇ τὴν ἐνέργειαν ποὺ προσφέρεται εἰς τὴν φύσιν. Ἀπὸ κείμενα ἀρχαίων συγγραφέων βλέπομεν, ὅτι εὐρίσκοντο ἐν χρήσει ὑδραυλικοὶ τροχοὶ ἀπὸ 2000 ἐτῶν καὶ πλέον.

Οἱ υδροκινητήρες ἐχρησιμοποιήθησαν ἀρχικῶς διὰ τὴν κίνησιν ἀλευρομύλων, ποὺ ἦσαν ἐγκατεστημένοι πλησίον τῶν ὕδατοπτώσεων καὶ δὲν ἀπετέλουν σημαντικὴν πηγὴν ἐνεργείας. Κατὰ τὰ τελευταῖα ὅμως ἔτη, ὅτε ἐπετεύχθη ἡ παραγωγὴ καὶ ἡ χρησιμοποίησις τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας, ποὺ μεταφέρεται εὐκόλως καὶ οἰκονομικῶς εἰς μεγάλας ἀποστάσεις, οἱ υδροκινητήρες, ὑπὸ τὴν μορφὴν τῶν ὑδροστροβίλων, ἀπέκτησαν μεγάλην σημασίαν. Πράγματι χρησιμοποιοῦνται ἤδη, σχεδὸν ἀποκλειστικῶς, διὰ τὴν κίνησιν γεννητριῶν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον μεταφέρεται διὰ γραμμῶν ὑψηλῆς τάσεως καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ βιομηχανικὰ κέντρα καὶ τὰς πόλεις.

Οἱ ὑδραυλικοὶ κινητήρες διαιροῦνται εἰς:

α) Ὑδραυλικοὺς τροχοὺς.

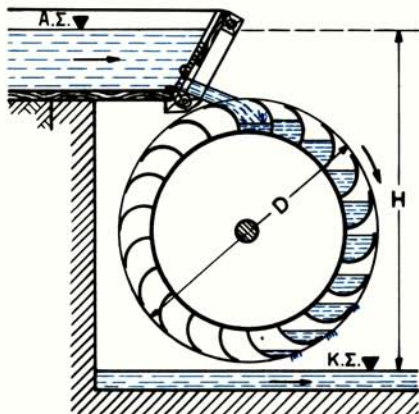
β) Ὑδροστροβίλους.

10 · 2 Ὑδραυλικοὶ τροχοί.

Οἱ ὑδραυλικοὶ τροχοί, ἀφοῦ ἐχρησιμοποιήθησαν ἐπὶ μακρόν, τείνουν νὰ ἐκλείψουν· χρησιμοποιοῦνται ἀκόμη μόνον εἰς μικρᾶς σημασίας ἀγροτικὰ ἔργα ἢ διὰ τὴν κίνησιν μικρᾶς ἰσχύος βιοτεχνικῶν ἐγκαταστάσεων, εὐρισκομένων πλησίον ποταμῶν. Εἶναι μηχαναὶ βραδύστροφοι, βαρεῖαι, κατάλληλοι μόνον διὰ μικρὰν ἰσχὺν καὶ ἔχουν μικρὸν βαθμὸν ἀποδόσεως.

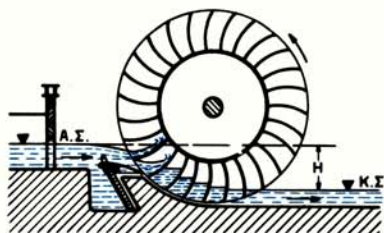
Οἱ ὑδραυλικοὶ τροχοὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ κυλινδρικὴν στεφάνην, ἡ ὁποία φέρει κοῖλα πτερύγια, ἐπὶ τῶν ὁποίων δρᾷ τὸ πίπτον ὕδωρ. Ἡ ἐκ τῆς πτώσεως κρούσις καὶ τὸ βάρος τοῦ ὕδατος προκαλοῦν τὴν περιστροφὴν τῆς στεφάνης, δι' αὐτῆς δὲ καὶ τοῦ ἄξονος.

Τὸ σχῆμα 10·2 α δεικνύει ὑδραυλικὸν τροχόν, ὁ ὁποῖος δέχεται τὸ ὕδωρ ἐκ τῶν ἄνω καὶ εἶναι ὁ συνηθέστερος χρησιμοποιούμενος. Τὸ σχῆμα 10·2 β δεικνύει ὑδραυλικὸν τροχόν, ὁ ὁποῖος δέχεται τὸ



Σχ. 10·2 α.

ὕδωρ ἐκ τῶν κάτω. Ὁ τροχὸς αὐτὸς χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἐκμετάλλευσιν πολὺ μικρῶν ὑψομετρικῶν διαφορῶν, πού ἐμφανίζονται εἰς ρέοντα ὕδατα



Σχ. 10·2 β.

ποταμῶν. Οἱ τροχοὶ αὗτοί βυθίζονται κατὰ τὸ κάτω τμήμα αὐτῶν ἐντὸς τοῦ ρεύματος, ἔχουν πολὺ μικρὸν ἀριθμὸν στροφῶν καὶ μεγάλην διάμετρον.

10·3 Ύδροστρόβιλοι.

α) Γενικὴ περιγραφή.

Οἱ ὑδροστρόβιλοι ἀποτελοῦνται ἀπὸ δύο κύρια στοιχεῖα, τὸν *δρομέα*, πού φέρει πτερύγια, καὶ τὴν *διάταξιν προσαγωγῆς* τοῦ ὕδατος. Δευτερεύοντα στοιχεῖα εἶναι τὸ *κέλυσος*, τὸ *σύστημα ρυθμίσεως* τῆς παροχῆς, τὰ *ἔδρανα*, ἡ *βάσις* κ.ἄ.

Τὸ ὕδωρ τῆς ὑδατοπτώσεως, τὸ ὁποῖον, ὡς γνωστόν, περιέχει ἐνέργειαν, ὁδηγεῖται διὰ τῆς διατάξεως προσαγωγῆς πρὸς τὸν δρομέα, προσπίπτει ἐπὶ τῶν πτερυγίων καὶ ἀποδίδει ἐκεῖ τὴν ἐνέργειαν πού περιέχει· ἡ ἐνέργεια αὕτη ἐκδηλώνεται διὰ τῆς περιστροφῆς τοῦ δρομέως, καί, δι' αὐτοῦ τοῦ ἄξονος τοῦ ὑδροστροβίλου. Τὸ ὕδωρ, ἀφοῦ ἀποδώσῃ εἰς τὸν δρομέα τὴν ἐνέργειαν πού περιέχει, ἀπομακρύνεται πρὸς τὴν κατωτάτην στάθμην τῆς ὑδατοπτώσεως.

Ἡ μορφή τοῦ δρομέως, ἡ μορφή τοῦ συστήματος προσαγωγῆς τοῦ ὕδατος εἰς τὸν δρομέα, καθὼς καὶ ὁ τρόπος ἀπομακρύνσεως τοῦ

ύδατος ἐξ αὐτοῦ ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ τύπου τοῦ ὑδροστροβίλου, ὁ ὁποῖος ἐκλέγεται μὲ βάσιν τὰ δεδομένα τῆς ὑδατοπτώσεως.

Ὁ ὑδροστροβίλος τοποθετεῖται συνήθως ὑψηλότερον ἀπὸ τὴν κατωτάτην στάθμην ὑδατοπτώσεως, ὥστε νὰ μὴ κινδυνεύη νὰ κατακλυσθῇ ἀπὸ τὸ ὕδωρ, ὅταν λόγῳ πλημμύρας ἀνέλθῃ ἡ κατωτάτη στάθμη.

β) *Κατάταξις τῶν ὑδροστροβίλων.*

Οἱ ὑδροστροβίλοι ἀπὸ ἀπόψεως λειτουργίας κατατάσσονται εἰς δύο βασικὰς κατηγορίας, ἥτοι:

— *Ύδροστροβίλους δράσεως ἢ ἐλευθέρας ἀκτίνος.*

— *Ύδροστροβίλους ἀντιδράσεως.*

Εἰς τοὺς *ὑδροστροβίλους δράσεως* τὸ ὕδωρ προσάγεται εἰς τὸν δρομέα δι' ἐνὸς ἢ περισσοτέρων ἀκροφυσίων, εὐρισκομένων εἰς τὴν ἐλευθέραν ἀτμόσφαιραν. Εἰς τὰ ἀκροφύσια αὐτὰ ὁλόκληρος ἡ εἰς τὸ ὕδωρ περιεχομένη ἐνέργεια μεταβάλλεται εἰς ἐνέργειαν ταχύτητος. Ἡ ὑδατίνη δέσμη, ποὺ ἐκφεύγει ἀπὸ τὸ ἀκροφύσιον (σχ. 10 · 4 α), προσκρούει εἰς τὰ πτερύγια τοῦ δρομέως, τὰ ὁποῖα ἔχουν μορφήν σκαφιδίων. Ἡ κροῦσις προσδίδει εἰς τὸν δρομέα ἐνέργειαν, λόγῳ τῆς ὁποίας οὗτος περιστρέφεται παρασύρων εἰς περιστροφὴν καὶ τὸν ἄξονα τοῦ ὑδροστροβίλου. Αὐτὸς μεταδίδει τὴν ἰσχύν, ποὺ παραλαμβάνει, εἰς τὴν μηχανὴν ποὺ κινεῖ (συνήθως ἡλεκτρικὴν γεννήτριαν). Τὸ ὕδωρ μετὰ τὴν πρόσκρουσιν ἐπὶ τῶν σκαφιδίων τοῦ δρομέως πίπτει ἐλευθέρως πρὸς τὴν κατωτάτην στάθμην τῆς ὑδατοπτώσεως.

Οἱ χρησιμοποιούμενοι εἰς τὴν πρᾶξιν στροβίλοι δράσεως εἶναι οἱ τύπου *Πέλτον*, οἱ ὁποῖοι χρησιμοποιοῦνται εἰς ὑδατοπτώσεις μεγάλου ὕψους (ἄνω τῶν 150 m) καὶ σχετικῶς μικρᾶς παροχῆς.

Εἰς τοὺς *ὑδροστροβίλους ἀντιδράσεως* τὸ ὕδωρ, ὅταν προσβάλλῃ τὸν δρομέα, περιέχει ἐκτὸς τῆς κινητικῆς ἐνεργείας καὶ ἐνέργειαν πίεσεως. Ἡ συσκευὴ προσαγωγῆς τοῦ ὕδατος εἶναι στεφάνη, ποὺ περιβάλλει τὸν δρομέα καὶ ἔχει πτερύγια στρεπτὰ περὶ ἄξονα (σχ. 10 · 5 α). Τὸ ὕδωρ προσάγεται εἰς τὸν δρομέα ἐπὶ ὁλοκλήρου τῆς περιφερείας αὐτοῦ. Ἡ στροφή τῶν πτερυγίων τῆς συσκευῆς προσαγωγῆς μεταβάλλει τὴν διατομὴν ροῆς καθὼς καὶ τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς, ὥστε τὸ ὕδωρ νὰ προσβάλλῃ τὸν δρομέα ὑπὸ τὰς ἀρίστας συνθήκας. Τὸ ὕδωρ διέρχεται μεταξὺ τῶν πτερυγίων τοῦ δρομέως ἐκ τῆς περιφερείας πρὸς τὸν ὁμφαλὸν καὶ ἀπομακρύνεται πρὸς τὴν κατωτάτην

στάθμην τῆς πτώσεως μέσω κωνικοῦ σωλῆνος. Ὁ σωλὴν αὐτὸς (ἀγωγὸς φυγῆς), τοῦ ὁποῖου τὸ ἄκρον πρέπει νὰ εὐρίσκεται πάντοτε κάτω τῆς κατωτάτης στάθμης τοῦ ὕδατος, ἐξασφαλίζει τὴν συνέχειαν ροῆς. Ἐξ ἄλλου ἡ διατομὴ τοῦ σωλῆνος αὐξάνεται προοδευτικῶς, ἐπομένως ἡ ταχύτης ροῆς ἐλαττώνεται συνεχῶς καὶ αἱ ἀπώλειαι κατὰ τὴν ἐξοδὸν τοῦ ὕδατος, ποὺ εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητος, ἐλαττώνονται, δηλαδὴ βελτιώνεται ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ στροβίλου.

Εἰς τοὺς στροβίλους δράσεως, ὡς εἴπομεν ἤδη, ὁ στρόβιλος τοποθετεῖται εἰς ὠρισμένον ὕψος ἢ ἀπὸ τὴν κατωτάτην στάθμην τῆς πτώσεως. Ἐπομένως, τὸ χρήσιμον ὕψος πτώσεως ἐλαττώνεται κατὰ h .

Εἰς τοὺς στροβίλους ἀντιδράσεως ὅμως, μετὰ τὴν τοποθέτησιν τοῦ κωνικοῦ σωλῆνος, ποὺ λέγεται καὶ *σωλὴν ἀναρροφήσεως*, τὸ πραγματικὸν ὕψος πτώσεως δὲν ἐλαττώνεται.

Εἰς τοὺς στροβίλους ἀντιδράσεως, οἱ ὁποῖοι εἶναι καὶ οἱ συνηθέστερον χρησιμοποιούμενοι εἰς τὴν πρᾶξιν, ἀνήκουν οἱ στρόβιλοι *Φράνσις*, οἱ *ἐλικοστρόβιλοι με σταθερὰ πτερύγια* καὶ οἱ *ἐλικοστρόβιλοι με στρεπτὰ πτερύγια* ἢ στρόβιλοι *Κάπλαν*.

Οἱ στρόβιλοι ἀντιδράσεως χρησιμοποιοῦνται εἰς περιπτώσεις, κατὰ τὰς ὁποίας ἡ παροχὴ τῆς πτώσεως εἶναι μεγάλη, ἐνῶ τὸ ὕψος πτώσεως σχετικῶς μικρὸν (ἀπὸ ὀλίγα μέτρα μέχρι 150 m).

γ) Χαρακτηριστικὰ μεγέθη.

Εἰς τοὺς ὑδροστροβίλους ὡς χαρακτηριστικὰ μεγέθη ἐννοοῦμεν:

- Τὴν παροχὴν Q (m^3/s) τῆς πτώσεως.
- Τὸ καθαρὸν ὕψος τῆς πτώσεως H (m).
- Τὸν ἀριθμὸν στροφῶν n (στρ/min) τοῦ ὑδροστροβίλου.

Μετὰ βάσιν τὰ μεγέθη αὐτὰ ὑπολογίζονται τὰ λοιπὰ, δηλαδὴ ἡ ἰσχὺς N (PS) τοῦ ὑδροστροβίλου, ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως η καθὼς καὶ αἱ κύριαι διαστάσεις αὐτοῦ.

Τὰ δύο πρῶτα χαρακτηριστικὰ μεγέθη Q καὶ H , εἶναι καὶ χαρακτηριστικὰ μεγέθη τῆς ὕδατοπτώσεως (παράγρ. 9·3).

Ὁ ἀριθμὸς στροφῶν τῶν ὑδροστροβίλων ἐκλέγεται, ὥστε νὰ συμβιβάζεται μετὰ τὸν ἀριθμὸν στροφῶν τῆς ἡλεκτρικῆς γεννητρίας, τὴν ὁποίαν κινεῖ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κίνησις γίνεται δι' ἀπ' εὐθείας ζεύξεως, ὁ ἀριθμὸς στροφῶν στροβίλου καὶ γεννητρίας εἶναι ὁ αὐτός.

Διὰ τὰς ἡλεκτρικὰς γεννητρίας ἐναλλασσομένου ρεύματος ὁ ἀριθμὸς στροφῶν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν τῶν ζευγῶν τῶν πόλων p αὐτῆς καὶ τὴν συχνότητα τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος. Εἰς τὸν Πίνακα 10 · 3 · 1) δίδεται ὁ ἀριθμὸς στροφῶν διὰ ρεῦμα τῆς συνήθους συχνότητος τῶν ἡλεκτρικῶν δικτύων $f = 50 \text{ Hz}$ καὶ ἀριθμὸν ζευγῶν πόλων p ἀπὸ 2 ἕως 36.

Π Ι Ν Α Κ 10.3.1

p	n/l'	p	n/l'
2	1500	14	214,3
3	1000	16	187,5
4	750	18	166,7
5	600	20	150
6	500	24	125
7	428,6	28	107,1
8	375	32	93,7
10	300	36	83,3
12	250		

Ὁ ἀριθμὸς στροφῶν τοῦ στροβίλου δι' ὑψηλὰς ὑδατοπτώσεις εἶναι μεγάλος, ἐνῶ διὰ χαμηλὰς εἶναι μικρός.

δ) Ὁ εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν.

Χαρακτηριστικὸς ἀριθμὸς, μὲ τὸν ὁποῖον καθορίζεται ὁ τύπος τοῦ ὑδροστροβίλου, εἶναι ὁ εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν n_s δηλαδὴ ὁ ἀριθμὸς στροφῶν ἐνὸς ὑδροστροβίλου, ποὺ διὰ καθαρὸν ὕψος πτώσεως 1 m, δίδει ἰσχὺν $N = 1 \text{ PS}$. Ὁ ἀριθμὸς αὐτὸς ὑπολογίζεται ἀπὸ τὰ βασικὰ μεγέθη μὲ τὴν σχέσιν:

$$n_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{\gamma H}} \quad (68)$$

Ὁ εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν διὰ τοὺς στροβίλους Πέλτον εἶναι μικρὸς ($n_s =$ ἕως 30). Διὰ τοῦτο λέγονται *βραδυδρομοί*. Διὰ τοὺς στροβίλους Φράνσις κυμαίνεται μεταξὺ εὐρέων ὁρίων ($n_s = 30$ ἕως 400) καὶ διὰ τοῦτο ὑποδιαιροῦνται εἰς τρεῖς κατηγορίας, τοὺς *βραδυδρόμους*, τοὺς *κανονικοδρόμους* καὶ τοὺς *γοργοδρόμους*.

Τέλος διὰ τοὺς ἑλικοστροβίλους καὶ στροβίλους Κάπλαν ὁ εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν εἶναι μέγας (ἄνω τῶν 150 καὶ ἕως 1000)

καί διὰ τοῦτο λέγονται γοργόδρομοι. Σαφεστέραν εἰκόνα τοῦ εἶδους τῶν ὑδροστροβίλων, τῆς γοργότητος καὶ τοῦ εἰδικοῦ ἀριθμοῦ περιστροφῶν δίδει ὁ Πίναξ 10 · 3 · 2.

Π Ι Ν Α Ξ 10·3·2

Κατηγορία στροβίλου	Τύπος στροβίλου	Γοργότης	n_s στρ/min
Δράσεως	Πέλτον (Pelton)	Βραδύδρομος Βραδύδρομος	< 30 30 ἕως 100
Ἀντιδράσεως	Φράνσις (Francis)	Κανονικόδρομος	100 ἕως 200
	Ἐλικοστροβίλοι	Γοργόδρομος	200 ἕως 400
	Κάπλαν (Kaplan)	Γοργόδρομος Γοργόδρομος	250 ἕως 400 300 ἕως 1000

Παράδειγμα.

Νὰ εὐρεθῇ ὁ εἰδικὸς ἀριθμὸς στροφῶν ὑδροστροβίλου διὰ:

$$\alpha) \quad Q = 3 \text{ m}^3/\text{s} \quad H = 300 \quad n = 360/1'$$

$$\beta) \quad Q = 7 \text{ m}^3/\text{s} \quad H = 80 \quad n = 600/1'$$

Λύσις:

α) Ἡ ἰσχύς τοῦ στροβίλου εἶναι:

$$N = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H \cdot \eta}{75} = \frac{1000 \times 3 \times 300 \times 0,85}{75} = 10\,200 \text{ PS.}$$

$$\text{ἄρα} \quad n_s = \frac{360}{300} \sqrt{\frac{10\,200}{\gamma_{300}}} = 29$$

συνεπῶς πρόκειται περὶ στροβίλου Πέλτον.

β) Ἡ ἰσχύς τοῦ στροβίλου εἶναι:

$$N = \frac{1000 \times 7 \times 80 \times 0,85}{75} = 6350 \text{ PS}$$

$$\text{καὶ} \quad n_s = \frac{600}{80} \sqrt{\frac{6350}{\gamma_{80}}} = 200 \text{ (στροβίλος Φράνσις κανονικόδρομος).}$$

ε) *Νόμοι ὁμοιότητος.*

Διὰ τοὺς ὑδροστροβίλους ἐνδιαφέρει νὰ γνωρίζωμεν πῶς μετα-

βάλλεται ή παροχή, ή ισχύς καί ό βαθμός αποδόσεως, όταν ό αριθμός στροφών μεταβληθῇ από n εἰς n_1 .

Καί ἐδῶ ἰσχύουν οἱ νόμοι, οἱ ὅποιοι ἰσχύουν καί εἰς τὰς φυγοκέντρους ἀντλίας, ἥτοι:

Ἡ παροχή μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν. Ἄν Q εἴναι ή παροχή εἰς ἀριθμόν στροφῶν n καί Q_1 εἰς ἀριθμόν στροφῶν n_1 , θά εἶναι:

$$Q_1 = Q \left(\frac{n_1}{n} \right) \quad (69)$$

Τό ὀλικόν ὕψος μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ τετραγώνου τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν. Θά εἶναι δηλαδή:

$$H_1 = H \left(\frac{n_1}{n} \right)^2 \quad (70)$$

Ἡ ἰσχὺς μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ κύβου τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν. Θά ἔχωμεν ἐπομένως:

$$N_1 = N \left(\frac{n_1}{n} \right)^3 \quad (71)$$

Ὁ βαθμός αποδόσεως τοῦ ὕδροστροφίλου δὲν μεταβάλλεται, όταν μεταβληθῇ ό ἀριθμός στροφῶν. Θά εἶναι δηλαδή:

$$\eta_1 = \eta.$$

Εἰς τοὺς ὕδροστροφίλους ὁμως ἐνδιαφέρει νά γνωρίζωμεν, πῶς μεταβάλλεται ή παροχή καί ή ισχύς, όταν μεταβληθῇ τὸ ὕψος πτώσεως.

Εἰς τήν περίπτωσιν λοιπόν κατὰ τήν ὁποίαν ἕνας ὕδροστρόβιλος λειτουργεῖ ὑπὸ διαφορετικά ὕψη πτώσεως, ἀλλὰ χωρὶς νά μεταβληθῇ ό βαθμός αποδόσεως, ἀπεδείχθη ὅτι:

— *Ἡ παροχή μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τοῦ ὕψους.*

Ἐπομένως ἂν δι' ὕψος H ή παροχή εἶναι Q , δι' ὕψος H_1 ή παροχή εὐρίσκεται ἀπὸ τήν σχέσιν:

$$Q_1 = Q \sqrt{\frac{H_1}{H}} \quad (72)$$

— *Ἡ ἰσχὺς τοῦ ὕδροστροφίλου μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τοῦ κύβου τῶν ὑψῶν. Θά εἶναι δηλαδή:*

$$N_1 = N \sqrt{\left(\frac{H_1}{H}\right)^3} \quad (73)$$

Παράδειγμα.

Ύδροστρόβιλος εργαζόμενος με ύψος πτώσεως $H = 60$ m έχει παροχήν $Q = 2,5$ m³/s και απορροφεί ισχύν $N = 2200$ PS. Νὰ εὑρεθῇ ἡ παροχὴ καὶ ἡ ἰσχύς, ἂν τὸ ὕψος πτώσεως γίνῃ $H_1 = 65$ m.

Λύσις:

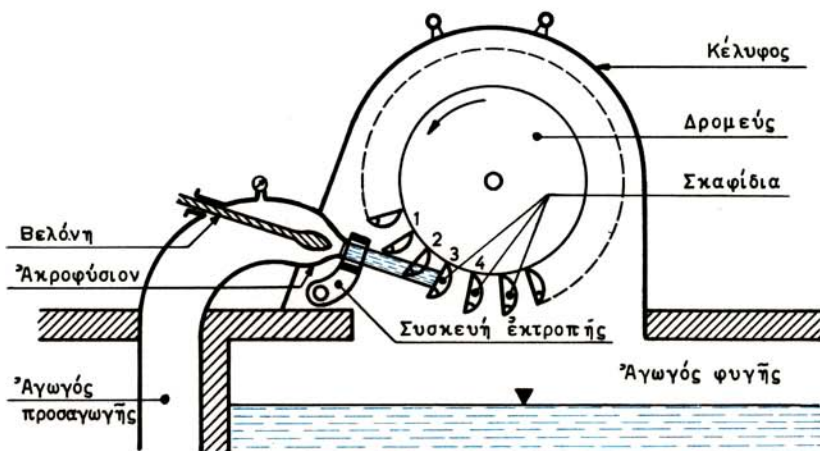
$$Q_1 = 2,5 \times \sqrt{\frac{65}{60}} = 2,62 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$N_1 = 2200 \times \sqrt{\left(\frac{65}{60}\right)^3} = 2480 \text{ PS}.$$

10 · 4 Ύδροστρόβιλοι δράσεως.

α) Γενικὴ περιγραφή.

Τὸ σχῆμα 10 · 4 α δεικνύει γραμμικῶς γενικὴν διάταξιν στροβίλου Πέλτον με ἓνα ἀκροφύσιον.

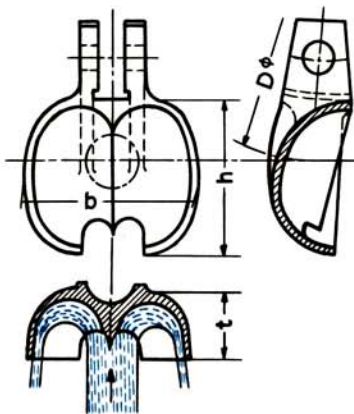


Σχ. 10·4 α.

Ὁ δρομεὺς ἀποτελεῖται ἀπὸ χαλυβδίνην στεφάνην, ἡ ὁποία φέρει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν πτερύγια. Ἐπὶ τῶν πτερυγίων αὐτῶν προσπί-

πτει τὸ ὕδωρ. Τὰ πτερύγια εἶναι διαμορφωμένα οὕτως, ὥστε τὸ ὕδωρ μετὰ τὴν πρόσπτωσιν ἐπ' αὐτῶν νὰ ἀνακλᾶται καὶ νὰ ἀποδίδῃ τὴν ἐνέργειάν του ἐπὶ τοῦ δρομέως. Ἐν συνεχείᾳ τὸ ὕδωρ καταπίπτει εἰς τὴν κατωτάτην στάθμην, ἀπὸ ὅπου ἀπομακρύνεται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ φυγῆς.

Εἰς τὸ σχῆμα 10 · 4 β παρίσταται πτερύγιον τοῦ στροβίλου Πέλτον εἰς πρόοψιν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς προσβολῆς, εἰς ἔγκαρσίαν τομὴν καὶ πλαγίαν ὄψιν. Τοῦτο ἔχει τὴν μορφήν διπλοῦ σκαφιδίου. Εἰς τὸ χώρισμα τῶν δύο κοιλωμάτων σχηματίζεται κόψις, ἐπὶ τῆς ὁποίας προσπίπτει ἡ δέσμη τοῦ ὕδατος, ποὺ ἐκτοξεύεται ἀπὸ τὸ ἀκροφύσιον καὶ χωρίζεται εἰς δύο συμμετρικὰς δέσμας. Ἔτσι ἀποφεύγεται ἡ δημιουργία ἀξονικῆς ὠθήσεως, ὡς θὰ συνέβαινεν εἰς περίπτωσιν ἀπλοῦ σκαφιδίου.



Σχ. 10 · 4 β.

Ὁ ἐκτοξευτὴς τοῦ ὕδατος σχηματίζει ἀκροφύσιον, τὸ ὁποῖον εἶναι τοποθετημένον εἰς τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος προσαγωγῆς τοῦ ὕδατος. Εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ἀκροφυσίου ὑπάρχει βελόνη, ἡ ὁποία δύναται νὰ μετακινῆται κατὰ μῆκος οὕτως, ὥστε νὰ ἐλαττώνῃ ἢ νὰ αὐξάνῃ τὴν ἐλευθέραν διατομὴν τοῦ ἀκροφυσίου (σχ. 10 · 4 γ) καὶ ἔτσι νὰ ρυθμίζῃ τὴν παροχὴν. Εἰς τὸ ἐμπρόσθιον μέρος τοῦ ἐκτοξευτοῦ ὑπάρχει ἰδιοσυσκευὴ ἐκτροπῆς τῆς δέσμης τοῦ ὕδατος· ἡ συσκευὴ αὕτῃ ἀποτελεῖ ὄργανον ρυθμίσεως.

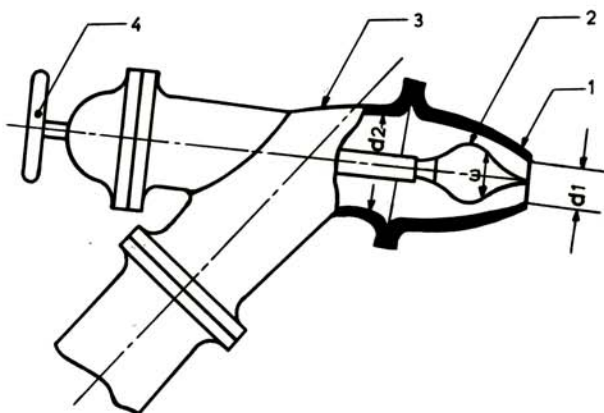
Εἰς περίπτωσιν ἀποτόμου ἀλλαγῆς τοῦ φορτίου τοῦ ὕδροστροβίλου δημιουργοῦνται εἰς τὴν σωλῆνωσιν προσαγωγῆς τοῦ ὕδατος ἐπικίνδυνοι κρούσεις, αἱ ὁποῖαι ἀποφεύγονται διὰ βαθμιαίου κλεισίματος τῆς βελόνης· συγχρόνως ὁμως προκαλεῖται καὶ ἀνεπιθύμητος μεταβολὴ τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν χρησιμοποιεῖται ἡ συσκευὴ ἐκτροπῆς τῆς δέσμης τοῦ ὕδατος, ἡ δρᾶσις τῆς ὁποίας φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 10 · 4 δ.

Εἰς μερικοὺς ὕδροστροβίλους Πέλτον ἡ προσαγωγή τοῦ ὕδατος ἐπιτυγχάνεται διὰ δύο ἢ καὶ περισσοτέρων ἀκροφυσίων, τὰ ὁποῖα

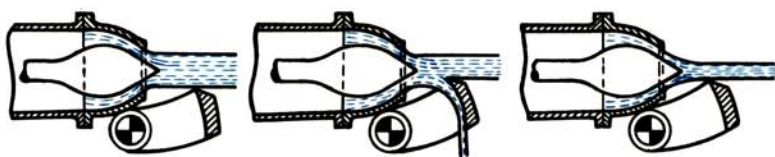
έκτοξεύουν τὸ ὕδωρ εἰς διαφορετικὰ σημεῖα τῆς περιφερείας τοῦ τροχοῦ. Τὸ σχῆμα 10·4 ε δεικνύει γενικὴν διάταξιν ὑδροστροβίλου Πέλτον με δύο ἀκροφύσια διατεταγμένα ἀνὰ 90° .

Ὁ δρομεὺς καὶ τὰ ἀκροφύσια περιβάλλονται ἀπὸ μεταλλικὸν κέλυφος, τὸ ὁποῖον στηρίζει τὰ ἔδρανα τοῦ δρομέως καὶ ἐμποδίζει τὰ σταγονίδια τοῦ ὕδατος νὰ ἐκφεύγουν πρὸς τὸ περιβάλλον.

Ὁ δρομεὺς περιστρέφεται ἐλευθέρως εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, δηλαδή ἡ πίεσις ἐντὸς τοῦ κελύφους εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικήν.



Σχ. 10·4 γ.

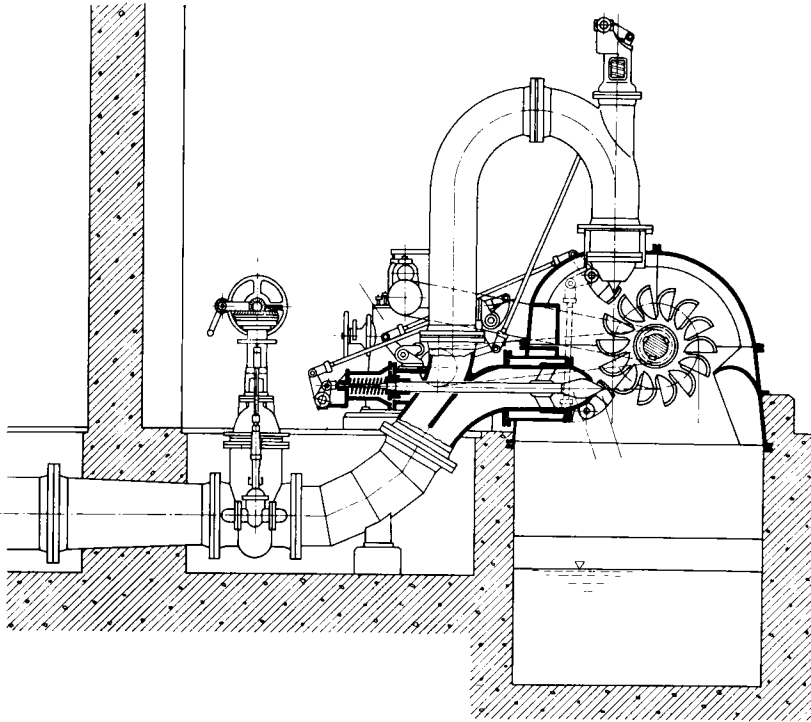


Σχ. 10·4 δ.

Ὡς ἤδη ἀνεφέρθη, εἰς τοὺς ὑδροστροβίλους Πέλτον ὁλόκληρος ἡ ἐνέργεια, πού διατίθεται ἀπὸ τὴν ὑδατόπτωσιν, μεταβάλλεται εἰς κινητικὴν ἐνέργειαν ἐντὸς τοῦ ἀκροφυσίου· ὑπὸ τὴν μορφήν αὐτὴν περιέχεται εἰς τὴν δέσμην πού προσβάλλει τὰ σκαφίδια. Ἡ κροῦσις καὶ ἡ ἀλλαγὴ τῆς διευθύνσεως μεταδίδει τὴν ἐνέργειαν αὐτὴν εἰς τὸν δρομέα, ὁ ὁποῖος περιστρέφεται.

Ἡ ἐνέργεια πού καταναλίσκεται διὰ τὴν ὑπερνίκησιν τῶν τρι-

βών ἐντὸς τῶν ἀκροφυσίων, εἰς τὰ πτερύγια καθὼς καὶ εἰς τὰς λοιπὰς ὑδραυλικὰς καὶ μηχανικὰς ἀπωλείας, εἶναι σχετικῶς μικρά. Ἐπομένως ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ ὑδροστροβίλου Πέλτον εἶναι μέγας· κυμαίνεται δὲ μεταξύ 0,85 διὰ στροβίλους μικρᾶς παροχῆς καὶ 0,92 διὰ στροβίλους μεγάλης παροχῆς.



Σχ. 10·4 ε.

β) Κατασκευαστικαὶ λεπτομέρειαι.

Τὸ σχῆμα 10 · 4 στ δεικνύει τὴν κατασκευαστικὴν διαμόρφωσιν τοῦ δρομέως τοῦ στροβίλου Πέλτον.

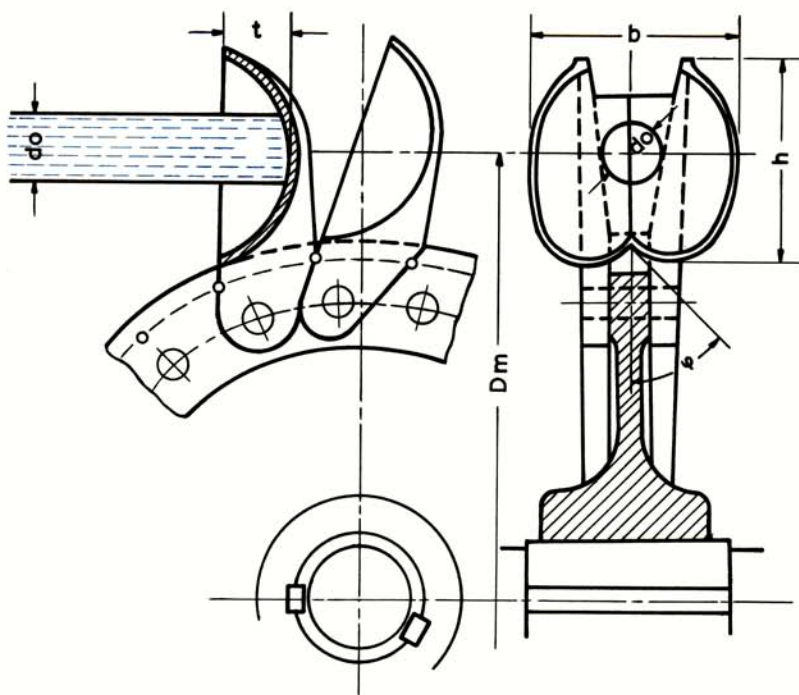
Ἡ σύνδεσις τῶν πτερυγίων μετὰ τοῦ σώματος τοῦ δρομέως ἐξασφαλίζεται διὰ κοχλιῶν.

Αἱ κύριαι διαστάσεις τοῦ δρομέως εἶναι:

— Ἡ μέση διάμετρος D_m , εἰς τὴν ὁποίαν ἐφάπτεται ἡ κεντρικὴ ἀκτὶς τῆς ὑδατίνης δέσμης.

- Τὸ μήκος τῶν σκαφιδίων h .
- Τὸ πλάτος τῶν σκαφιδίων b .

Ὁ ἀριθμὸς τῶν πτερυγίων καθορίζεται οὕτως, ὥστε ὁλόκληρος ἡ ποσότης τῆς ἐκτοξευομένης δέσμης ὕδατος νὰ χρησιμοποιηθῇ, δηλαδή ὅλα τὰ ὑγρά νήματα τῆς δέσμης νὰ εὐρίσκουν ἐπιφάνειαν πτερυγίου, ἐπὶ τῆς ὁποίας νὰ προσπίπτουν καὶ νὰ ἀποδίδουν τὴν κινητικὴν τῶν ἐνέργειαν.



Σχ. 10.4 στ.

Ἡ διάμετρος d_0 τῆς δέσμης τοῦ ἐκτοξευομένου ὕδατος εἶναι ὀλίγον μικροτέρα τῆς διαμέτρου d_1 τοῦ στομίου τοῦ ἐκτοξευτοῦ, λόγω στενώσεως τῆς δέσμης ἀμέσως μετὰ τὴν ἔξοδον.

Τὸ πλάτος τοῦ σκαφιδίου b καὶ τὸ μήκος αὐτοῦ h ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὴν διάμετρον d_0 τῆς δέσμης. Μέγα πλάτος b προκαλεῖ μεγάλας τριβάς, ἐνῶ μικρὸν πλάτος δίδει ἀπότομον μεταβολὴν τῆς διευθύν-

σεως τῆς ροῆς, δηλαδή αὐξησιν τῶν ὑδραυλικῶν ἀπωλειῶν. Συνήθως λαμβάνονται:

$$b = (2,6 \text{ ἕως } 3,5) d_0$$

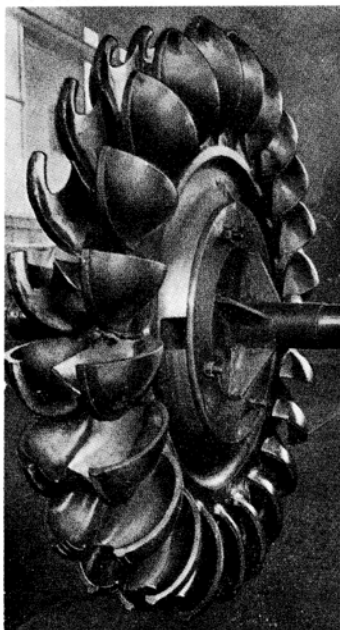
$$h = (2,3 \text{ ἕως } 3,2) d_0.$$

Μὲ βάσιν τὴν διάμετρον d_0 τῆς δέσμης τοῦ ὕδατος, καθορίζονται καὶ αἱ λοιπαὶ διαστάσεις τῶν σκαφιδίων, δηλαδή τὸ βάθος t , ἡ γωνία φ κ.ἄ.

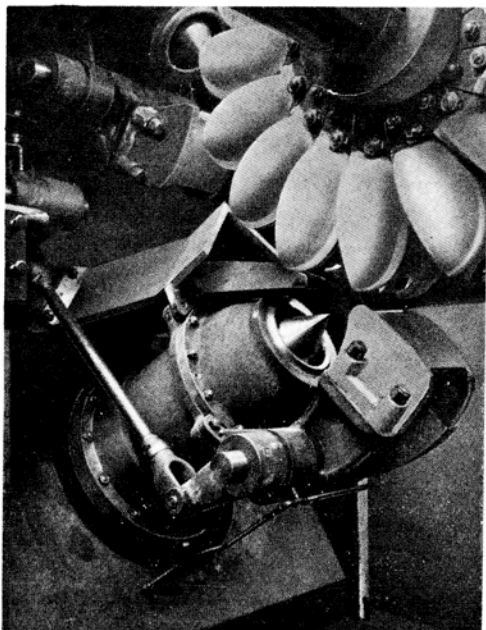
Ἡ διάμετρος τῆς δέσμης τοῦ ὕδατος ὑπολογίζεται διὰ γνωστὴν παροχὴν Q καὶ ὕψος πτώσεως H ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$d = 0,542 \frac{\sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H}}.$$

Τὸ σχῆμα 10 · 4 ζ δεικνύει τὸ σύνολον τοῦ δρομέως στρόβιλου Πέλτον.



Σχ. 10·4 ζ.



Σχ. 10·4 η.

Εἰς τὸ σχῆμα 10 · 4 η δεικνύεται ὁ ἐκτοξευτὴς μετὰ τῆς συσκευῆς ἐκτροπῆς τῆς δέσμης τοῦ ὕδατος, ὁ τρόπος ρυθμίσεως αὐτῆς, ὡς καὶ ἡ σχετικὴ των θέσις ὡς πρὸς τὸν δρομέα.

Τὸ κέλυφος τοῦ στροβίλου Πέλτον, εἰς τὴν συνήθη περίπτωσιν ὀριζοντίου ἄξονος, εἶναι διμερές. Τὸ κάτω τμήμα αὐτοῦ χρησιμεύει ὡς βάσις διὰ τὴν στήριξιν τῶν ἐκτοξευτῶν καὶ τῶν ἐδράνων τοῦ ἄξονος καὶ πρέπει νὰ εἶναι ἰσχυρόν. Τὸ ἄνω μέρος χρησιμεύει διὰ νὰ ἀπομονώσῃ τὸν δρομέα τοῦ στροβίλου ἀπὸ τὸ περιβάλλον καὶ νὰ ὀδηγῇ τὸ ὕδωρ πρὸς τὴν κατωτάτην στάθμην αὐτοῦ, εἶναι δὲ ἐλαφρόν. Εἰς περίπτωσιν δύο ἢ περισσοτέρων ἀκροφυσίων, τὸ ἄνω μέρος τοῦ κελύφους διαμορφώνεται καταλλήλως (σχ. 10 · 4 ε).

10 · 5 Ύδροστρόβιλοι Φράνσις.

α) Γενικὴ περιγραφή — Ἀρχὴ λειτουργίας.

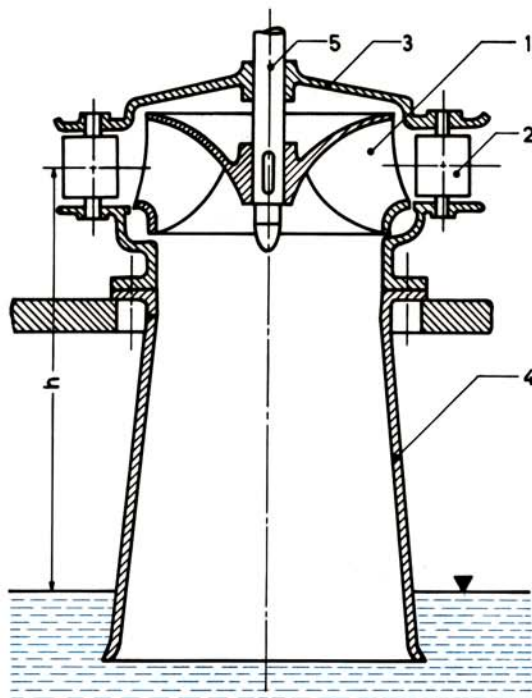
Τὸ σχῆμα 10 · 5 α δείκνυει γενικὴν διάταξιν στροβίλου Φράνσις μὲ κατακόρυφον ἄξονα.

Τὸ ὕδωρ εἰσέρχεται εἰς τὸν στρόβιλον ὀριζοντίως ἐκ τῆς περιφέρειας διὰ τῆς στεφάνης τοῦ διανομέως, διέρχεται μεταξὺ τῶν πτερυγίων, 2, αὐτοῦ, προσβάλλει τὸν δρομέα, 1, καὶ ἀπομακρύνεται ἐκ τοῦ ὀμφαλοῦ κατακορύφως μέσω τοῦ σωλῆνος ἀναρροφήσεως, 4, πρὸς τὴν στάθμην φυγῆς. Ὁ στρόβιλος τοποθετεῖται εἰς ὕψος h ἀπὸ τὴν κατωτάτην στάθμην τῆς πτώσεως, ὥστε νὰ εἶναι εὐχερὲς ἡ ἐπιθεώρησις τῶν ὀργάνων ρυθμίσεως.

Εἰς τοὺς στροβίλους Φράνσις, ἀντιθέτως πρὸς ὅ,τι συμβαίνει εἰς τοὺς στροβίλους Πέλτον, μέρος μόνον τῆς ἐνεργείας, ποὺ περιέχεται εἰς τὴν ὑδατόπτωσιν, μεταβάλλεται ἐντὸς τῆς συσκευῆς διανομῆς εἰς κινητικὴν ἐνέργειαν. Τὸ ὑπόλοιπον παραμένει ὑπὸ μορφήν πίεσεως ἐντὸς τοῦ ὕδατος, μεταβάλλεται δὲ καὶ τοῦτο εἰς κινητικὴν ἐνέργειαν ἐντὸς τοῦ δρομέως. Ἔτσι τὸ ὕδωρ διερχόμενον διὰ τοῦ στροβίλου ἀποδίδει σχεδὸν ὀλόκληρον τὴν ἐνέργειαν ποὺ περιέχει εἰς τὸν δρομέα καὶ δι' αὐτοῦ εἰς τὸν ἄξονα τοῦ στροβίλου. Μικρὸν μόνον μέρος τῆς κινητικῆς ἐνεργείας παραμένει εἰς τὸ ἀπομακρυνόμενον ἀπὸ τὸν στρόβιλον ὕδωρ, μέρος τῆς ὁποίας ἀποδίδεται εἰς τὸν σωλῆνα ἀναρροφήσεως. Ἐντὸς τοῦ σωλῆνος αὐτοῦ, ὁ ὁποῖος ἔχει διάμετρον αὐξανομένην προοδευτικῶς, ἐλαττώνεται ἡ ταχύτης τοῦ ὕδατος καὶ ἐπομένως τελικῶς ἡ ἀπώλεια εἶναι πολὺ μικρά.

Διὰ νὰ ἐξελιχθῇ ὀμαλῶς τὸ φαινόμενον τῆς ροῆς ἐντὸς τοῦ δρομέως, πρέπει αἱ διατομαί, διὰ τῶν ὁποίων διέρχεται τὸ ὕδωρ, νὰ ἔχουν τοιαύτας διαστάσεις, ὥστε ἡ ὕδραυλικὴ ἐνέργεια ἡ περιεχομένη εἰς

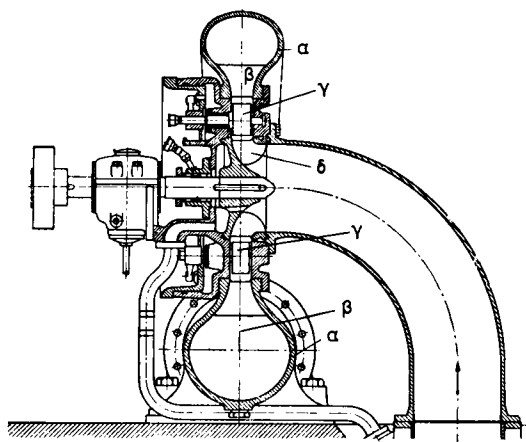
αυτό νὰ ἐλαττώνεται προοδευτικῶς μέχρι σχεδὸν μηδενισμοῦ εἰς τὴν ἔξοδον. Θὰ πρέπει δηλαδὴ αἱ διατομαὶ ροῆς εἰς τὸν δρομέα νὰ ἐλαττώνωνται συνεχῶς ἀπὸ τῆς περιφερείας πρὸς τὸν ὀμφαλόν. Ἡ ροὴ τοῦ ὕδατος κατὰ ταῦτα εἶναι συνεχῆς. Πρὸς ἐξασφάλισιν τῆς συνεχείας ροῆς μέχρι τῆς κατωτάτης στάθμης τοποθετεῖται ὁ σωλὴν ἀναρροφήσεως.



Σχ. 10·5 α.

Πολλάκις εἰς τοὺς στρόβιλους Φράνσις περὶ τὴν στεφάνην τοῦ διανομέως τοποθετεῖται σωληνόμορφος ἄγωγός, μέσω τοῦ ὁποίου ὁδηγεῖται τὸ ὕδωρ πρὸς τὸν διανομέα (σχ. 10·5 β).

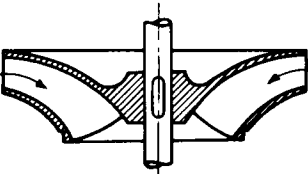
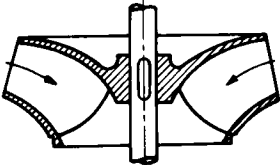
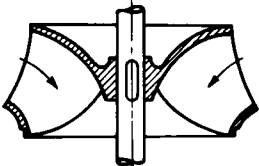
Ἡ διάταξις αὕτῃ χρησιμοποιεῖται ἰδιαιτέρως εἰς στρόβιλους Φράνσις μεγάλου εἰδικοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν εἰς σχετικῶς μεγάλαις πτώσεις, ὅποτε ὁ στρόβιλος εἶναι ὀριζοντίου ἄξονος. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ὁ σωλὴν ἀναρροφήσεως συνδέεται πρὸς τὸν στρόβιλον μέσω καμπύλης 90° .



Σχ. 10-5 β.

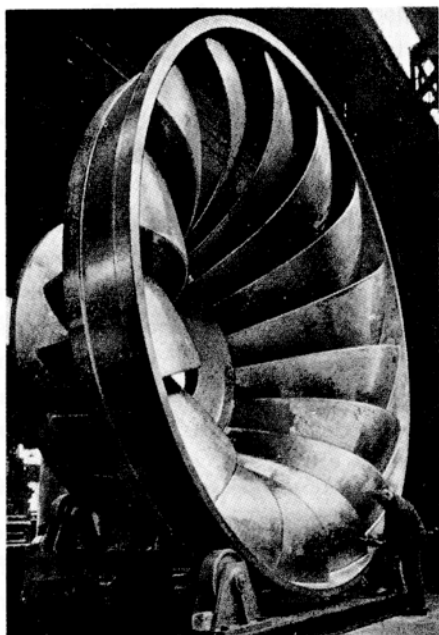
α) Άγωγός προσαγωγής του ύδατος. β) Πτερύγια ένισχύσεως άγωγού. γ) Πτερύγια διανομέως. δ) Πτερύγια δρομέως.

Π Ι Ν Α Κ 10-5-1

Μ ο ρ φ ή	Γοργότης	n_s
	Βραδύδρομος	30 έως 100
	Γοργόδρομος	200 έως 400
	Κανονικόδρομος	100 έως 200

Ὡς ἤδη ἐλέχθη, οἱ στρόβιλοι Φράνσις καλύπτουν εὐρείαν περιοχὴν εἰδικοῦ ἀριθμοῦ περιστροφῶν (ἀπὸ 30 ἕως 400) καὶ χωρίζονται εἰς βραδυδρόμους, κανονικοδρόμους καὶ γοργοδρόμους. Ἡ γοργότης ἐπηρεάζει τὴν μορφήν τοῦ δρομέως. Εἰς τὸν Πίνακα 10 · 5 · 1 δίδεται ἡ μορφή καὶ τὰ κυριώτερα χαρακτηριστικά τῶν δρομέων τῶν 3 κατηγοριῶν στροβίλων Φράνσις.

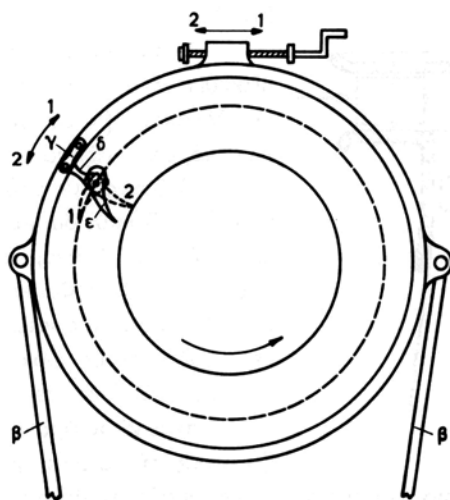
Τὸ σχῆμα 10 · 5 γ δεικνύει δρομέα γοργοδρόμου στροβίλου τύπου Φράνσις μεγάλης ἰσχύος, κατὰ τὴν κατεργασίαν.



Σχ. 10·5 γ.

β) Ἡ ρύθμισις τῆς ἰσχύος.

Τὰ διάφορα χαρακτηριστικά μεγέθη καθωρίσθησαν ἤδη μετὰ τὴν προϋπόθεσιν, ὅτι εἶναι σταθερὸς ὁ ἀριθμὸς στροφῶν ἢ κατῶς καὶ τὸ ἄνοιγμα τῶν πτερυγίων τοῦ διανομέως. Τὰ πτερύγια αὐτὰ ὅμως εἶναι δυνατόν νὰ στραφῶν περιὶ ἄξονα κατὰ τρόπον, ὥστε ἡ ἐπιφάνεια τῶν ἀνοιγμάτων, ἀπὸ τὰ ὁποῖα διέρχεται τὸ ὕδωρ πρὸ τῆς εἰσόδου εἰς τὸν δρομέα, νὰ αὐξάνη ἢ νὰ ἐλαττώνεται. Ἔτσι καθίσταται δυνατὴ ἡ



Σχ. 10·5 δ.

ρύθμισις τῆς παροχῆς τοῦ ὕδατος, πού προσβάλλει τὸν δρομέα καὶ συνεπῶς καὶ ἡ ρύθμισις τῆς ἰσχύος πού παρέχει εἰς τὸν στρόβιλον ἢ πτώσις.

Τὸ σύστημα χειρισμοῦ τῆς περιστροφῆς τῶν πτερυγίων εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 10 · 5 δ.

Τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ μίαν ἐξωτερικὴν στεφάνην, ἡ ὁποία δύναται νὰ κινῆται περὶ τὸ κέντρον τῆς εἴτε μέσω χειρομοχλοῦ, α, εἴτε μέσω ρυθμιστοῦ διὰ τῶν ράβδων, β. Ἐπὶ τῆς στεφάνης αὐτῆς εἶναι στερεωμένοι μικροὶ διωστήρες, γ, οἱ ὁποῖοι συνδέονται μέσω στροφάλων, δ, πρὸς τὰ πτερύγια, ε. Ἐὰν ὁ ἐξωτερικὸς δακτύλιος περιστραφῇ κατὰ μίαν γωνίαν, ἡ κίνησις μεταβιβάζεται διὰ τῶν διωστήρων καὶ τῶν στροφάλων πρὸς τὰ πτερύγια καὶ προκαλεῖ τὴν αὔξησιν ἢ ἐλάττωσιν τοῦ μεταξύ των ἀνοίγματος.

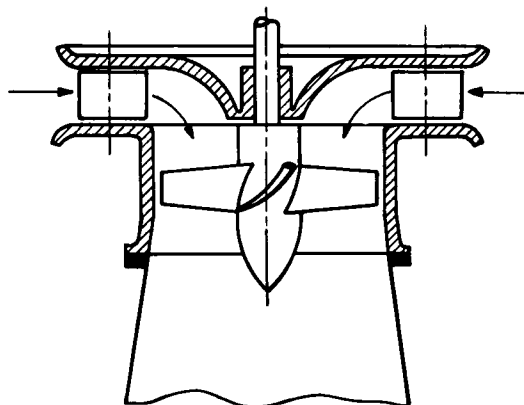
10 · 6 Ἐλικοστρόβιλοι καὶ στρόβιλοι Κάπλαν.

Οἱ ἐλικοστρόβιλοι χρησιμοποιοῦνται εἰς περιπτώσεις μικροῦ ὕψους πτώσεως καὶ μεγάλης παροχῆς.

Εἰς τοὺς στρόβιλους αὐτοὺς ὑπάρχονταί:

α) Οἱ ἐλικοστρόβιλοι μὲ σταθερὰ πτερύγια.

β) Οἱ ἐλικοστρόβιλοι μὲ κινητὰ πτερύγια ἢ ὕδροστρόβιλοι Κάπλαν.



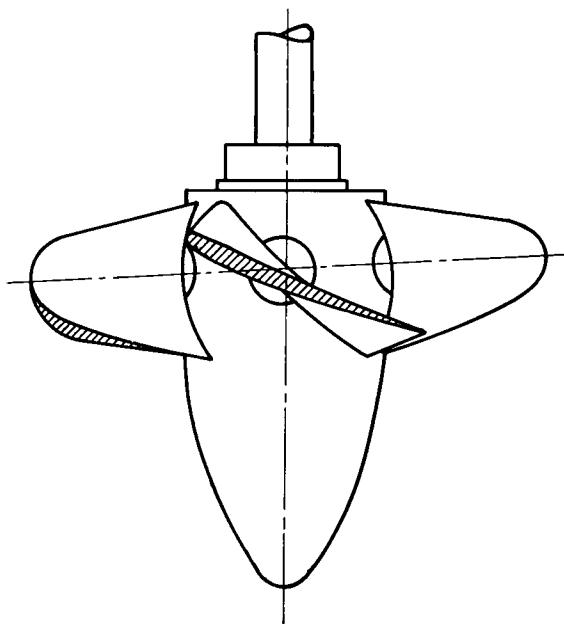
Σχ. 10·6 α.

Τὸ σχῆμα 10 · 6 α δεικνύει γενικὴν διάταξιν ἐλικοστρόβιλου μὲ κατακόρυφον ἄξονα.

Ὁ διανομὲς τοῦ ἐλικοστρόβιλου ὁμοιάζει πρὸς τὸν διανομέα τοῦ στρόβιλου Φράνσις. Ὁ δρομὲς ὁμοιάζει πολὺ πρὸς ἔλικα πλοίου, ἐνῶ ἡ διατομὴ τῶν πτερυγίων ὁμοιάζει πρὸς τὴν διατομὴν

πτέρυγος ἀεροπλάνου. Ἡ θεωρία τῆς πτέρυγος ἐφαρμόζεται εἰς τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ δρομέως τῶν ἐλικοστρόβιλων. Ὁ ἀριθμὸς τῶν

πτερυγίων είναι πολύ μικρός (συνήθως δεν υπερβαίνουν τα 4) και επομένως τα διάκενα μεταξύ των πτερυγίων είναι μεγάλα. Διὰ τοῦτο ἡ ροή εἶναι διαφορετική, ἀπὸ ὅ,τι εἰς τοὺς στροβίλους Φράνσις.

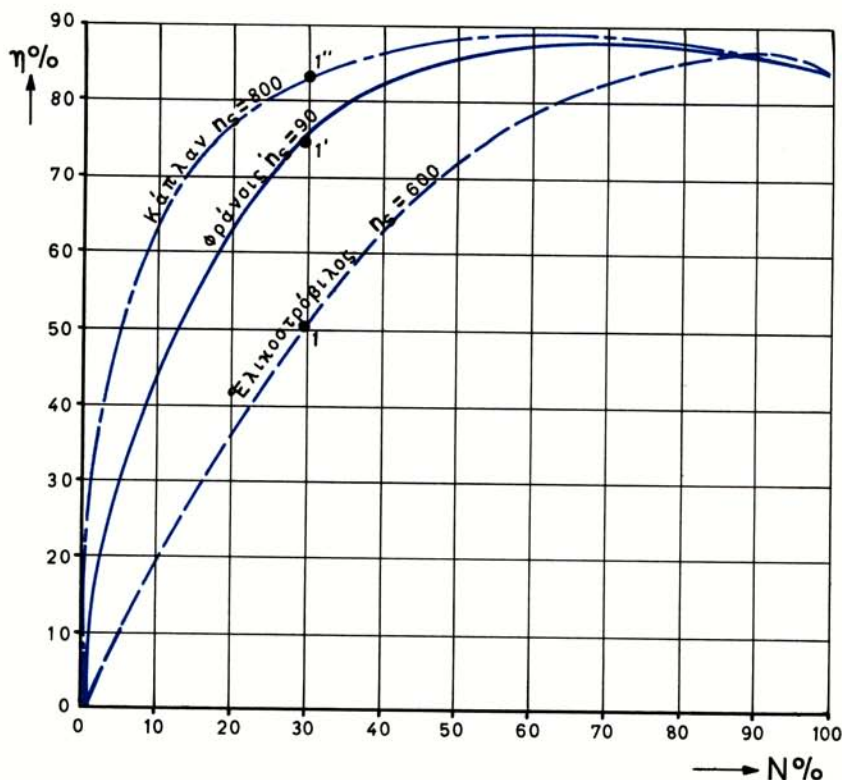


Σχ. 10-6 β.

Ὁ ἐλικοστρόβιλος μὲ σταθερά πτερύγια δὲν ἔχει καλὸν βαθμὸν ἀποδόσεως, ὅταν ἡ ἰσχὺς τῆς πτώσεως ἐλαττωθῇ. Πρὸς ἐξουδετέρωσιν τοῦ μειονεκτήματος αὐτοῦ τῶν ἐλικοστροβίλων κατεσκευάσθησαν, ἀρχικῶς ἀπὸ τὸν καθηγητὴν Kaplan, οἱ ἐλικοστρόβιλοι μὲ κινητὰ πτερύγια (στρόβιλοι Kaplan). Εἰς τοὺς στροβίλους αὐτοὺς τὰ πτερύγια τοῦ δρομέως στρέφονται περὶ ἄξονα κάθετον πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ δρομέως (σχ. 10 · 6 β). Ἡ περιστροφή τῶν πτερυγίων μεταβάλλει τὴν διατομὴν ροῆς. Ὁ μηχανισμὸς περιστροφῆς εὐρίσκεται ἐντὸς τῆς πλήμνης τοῦ δρομέως καὶ εἶναι ἀλληλένδετος μὲ τὸν μηχανισμὸν περιστροφῆς τῶν πτερυγίων τοῦ διανομέως. Διὰ τοῦ τρόπου αὐτοῦ ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ ἐλικοστροβίλου τηρεῖται ὑψηλὸς ἀκόμη καὶ διὰ μικρὰ φορτία.

Τὸ σχῆμα 10 · 6 γ δίδει τὸν βαθμὸν ἀποδόσεως διαφόρων τύπων

στροβίλων διά διάφορα φορτία. Έκ τούτου φαίνεται ότι π.χ. δι' ισχύν 30 % τῆς κανονικῆς, ὁ ἑλικοστροβίλος ἔχει βαθμὸν ἀποδόσεως $\eta = 50\%$ (σημεῖον 1), ὁ στροβίλος Φράνσις ἔχει $\eta = 0,75$ (σημεῖον 1'), ἐνῶ ὁ στροβίλος Κάπλαν ἔχει $\eta = 0,83$ (σημεῖον 1'').

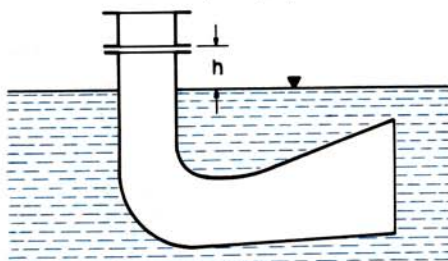


Σχ. 10.6 γ.

Ίδιαιτέραν σημασίαν διά τοὺς ἑλικοστροβίλους παρουσιάζει ὁ σωλὴν ἀναρροφήσεως. Πράγματι ἐνταῦθα τὸ συνολικὸν ὕψος πτώσεως εἶναι μικρὸν καὶ τὸ κέρδος τοῦ ὕψους μέχρι τῆς στάθμης φυγῆς εἶναι σημαντικόν. Πρέπει ἐπομένως νὰ δίδεται ἰδιαίτερα προσοχὴ εἰς τὸν ὑπολογισμὸν τῆς διαμέτρου τοῦ σωλῆνος αὐτοῦ, καθὼς καὶ εἰς τὴν ἐκλογὴν τοῦ ὕψους ἀναρροφήσεως. Ὑπὸ τοῦ Kaplan ἐπρωτάθη ἡ χρησιμοποίησις κεκαμμένου σωλῆνος ἀναρροφήσεως (σχ.

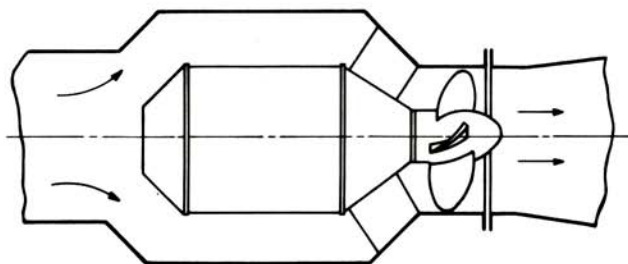
10·6 δ). Έτσι ο στρόβιλος δύναται νὰ τοποθετηθῇ εἰς μικρὸν ὕψος ἀναρροφῆσεως. Ἡ χρησιμοποίησις τοῦ κεκαμμένου σωλῆνος ἀναρροφῆσεως αὐξάνει τὸν βαθμὸν ἀποδόσεως τοῦ ὑδροστροβίλου.

Οἱ ἐλικοστρόβιλοι πολ-
λάκις κατασκευάζονται ὁλό-
σωμοι μετὰ τῆς ἡλεκτρικῆς
γεννητρίας ὡς ἐνιαῖον συγ-
κρότημα (στροβίλο - ἐναλλα-
κτήρ). Ἐτσι ἐξασφαλίζεται
οἰκονομία σημαντικὴ ἐκ τοῦ
περιορισμοῦ τοῦ ὄγκου τοῦ
συγκροτήματος, ἐκ τῆς ἐλατ-
τώσεως τῆς δαπάνης τῆς
ἀπαιτουμένης τόσο διὰ τὰ ἔργα πολιτικοῦ μηχανικοῦ, ὅσον καὶ διὰ
τὸ μηχανολογικὸν μέρος.



Σχ. 10·6 δ.

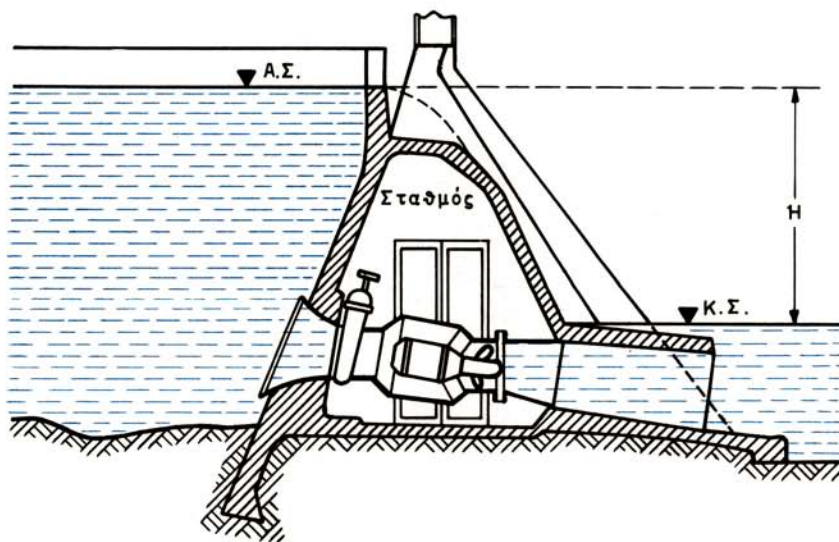
Ἡ ἡλεκτρικὴ γεννήτρια αὐτῇ, τότε, βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ὕδα-
τος μετὰ τοῦ στροβίλου καὶ ἐφοδιάζεται μὲ στεγανὸν κάλυμμα, περὶ
τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ὁ ἀγωγός, ποὺ ὁδηγεῖ τὸ ὕδωρ εἰς τὸν στρό-
βιλον (σχ. 10·6 ε). Ἐτσι ἐξασφαλίζεται ἡ ψῦξις τῆς γεννητρίας.



Σχ. 10·6 ε.

Τὰ συγκροτήματα αὐτὰ μὲ ὀριζόντιον ἄξονα εἶναι κατάλληλα
ἰδιαιτέρως διὰ πολὺ μικρὰ ὕψη πτώσεως (2 ἕως 5 m) καὶ διὰ σχετικῶς
μικρὰν ἰσχύϊν (μέχρι 300 kVA).

Τὸ σχῆμα 10·6 στ δεικνύει στροβίλο - ἐναλλακτήρα αὐτοῦ τοῦ
εἶδους τοποθετημένον εἰς φράγμα, ὅπου σχηματίζεται ἡ πτώσις μὲ
ὕψος H. Τὸ κτήριο τοῦ ὑδροηλεκτρικοῦ σταθμοῦ εὐρίσκεται ἐντὸς
τοῦ φράγματος.



Σχ. 10-6 στ.

10 · 7 Αυτόματοι ρυθμισταί.

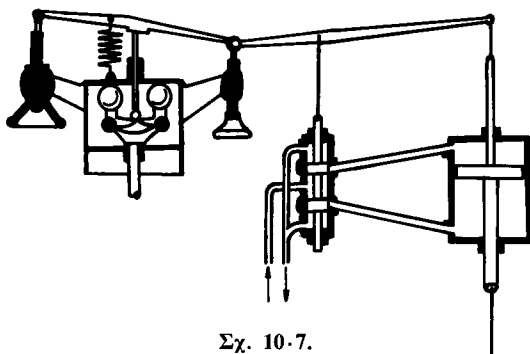
Οί ύδροστροβίλοι, ως ἐλέχθη ἤδη, κινοῦν συνήθως ἡλεκτρικὴν γεννήτριαν, ἢ ὁποία πρέπει νὰ ἔχη σταθερὸν ἀριθμὸν στροφῶν, ὥστε νὰ παράγῃ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα σταθερᾶς συχνότητος. Ἐξ ἄλλου καὶ ἡ ἰσχύς θὰ πρέπει νὰ παραμένῃ περίπου σταθερά, ὅταν μεταβάλλεται ἡ παροχή. Πρὸς τοῦτο οἱ ύδροστροβίλοι εἶναι ἐφωδιασμένοι μὲ αὐτομάτους ρυθμιστάς, οἱ ὁποῖοι ἐνεργοῦν εἴτε ἐπὶ τῆς βελόνης, (εἰς τοὺς στροβίλους Πέλτον), εἴτε ἐπὶ τῶν πτερυγίων τοῦ διανομέως (εἰς τοὺς στροβίλους Φράνσις καὶ τοὺς ἐλικοστροβίλους).

Τὸ ἔργον ρυθμίσεως εἶναι τὸ γινόμενον τῆς μεγίστης δυνάμεως, ποὺ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν κίνησιν τοῦ μηχανισμοῦ ρυθμίσεως, ἐπὶ τὸν δρόμον κατὰ τὸν ὁποῖον μετακινεῖται τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως αὐτῆς. Τὸ ἔργον τοῦτο ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν παροχὴν τοῦ ὕδατος, ποὺ εἰσέρχεται εἰς τὸν ύδροστροβίλον, τὸ ὕψος πτώσεως καὶ τὴν διάμετρον τοῦ δρομέως καὶ εἶναι περίπου ἴσον πρὸς:

$$A_p = (20 \text{ ἕως } 25) Q \cdot \sqrt{H \cdot D}$$

ὅπου: Q εἶναι ἡ παροχὴ εἰς m^3/s , H τὸ ὕψος πτώσεως εἰς m καὶ D ἡ διάμετρος τοῦ δρομέως εἰς m .

Τὸ ἔργον τοῦτο εἶναι συνήθως μέγα καὶ δὲν εἶναι δυνατόν νὰ δοθῇ διὰ φυγοκεντρικοῦ ρυθμιστοῦ. Διὰ τοῦτο διὰ τὴν κίνησιν τοῦ μηχανισμοῦ ρυθμίσεως τῶν ὑδροστροβίλων χρησιμοποιοῦνται ὑδραυλικοὶ κύλινδροι ὑπὸ μορφὴν σερβομηχανισμοῦ, εἰς τοὺς ὁποίους ἡ τροφοδότησις μὲ πεπιεσμένον ὑγρὸν ρυθμίζεται ἀπὸ φυγοκεντρικὸν ρυθμιστὴν (σχ. 10·7). Τὸ πεπιεσμένον ὑγρὸν, συνήθως ἔλαιον,



Σχ. 10·7.

παρέχεται ἀπὸ ἀντλητικὸν συγκρότημα ὑψηλῆς πιέσεως. Τὸ ἔμβολον τοῦ ὑδραυλικοῦ κυλίνδρου συνδέεται διὰ τοῦ βάκτρου πρὸς διωστήρα, ὁ ὁποῖος δρᾷ ἐπὶ τῆς βελόνης (στροβίλοι Πέλτον) ἢ τῶν ράβδων περιστροφῆς τῶν πτερυγίων (στροβίλοι Φράνσις καὶ ἑλικοστροβίλοι).

10·8 Ἐκλογή τοῦ καταλλήλου στροβίλου.

Ἡ ἐκλογή τοῦ καταλλήλου στροβίλου δι' ἑκάστην ὑδατόπτωσιν ἐξαρτᾶται ἀπὸ διαφόρους παράγοντας, μεταξὺ τῶν ὁποίων κυριώτεροι εἶναι τὸ ὕψος πτώσεως καὶ ἡ παροχὴ τῆς ὑδατοπτώσεως.

Ἀρχικὸς κανὼν διὰ τὴν ἐκλογήν εἶναι ὁ ἀκόλουθος: Δι' ὑψηλὰς ὑδατοπτώσεις καὶ σχετικῶς μικρὰν παροχὴν χρησιμοποιοῦνται οἱ στροβίλοι Πέλτον. Διὰ μέσα ὕψη πτώσεως καὶ μέσας ἢ μεγάλας παροχὰς χρησιμοποιοῦνται οἱ στροβίλοι Φράνσις, ἐνῶ διὰ χαμηλὰ ὕψη πτώσεως καὶ μεγάλας παροχὰς οἱ ἑλικοστροβίλοι ἢ οἱ στροβίλοι Κάπλαν.

Διὰ λεπτομερέστερον καθορισμὸν τοῦ καταλλήλου στροβίλου πρέπει νὰ ὑπολογισθῇ ὁ εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν ἀπὸ τὴν σχεσίαν (68). Ἐν συνεχείᾳ ἡ ἐκλογή τοῦ καταλλήλου τύπου στροβίλου γίνεται μὲ βάσιν τὸν Πίνακα 10·5·1.

Εἰς τὴν σχέσιν (68) ὑπαιστέρεται τὸ ὕψος πτώσεως H , ποὺ εἶναι χαρακτηριστικὸν τῆς ὕδατοπτώσεως, ἢ ἰσχύς N , ἢ ὁποῖα ὑπολογίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$N = \frac{Q \cdot H \cdot \eta}{102} \quad \text{kW.}$$

καὶ ὁ ἀριθμὸς στροφῶν τοῦ στροβίλου n , ὁ ὁποῖος πρέπει νὰ ἐκλεγῇ βάσει τῶν ὧσων ἀναφέρονται εἰς τὴν παράγραφον 10 · 3. Ἐν συνεχείᾳ ὑπολογίζεται ὁ εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν ἐκ τοῦ τύπου:

$$n_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{VH}}$$

Εἰς ἐφαρμογὴν τῶν ἀνωτέρω θὰ ἀναφέρωμεν τὰ χαρακτηριστικὰ τῶν κυριωτέρων ὕδατοπτώσεων τῆς Ἑλλάδος, εἰς τὰς ὁποίας ἔχουν δημιουργηθῇ Ὑδροηλεκτρικοὶ Σταθμοί· τὰ χαρακτηριστικὰ αὐτὰ ἐδόθησαν ὑπὸ τῆς Δ.Ε.Η.

1) Ὑδροηλεκτρικὸς Σταθμὸς Κρεμαστῶν (Ἀχελῷος).

— Καθαρὸν ὕψος πτώσεως $H = 124$ m.

— Παροχή: Χρησιμοποιοῦνται 4 στρόβιλοι μὲ μέσην παροχὴν εἰς ἕκαστον: $Q = 87,6$ m³/s.

— Βαθμὸς ἀποδόσεως στροβίλων: $\eta = 0,92$.

— Ἰσχύς ἐκάστου στροβίλου:

$$N = \frac{87\,600 \times 124 \times 0,92}{75} = 133\,000 \text{ PS.}$$

— Ἀριθμὸς στροφῶν ἄξονος: $n = 166,7$ ἀνὰ min.

— Εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν:

$$n_s = \frac{166,7}{124} \times \sqrt{\frac{133\,000}{V124}} \approx 146.$$

εἰς τὸν ἀριθμὸν αὐτὸν ἀντιστοιχεῖ κανονικὸς δρομος στρόβιλος Φράνσις.

Πράγματι εἰς τὸν ὕδροηλεκτρικὸν σταθμὸν Κρεμαστῶν ἔχουν ἐγκατασταθῇ 4 στρόβιλοι Φράνσις κατακορύφου ἄξονος (κατασκευαστῆς Allis Chalmers, Η.Π.Α.).

2) Ὑδροηλεκτρικὸς σταθμὸς Καστρακίου (Ἀκαρνανία).

— Καθαρὸν ὕψος πτώσεως: $H = 74,5$ m.

— Μέση παροχή: Χρησιμοποιούνται 4 σρόβιλοι με μέση παροχήν εις ἑκαστον: $Q = 120 \text{ m}^3/\text{s}$.

— Βαθμὸς ἀποδόσεως στροβίλων: $\eta = 0,915$.

— Ἰσχύς ἐκάστου στροβίλου:

$$N = \frac{74,5 \times 120\,000 \times 0,915}{75} = 109\,000 \text{ PS.}$$

— Ἀριθμὸς στροφῶν ἄξονος: $n = 166,7 \text{ ἀνὰ min.}$

— Ὁ εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν ὑπολογίζεται ὡς ἑξῆς:

$$n_s = \frac{166,7}{74,5} \times \sqrt{\frac{109\,000}{\sqrt{74,5}}} = 252.$$

Εἰς τὸν ἀριθμὸν αὐτὸν ἀντιστοιχεῖ γοργόδρομος σρόβιλος Φράνσις (Πίναξ 10 · 3 · 2).

Πράγματι εἰς τὸν ὑδροηλεκτρικὸν σταθμὸν Καστρακίου εἶναι ἐγκατεστημένοι 4 σρόβιλοι Φράνσις κατακορύφου ἄξονος (Κατασκευαστῆς Baldwin - Lima - Hamilton, Η.Π.Α.).

3) Ὑδροηλεκτρικὸς Σταθμὸς Λάδωνος (Ἀρκαδία).

— Καθαρὸν ὕψος πτώσεως: $H = 220 \text{ m.}$

— Παροχή: Δύο σρόβιλοι με παροχήν εις ἑκαστον ἐξ αὐτῶν:
 $Q = 16 \text{ m}^3/\text{s}.$

— Βαθμὸς ἀποδόσεως: $\eta = 0,92$.

— Ἰσχύς ἐκάστου στροβίλου:

$$N = \frac{220 \times 16\,000 \times 0,92}{75} = 42\,200 \text{ PS.}$$

— Ἀριθμὸς στροφῶν ἄξονος: $n = 428,1 \text{ ἀνὰ min.}$

— Εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν:

$$n_s = \frac{428,1}{220} \times \sqrt{\frac{42\,200}{\sqrt{220}}} = 103,5.$$

Εἰς τὸν ἀριθμὸν αὐτὸν ἀντιστοιχεῖ κανονικόδρομος σρόβιλος Φράνσις.

Πράγματι εἰς τὸν ὑδροηλεκτρικὸν σταθμὸν Λάδωνος ἔχουν ἐγκατασταθῇ δύο σρόβιλοι Φράνσις κατακορύφου ἄξονος (Κατασκευαστῆς Tosi, Ἰταλία).

4) Ύδροηλεκτρικός Σταθμός Άγρα (Έδεσσα).

- Καθαρόν ὕψος πτώσεως: $H = 150 \text{ m}$.
- Μέση παροχή: Δύο στρόβιλοι με παροχήν δι' ἑκαστον:
 $Q = 15,1 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Βαθμός ἀποδόσεως στροβίλων: $\eta = 0,90$.
- Ἴσχυς ἑκάστου στροβίλου:

$$N = \frac{15 \cdot 100 \times 150 \times 0,90}{75} = 27 \cdot 200 \text{ PS.}$$

- Ἀριθμὸς στροφῶν ἄξονος: $n = 428,1 \text{ ἀνὰ min.}$
- Εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν:

$$n_s = \frac{428,1}{150} \times \sqrt{\frac{27 \cdot 200}{V150}} = 134.$$

Εἰς τὸν ἀριθμὸν αὐτὸν ἀντιστοιχεῖ κανονικόδρομος στρόβιλος Φράνσις.

Πράγματι εἰς τὸν ὑδροηλεκτρικὸν σταθμὸν Ἄγρα εἶναι ἐγκατεστημένοι δύο στρόβιλοι Φράνσις κατακορύφου ἄξονος (Κατασκευαστῆς Riva, Ἰταλία).

5) Ύδροηλεκτρικός Σταθμός Ταυρωποῦ (Εὐρυτανία).

- Καθαρόν ὕψος πτώσεως: $H = 534 \text{ m}$.
- Μέση παροχή ἀνὰ στρόβιλον (3 διπλοὶ στρόβιλοι):
 $Q = 4,16 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Βαθμός ἀποδόσεως: $\eta = 0,915$.
- Ἴσχυς δι' ἑκαστον στρόβιλον:

$$N = \frac{4160 \times 534 \times 0,915}{75} = 27 \cdot 200 \text{ PS.}$$

- Ἀριθμὸς στροφῶν ἄξονος: $n = 500 \text{ ἀνὰ min.}$
- Εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν:

$$n_s = \frac{500}{534} \times \sqrt{\frac{27 \cdot 200}{V534}} = 32.$$

Εἰς τὸν ἀριθμὸν τοῦτον ἀντιστοιχεῖ στρόβιλος Πέλτον.

Πράγματι εἰς τὸν ὑδροηλεκτρικὸν σταθμὸν Ταυρωποῦ ἔχουν τοποθετηθῇ τρεῖς μονάδες με δύο τροχοὺς Πέλτον ἑκάστη με ὀριζόν-

τιον ἄξονα. Οἱ τροχοὶ ἀνὰ δύο κινοῦν μίαν γεννήτριαν εὐρισκομένην μεταξὺ αὐτῶν (Κατασκευαστὴς Nerpic).

6) Ὑδροηλεκτρικὸς Σταθμὸς Λούρου (Ἡπειρος).

Εἰς τὸν ὑδροηλεκτρικὸν σταθμὸν τοῦτον ἔχουν τοποθετηθῇ 3 μονάδες. Οἱ στρόβιλοι τῶν δύο ἐξ αὐτῶν ἔχουν χαρακτηριστικά.

- Καθαρὸν ὕψος πτώσεως: $H = 59,0 \text{ m}$.
- Μέση παροχὴ ἀνὰ στρόβιλον: $Q = 4,93 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Βαθμὸς ἀποδόσεως: $\eta = 0,875$.
- Ἰσχύς ἀνὰ στρόβιλον: $N = 3400 \text{ PS}$.
- Ἀριθμὸς στροφῶν ἄξονος: $n = 500 \text{ ἀνὰ min}$.
- Εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν:

$$n_s = \frac{500}{59} \times \sqrt{\frac{3400}{V_{59}}} = 179.$$

Εἰς τὸν ὑδροηλεκτρικὸν σταθμὸν Λούρου ἔχουν ἐγκατασταθῇ δύο στρόβιλοι Φράνσις ὀριζοντίου ἄξονος (Κατασκευαστὴς Esher Wyss, Ἑλβετία).

Ὁ τρίτος στρόβιλος ἔχει χαρακτηριστικά:

- Καθαρὸν ὕψος πτώσεως: $H = 56 \text{ m}$.
- Μέση παροχὴ: $Q = 10,3 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Βαθμὸς ἀποδόσεως: $\eta = 0,895$.
- Ἰσχύς στροβίλου: $N = 6800 \text{ PS}$.
- Ἀριθμὸς στροφῶν ἄξονος: $n = 300 \text{ ἀνὰ min}$.
- Εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν:

$$n_s = \frac{300}{56} \times \sqrt{\frac{6800}{V_{56}}} = 161.$$

Ἦτοι κανονικὸδρομος στρόβιλος Φράνσις ὀριζοντίου ἄξονος (Κατασκευαστὴς Ganz - Marag, Οὐγγαρία).

7) Ὑδροηλεκτρικὸς Σταθμὸς Ἐδεσσαίου (Ἑδεσσα).

- Καθαρὸν ὕψος πτώσεως: $H = 122 \text{ m}$.
- Παροχὴ: $Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Βαθμὸς ἀποδόσεως: $\eta = 0,89$.
- Ἰσχύς στροβίλου: $N = 21\,800 \text{ PS}$.
- Ἀριθμὸς στροφῶν: $n = 428 \text{ ἀνὰ min}$.
- Εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν:

$$n_s = \frac{428}{122} \times \sqrt{\frac{21\,800}{V_{122}}} = 157$$

εἰς τὸν ἀριθμὸν αὐτὸν ἀντιστοιχεῖ κανονικόδρομος στρόβιλος Φράνσις.

Πράγματι εἰς τὸν ὑδροηλεκτρικὸν σταθμὸν τοῦτον ἔχει ἐγκατασταθῇ στρόβιλος Φράνσις κατακορύφου ἄξονος (Κατασκευαστῆς Voest, Αὐστρία).

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἀναφερθεῖσων ἐλληνικῶν ὑδατοπτώσεων ἀντιλαμβανόμεθα, ὅτι οὐδεμία εἶναι χαμηλὴ καὶ μεγάλῃς παροχῆς· ὡς ἐκ τούτου δὲν ἔχουν ἐγκατασταθῇ ἐν Ἑλλάδι ἐλικοστρόβιλοι ἢ στρόβιλοι Κάπλαν. Παράδειγμα ἐγκαταστάσεως αὐτῶν τῶν ὑδροστροβίλων εἰς τὸ ἐξωτερικὸν ἀναφέρεται κατωτέρω:

Ύδροηλεκτρικὸς Σταθμὸς Safe Harbor (Η.Π.Α.).

- Καθαρὸν ὕψος πτώσεως: $H = 16,75 \text{ m.}$
- Παροχὴ ἀνὰ στρόβιλον: $Q = 224 \text{ m}^3/\text{s.}$
- Ἰσχύς ἀνὰ στρόβιλον: $N = 31\,000 \text{ kW} = 42\,000 \text{ PS.}$
- Ἀριθμὸς στροφῶν: $n = 109,1 \text{ ἀνὰ min.}$
- Εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν:

$$n_s = \frac{109,1}{16,75} \times \sqrt{\frac{42\,000}{V_{16,75}}} = 660$$

εἰς τὸν ἀριθμὸν τοῦτον ἀντιστοιχεῖ στρόβιλος Κάπλαν. Πράγματι εἰς τὸν ὑδροηλεκτρικὸν σταθμὸν Safe Harbor ἔχουν ἐγκατασταθῇ 6 ἐν συνόλῳ στρόβιλοι Κάπλαν.

Τὰ ὡς ἄνω ἀναφερθέντα διὰ τὴν ἐκλογὴν τοῦ καταλλήλου στροβίλου δι' ἐκάστην ὑδατόπτωσιν εἶναι μόνον κατευθυντήριοι γραμμαί. Εἰς τὴν πραγματικότητά διὰ τὴν τελικὴν ἐκλογὴν λαμβάνονται ὑπ' ὄψιν καὶ ἄλλοι παράγοντες. Οἱ κατασκευασταὶ διαθέτουν διαγράμματα, εἰς τὰ ὁποῖα λαμβάνονται ὑπ' ὄψιν ὅλοι οἱ παράγοντες καὶ ἀπὸ τὰ ὁποῖα τελικῶς γίνεται ἡ ἐκλογή.

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΣΥΜΠΙΕΣΤΑΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 11

11 · 1 Γενικά.

Οἱ *συμπιεσταὶ* εἶναι μηχαναί, διὰ τῶν ὁποίων ἐπιτυγχάνομεν τὴν αὐξησιν τῆς πιέσεως τῶν ἀερίων.

Ἡ αὐξησης τῆς πιέσεως ἀπαιτεῖ ἐνέργειαν, ἡ ὁποία προσδίδεται ἀπὸ τὴν κινητηρίαν μηχανήν, δύναται δὲ νὰ ἐπιτευχθῇ κατὰ δύο τρόπους:

α) Δι' ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου· οἱ χρησιμοποιούμενοι εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν συμπιεσταὶ εἶναι οἱ λεγόμενοι *συμπιεσταὶ ἐκτοπίσεως, ἐμβολοφόροι ἢ περιστροφικοί*.

β) Δι' αὐξήσεως τῆς ταχύτητος τοῦ ἀερίου· ἡ προσδιδομένη εἰς τὸ ἀέριον ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς κινητικὴν καὶ αὐτὴ μετασχηματίζεται εἰς πίεσιν. Οἱ χρησιμοποιούμενοι εἰς αὐτὴν τὴν περίπτωσιν συμπιεσταὶ εἶναι οἱ *φυγοκεντρικοὶ ἀκτινικῆς ἢ ἀξονικῆς ροῆς*.

Τὸ ἀέριον, τοῦ ὁποίου αὐξάνεται ἡ πίεσις, δυνατόν νὰ εἶναι ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, ἀέριον οἶονδῆποτε, καθαρὸν ἢ μῖγμα ἀερίων, ἀτμοὶ κ.λπ. Ἡ συνηθεστέρα περίπτωσις εἰς τὴν πρᾶξιν εἶναι ἡ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, αἱ δὲ χρησιμοποιούμεναι διὰ τὴν αὐξησιν τῆς πιέσεως αὐτοῦ μηχαναὶ εἶναι οἱ λεγόμενοι *ἀεροσυμπιεσταί*, οἱ ὅποιοι θὰ ἐξετασθοῦν εἰς τὰ ἐπόμενα· ὅσα ἀναπτύσσονται δι' αὐτοὺς ἰσχύουν καὶ διὰ τοὺς λοιποὺς συμπιεστάς.

Ὁ πεπιεσμένος ἀήρ εἶναι μία μορφή ἀποθηκευμένης ἐνεργείας, ποὺ χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα εἰς τὴν βιομηχανίαν. Εἰς τὰ ἐργοστάσια ἀποτελεῖ τὴν κινητηρίαν δύναμιν διὰ τὴν τροφοδότησιν ἐλαφρῶν ἀεροκινητήρων, ποὺ κινοῦν διάφορα φορητὰ ἐργαλεῖα, ὡς π.χ. δράπανα, φρέζες, τροχιστικά καὶ λειαντικά ἐργαλεῖα, ἀερόκλειδα, καρφωτικές σφύρες κ.ἄ. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης διὰ τὴν κίνησιν βαρούλκων καὶ σερβομηχανισμῶν, διὰ τὴν τροφοδότησιν πιστολίων βαφῆς, τὴν πλήρωσιν ἀεροθαλάμων κ.ἄ.

Εἰς τὴν ὁδοποιίαν ὁ πεπιεσμένος ἀήρ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν τροφοδότησιν ἐκσκαπτικῶν σφυρῶν καὶ γεωτρυπάνων, ἐνῶ εἰς τὰ λατομεῖα καὶ μεταλλεῖα τροφοδοτεῖ πάσης φύσεως μηχανήματα ἐξορύξεως πετρωμάτων.

Ὁ πεπιεσμένος ἀήρ παρουσιάζει ἔναντι τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τὸ μέγα πλεονέκτημα τῆς ἀπολύτου ἀσφαλείας.

Ὁ ἀήρ συμπιέζεται ὑπὸ ἀεροσυμπιεστοῦ εἰς ἀεροφυλάκιον, ὅπου ἀποθηκεύεται ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν. Ἀπὸ τὸ ἀεροφυλάκιον μεταφέρεται διὰ δικτύου σωληνώσεων εἰς τὰς θέσεις χρησιμοποιήσεως.

Ἡ κίνησις τοῦ πεπιεσμένου ἀέρος ἐντὸς τῶν σωληνώσεων προκαλεῖ ἀπωλείας, ποὺ ἐκδηλώνονται ὑπὸ μορφήν πτώσεως τῆς πίεσεως. Τὸ δίκτυον σωληνώσεως ὑπολογίζεται, ὥστε ἡ μεγίστη πτώσις πίεσεως εἰς τὰ ἄκρα αὐτοῦ νὰ μὴ ὑπερβαίνει ὠρισμένον ὅριον (συνήθως 0,1 at).

11 · 2 Ἰδιότητες τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

Ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ εἶναι μῖγμα ἀζώτου 78 %, ὀξυγόνου 21 % καὶ ἀργοῦ 1 % κατ' ὄγκον. Συνήθως περιέχει καὶ ὕδρατμους.

Ἀτμοσφαιρική πίεσις εἰς ἓνα τόπον λέγεται τὸ βάρος, ποὺ ἔχει εἰς τὸν τόπον αὐτόν, στήλη ἀέρος διατομῆς ἴσης πρὸς τὴν μονάδα ἐπιφανείας.

Ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις μετρεῖται συνήθως εἰς kp/cm^2 ἢ εἰς mm στήλης ὕδραργύρου.

Εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶναι ἴση πρὸς $1,033 \text{ kp/cm}^2$ ἢ 760 mm στήλης ὕδραργύρου. Ἡ πίεσις αὕτῃ λέγεται *φυσικὴ ἀτμόσφαιρα* καὶ συμβολίζεται διὰ τοῦ atm. Ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις μεταβάλλεται μὲ τὸ ὑψόμετρον τοῦ τόπου. Εἰς τὸν Πίνακα 11 · 2 · 1 δίδεται ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἰς διάφορα ὑψόμετρα.

Εἰς τὰς τεχνικὰς ἐφαρμογὰς γίνεται χρῆσις τῆς *τεχνικῆς ἀτμοσφαίρας*, ἡ ὁποία ὀρίζεται συμβατικῶς ἴση πρὸς 1 kp/cm^2 καὶ συμβολίζεται διὰ τοῦ at.

Περαιτέρω ἡ πίεσις διακρίνεται εἰς *ἀπόλυτον πίεσιν*, ἡ ὁποία μετρεῖται μὲ ἀφетηρίαν τὸ ἀπόλυτον κενὸν καὶ συμβολίζεται μὲ τὸ σύμβολον ata καὶ εἰς τὴν *μανομετρικὴν πίεσιν*, δηλαδὴ τὴν πίεσιν ποὺ

δεικνύουν τὰ μανόμετρα, ἡ ὁποία συμβολίζεται μὲ τὸ σύμβολον atü . Συμβατικῶς εἶναι: $1 \text{ ata} = 1 \text{ atü} + 1 \text{ at}$.

Π Ι Ν Α Κ 11.2.1

Ύψο- μετρον m	Ατμοσφ. πίεσις kp/cm ²	Ύψο- μετρον m	Ατμοσφ. πίεσις kp/cm ²	Ύψο- μετρον m	Ατμοσφ. πίεσις kp/cm ²	Ύψο- μετρον m	Ατμοσφ. πίεσις kp/cm ²
		0	1,033	700	0,948	5000	0,552
– 100	1,045	+ 100	1,021	800	0,936	6000	0,482
– 200	1,059	+ 200	1,008	900	0,925	7000	0,419
– 300	1,073	+ 300	0,996	1000	0,915	8000	0,363
– 400	1,086	+ 400	0,985	2000	0,810	9000	0,313
– 500	1,100	+ 500	0,973	3000	0,715	10000	0,270
– 1000	1,171	+ 600	0,960	4000	0,629		

Ἡ πυκνότης τοῦ αέρος ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας, δηλαδὴ θερμοκρασίαν 0°C καὶ πίεσιν 760 mm ὑδραργύρου, εἶναι:

$$\rho_0 = 1,293 \text{ kg/m}^3.$$

Τοῦτο μεταβάλλεται μὲ τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν πίεσιν. Εἰς τὸν Πίνακα 11.2.2 δίδεται τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ αέρος διὰ διαφόρους θερμοκρασίας καὶ πιέσεις.

Ὁ εἰδικὸς ὄγκος τοῦ ατμοσφαιρικοῦ αέρος v_0 , δηλαδὴ ὁ ὄγκος τῆς μονάδος μάζης αὐτοῦ ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας εἶναι:

$$v_0 = \frac{1}{\rho_0} = \frac{1}{1,293} = 0,773 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Ἀπὸ ἀπόψεως συμπεριφορᾶς ὁ ατμοσφαιρικός ἀήρ δύναται νὰ θεωρηθῇ, μὲ μεγάλην προσέγγισιν, ὡς τέλειον ἀέριον καὶ ἐπομένως ἰσχύει δι' αὐτὸν ἡ καταστατικὴ ἐξίσωσις:

$$p \cdot v = R \cdot T \quad (74)$$

ὅπου: p ἡ ἀπόλυτος πίεσις τοῦ αέρος εἰς kp/cm^2 , v ὁ εἰδικὸς ὄγκος αὐτοῦ εἰς m^3/kg , T ἡ ἀπόλυτος θερμοκρασία εἰς $^{\circ}\text{K}$ καὶ R ἡ σταθερὰ τῶν αέριων εἰς $\text{kp m/kg} \cdot \text{grad}$.

Διὰ τὸν ατμοσφαιρικὸν ἀέρα εἶναι:

$$R = \frac{p_0 \cdot v_0}{T_0} = \frac{10\,330 \times 0,773}{273} = 29,27 \text{ kp m/kg} \cdot \text{grad}.$$

Π Ι Ν Α Κ 11.2.2

Πιέσεις		Θερμοκρασία εις °C							
Πρα- γμα- τικά	Άπό- λυτοι	- 10	0	+ 10	+ 20	+ 50	+ 100	+ 150	+ 200
0	1,033	1,34	1,29	1,25	1,20	1,09	0,95	0,83	0,75
1	2,033	2,64	2,54	2,45	2,37	2,15	1,86	1,64	1,47
2	3,033	3,93	3,79	3,65	3,53	3,20	2,77	2,44	2,18
3	4,033	5,25	5,05	4,87	4,70	4,27	3,70	3,26	2,91
4	5,033	6,52	6,29	6,06	5,85	5,31	4,60	4,05	3,63
5	6,033	7,84	7,55	7,29	7,03	6,33	5,53	4,88	4,36
10	11,033	14,30	13,80	13,30	12,80	11,60	10,10	8,90	8,00
15	16,033	20,80	20,00	19,30	18,70	17,00	14,70	13,00	11,50
20	21,033	27,30	26,30	25,40	24,50	22,90	19,20	17,00	15,10
50	51,033	66,30	63,80	61,50	59,40	53,80	46,60	41,00	36,70
100	101,033	131,00	126,00	123,00	117,00	106,00	93,00	82,00	73,00
200	201,033	195,00	189,00	182,00	176,00	160,00	138,00	122,00	109,00

Ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον εἶναι:

$$c_v = 0,171 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}.$$

Ἡ εἰδικὴ θερμότης αὐτοῦ ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν εἶναι:

$$c_p = 0,240 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}.$$

Ὁ ἐκθέτης ἀδιαβατικῆς μεταβολῆς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἶναι:

$$K = \frac{c_p}{c_v} = \frac{0,240}{0,171} = 1,4.$$

ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΟΙ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΑΙ

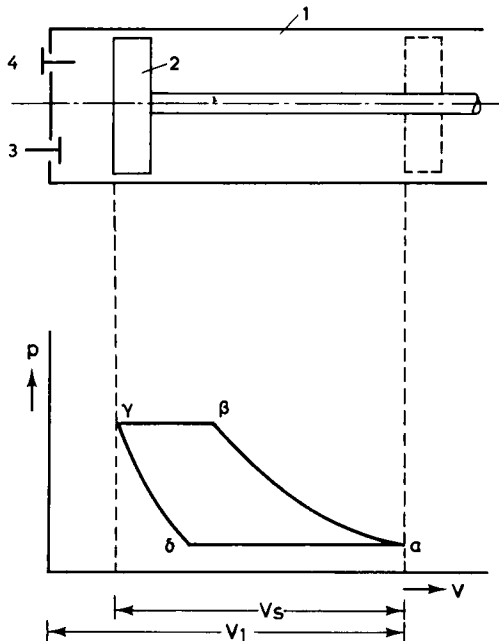
12 · 1 Ἀρχὴ λειτουργίας.

Ὁ ἐμβολοφόρος ἀεροσυμπιεστὴς ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ τὸν κύλινδρον, 1 (σχ. 12 · 1 α) τὸ ἐμβολον, 2, ποὺ παλινδρομεῖ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου καὶ ἀπὸ τὰς βαλβίδας ἀναρροφῆσεως, 3, καὶ καταθλίψεως 4.

Ἐξετάσωμεν, πῶς μεταβάλλεται ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ἐνὸς ἀεροσυμπιεστοῦ ἀπλῆς λειτουργίας, ὡς εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 12 · 1 α κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς στροφῆς τοῦ στροφάλου, κατὰ τὴν ὁποίαν πραγματοποιεῖται ὁ κύκλος λειτουργίας.

Τὰς μεταβολὰς τῆς πίεσεως παριστῶμεν εἰς διάγραμμα ὀρθογωνίων συντεταγμένων. Εἰς τὸν κατακόρυφον ἄξονα παριστῶμεν τὰς πιέσεις, ἐνῶ εἰς τὸν ὀριζόντιον τοὺς ὅγκους.

Ὡς σημεῖον ἐνάρξεως τοῦ κύκλου λειτουργίας θεωροῦμεν τὸ δεξιὸν νεκρὸν σημεῖον (σημεῖον 1 τοῦ διαγράμματος). Ὄταν ὁ συμπιεστὴς ἀναρροφῇ ἀέρα ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἀτμόσφαιραν, τὸ σημεῖον τοῦτο εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς ὀριζοντίας $p = 1 \text{ at}$.



Σχ. 12 · 1 α.

Τὸ ἔμβολον, καθὼς κινεῖται πρὸς τὸ ἀριστερὸν νεκρὸν σημεῖον, προκαλεῖ ἐλάττωσιν τοῦ πρὸ αὐτοῦ ὄγκου τοῦ κυλίνδρου, ὅπου εὐρίσκεται ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ αὐξάνῃ ἡ πίεσις αὐτοῦ, δηλαδὴ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου προκαλεῖται συμπίεσις τοῦ ἀέρος. Εἰς τὸ διάγραμμα ἡ συμπίεσις αὐτὴ παρίσταται ἀπὸ τὴν καμπύλην 1 - 2. Εἰς τὸ σημεῖον 2, ὅπου ἡ πίεσις εἶναι ἴση πρὸς τὴν πίεσιν τοῦ ἀεροφυλακίου, ἀνοίγει ἡ βαλβὶς καταθλίψεως καὶ ὁ συμπιεστής τροφοδοτεῖ μὲ πεπιεσμένον ἀέρα τὸ ἀεροφυλάκιον ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, μέχρις ὅτου τὸ ἔμβολον φθάσῃ εἰς τὸ ἀριστερὸν νεκρὸν σημεῖον (σημεῖον 3 τοῦ διαγράμματος). Τότε κλείει ἡ βαλβὶς καταθλίψεως. Μέσα εἰς τὸν κύλινδρον παραμένει μικρὰ ποσότης τοῦ συμπιεσθέντος ἀέρος εἰς τὸν χῶρον μεταξὺ τοῦ ἐμβόλου καὶ τοῦ καλύμματος τοῦ κυλίνδρου, ποὺ λέγεται *ἐπιζημίος χῶρος*.

Κατὰ τὴν κίνησιν τοῦ ἐμβόλου πρὸς τὰ δεξιὰ, ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος τοῦ ἐπιζημίου χώρου ἐλαττώνεται, μέχρις ὅτου φθάσῃ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν (σημεῖον 4 τοῦ διαγράμματος). Εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν τοῦ ἐμβόλου ἀνοίγει ἡ βαλβὶς ἀναρροφήσεως καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ὑπὸ πίεσιν ἴσην πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν. Ἡ ἀναρρόφησις ἐξακολουθεῖ, μέχρις ὅτου τὸ ἔμβολον φθάσῃ εἰς τὸ δεξιὸν νεκρὸν σημεῖον, ὅποτε κλείει ἡ βαλβὶς ἀναρροφήσεως καὶ συμπληρώνεται ὁ κύκλος λειτουργίας.

Εἰς τὸ σχῆμα 12 · 1 α τὸ V_1 παριστᾷ τὸν ὀλικὸν ὄγκον τοῦ κυλίνδρου, ἐνῶ τὸ V_s παριστᾷ τὸν ὄγκον τῆς διαδρομῆς τοῦ ἐμβόλου.

Ὁ λόγος τῆς πίεσεως καταθλίψεως p_2 πρὸς τὴν πίεσιν ἀναρροφήσεως p_1 λέγεται *βαθμὸς συμπίεσεως*.

Ὁ λόγος τοῦ ἐπιζημίου χώρου V_0 πρὸς τὸν ὄγκον διαδρομῆς V_s λέγεται λόγος *ἐπιζημίου χώρου* καὶ παρίσταται μὲ τὸ σύμβολον ϵ_0 , εἶναι δέ:

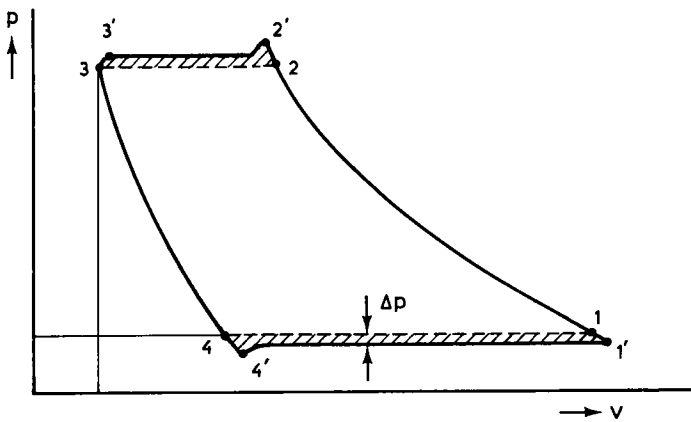
$$\epsilon_0 = \frac{V_0}{V_s} = \frac{s_0}{s}.$$

ὅπου: s_0 τὸ μῆκος τοῦ ἐπιζημίου χώρου καὶ s ἡ διαδρομὴ τοῦ ἐμβόλου.

Συνήθεις τιμαὶ τοῦ λόγου ϵ_0 εἶναι:

- $\epsilon_0 = 0,03$ ἕως $0,08$ διὰ συμπιεστὰς κανονικῆς κατασκευῆς
 $\epsilon_0 = 0,05$ ἕως $0,15$ διὰ συμπιεστὰς ὑψηλῆς πίεσεως μετὰ βαλβίδων ἐπὶ τῶν παρειῶν τῶν κυλίνδρων
 $\epsilon_0 = 0,15$ δι' ἀντλίας κενοῦ μὲ ρύθμισιν μέσω συρτῶν
 $\epsilon_0 = 0,01$ διὰ συμπιεστὰς ψυκτικῶν μηχανῶν μετὰ βαλβίδων ἐπὶ τοῦ καλύμματος τῶν κυλίνδρων καὶ εἰδικὴν διαμόρφωσιν τοῦ ἐμβόλου.

Τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 12·1 α εἶναι τὸ θεωρητικὸν διάγραμμα λειτουργίας τοῦ ἀεροσυμπιεστοῦ, διότι κατὰ τὴν χάραξίν του δὲν ἐλήφθησαν ὑπ' ὄψιν αἱ ἀντιστάσεις ἐκ τριβῶν τοῦ ἀέρος, τὰς ὁποίας πρέπει νὰ ὑπερνικήσῃ ὁ συμπιεστὴς εἰς τὰς σωληνώσεις ἀναρροφῆσεως καὶ καταθλίψεως.



Σχ. 12·1 β.

Τὸ πραγματικὸν διάγραμμα λειτουργίας τοῦ συμπιεστοῦ, δηλαδή ἐκεῖνο ποὺ καταγράφει ὁ δυναμοδείκτης, εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 12·1 β. Τοῦτο διαφέρει ἀπὸ τὸ θεωρητικὸν κατὰ τὰ ἑξῆς σημεία: Ἡ γραμμὴ ἀναρροφῆσεως εὐρίσκεται κάτω τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως κατὰ Δp λόγω ἀπωλειῶν ἐκ τριβῶν εἰς τὰς βαλβίδας καὶ τὰς σωληνώσεις ἀναρροφῆσεως. Ἀλλὰ καὶ ἡ τελικὴ πίεσις, εἶναι ὑψηλότερα τῆς πίεσεως τοῦ ἀεροφυλακίου διὰ νὰ κατανικηθοῦν αἱ ἀντιστάσεις ἐκ τριβῶν εἰς τὰς σωληνώσεις καταθλίψεως, ποὺ συνδέουν τὸν συμπιεστὴν μὲ τὸ ἀεροφυλάκιον.

Το έμβολο του σχήματος 1' 2' 3' 4' δεικνύει το έργο που απαιτεί ο συμπιεστής διὰ τὴν πραγματοποίησιν τοῦ κύκλου λειτουργίας, ἐνῶ τὸ έμβολο τῶν δύο διαγραμμισμένων τμημάτων παριστᾷ τὸ έργο τῶν ἀπωλειῶν κατὰ τὴν ἀναρρόφησιν καὶ κατὰθλίψιν.

12 · 2 Παροχή — Όγκομετρικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως.

Συμφώνως πρὸς τοὺς κανονισμοὺς DIN 1945 παροχή τοῦ αεροσυμπιεστοῦ εἶναι ὁ ὄγκος ἀέρος, ποὺ παρέχεται ὑπ' αὐτοῦ ἀνὰ μονάδα χρόνου ὀπισθεν τοῦ στομίου καταθλίψεως, ἀνηγμένος εἰς τὴν κατάστασιν ἀναρροφήσεως, δηλαδὴ εἰς πίεσιν 1 at καὶ θερμοκρασίαν τὴν τοῦ περιβάλλοντος (free air delivery, FAD).

Ἡ παροχή μετρεῖται εἰς m^3/s , m^3/min ἢ εἰς ft^3/min (cf/m).

Ἡ παροχή μετρεῖται μὲ τὴν βοήθειαν κυλινδρικοῦ δοχείου, ποὺ εἶναι ἐφωδισμένον μὲ ἀκροφύσιον καθωρισμένων διαστάσεων· τοῦτο φέρει ἐπίσης μανόμετρον τοποθετημένον πλησίον τοῦ ἀκροφυσίου, διὰ τοῦ ὁποίου μετρεῖται ἡ πτώσις πίεσεως, ποὺ ὀφείλεται εἰς τὴν κινητικὴν ἐνέργειαν τοῦ ἀέρος· εἰς τὴν ἰδίαν θέσιν μετρεῖται ἐπίσης καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος. Ἐκ τῶν δεδομένων αὐτῶν εὐρίσκεται ἡ παροχή εἴτε ἀπὸ διάγραμμα εἴτε καὶ ἀπὸ διαφοροὺς ἐμπειρικοὺς τύπους. Αἱ μετρήσεις ἐκτελοῦνται εἰς εἰδικὰ ἐργαστήρια δοκιμῶν, τὰ ὁποῖα χορηγοῦν δι' ἕκαστον τύπον αεροσυμπιεστοῦ φύλλον δοκιμῆς, ὅπου περιέχονται ὅλα τὰ στοιχεῖα δοκιμῆς καθὼς καὶ ἡ ὑπολογιζομένη ἐκ τῶν στοιχείων παροχή τοῦ αεροσυμπιεστοῦ. Ὁ λόγος τοῦ παρεχομένου ὄγκου ἀέρος V πρὸς τὸν ἀναρροφούμενον ὄγκον V_1 λέγεται *ὀγκομετρικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως* καὶ συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα λ · εἶναι δηλαδὴ:

$$\lambda = \frac{V}{V_1} \quad (75)$$

Αἱ ἀπώλειαι παροχῆς προέρχονται ἀπὸ τὴν ἔλλειψιν στεγανότητος εἰς:

- α) Τὰ ἐλατήρια ἐμβόλων καὶ τοὺς στυπιοθλίπτας.
- β) Τὰς βαλβίδας ἢ σύρτας.
- γ) Τὰ παρεμβάσματα τοῦ καλύμματος.

Αἱ ἀπώλειαι αὐταὶ ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὴν ποιότητα κατασκευῆς τοῦ συμπιεστοῦ. Διὰ καλὴν κατασκευὴν εἶναι $\lambda = 0,97$ ἕως 0,98.

Βαθμός χρησιμοποίησεως.

Βαθμός χρησιμοποίησεως του συμπιεστοῦ λ_H λέγεται ὁ λόγος τοῦ παρεχομένου ὄγκου ἀνὰ πρῶτον λεπτὸν πρὸς τὸν μέγιστον ὄγκον, πού εἶναι θεωρητικῶς δυνατόν νὰ ἀναρροφηθῇ. Ὁ μέγιστος ὄγκος προκύπτει ἀπὸ τὸν ὄγκον διαδρομῆς V_H καὶ τὸν ἀριθμὸν στροφῶν ἀνὰ πρῶτον λεπτὸν n · εἶναι δηλαδὴ:

$$\lambda_H = \frac{V}{V_H} \cdot \frac{60}{n} \quad (76)$$

Αἱ τιμαὶ τοῦ λ_H κυμαίνονται μεταξὺ τῶν ἀκολουθῶν ὁρίων:

$\lambda_H = 0,80$ ἕως $0,90$ διὰ συμπιεστὰς τελικῆς πίεσεως 7 at

$\lambda_H = 0,78$ ἕως $0,88$ διὰ φυσητήρας ὑψικαμίνων πίεσεως 3 at

$\lambda_H = 0,70$ διὰ μικροῦς συμπιεστὰς.

Ὁ λόγος λ_H χρησιμεύει διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῶν κυρίων διαστάσεων τοῦ συμπιεστοῦ, ὅταν εἶναι γνωστὴ ἡ παροχὴ V καὶ ὁ ἀριθμὸς στροφῶν n αὐτοῦ.

Πράγματι διὰ μονοβάθμιον συμπιεστὴν λειτουργίας εἶναι:

$$V_H = F_1 \cdot s \quad (77)$$

ὅπου: F_1 ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐμβόλου εἰς m^2 καὶ s ἡ διαδρομὴ αὐτοῦ εἰς m. Ἀλλὰ ἐκ τῆς σχέσεως (76) προκύπτει:

$$V_H = \frac{60 \cdot V}{n \cdot \lambda_H}$$

ἐπομένως:

$$F_1 \cdot s = \frac{60 \cdot V}{n \cdot \lambda_H} \quad (78)$$

καὶ ἂν D ἡ διάμετρος τοῦ ἐμβόλου, θὰ εἶναι:

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}.$$

Ἄν $x_H = \frac{s}{D}$ ὁ λόγος τῆς διαδρομῆς πρὸς τὴν διάμετρον, θὰ εἶναι:

$$s = x_H \cdot D$$

Δι' ἀντικατάστασεως τῶν F_1 καὶ s εἰς τὴν σχέσιν (78) προκύπτει:

$$\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot x_H \cdot D = \frac{60 \cdot V}{n \cdot \lambda_H}.$$

ἐκ τῆς ὁποίας τελικῶς εὐρίσκομεν:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 60 \cdot V}{x_H \cdot n \cdot \lambda_H}} \quad (79)$$

τὸ x_H ἐκλέγεται ἀναλόγως τοῦ εἴδους τοῦ συμπιεστοῦ.

$x_H \leq 1$ διὰ κατακυρτούς πολυκυλίνδρους συμπιεστές

$x_H \leq 1$ διὰ ταχυστρόφους συμπιεστές

$x_H = 0,6$ ἕως $1,0$ δι' ὀριζοντίους συμπιεστές.

Ἡ σχέση (79) ἰσχύει διὰ μονοκυλίνδρους συμπιεστές.

Διὰ πολυκυλίνδρους συμπιεστές μὲ ἀριθμὸν κυλίνδρων z ἡ σχέση γίνεται:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 60 \cdot V}{x_H \cdot n \cdot \lambda_H \cdot z}} \quad (80)$$

καὶ δίδει τὴν διάμετρον ἐμβόλου τῆς πρώτης βαθμίδος.

12.3 Ὑπολογισμὸς τῆς ἀπαιτουμένης ἰσχύος.

Τὸ ἐμβαδὸν τοῦ πραγματικοῦ διαγράμματος λειτουργίας τοῦ συμπιεστοῦ, τὸ λαμβανόμενον διὰ τοῦ δυναμοδείκτου, δίδει τὸ ἔσω-τερικὸν πραγματικὸν ἔργον τὸ ἀπαιτούμενον ἀνὰ στροφὴν.

Ἄν ὀνομάσωμεν p_m τὴν μέσην πίεσιν εἰς τὸν κύλινδρον, δηλαδὴ τὴν σταθερὰν πίεσιν ποὺ θὰ ἔδιδε τὸ αὐτὸ ἔργον, θὰ εἶναι:

$$p_m = \frac{F_\delta}{s} \quad (81)$$

ὅπου: F_δ τὸ ἐμβαδὸν τοῦ δυναμοδεικτικοῦ διαγράμματος τοῦ συμπιεστοῦ.

Ἡ ἰσχὺς τοῦ συμπιεστοῦ εἰς ἴππους θὰ εἶναι:

$$N_t = \frac{10\,000 \cdot F \cdot p_m \cdot s \cdot n}{60 \times 75} \quad \text{PS} \quad (82)$$

ἢ

$$N_t = 2,222 \cdot F \cdot p_m \cdot s \cdot n \quad (83)$$

ὅπου: F ἡ δρῶσα ἐπιφάνεια τοῦ ἐμβόλου εἰς m^2 , s ἡ διαδρομὴ τοῦ ἐμβόλου εἰς m , p_m ἡ μέση πίεσις εἰς τὸν κύλινδρον εἰς kp/m^2 .

Ὁ συντελεστὴς 10 000 τίθεται διὰ τὴν μετατροπὴν τῆς πίεσεως p_m ἀπὸ kp/cm^2 εἰς kp/m^2 .

Ἡ σχέση (83) ἰσχύει διὰ μονοκύλινδρον συμπιεστὴν ἀπλῆς λειτουργίας. Διὰ πολυκύλινδρους συμπιεστάς ὑπολογίζονται αἱ ἰσχύες δι' ἕκαστον κύλινδρον χωριστὰ καὶ ἀθροίζονται.

Ἡ ὑπολογιζομένη ἐκ τῆς σχέσεως (83) ἰσχύς N_i εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ ἰσχύς, μὴ περιλαμβάνουσα τὰς μηχανικὰς ἀπωλείας.

Ἡ ἀπαιτουμένη ἰσχύς εἰς τὸν σύνδεσμον N_k , ἡ ὁποία περιλαμβάνει καὶ τὰς μηχανικὰς ἀπωλείας, ὑπολογίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$N_k = \frac{N_i}{\eta_m} \quad (84)$$

ὅπου: η_m εἶναι ὁ μηχανικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ συμπιεστοῦ· οὗτος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν τύπον τοῦ συμπιεστοῦ καθὼς καὶ ἀπὸ τὴν ποιότητα τῆς κατασκευῆς καὶ εἶναι:

$\eta_m = 0,95$ ἕως $0,97$ διὰ κατ' εὐθείαν σύνδεσιν τοῦ συμπιεστοῦ μετὰ τοῦ κινητήρος μέσω συνδέσμου.

$\eta_m = 0,90$ ἕως $0,95$ διὰ κατακορύφους συμπιεστάς καλῆς κατασκευῆς

$\eta_m = 0,88$ ἕως $0,92$ δι' ὀριζοντίους συμπιεστάς

$\eta_m = 0,85$ ἕως $0,88$ διὰ μικροὺς ταχυστρόφους συμπιεστάς.

Παράδειγμα.

Νὰ εὐρεθῇ ἡ ἰσχύς εἰς τὸν σύνδεσμον μονοκύλινδρου ἀεροσυμπιεστοῦ ἀπλῆς λειτουργίας, τοῦ ὁποίου εἶναι:

Διάμετρος ἐμβόλου $D = 100 \text{ mm}$

Διαδρομὴ » $s = 80 \text{ mm}$

Ἀριθμὸς στροφῶν $n = 1500/\text{ἀνὰ min}$

Μέση πίεσις $p_m = 2,5 \text{ at.}$

Ἐκ τῆς σχέσεως (83) εὐρίσκεται ἡ ἐσωτερικὴ ἰσχύς N_i .

$$N_i = 2,222 \times \frac{\pi}{4} \times 0,1^2 \times 0,08 \times 2,5 \times 1500 = 5,25 \text{ PS.}$$

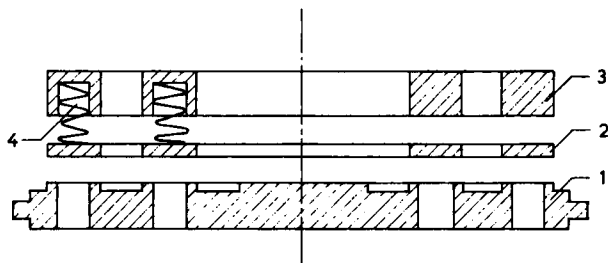
Ἐπειδὴ πρόκειται περὶ μικροῦ ταχυστρόφου συμπιεστοῦ, ἐκλέγεται $\eta_m = 0,88$, ὁπότε προκύπτει:

$$N_k = \frac{5,25}{0,88} \approx 6,00 \text{ PS.}$$

12 · 4 Διανομή του συμπιεστοῦ.

Τὰ ὄργανα διανομῆς τῶν αεροσυμπιεστῶν ἐπιτρέπουν τὴν εἴσοδον καὶ τὴν ἐξοδον τοῦ ἀέρος ἐκ τοῦ κυλίνδρου εἰς καθωρισμένες χρονικὰς στιγμὰς.

Εἰς τοὺς ἐμβολοφόρους αεροσυμπιεστὰς ὡς ὄργανα διανομῆς χρησιμοποιοῦνται σχεδὸν ἀποκλειστικῶς αὐτόματοι βαλβίδες. Αὐταὶ κατασκευάζονται κατὰ τὸ πλεῖστον δακτυλιοειδεῖς (σχ. 12 · 4 α) καὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ τὴν ἔδραν, 1, τὴν πλάκα, 2, τὸν περιοριστὴν τῆς διαδρομῆς, 3, καὶ τὰ ἐλατήρια, 4.



Σχ. 12·4 α.

Ἡ ἔδρα τῆς βαλβίδος κατασκευάζεται ἀπὸ χυτοσίδηρον ὑψηλῆς ἀντοχῆς, ὥστε νὰ μὴ φθειρεται ταχέως ἀπὸ τὰς κρούσεις τῆς πλακὸς καὶ ἀπὸ τὴν τριβὴν τοῦ διερχομένου ἀέρος. Ἡ ἄνω ἐπιφάνεια τῆς ἔδρας, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἐπικάθεται ἡ πλάξ ἀεροστεγῶς, λειαίνεται μὲ ἐπιμέλειαν. Εἰς συμπιεστὰς ὑψηλῆς πιέσεως ἡ ἔδρα κατασκευάζεται ἀπὸ σφυρήλατον χάλυβα, ἡ ἄνω ἐπιφάνεια αὐτῆς σκληρύνεται διὰ βαφῆς καὶ λειαίνεται.

Ἡ πλάξ ἔχει μορφήν δακτυλίου, κατασκευάζεται ἀπὸ νικελιοχρωμιοχάλυβα, σκληρύνεται διὰ βαφῆς καὶ λειαίνεται ἐπιμελῶς.

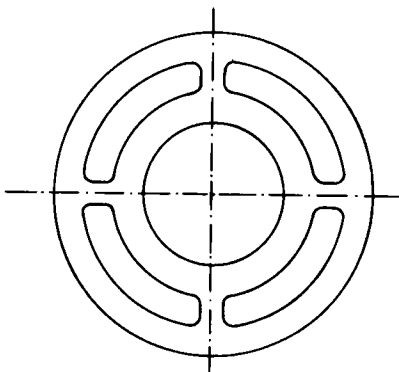
Ἡ μᾶζα τῆς πλακὸς πρέπει νὰ εἶναι ὅσον τὸ δυνατόν μικρά, ὥστε νὰ εἶναι μικραὶ καὶ αἱ δυνάμεις ἐξ ὑπερπίεσεως ἢ ὑποπίεσεως, ποὺ ἀπαιτοῦνται διὰ τὸ ἀνοιγμα ἢ τὸ κλείσιμον· ἐπομένως τὸ πάχος τῆς πλακὸς πρέπει νὰ εἶναι μικρόν. Διὰ συνήθεις συμπιεστὰς βιομηχανικοῦ τύπου τὸ πάχος τῆς πλακὸς εἶναι περίπου 1 mm, ἐνῶ διὰ μεγάλους συμπιεστὰς τοῦτο φθάνει τὰ 3 mm.

Ἡ πλάξ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα ἢ δύο δακτυλίους συγκεντρι-

κούς, που είτε είναι ανεξάρτητοι, είτε συνδέονται μεταξύ των με λεπτάς λωρίδας και αποτελούν ένα τεμάχιο (σχ. 12 · 4 β).

Ο περιοριστής της διαδρομής χρησιμεύει διά να περιορίζη την διαδρομήν της πλάκας και να στηρίξη τὰ ἐλατήρια, κατασκευάζεται δὲ ἀπὸ χυτοσίδηρον.

Τὰ ἐλατήρια χρησιμεύουν διά να ὠθοῦν τὴν πλάκα ἐπὶ τῆς ἔδρας καὶ να κλείουν οὕτω τὴν βαλβίδα ταχέως καὶ ἀσφαλῶς. Συνήθως τοποθετοῦνται περιφερειακῶς πολλὰ μικρὰ ἐλατήρια.



Σχ. 12·4 β.

12 · 5 Πολυβάθμιοι συμπίεσται.

Κατὰ τὴν συμπίεσιν τοῦ ἀέρος ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου παράγεται θερμότης, ἡ ὁποία πρέπει νὰ ἀπομακρυνθῇ διὰ ψύξεως. Ἡ ψῦξις ἐπιτυγχάνεται διὰ ρεύματος ἀέρος ἢ δι' ὕδατος. Δὲν εἶναι δυνατόν ὅμως νὰ ἀπομακρυνθῇ διὰ τῆς ψύξεως ὁλόκληρος ἡ παραγομένη θερμότης.

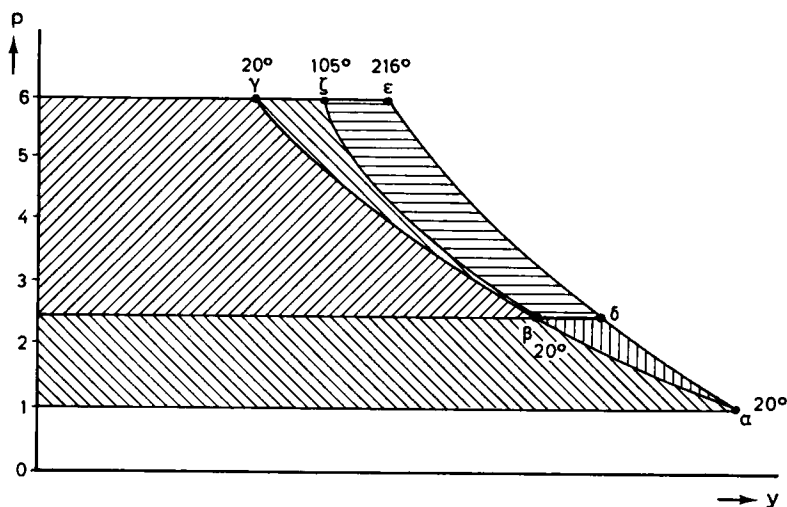
Ὅταν ὁ λόγος συμπίεσεως p_2/p_1 εἶναι ὑψηλός, ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος εἶναι πολὺ μεγάλη καὶ βλάπτει τὰ λιπαντικά καὶ τὰ μέταλλα τῶν βαλβίδων.

Διὰ τοῦτο χωρίζομεν τὴν συμπίεσιν εἰς δύο βαθμίδας. Ἡ πρώτη συμπίεσις πραγματοποιεῖται ἐντὸς ἑνὸς κυλίνδρου καὶ ἐν συνεχείᾳ ὁ ἀήρ διέρχεται δι' ἐνδιαμέσου ψυγείου, εἰς τὸ ὁποῖον ψύχεται μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ περιβάλλοντος. Κατόπιν ὁ συμπιεσθεὶς ἀήρ ὁδηγεῖται εἰς δεύτερον κύλινδρον, ὅπου συμπιέζεται μέχρι τῆς τελικῆς πίεσεως.

Ἡ διβάθμια αὕτῃ συμπίεσις εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 12 · 5 α ἀπὸ τὴν γραμμὴν αδβζ. Ἐὰν ἡ συμπίεσις ἐγένετο εἰς μίαν βαθμίδα ἀπὸ τῆς ἀρχικῆς πίεσεως μέχρι τῆς τελικῆς, π.χ. ἀπὸ 1 at εἰς 6 at πολυτροπικῶς, ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος θὰ ᾔτο 216°C . Κατὰ τὴν διβά-

θμιον λειτουργίαν ή πρώτη συμπίεσις σταματᾷ εἰς $p_2 = 2,45 \text{ at}$, ὁπότε ή θερμοκρασία τοῦ ἁέρος εἶναι 105°C (σημεῖον δ). ἐν συνεχείᾳ ὁ ἁήρ ψύχεται εἰς 20°C καί συνεχίζεται ή συμπίεσις μέχρι 6 at , ὁπότε ή τελική θερμοκρασία φθάνει τοὺς 105°C .

Ἡ διβάθμιος λειτουργία παρουσιάζει καί ἄλλο πλεονέκτημα ἔναντι τῆς μονοβαθμίου, καθ' ὅσον ἀπαιτεῖ ὀλιγώτερον ἔργον ὡς καί ἐκ τοῦ σχήματος 12·5 α φαίνεται (κατὰ τήν ἐπιφάνειαν βδεζ).



Σχ. 12·5 α.

Τὸ ὕψος τῶν βαθμίδων ἐκλέγεται, ὥστε ὁ λόγος συμπίεσεως εἰς τὰς βαθμίδας νὰ εἶναι ὁ αὐτός, δηλαδή:

$$\frac{p_1'}{p_1} = \frac{p_2}{p_1'} = x.$$

Ἐκ τῆς σχέσεως ταύτης προκύπτει:

$$p_2 = p_1' \cdot x = p_1 \cdot x^2$$

ἐκ τῆς ὁποίας ὑπολογίζεται ὁ λόγος x (ὕψος βαθμίδος):

$$x = \sqrt{\frac{p_2}{p_1}} \quad (85)$$

Διὰ μεγαλυτέρας σχέσεις συμπίεσεως κατασκευάζονται τριβά-

θμιοι συμπίεσται· ἂν p_t ἢ τελικὴ πίεσις καὶ p_1 ἢ πίεσις ἀναρροφήσεως εἰς τὴν πρώτην βαθμίδα, τὸ ὕψος βαθμίδος εὐρίσκεται ἐκ τῆς σχέσεως:

$$x = \sqrt[3]{\frac{p_t}{p_1}} \quad (86)$$

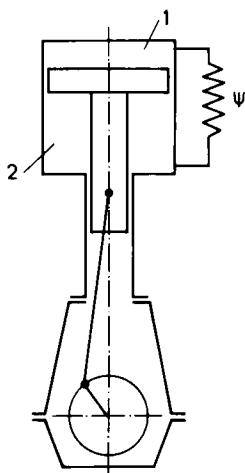
Ἐὰν ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν αἱ ἀπώλειαι πίεσεως αἱ προκαλούμεναι εἰς τὰς βαθμίδας καθὼς καὶ εἰς τὰ ἐνδιάμεσα καὶ τελικὰ ψυγεῖα, τὸ ὕψος τῶν βαθμίδων πρέπει νὰ εἶναι κατὰ τι μεγαλύτερον καὶ ὑπολογίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$x' = K \sqrt{\frac{p_2}{p_1}} \quad (87)$$

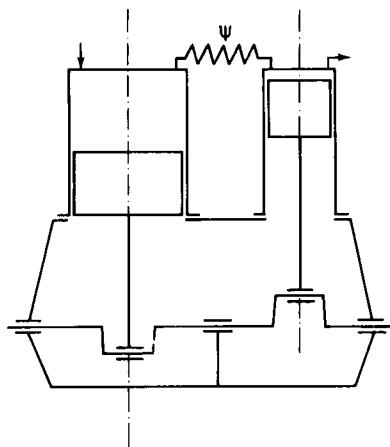
Αἱ τιμαὶ τοῦ συντελεστοῦ K κυμαίνονται μεταξὺ τῶν ἀκολουθῶν ὁρίων:

$K = 1,03$ ἕως $1,08$ δι' ὑψηλοὺς λόγους συμπίεσεως

$K = 1,15$ ἕως $1,20$ διὰ συνήθεις λόγους συμπίεσεως.



Σχ. 12·5 β.

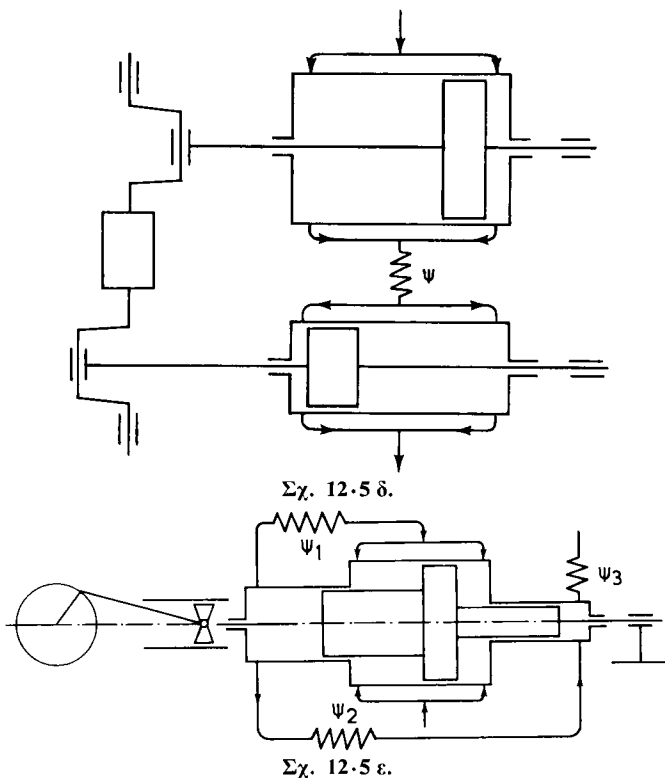


Σχ. 12·5 γ.

Ἡ διάταξις τῶν κυλίνδρων εἰς τοὺς πολυβαθμίους συμπίεστὰς εἰκονίζεται εἰς τὰ σχήματα 12 · 5 β, 12 · 5 γ, 12 · 5 δ καὶ 12 · 5 ε.

Τὸ σχῆμα 12 · 5 β δεικνύει διβάθμιον κατακόρυφον μονοκύλινδρον συμπίεστην μὲ βαθμωτὸν ἔμβολον. Ἡ πρώτη συμπίεσις γίνεται εἰς τὸν χῶρον 1, ἐνῶ ἡ δευτέρα εἰς τὸν χῶρον 2. Ἐνδιαμέσως εὐρίσκεται τὸ ψυγεῖον, ψ.

Το σχήμα 12·5 γ δεικνύει δικύλινδρον κατακόρυφον συμπιεστήν ἀπλῆς λειτουργίας με δύο στρόφαλα κατὰ 180° . Ἀνάλογοι διατάξεις χρησιμοποιοῦνται δι' ὀριζοντίους συμπιεστάς. Τὸ σχήμα 12·5 δ δεικνύει ὀριζόντιον δικύλινδρον συμπιεστήν διπλῆς λειτουργίας με διάταξιν στροφάλων κατὰ 180° , ὃ ὁποῖος χρησιμοποιεῖται εἰς περιπτώσεις μεγάλων παροχῶν.



Τὸ σχήμα 12·5 ε δεικνύει ὀριζόντιον τριβάθμιον συμπιεστήν με βαθμωτὸν ἔμβολον· ἡ πρώτη βαθμὶς εἶναι διπλῆς λειτουργίας ἐνῶ αἱ λοιπαὶ ἀπλῆς.

12·6 Ψῦξις τῶν ἐμβολοφόρων συμπιεστῶν.

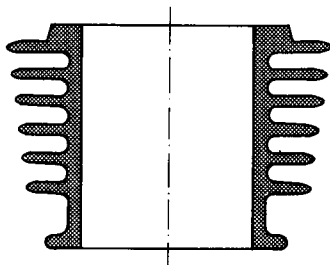
Εἰς τοὺς ἐμβολοφόρους συμπιεστάς ἡ παραγομένη κατὰ τὴν συμπίεσιν ποσότης θερμότητος ἐν μέρει μόνον ἀπομακρύνεται πρὸς τὸ

περιβάλλον ἀπὸ τὰ τοιχώματα τοῦ κυλίνδρου· ἡ ὑπόλοιπος ποσότης πρέπει νὰ ἀπομακρυνθῇ διὰ ψύξεως. Ἡ ψύξις ἐπιτυγχάνεται μὲ ὕδωρ ἢ μὲ ρεῦμα ἀέρος.

Ἡ ψύξις δι' ὕδατος εἶναι ἰσχυρά, ἔχει ὅμως τὸ μειονέκτημα ὅτι ἐξαρτώμεθα ἐκ τοῦ μέσου ψύξεως καὶ ὅταν τοῦτο ἐκλείψῃ, πρέπει νὰ διακοπῇ ἡ λειτουργία τοῦ συμπιεστοῦ. Ἄλλο μειονέκτημα τῆς ψύξεως δι' ὕδατος εἶναι ὅτι τὸν χειμῶνα ὑφίσταται κίνδυνος πήξεως τοῦ ὕδατος, ὁπότε οἱ κύλινδροι καταστρέφονται.

Κατὰ τὴν ψύξιν μὲ ἀέρα οἱ κύλινδροι καὶ τὰ καλύμματα αὐτῶν ἐφοδιάζονται μὲ πτερύγια πρὸς αὔξησιν τῆς ἐπιφανείας ψύξεως (σχ. 12 · 6 α). συγχρόνως διοχετεύεται μέσω ἀνεμιστήρος, ὁ ὁποῖος κινεῖται ἀπὸ τὸν στροφαλοφόρον ἄξονα, ρεῦμα ἀέρος πρὸς τοὺς κύλινδρους.

Ἡ ψύξις δι' ἀέρος εἶναι ὀλιγώτερον δραστική τῆς δι' ὕδατος ψύξεως, ἔχει ὅμως τὸ πλεονέκτημα ὅτι δὲν ἀπαιτεῖ συντήρησιν. Εἰς κινήτας ἐγκαταστάσεις πεπιεσμένου ἀέρος ἡ ψύξις διὰ ρεύματος ἀέρος χρησιμοποιεῖται σχεδὸν ἀποκλειστικῶς.



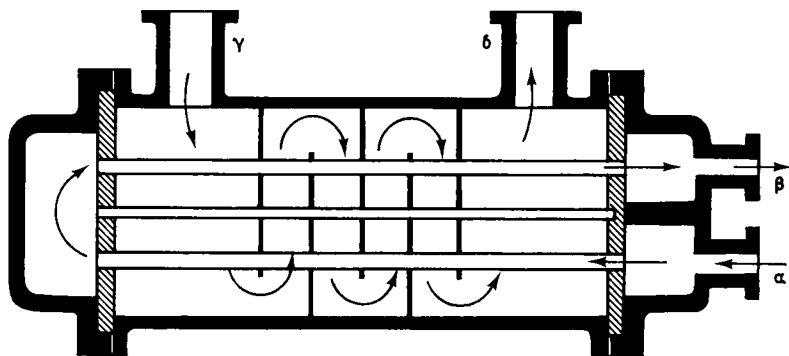
Σχ. 12·6 α.

Μὲ τὰ περιγραφέντα μέσα ψύξεως ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὸν συμπιεσθέντα ἀέρα μόνον τὸ 20 % τῆς παραγομένης θερμότητος· ἡ ὑπόλοιπος ποσότης πρέπει νὰ ἀπομακρυνθῇ διὰ χρησιμοποίησεως ἐνδιαμέσων καὶ τελικῶν ψυγείων. Τὰ ψυγεῖα αὐτὰ χρησιμοποιοῦν ὡς μέσον ψύξεως τὸ ὕδωρ καὶ διαμορφώνονται, ὥστε τὸ ὕδωρ ψύξεως καὶ ὁ πρὸς ψύξιν ἀήρ νὰ κινοῦνται κατὰ διεσταυρουμένας διευθύνσεις. Τὸ ὕδωρ ρεεῖ ἐντὸς σωλῆνων, ἐνῶ ὁ ἀήρ ἐντὸς περιβλήματος, τὸ ὁποῖον περιβάλλει τοὺς σωλῆνας.

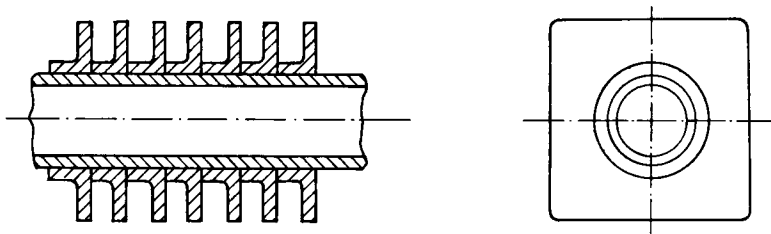
Τὸ σχῆμα 12 · 6 β εἰκονίζει ψυγεῖον μὲ λείους σωλῆνας. Τὸ ὕδωρ εἰσέρχεται ἀπὸ τὸ στόμιον α καὶ ἐξέρχεται ἀπὸ τὸ στόμιον β, ἐνῶ ὁ πρὸς ψύξιν ἀήρ εἰσέρχεται ἀπὸ τὸ στόμιον γ, κινεῖται περὶ τοὺς σωλῆνας ὀδηγούμενος ἀπὸ ἐγκάρσια διαφράγματα καὶ ἐξέρχεται ἀπὸ τὸ στόμιον δ.

Πολὺ ἐντονωτέραν ψύξιν ἐπιτυγχάνομεν διὰ χρησιμοποίησεως εἰς τὰ ψυγεῖα πτερυγιοφόρων σωλῆνων (σχ. 12 · 6 γ), οἱ ὁποῖοι

έχουν πολύ μεγαλύτεραν επιφάνειαν ψύξεως ἀπὸ τοὺς λείους (μέχρι τοῦ 9πλασίου). Τὰ πτερύγια συνήθως ἔχουν μορφήν τετραγώνου καὶ φέρουν ὀμφαλόν, διὰ τοῦ ὁποίου προσαρμύζονται εἰς τοὺς σωλήνας μὲ πίεσιν, ὥστε νὰ ἐξασφαλίζεται ἡ θερμικὴ ἐπαφὴ.



Σχ. 12·6 β.



Σχ. 12·6 γ.

12·7 Ρύθμισις τῶν ἐμβολοφόρων συμπιεστῶν.

Οἱ ἐμβολοφόροι συμπιεστές συνήθως καταθλίβουν ἀέρα εἰς ἀεροφυλάκιον σταθερᾶς πίεσεως, ἐπομένως ἡ παροχὴ των πρέπει νὰ προσαρμόζεται πρὸς τὴν ἀπαιτουμένην ἀπὸ τὸ δίκτυον παροχῆν. Ἄρα πρέπει νὰ ὑπάρχῃ δυνατότης ρυθμίσεως τῆς παροχῆς τοῦ συμπιεστοῦ.

Οἱ τρόποι, οἱ ὁποῖοι χρησιμοποιοῦνται συνήθως διὰ τὴν ρύθμισιν τῆς παροχῆς τῶν ἐμβολοφόρων συμπιεστῶν, εἶναι οἱ ἑξῆς:

α) Ρύθμισις τῆς παροχῆς διὰ μεταβολῆς τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν τῆς κινητηρίας μηχανῆς.

Ἡ μεταβολὴ τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν τῆς κινητηρίας μηχανῆς

συνεπάγεται μεταβολὴν τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν τοῦ συμπιεστοῦ καὶ ἔπομένως μεταβολὴν τῆς παροχῆς, ἡ ὁποία εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν. Ἡ μέθοδος αὕτῃ ἐφαρμόζεται, ὅταν ὡς κινητηρία μηχανὴ χρησιμοποιῇται ἡλεκτρικὸς κινητὴρ συνεχοῦς ρεύματος ἢ ἀτμομηχανὴ ἢ καί, σπανιώτερον, μηχανὴ ἐσωτερικῆς καύσεως.

β) *Ρύθμισις τῆς παροχῆς διὰ θέσεως τοῦ συμπιεστοῦ ἐκτὸς λειτουργίας.*

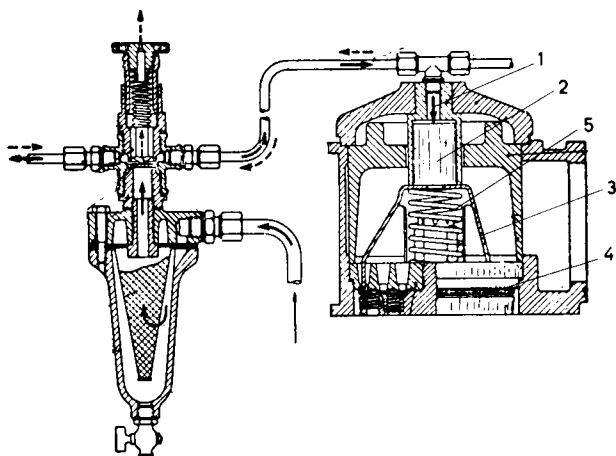
Ἡ μέθοδος αὕτῃ χρησιμοποιεῖται μόνον διὰ μικροὺς ἡλεκτροκινήτους συμπιεστάς. Κατ' αὐτήν, ὅταν ἡ πίεσις τοῦ ἀεροφυλακίου φθάσῃ εἰς τὸ ἀνώτερον ὄριον, ὃ ἡλεκτροκινήτῃρ τίθεται ἐκτὸς λειτουργίας μέσω διακόπτου λειτουργοῦντος διὰ πεπιεσμένου ἀέρος ἀπὸ τὸ ἀεροφυλάκιον. Ὅταν ἡ πίεσις ἐλαττωθῇ, ὃ διακόπτης ἀποκαθιστᾷ τὸ κύκλωμα καὶ θέτει πάλιν εἰς λειτουργίαν τὸν κινητῆρα. Εἰς περίπτωσιν ψύξεως τοῦ συμπιεστοῦ με ὕδωρ, κατὰ τὴν διακοπὴν ἢ ἀποκατάστασιν τῆς λειτουργίας τοῦ κινητῆρος, διακόπτεται ἢ ἀποκαθίσταται καὶ ἡ ροὴ τοῦ ὕδατος μέσω ἡλεκτροβαλβίδος. Ἡ μέθοδος αὕτῃ πλεονεκτεῖ εἰς περιπτώσεις διακοπῶν τῆς λειτουργίας ἐπὶ σχετικῶς μακρὸν χρόνον.

γ) *Ρύθμισις τῆς παροχῆς δι' ἀνοίγματος τῆς βαλβίδος ἀναρροήσεως.*

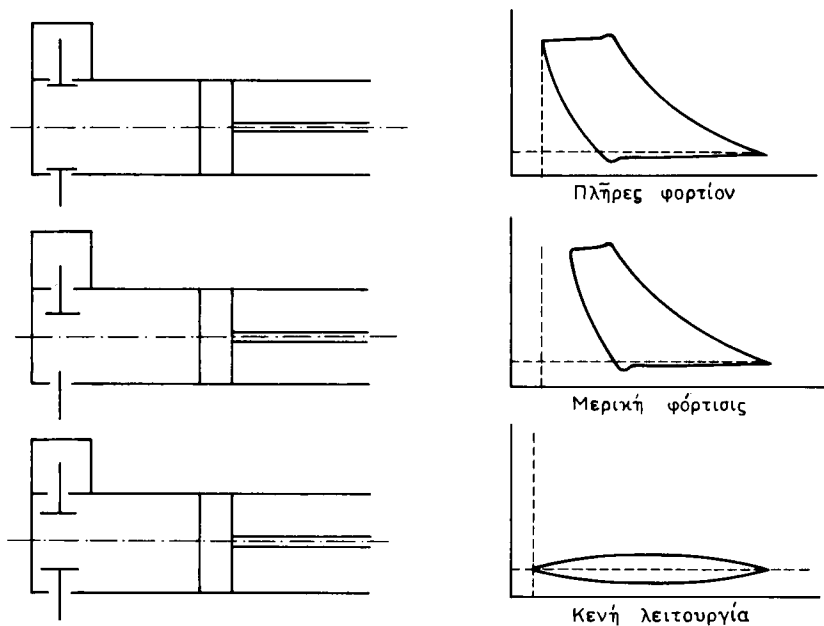
Κατὰ τὴν μέθοδον αὐτήν, ὅταν ἡ πίεσις εἰς τὸ ἀεροφυλάκιον φθάσῃ τὴν μεγίστην, ὃ πεπιεσμένος ἀήρ δρᾷ μέσω ὀργάνου ἐπὶ ἐμβόλου, τὸ ὁποῖον ἀνυψώνει τὴν πλάκα τῆς βαλβίδος εἰσαγωγῆς.

Ὅργανον αὐτοῦ τοῦ εἶδους δεικνύει τὸ σχῆμα 12 · 7 α.

Ὁ πεπιεσμένος ἀήρ ὀδηγεῖται διὰ τοῦ στομίου, 1, εἰς τὸ ἐμβολον, 2, μετὰ τοῦ ὁποίου συνδέεται τὸ δίχαλον, 3, τὸ ὁποῖον κατερχόμενον ὠθεῖ τὴν πλάκα, 4, τῆς βαλβίδος εἰσαγωγῆς, ἡ ὁποία ἔτσι παραμένει συνεχῶς ἀνοικτή. Ὅταν διακοπῇ ἡ ροὴ τοῦ πεπιεσμένου ἀέρος, τὸ ἐλατήριον, 5, ἀνυψώνει τὸ ἐμβολον καὶ τὸ ἐλευθερώνει, ὅποτε ἡ βαλβὶς λειτουργεῖ κανονικῶς. Κατὰ τὴν ρύθμισιν τῆς παροχῆς με αὐτὸν τὸν τρόπον ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ συμπιεστοῦ εἶναι χαμηλὸς καὶ μάλιστα τόσον χειρότερος, ὅσον μεγαλύτερος εἶναι ὁ χρόνος τῆς κενῆς λειτουργίας ἐν σχέσει πρὸς τὴν κανονικὴν. Ἐν τούτοις, ὁ τρόπος αὐτὸς χρησιμοποιεῖται πολὺ συχνὰ διὰ μικρὰς καὶ μέσας ἐγκαταστάσεις λόγῳ τῆς ἀπλότητός του.



Σχ. 12·7 α.



Σχ. 12·7 β.

δ) Ρύθμισις τής παροχής διὰ μεταβολής τοῦ ὄγκου τοῦ ἐπιζημίου χώρου.

Τὸ μέγεθος τοῦ ἐπιζημίου χώρου ἐπηρεάζει τὸν ὄγκον τοῦ ἀναρροφουμένου ἀέρος, ἐπομένως καὶ τὴν παροχὴν τοῦ συμπιεστοῦ. Εἶναι ἄρα δυνατὴ ἡ ρύθμισις τής παροχής διὰ μεταβολής τοῦ μεγέθους τοῦ ἐπιζημίου χώρου. Ἡ μεταβολὴ αὕτῃ ἐπιτυγχάνεται μὲ τὴν συγκοινωνίαν τοῦ κανονικοῦ ἐπιζημίου χώρου πρὸς πρόσθετον χῶρον μέσω βαλβίδος.

Εἰς τὸ σχῆμα 12 · 7 β εἰκονίζεται ὁ τρόπος συνδέσεως τοῦ κανονικοῦ ἐπιζημίου χώρου πρὸς τὸν πρόσθετον καθὼς καὶ ἡ ἐπιρροή τοῦ προσθέτου χώρου ἐπὶ τοῦ ἀναρροφουμένου ἀέρος διὰ συμπιεστὴν μονοβάθμιον ἀπλῆς λειτουργίας.

12 · 8 Κίνησης τών ἐμβολοφόρων συμπιεστών.

Ὡς κινητῆρες διὰ τὴν κίνησιν τών ἐμβολοφόρων ἀεροσυμπιεστῶν χρησιμοποιοῦνται:

α) Οἱ *ἠλεκτρικοὶ* κινητῆρες, οἱ ὅποιοι χρησιμοποιοῦνται σχεδὸν ἀποκλειστικῶς εἰς μονίμους ἐγκαταστάσεις. Οἱ κινητῆρες αὗτοί εἶναι συνήθως ἐναλλασσομένου ρεύματος τριφασικοί, ἀσύγχρονοι ἢ σύγχρονοι.

Οἱ ἀσύγχρονοι τριφασικοὶ κινητῆρες ἔχουν τὸ μειονέκτημα τοῦ σταθεροῦ ἀριθμοῦ στροφῶν καὶ ἐπομένως ἡ ρύθμισις τής παροχής πρέπει νὰ γίνεται ἀπὸ τὴν πλευρὰν τοῦ συμπιεστοῦ, εἶναι ὅμως ἀπλοῖ εἰς τὴν κατασκευὴν καὶ τὴν συντήρησιν καὶ ἐπὶ πλεόν εὐθηνοί.

Οἱ σύγχρονοι κινητῆρες ἐναλλασσομένου ρεύματος ἔχουν τὴν δυνατότητα μεταβολής τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν καὶ ἐπὶ πλεόν βελτιώνουν τὸν παράγοντα ἔργου (*συνφ*) τοῦ δικτύου, εἶναι ὅμως πολυπλοκώτεροι καὶ ἀκριβότεροι τῶν ἀσυγχρόνων.

β) Αἱ μηχαναὶ *ἐσωτερικῆς καύσεως*, κυρίως αἱ πετρελαιομηχαναί, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται συνήθως εἰς φορητὰς ἐγκαταστάσεις, εἰς τὰς ὁποίας τόσον ὁ κινητὴρ ὅσον καὶ ὁ ἀεροσυμπιεστὴς εἶναι ἀερόψυκτοι.

γ) Αἱ *ἀτμομηχαναί*, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται μόνον εἰς μεγάλας μονίμους ἐγκαταστάσεις καὶ ὅταν διατίθεται εὐθηνὸς ἀτμός.

Ἡ ὀνομαστικὴ ἰσχὺς τῆς κινητηρίας μηχανῆς πρέπει νὰ εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν ἀπαιτουμένην εἰς τὸν σύνδεσμον τοῦ συμπιεστοῦ,

διότι κατά την λειτουργίαν παρατηρούνται μεταβολαί τῆς πίεσεως καί τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως τοῦ συμπιεστοῦ. Συνήθως ὡς ἐπὶ πλέον ἰσχύς λαμβάνεται δι' ἡλεκτροκινητῆρας 10 % ἕως 15 %, ἐνῶ διὰ μηχανάς ἐσωτερικῆς καύσεως 20 %. Ὁ κινητήρ πρέπει νά ἐκκινή ἄνευ φορτίου, ὥστε ἡ ροπή ἐκκινήσεως νά μὴ εἶναι πολὺ μεγάλη. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται, ἂν κατὰ τὴν ἐκκίνησιν διατηρηθῇ ἀνοικτὴ ἡ βαλβὶς εἰσαγωγῆς.

Λόγω συνεχοῦς μεταβολῆς τῶν δυνάμεων ποὺ δροῦν ἐπὶ τῶν ἐμβόλων κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς περιστροφῆς, προκαλεῖται ἀνομοιόμορφος ροπή στρέψεως, τὴν ὁποίαν πρέπει νά ἐξομαλύνωμεν διὰ σφονδύλου, ὁ ὁποῖος σφηνώνεται ἐπὶ τοῦ ἄξονος. Τὸ μέγεθος τοῦ σφονδύλου ὑπολογίζεται, ὥστε ὁ βαθμὸς ἀνομοιομορφίας νά μὴ ὑπερβαίνει τὸ 1 : 30.

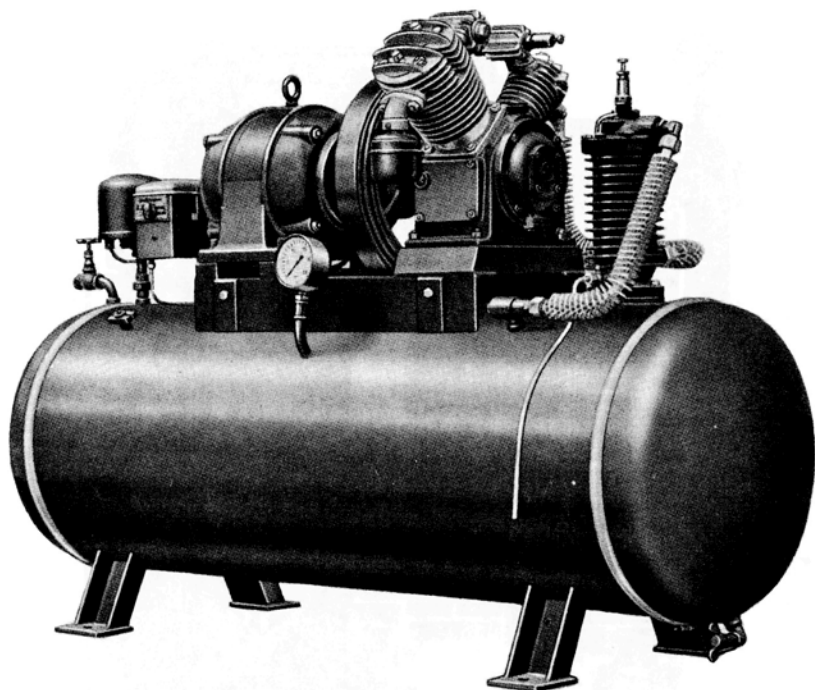
12 . 9 Ἐγκατάστασις ἀεροσυμπιεστῶν.

Τὸ ὅλον συγκρότημα τοῦ συμπιεστοῦ περιλαμβάνει τὸ φίλτρον ἀναρροφήσεως, τὸν κινητήρα μετὰ τοῦ συμπιεστοῦ, τὸ σύστημα ρυθμίσεως τῆς πίεσεως, τὸ ἐνδιάμεσον ψυγεῖον, ὅταν ὁ συμπιεστής εἶναι διβάθμιος, τὸ τελικὸν ψυγεῖον, τὰς σωληνώσεις καταθλίψεως καὶ τὸ ἀεροφυλάκιον.

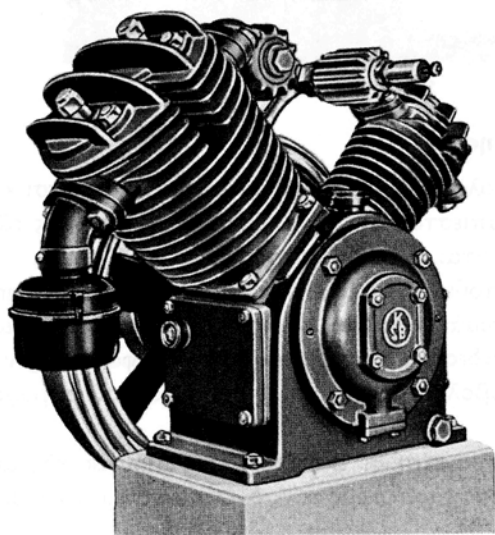
Εἰς περιπτώσεις συμπιεστοῦ μικρᾶς παροχῆς, ὡς οἱ ἐγκατεστημένοι εἰς συνεργεῖα αὐτοκινήτων, ὅλα τὰ ἐξαρτήματα ἀποτελοῦν ἐνιαῖον συγκρότημα τοποθετημένον ἐπὶ τοῦ ἀεροφυλακίου (σχ. 12 . 9 α), τὸ ὁποῖον φέρει πόδας στηρίξεως· ἡ στερέωσις γίνεται ἐπὶ τοῦ δαπέδου μὲ κοχλίας εἰς τοὺς πόδας στηρίξεως. Εἰς τὸ συγκρότημα περιλαμβάνονται καὶ τὰ ὄργανα αὐτοματισμοῦ, δηλαδὴ αὐτόματος ἐκκινήσεως καὶ σύστημα ρυθμίσεως τῆς πίεσεως.

Τὸ σχῆμα 12 . 9 β δεικνύει δίκυλινδρον, διβάθμιον ἀερόφυκτον συμπιεστήν βιομηχανικοῦ τύπου, εἰς τὸν ὁποῖον διακρίνονται τὸ φίλτρον ἀναρροφήσεως, οἱ κύλινδροι εἰς σχῆμα V, φέροντες τὰ πτερύγια ψύξεως, τὸ ἐνδιάμεσον ψυγεῖον καὶ ὁ σφόνδυλος, ὁ ὁποῖος ἐκτελεῖ καὶ χρέη ἀνεμιστήρος διὰ τὴν δημιουργίαν ρεύματος ἀέρος. Τὸ κιβώτιον τοῦ στροφαλοφόρου ἄξονος εἶναι διαμορφωμένον ὡς βᾶσις στηρίξεως καὶ φέρει ὅπας διὰ τὴν τοποθέτησιν κοχλιῶν θεμελιώσεως.

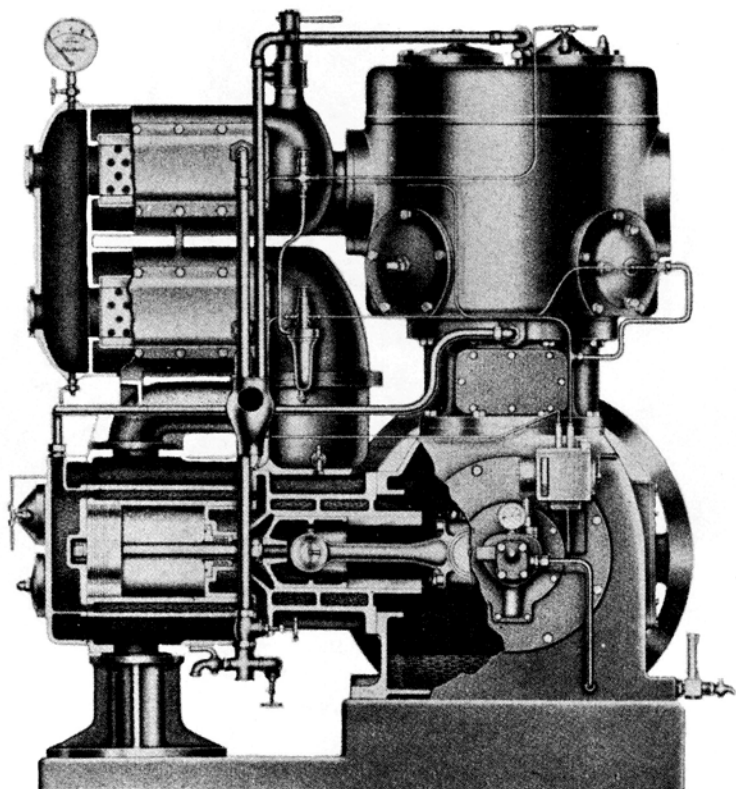
Τὸ σχῆμα 12 . 9 γ εἰκονίζει ἐγκατεστημένον συμπιεστήν δίκυλινδρον ὀριζόντιον μὲ ἐνδιάμεσον ψυγεῖον εἰς μερικὴν τομὴν.



Σχ. 12·9 α.



Σχ. 12·9 β.



Σχ. 12·9 γ.

12·10 Λίπανσις - Συντήρησις.

Ὡς εἰς ὅλας τὰς ἐμβολοφόρους παλινδρομικὰς μηχανάς, ἔτσι καὶ εἰς τοὺς ἐμβολοφόρους συμπιεστές, διὰ τὴν ἐλάττωσιν τῆς φθορᾶς τῶν τριβομένων μερῶν, ἀπαιτεῖται πλουσία λίπανσις.

Αἱ θέσεις, ποὺ ἀπαιτοῦν ἰσχυρὰν λίπανσιν, εἶναι κυρίως αἱ ἐπιφάνειαι μεταξὺ τῶν τοιχωμάτων τῶν κυλίνδρων καὶ τῶν ἐλατηρίων τῶν ἐμβόλων, αἱ θέσεις συνδέσεως διωστήρος - στροφαλοφόρου ἄξονος καὶ διωστήρος - πείρου ἐμβόλου, καθὼς καὶ τὰ ἔδρανα τοῦ στροφαλοφόρου ἄξονος.

Ἡ λίπανσις ἐπιτυγχάνεται δι' ἐκτοξεύσεως ἐλαίου ἐκ τῆς ἀντλίας λιπάνσεως, ἥ ὁποία παραλαμβάνει τὸ ἔλαιον ἀπὸ τὸ κιβώ-

τιον του στροφαλοφόρου άξονος (κάρτερ) και τὸ ὀδηγεῖ διὰ σωληνώσεων και ὀπῶν κατὰ μήκος τοῦ στροφαλοφόρου άξονος εἰς τὰς θέσεις λιπάνσεως.

Ἡ ποιότης τοῦ ἐλαίου καθορίζεται ἀπὸ τὸν κατασκευαστὴν τοῦ συμπιεστοῦ εἰς τὰς ὀδηγίας λειτουργίας.

Διὰ τὴν ἀπρόσκοπτον και κανονικὴν λειτουργίαν τῶν ἀεροσυμπιεστῶν ἀπαιτεῖται νὰ γίνεται τακτικὸς ἔλεγχος και προληπτικὴ συντήρησις αὐτῶν, δηλαδὴ ἔλεγχος τῆς στάθμης και τῆς πιέσεως τοῦ ἐλαίου λιπάνσεως, ἔλεγχος τῆς θερμοκρασίας και τῆς πιέσεως τοῦ πεπιεσμένου ἀέρος, καθὼς και τοῦ ὕδατος ψύξεως διὰ τοὺς ὑδροψύκτους συμπιεστάς.

Κατὰ τὴν ἀρχικὴν λειτουργίαν τοῦ συμπιεστοῦ πρέπει νὰ γίνη ἀλλαγὴ τοῦ ἐλαίου λιπάνσεως μετὰ ἀπὸ ὀλίγας ἡμέρας λειτουργίας. Ἐν συνεχείᾳ ἀρκεῖ νὰ γίνεται ἀλλαγὴ ἐλαίου ἀνὰ 1000 ὥρας λειτουργίας. Βεβαίως, ἂν κατὰ τὸν καθημερινὸν ἔλεγχον παρατηρηθῇ πτώσις τῆς στάθμης τοῦ ἐλαίου, πρέπει νὰ γίνεται συμπλήρωσις αὐτοῦ.

Μετὰ ἀπὸ ὀρισμένον ἀριθμὸν ὥρῶν λειτουργίας (συνήθως κάθε 5000 ὥρας λειτουργίας), πρέπει νὰ γίνεται γενικὴ ἀποσυναρμολόγησις και ἔλεγχος ὅλων τῶν εξαρτημάτων τοῦ ἀεροσυμπιεστοῦ.

Αἱ συνηθέστεραι βλάβαι τῶν ἐμβολοφόρων ἀεροσυμπιεστῶν περιλαμβάνονται εἰς τὸν Πίνακα 12·10·1, εἰς τὸν ὁποῖον ἀναφέρονται ἡ αἰτία καθὼς και ἡ θεραπεία αὐτῶν.

Π Ι Ν Α Κ 12·10·1

Ἀνωμαλία	Αἰτία	Θεραπεία
Ἐπερθερμάνσις τοῦ ἀεροσυμπιεστοῦ	Ἀνεπαρκὴς κυκλοφορία ὕδατος ψύξεως. Ἐπερβολικὴ πίεσις καταθλίψεως. Καταστροφὴ βαλβίδων.	Αὐξήσις τῆς ποσότητος τοῦ ὕδατος ψύξεως. Ρύθμισις τῆς μεγίστης πιέσεως. Ἀντικατάστασις βαλβίδων.
Ἀνεπαρκὴς παροχὴ	Διαφυγαὶ ἐκ τοῦ δικτύου. Φθορὰ ἐλατηρίων ἐμβόλων. Μερικὴ ἔμφραξις τοῦ φίλτρου ἀέρος.	Ἐπιθεώρησις τοῦ δικτύου. Ἀντικατάστασις τῶν ἐλατηρίων. Καθαρισμὸς τοῦ φίλτρου.

(συνεχίζεται)

(συνέχεια Πίνακος 12·10·1)

Άνωμαλία	Αιτία	Θεραπεία
Έλλειψις παροχής αέρος	Καταστροφή των βαλβίδων. Έμφραξις των φίλτρων.	Αντικατάσταση βαλβίδων. Καθαρισμός φίλτρων.
Πτώσις της πίεσεως του αέρος	Υπερβολική φθορά των ελατηρίων έμβόλων. Κακή λειτουργία των βαλβίδων. Πτώσις στροφών του κινητήρος. Μεγάλη κατανάλωσις πεπιεσμένου αέρος.	Αντικατάσταση ελατηρίων. Αντικατάσταση βαλβίδων. Έλεγχος αριθμού στροφών του κινητήρος. Έλεγχος της καταναλώσεως αέρος των εργαλείων.
Κτύποι εις τὸ έσωτερικόν του συμπιεστοῦ	Χαλάρωσις του διωστήρος. Χαλάρωσις του σφονδύλου. Χαλάρωσις των κοχλιών.	Γενική επιθεώρησις του αεροσυμπιεστοῦ.
Υπερφόρτωσις του κινητήρος	Έμφραξις των σωληνώσεων. Πίεσις άνωτέρα της επιτρεπομένης. Κακή εύθυγράμμισις. Υπερβολική έντασις των ιμάντων.	Καθαρισμός των σωληνώσεων. Όρθή ρύθμισις της μεγίστης πίεσεως. Βελτίωσις εύθυγραμμίσεως. Έλαφρά χαλάρωσις των ιμάντων.
Μεγάλη κατανάλωσις ελαίου	Έλατήρια ελαίου των έμβόλων έφθαρμένα. Υπερβολική ποσότης ελαίου εις τὸ κάρτερ. Κακή τοποθέτησις των ελατηρίων ελαίου.	Αντικατάσταση των ελατηρίων ελαίου. Αφαίρεσις πλεονάζοντος ελαίου. Όρθή τοποθέτησις των ελατηρίων.
Υπέρβασις της μεγίστης πίεσεως και συνέχισις της λειτουργίας του συμπιεστοῦ	Αντικανονική λειτουργία του συστήματος έκφορτώσεως.	Όρθή ρύθμισις του συστήματος έκφορτώσεως.
Πτώσις της πίεσεως του ελαίου	Έμφραξις του φίλτρου ελαίου. Φθορά της άντλίας ελαίου. Πολύ παλαιόν έλαιον.	Καθαρισμός του φίλτρου ελαίου. Αντικατάσταση της άντλίας ελαίου. Αντικατάσταση ελαίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 13

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΙ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΑΙ

13 · 1 Πλεονεκτήματα τῶν περιστροφικῶν συμπίεστῶν.

Οἱ περιστροφικοὶ συμπίεσταί ἔχουν ἔναντι τῶν παλινδρομικῶν πολλὰ πλεονεκτήματα. Τὰ κυριώτερα ἐξ αὐτῶν εἶναι:

α) Διὰ τὴν πραγματοποίησιν τῆς συμπίεσεως δὲν ἀπαιτοῦνται βαλβίδες καὶ ἔτσι ἀποφεύγονται αἱ ἐκ τούτων ἀνωμαλίαι.

β) Ἐξασφαλίζουν συνεχῇ καὶ ὁμοιόμορφον παροχὴν.

γ) Λόγω τῆς δυνατότητος μεγάλου ἀριθμοῦ στροφῶν εἶναι δυνατὴ ἡ ἀπ' εὐθείας σύνδεσις μὲ ταχυστρόφους ἠλεκτροκινητῆρας μέσω συνδέσμου· ἔτσι ἡ σύνδεσις εἶναι ἀπλῇ, οἰκονομικὴ καὶ ὁ καταλαμβανόμενος χῶρος σχετικῶς μικρός.

δ) Λόγω ἐλλείψεως παλινδρομοῦντων στοιχείων καὶ βαλβίδων ἀποφεύγονται οἱ ἰσχυροὶ κρότοι κατὰ τὴν λειτουργίαν, ὁ δὲ προκαλούμενος θόρυβος εἶναι ὁμοιόμορφος καὶ μαλακός.

ε) Λόγω τῆς ὁμοιομόρφου κινήσεως τῶν περιστρεφομένων τεμαχίων, δὲν ἀπαιτεῖται ἰσχυρὸν θεμέλιον.

στ) Ἡ συντήρησις εἶναι πολὺ ἀπλῇ, οἱ περιστροφικοὶ συμπίεσταί ἔχουν ὀλιγώτερα ἐξαρτήματα ἀπὸ τοὺς ἐμβολοφόρους καὶ ἀπαιτοῦν ὀλιγώτερα ἀνταλλακτικά. Ἡ καθημερινὴ συντήρησις περιορίζεται εἰς τὸν ἔλεγχον τῆς στάθμης τοῦ ἐλαίου καὶ τοῦ ὕδατος ψύξεως.

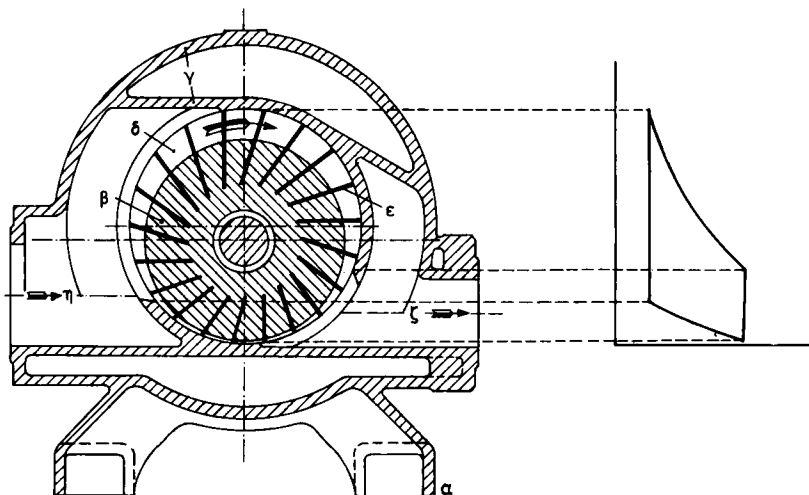
Οἱ χρησιμοποιούμενοι εἰς τὴν πρᾶξιν περιστροφικοὶ ἀεροσυμπιεσταὶ εἶναι κυρίως τριῶν τύπων, ἥτοι:

- Οἱ πτερυγιοφόροι συμπίεσταί.
- Οἱ συμπίεσταί μετὰ λοβῶν.
- Οἱ κοχλιοφόροι συμπίεσταί.

13 · 2 Περιστροφικοὶ πτερυγιοφόροι συμπίεσταί.

Οἱ περιστροφικοὶ πτερυγιοφόροι συμπίεσταί ἀποτελοῦνται ἀπὸ κυλινδρικὸν τύμπανον, β (σχ. 13 · 2 α), τοῦ ὁποίου ὁ ἄξων ἐδράζεται ἐκατέρωθεν μέσω κυλινδροτριβέων· τοῦτο στρέφεται ἐκκεντρικῶς ἐντὸς κυλινδρικοῦ περιβλήματος, γ, φέρει δὲ κατὰ μῆκος αὐλακας

μικροῦ πλάτους καὶ μεγάλου βάθους, ἐντὸς τῶν ὁποίων ὀλισθαίνουν ἐλευθέρως λεπτὰ πτερύγια, ε. Αὐτὰ χωρίζουν τὸν χώρον μεταξὺ τυμπάνου καὶ περιβλήματος εἰς μικροτέρους χώρους, τῶν ὁποίων ὁ ὅγκος ἐλαττώνεται συνεχῶς ἀπὸ τοῦ στομίου ἀναρρόφησης πρὸς τὸ στόμιον καταθλίψεως.



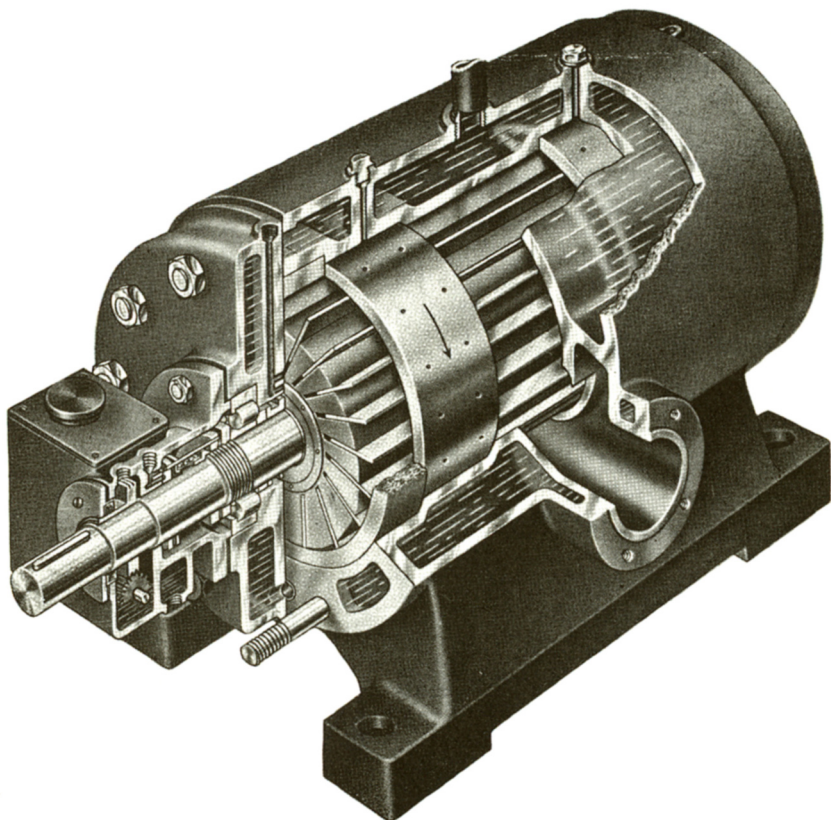
Σχ. 13·2 α.

Ὅταν περιστραφῇ τὸ τύμπανον κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βέλους, ἀναρροφεῖται ἀήρ ἀπὸ τὸ στόμιον, η, καὶ συμπιέζεται προοδευτικῶς μέχρι τοῦ στομίου, ζ, λόγω τῆς προοδευτικῆς ἐλαττώσεως τοῦ χώρου, εἰς τὸν ὁποῖον ἐγκλείεται ὁ ἀήρ. Ἡ ἀναρρόφησης ἐξακολουθεῖ μέχρι τοῦ ἄνω νεκροῦ σημείου, ὅποτε διακόπτεται ἀπὸ τὸ τοίχωμα τοῦ περιβλήματος. Εἰς τὸ κάτω νεκρὸν σημεῖον τὰ πτερύγια καὶ τὸ περίβλημα διαχωρίζουν στεγανῶς τὴν πλευρὰν ἀναρρόφησης ἀπὸ τὴν πλευρὰν καταθλίψεως.

Εἰς τὸ σχῆμα 13·2 α ἔχει σχεδιασθῇ καὶ τὸ διάγραμμα λειτουργίας τοῦ συμπιεστοῦ, εἰς ἄξονας p - v , τὸ ὁποῖον ὁμοιάζει πρὸς τὸ διάγραμμα λειτουργίας τῶν ἐμβολοφόρων συμπιεστῶν.

Κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ τυμπάνου τὰ πτερύγια, τὰ ὁποῖα ὀλισθαίνουν ἐλευθέρως ἐντὸς τῶν αὐλάκων τοῦ τυμπάνου, λόγω τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, πιέζονται ἐπὶ δύο χαλυβδίνων δακτυλίων,

που εύρισκονται εις τὰ δύο ἄκρα τοῦ περιβλήματος (σχ. 13 · 2 β). Ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος τῶν δακτυλίων αὐτῶν εἶναι ἐλάχιστα μικρότερα τῆς διαμέτρου τοῦ περιβλήματος καὶ ἔτσι ἐμποδίζεται ἡ τριβὴ τῶν πτερυγίων εἰς τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ περιβλήματος, ἡ ὁποία θὰ προεκάλει μεγάλην φθορὰν αὐτῶν.



Σχ. 13·2 β.

Οἱ δακτύλιοι ἐδράζονται ἐλευθέρως εἰς τὸ περίβλημα καὶ παρὰσύρονται εἰς περιστροφὴν ἀπὸ τὰ πτερύγια· ἔτσι ἡ σχετικὴ ταχύτης τῶν πτερυγίων ὡς πρὸς τοὺς δακτυλίους εἶναι μικρὰ καὶ ἐπομένως ἡ τριβὴ καὶ ἡ φθορὰ εἶναι ἐπίσης μικρά.

Ἡ ψῦξις τῶν πτερυγοφόρων συμπιεστῶν ἐπιτυγχάνεται δι'

ύδατος· πρὸς τοῦτο τὸ περίβλημα ἔχει διπλὰ τοιχώματα, μεταξὺ τῶν ὁποίων κυκλοφορεῖ τὸ ὕδωρ, ὡς εἰς τὸ σχῆμα 13 · 2 β εἰκονίζεται.

Διὰ τὴν ρύθμισιν τῆς παροχῆς εἰς τοὺς πτερυγιοφόρους συμπίεστὰς χρησιμοποιοῦνται τρόποι ἀντίστοιχοι πρὸς τοὺς χρησιμοποιουμένους εἰς τοὺς ἐμβολοφόρους συμπίεστὰς, δηλαδή:

α) *Ρύθμισις διὰ κενῆς λειτουργίας.*

Κατ' αὐτὴν εἰς τὸ στόμιον ἀναρροφήσεως ἐνσωματώνεται βαλβίς, ἡ ὁποία λειτουργεῖ μὲ πεπιεσμένον ἀέρα τοῦ αεροφυλακίου. Ἡ βαλβὶς αὕτῃ κλείει, ὅταν ἡ πίεσις εἰς τὸ αεροφυλάκιον φθάσῃ τὴν μεγίστην ἐπιτρεπομένην καὶ ἔτσι σταματᾷ ἡ παροχὴ πεπιεσμένου ἀέρος, ἐνῶ συγχρόνως κλείεται καὶ ἡ βαλβὶς ἀντεπιστροφῆς, ποὺ εὑρίσκεται εἰς τὸ στόμιον καταθλίψεως.

β) *Ρύθμισις μὲ διάταξιν ἀποφορτίσεως.*

Κατ' αὐτὴν ἐνσωματώνεται εἰς τὸ στόμιον καταθλίψεως διάταξις ἀπορροφήσεως, ποὺ περιλαμβάνει βαλβίδα ὁμοίαν πρὸς τὴν χρησιμοποιουμένην εἰς τὸν προηγούμενον τρόπον ρυθμίσεως· ἡ βαλβὶς αὕτῃ λειτουργεῖ μὲ πεπιεσμένον ἀέρα τοῦ αεροφυλακίου. Τὸ κλείσιμον τῆς βαλβίδος διακόπτει τὴν παροχὴν πρὸς τὸ αεροφυλάκιον καὶ ὁ παραγόμενος πεπιεσμένος ἀήρ ἐπιστρέφει δι' εἰδικῆς σωληνώσεως πρὸς τὴν ἀναρρόφην.

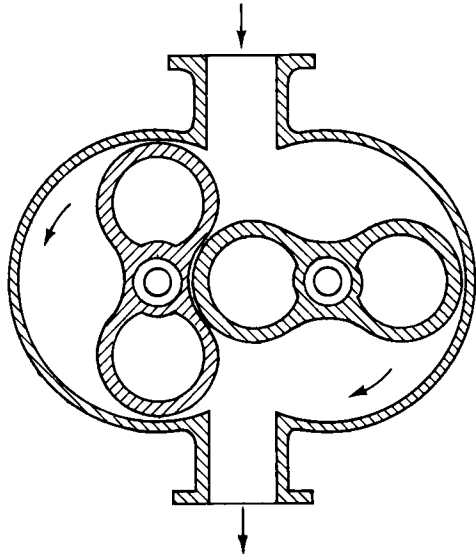
γ) *Ρύθμισις διὰ θέσεως τοῦ συμπίεστοῦ προσωρινῶς ἐκτὸς λειτουργίας.*

Ὁ τρόπος αὗτος χρησιμοποιεῖται εἰς περιπτώσεις ποὺ ἀπαιτεῖται πεπιεσμένος ἀήρ κατὰ μακρὰ διαλείμματα καὶ περιεγρᾶφη ἤδη εἰς τὰ περὶ ἐμβολοφόρων συμπίεστων.

13 · 3 Συμπιεστές μὲ λοβούς.

Ὁ ἀπλούστερος τῶν συμπίεστων μὲ λοβούς εἶναι ὁ συμπίεστής Roots, ὁ ὁποῖος προέρχεται ἐκ τῆς ἀντλίας ὀδοντωτῶν τροχῶν, ποὺ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μεταφορὰν πετρελαίων. Διὰ τὰ ἀέρια ὅμως πρέπει νὰ ὑπάρχουν μεγάλαι διατομαὶ ροῆς· ἐπομένως πρέπει ὁ ἀριθμὸς τῶν ὀδόντων νὰ ἐλαττωθῇ εἰς τὸ ἐλάχιστον. Οὕτω προέκυψεν ὁ συμπίεστής Roots (σχ. 13 · 3 α), εἰς τὸν ὁποῖον ὁ ἀριθμὸς ὀδόντων εἶναι δύο καὶ οἱ ὀδόντες ἐκφυλίζονται εἰς λοβούς.

Ἡ μετάδοσις κινήσεως ἐκ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸν ἄλλον λοβὸν δὲν εἶναι δυνατόν νὰ γίνη μέσῳ τῶν λοβῶν (ὅπως εἰς τὰς ἀντλίας ὀδοντωτῶν τροχῶν)· ἐδῶ ἡ μετάδοσις ἐπιτυγχάνεται μέσῳ ζεύγους ὀδοντωτῶν τροχῶν, οἱ ὁποῖοι εὐρίσκονται ἔξω τοῦ περιβλήματος. Συνήθως μεταξύ τῶν δύο στρεφόμενων τεμαχίων ὑπάρχει μικρὸν διάκενον καὶ ἔτσι δὲν ὑφίσταται τριβὴ μεταξύ τῶν λοβῶν, ἄρα δὲν ὑπάρχει καὶ φθορά, ἐπὶ πλέον δὲ δὲν ὑπάρχει ἀνάγκη χρησιμοποίησεως λιπαντικοῦ· κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ὁ μεταφερόμενος πεπιεσμένος ἀήρ εἶναι

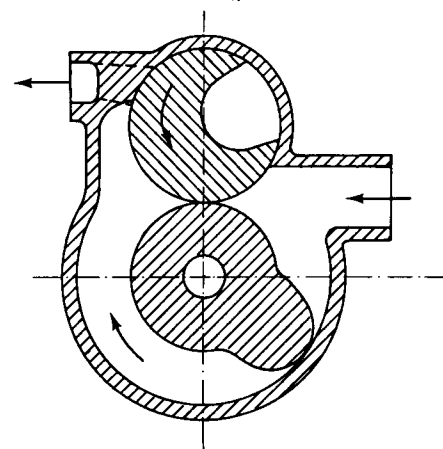


Σχ. 13.3 α.

καθαρός, ἀπηλλαγμένος σταγονιδίων ἐλαίου.

Συνήθως ἡ ἀναρρόφηση εἰς τοὺς συμπίεστὰς μελωβούς γίνεται ἐκ τῶν ἄνω· ἔτσι ὁ πεπιεσμένος ἀήρ εὐρίσκεται κάτω ἀπὸ τοὺς λοβούς καὶ τοὺς συγκρατεῖ ἀποφορτίζων τὰ ἔδρανα.

Ὁ ἀεροσυμπιεστὴς Roots χρησιμοποιεῖται διὰ μικρὰς πιέσεις, συνήθως μεταξύ 1000 καὶ 6000 mm στήλης ὕδατος. Ὁ ἀριθμὸς στροφῶν αὐτοῦ κυμαίνεται μεταξύ 1000



Σχ. 13.3 β.

ἀνὰ λεπτόν, διὰ μικρὰς παροχὰς καὶ 150 ἀνὰ λεπτόν διὰ μεγάλης.

Ἐπειδὴ ὁ μεταξὺ τῶν δύο λοβῶν χῶρος κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς περιστροφῆς εἶναι σταθερός, ἡ συμπίεσις τοῦ ἀέρος δὲν εἶναι βαθμιαία καὶ ἔτσι τὸ διάγραμμα λειτουργίας τοῦ συμπιεστοῦ Roots εἶναι ὀρθογώνιον. Ἐπειδὴ δὲ καὶ ὁ λόγος συμπίεσεως εἶναι χαμηλός, ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ συμπιεστοῦ τούτου εἶναι σχετικῶς μικρός.

Προοδευτικὴν συμπίεσιν εἰς τοὺς συμπιεστάς με δύο λοβοὺς δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν, ἂν μεταβάλωμεν τὴν μορφήν τῶν λοβῶν. Τὸ σχῆμα 13 · 3 β δεικνύει συμπιεστὴν Planche, εἰς τὸν ὁποῖον ὁ ἄνω λοβὸς χρησιμοποιεῖται διὰ νὰ ἀνοίγῃ καὶ νὰ κλείῃ τὸ στόμιον καταθλίψεως, ἐνῶ ὁ κάτω ἐκτελεῖ ὁλόκληρον τὸ ἔργον συμπίεσεως. Εἰς τὸν ἄνω λοβὸν ὑπάρχει κοίλωμα, πρὸς ὑποδοχὴν ἀντιστοίχου ἐξογκώματος τοῦ κάτω τυμπάνου. Ἡ κυρία κίνησις μεταδίδεται ἐκ τοῦ κινητήρος πρὸς τὸ κάτω τύμπανον, ἐξ αὐτοῦ δὲ μέσω ζεύγους ὀδοντωτῶν τροχῶν, κειμένων ἐκτὸς τοῦ περιβλήματος, μικρὰ ἰσχύς μεταβιβάζεται εἰς τὸ ἄνω τύμπανον.

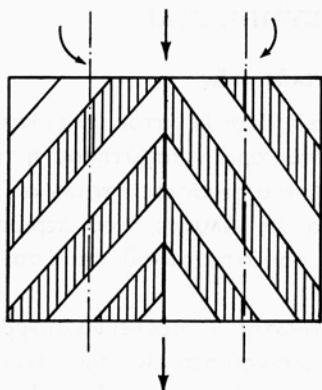
13 · 4 Κοχλιοφόροι συμπιεσταί.

Εἰς τοὺς συμπιεστάς με δύο εὐθύγραμμα τύμπανα (Roots) ἡ συμπίεσις δὲν εἶναι προοδευτική. Ἄν ὅμως τὰ εὐθύγραμμα τύμπανα ἀντικατασταθοῦν με ἑλικοειδῇ, τότε ἐπιτυγχάνεται προοδευτικὴ συμπίεσις. Τὸ σχῆμα 13 · 4 α δεικνύει γραμμικῶς δύο ἑλικοειδῇ τύμπανα. Τὸ διαγραμμισμένον τμήμα δεικνύει τὸν χῶρον ποὺ καταλαμβάνει τὸ ἀέριον, ὁ ὁποῖος ἐλαττώνεται συνεχῶς ἐκ τῆς ἀναρροφήσεως πρὸς τὴν κατάθλιψιν. Ἐκ τῶν δύο τυμπάνων τὸ ἓνα φέρει ἑλικοειδῇ κυκλικὴν ἐξόγκωσιν, ἐνῶ τὸ ἄλλο ἑλικοειδῇ κοιλότητα, εἰς τὴν ὁποίαν ἐφαρμόζει ἡ ἐξόγκωσις τοῦ πρώτου.

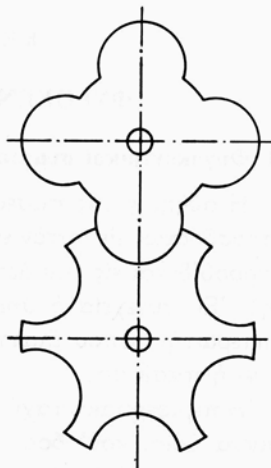
Τὰ δύο τύμπανα περιστρέφονται ἐντὸς περιβλήματος καὶ ἡ κίνησις τοῦ ἑνὸς μεταδίδεται εἰς τὸ ἄλλο διὰ ζεύγους ὀδοντωτῶν τροχῶν, οἱ ὁποῖοι εὐρίσκονται ἔξω ἀπὸ τὸ περίβλημα. Ἡ σχέσις μεταδόσεως ἐκλέγεται, ὥστε ὁ ἀριθμὸς στροφῶν τοῦ θηλυκοῦ κοχλίου (καὶ ἡ πολλαπλότης τοῦ βήματος) νὰ εἶναι 1,5 φορές μεγαλύτερα τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν τοῦ ἀρσενικοῦ κοχλίου (σχ. 13 · 4 β).

Συνήθως εἰς τοὺς κοχλιοφόρους συμπιεστάς ὑπάρχει μεταξὺ τῶν δύο τυμπάνων, καθὼς καὶ μεταξὺ αὐτῶν καὶ τοῦ περιβλήματος, μικρὸν διάκενον, ὥστε νὰ μὴ ἀπαιτῇται λίπανσις ἐσωτερικῶς καὶ ἔτσι τὸ παρεχόμενον ἀέριον εἶναι καθαρὸν.

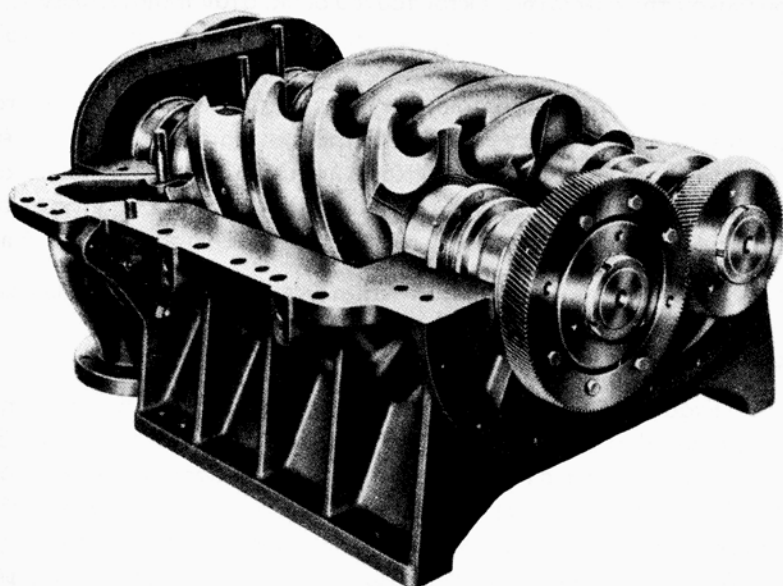
Εἰς τοὺς συμπιεστὰς αὐτοὺς ἡ φάσις τῆς συμπίεσεως κατέχει περίπου 300° τῆς στροφῆς, ἐνῶ αἱ ὑπόλοιποι 60° καταναλίσκονται διὰ τὸ ἀνοίγμα καὶ κλείσιμον τῶν βαλβίδων εἰσαγωγῆς καὶ ἐξαγωγῆς.



Σχ. 13·4 α.



Σχ. 13·4 β.



Σχ. 13·4 γ.

Τὸ σχῆμα 13 · 4 γ δεικνύει κοχλιοφόρον συμπιεστήν (ἔχει ἀφαιρεθῇ τὸ ἄνω τμήμα τοῦ περιβλήματος).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 14

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΙ ΣΥΜΠΙΕΣΤΑΙ

14 · 1 Φυγοκεντρικοί συμπίεσται άκτινικῆς ροῆς.

Ἡ αύξησης τῆς πίεσεως τοῦ αἱρος εἶναι δυνατὸν νὰ ἐπιτευχθῇ διὰ προσδόσεως εἰς αὐτὸν ἐνεργείας ὑπὸ μορφήν ταχύτητος· ἡ ταχύτης προσδίδεται εἰς τὸν αἱρα μέσω δίσκου φέροντος πτερύγια (πτερωτή). Ἐν συνεχείᾳ ὁ αἱρ ὀδηγεῖται εἰς κέλυφος, ποῦ περιβάλλει τὴν πτερωτὴν, ὅπου ἐλαττώνεται ἡ ταχύτης αὐτοῦ καὶ ἐπομένως αὐξάνει ἡ πίεσις του.

Ἡ περιφερειακὴ ταχύτης τῆς πτερωτῆς δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνει ὠρισμένα ὅρια, καθ' ὅσον τότε δημιουργοῦνται εἰς τὴν πτερωτὴν καταπονήσεις, αἱ ὁποῖαι ὑπερβαίνουν τὰ ἐπιτρεπτά ὅρια ἀντοχῆς τοῦ ὕλικου τῆς πτερωτῆς. Ἐκτὸς τούτου ὅμως, ὅταν πλησιάζωμεν τὴν ταχύτητα τοῦ ἥχου, δημιουργοῦνται ἀνωμαλίαι εἰς τὴν ροὴν τοῦ αἱρος.

Ἐτσι, ἂν ἡ περιφερειακὴ ταχύτης τῆς πτερωτῆς φθάσῃ τὰ 200 m/s, ὁ λόγος συμπίεσεως δὲν ὑπερβαίνει τὸ 1,2 ἕως 1,3. Ὡς ἐκ τούτου διὰ τὴν ἐπίτευξιν μεγαλυτέρων λόγων συμπίεσεως ἀπαιτεῖται πολυβάθμιος διάταξις· ἂν π.χ. ἡ ἀναρρόφησης τοῦ αἱρος γίνεται ἐκ τῆς ἐλευθέρᾳ ἀτμοσφαίρας καὶ ἡ τελικὴ ἐπιθυμητὴ πίεσις εἶναι 6 at

(λόγος συμπίεσεως $\frac{6}{1} = 6$), ὁ ἀπαιτούμενος ἀριθμὸς βαθμίδων

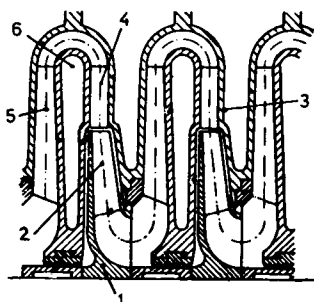
θα εἶναι $\frac{6}{1,2} = 5$.

Ἐκάστη βαθμὶς τοῦ συμπίεστοῦ ἀποτελεῖται ἀπὸ τὴν πτερωτὴν 1, ἡ ὁποία φέρει τὰ πτερύγια, 2, καὶ ἀπὸ τὸ τμήμα καθοδηγήσεως, 3, τὸ ὁποῖον φέρει τὰ σταθερὰ πτερύγια, 4, τὸ διάφραγμα, 6, καὶ τὸν ὀδηγόν, 5 (σχ. 14 · 1 α). Ὁ αἱρ ἀναρροφεῖται ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς πτερωτῆς, ἡ ὁποία περιστρεφόμενη τὸν παρασύρει εἰς περιστροφὴν καὶ λόγω τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως τὸν ἐκδιώκει πρὸς τὴν περιφέρειαν. Ἐκεῖθεν ὁ αἱρ διέρχεται διὰ τοῦ τμήματος καθοδηγήσεως καὶ ὀδηγεῖται πρὸς τὸ κέντρον τῆς πτερωτῆς τῆς ἐπομένης βαθμίδος. Ἡ

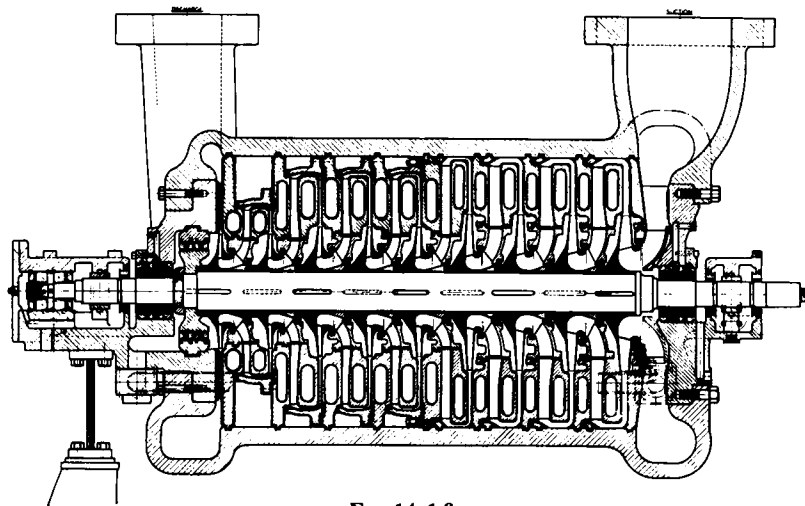
είσοδος του αέρος εις την πτερωτήν γίνεται κατά την διεύθυνσιν του άξονος, ενώ ή έξοδος κατά την διεύθυνσιν της άκτίνος, διά τουτο και οι συμπιεσται αυτοι λέγονται *συμπιεσται άκτινικής ροής*.

Η διατομή του τμήματος καθοδηγήσεως αύξάνει προοδευτικώς, δηλαδή ή ταχύτης του αέρος συνεχώς έλαττώνεται και έπομένως αύξάνει ή πίεσις αυτού.

Το σχήμα 14 · 1 β δεικνύει κατά μήκος τομήν συμπιεστού 9 βαθμίδων. Το πλάτος των πτερυγίων των πτερωτών, καθώς και αι διατομαι των τμημάτων οδηγήσεως, έλαττώνονται από βαθμίδος εις βαθμίδα εκ της αναρροφήσεως προς την κατάθλιψιν, λόγω της έλαττώσεως του όγκου του αέρος εκ της προοδευτικής συμπίεσεως.



Σχ. 14·1 α.



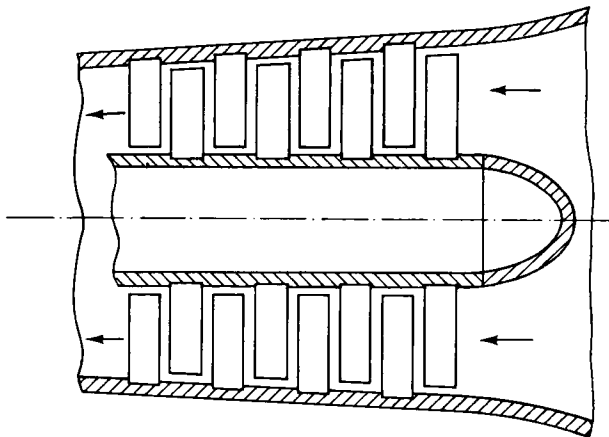
Σχ. 14·1 β.

14 · 2 Συμπιεσται άξονικής ροής.

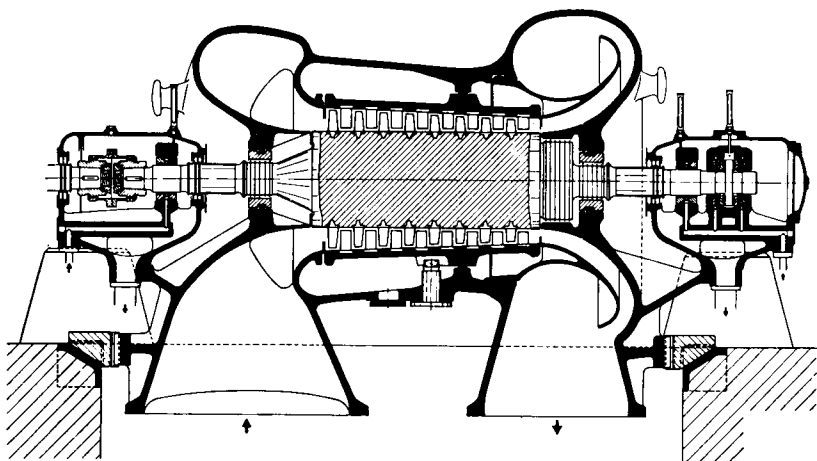
Εις την ιδίαν άρχήν με τους συμπιεστας άκτινικής ροής, βασίζεται και ή λειτουργία των συμπιεστών άξονικής ροής· ή μόνη διαφορά εύρίσκεται εις την διεύθυνσιν της ροής του αέρος κατά την

έξοδον ἐκ τῆς πτερωτῆς, ἡ ὁποία ἐδῶ εἶναι κατὰ τὸν ἄξονα αὐτῆς.

Οἱ συμπιεσταὶ ἄξονικῆς ροῆς εἶναι καὶ αὐτοὶ πολυβάθμιοι· ἐκάστη βαθμὶς ἀποτελεῖται ἀπὸ μίαν σειρὰν στρεφομένων πτερυγίων



Σχ. 14·2 α.



Σχ. 14·2 β.

προσηρμοσμένων συνήθως ἐπὶ ἐνὸς τυμπάνου καὶ μίαν σειρὰν σταθερῶν πτερυγίων προσηρμοσμένων ἐπὶ τοῦ περιβλήματος (σχ. 14·2 α).

Ἡ διατομή ροῆς, καθὼς βαίνομεν ἐκ τῆς ἀναρροφῆσεως πρὸς

τῇν κατάθλιψιν, ἑλαττώνεται λόγω τῆς ἑλαττώσεως τοῦ ὄγκου τοῦ αἑρος ἐκ τῆς προοδευτικῆς συμπίεσεως αὐτοῦ.

Κατὰ τὴν δίοδον ἐξ ἐκάστης βαθμίδος, ἡ ταχύτης τοῦ αἑρος αὐξάνει εἰς τὰ κινητὰ περυγία, λόγω ἑλαττώσεως τῆς διατομῆς ροῆς, ἐνῶ ἑλαττώνεται κατὰ τὴν δίοδον τοῦ αἑρος μέσω τῶν σταθερῶν περυγίων, λόγω αὐξανομένης διατομῆς ροῆς· ἐπομένως ἡ πίεσις εἰς τὸ τέλος ἐκάστης βαθμίδος εἶναι ἡύξημένη ἔναντι τῆς πίεσεως εἰς τὴν ἀρχὴν αὐτῆς καὶ αἱ πίεσεις ἐκάστης βαθμίδος ἀθροίζονται.

Οἱ συμπιεσται̑ άξονικῆς ροῆς χρησιμοποιοῦνται εἰς περιπτώσεις πολὺ μεγάλης ἀπαιτουμένης παροχῆς ὑπὸ μέσην πίεσιν, ὡς π.χ. εἰς πυραυλοκινητῆρας αἑροπλάνων, φυσητῆρας ὑψικαμίνων κ.ἄ.

Τὸ σχῆμα 14.2β δεικνύει συνολικῶς κατὰ μῆκος τομὴν φυσητῆρος ὑψικαμίνου 8 βαθμίδων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 15

ΕΚΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΟΥ

Ἡ ἐκλογή τοῦ καταλλήλου ἀεροσυμπιεστοῦ δι' ἐκάστην περίπτωσιν ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ δύο χαρακτηριστικὰ μεγέθη: τὴν *παροχὴν* καὶ τὴν *πίεσιν* τοῦ ἀέρος.

Διὰ συνήθεις βιομηχανικὰς ἐφαρμογὰς, δηλαδὴ εἰς ἐργοστάσια, ὅπου ὁ πεπιεσμένος ἀήρ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κίνησιν ἀεροκινήτων ἐργαλείων καὶ ὅπου ἡ ἀπαιτουμένη παροχὴ εἶναι σχετικῶς μικρά, ἐνῶ ἡ πίεσις σχετικῶς ὑψηλὴ (συνήθως 7 at), χρησιμοποιοῦνται οἱ ἐμβολοφόροι συμπιεσταί, συνήθως διβάθμιοι· διὰ μικρὰς παροχὰς αὐτοὶ εἶναι ἀερόφυκτοι, ἐνῶ διὰ μεγαλυτέρας ὑδρόφυκτοι.

Εἰς συνεργεῖα αὐτοκινήτων, ὅπου ὁ πεπιεσμένος ἀήρ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν πλύσιν ἢ χρωματισμὸν τῶν αὐτοκινήτων, ὡς καὶ διὰ τὴν πλήρωσιν τῶν ἐλαστικῶν καὶ ὅπου ἡ ἀπαιτουμένη παροχὴ εἶναι μικρά, ἐνῶ ἡ πίεσις μέση, χρησιμοποιοῦνται ἀερόφυκτοι μονοβάθμιοι ἐμβολοφόροι συμπιεσταί ἀποτελοῦντες ἐνιαῖον συγκρότημα μετὰ τοῦ ἀεροφυλακίου καὶ τῶν ὀργάνων αὐτοματισμοῦ.

Διὰ μεγαλυτέρας παροχὰς (ἄνω τῶν 15 m³ ἀνὰ λεπτὸν) καὶ σχετικῶς ὑψηλὴν πίεσιν, χρησιμοποιοῦνται οἱ κοχλιοφόροι ἀεροσυμπιεσταί, οἱ ὅποιοι, ὡς ἤδη ἐλέχθη, ἔχουν πολλὰ πλεονεκτήματα ἔναντι τῶν ἐμβολοφόρων.

Εἰς περιπτώσεις ποὺ ἀπαιτεῖται μεγάλη παροχὴ ὑπὸ σχετικῶς μικρὰς πίεσεις (μέχρι 4 at), ὡς π.χ. εἰς χυτήρια διὰ τὴν κίνησιν τῶν τυπωτικῶν πρεσσῶν ἢ ὑψικαμίνους, χρησιμοποιοῦνται περιστροφικοὶ πτερυγιοφόροι ἀεροσυμπιεσταί.

Εἰς περιπτώσεις ποὺ ἀπαιτεῖται ἀκόμη μεγαλυτέρα παροχὴ ὑπὸ μέσῃ ἢ καὶ ὑψηλοτέρῃ πίεσιν, ὡς π.χ. εἰς τὴν τροφοδότησιν μὲ ἀέρα τῶν στοῶν τῶν μεταλλείων, ἢ καὶ διὰ τὰς ὑψικαμίνους, χρησιμοποιοῦνται οἱ πολυβάθμιοι φυγοκεντρικοὶ ἀεροσυμπιεσταί ἄκτινικῆς ροῆς.

Διὰ τὴν τροφοδότησιν τῶν ἀεριοστροβίλων, ὅπου ἀπαιτεῖται πολὺ μεγάλη παροχὴ ἀέρος ὑπὸ σχετικῶς χαμηλὴν πίεσιν, χρησιμοποιοῦνται ἀποκλειστικῶς οἱ φυγοκεντρικοὶ συμπιεσταί ἀξονικῆς ροῆς.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΝ

(Οἱ ἀριθμοὶ ἀναφέρονται εἰς σελίδας τοῦ βιβλίου)

Ἄγωγοι ἀνοικτοὶ 27
 — κλειστοὶ 19
 ἀγωγὸς φυγῆς 137
 ἀεροκιβώτιον ἀναρροφήσεως 97
 — καταθλίψεως 97
 ἀεραντλία 83
 ἀέρος εἰδικὴ θερμότης 160
 — πυκνότης 159
 ἀεροσυμπιεστὴς 157
 ἀεροφυλάκιον 162
 ἀκροφύσιον ἀτμοῦ 119
 ἀναρροφήσεως σωλήνωσις 39
 — ὕψος 60
 ἀνεμοκινητὴρ 84
 ἀντλία ἀναρροφητικὴ 84
 — Ζιφάρ 120
 — Μαμουτ 111
 — πάπια 85
 ἀντλία ἀκαθάρτων ὑδάτων 71
 — αὐτομάτου ἀναρροφήσεως 65
 — βαθέων φρεάτων 62, 63, 84
 — εἰδικαὶ 36
 — ἐκτοπίσεως 35
 — ἐσωτερικῆς ἐπανακυκλοφορίας 65, 66
 — κοχλιοφόροι 104
 — μεμβράνης 114
 — ὀξέων 68
 — πεπιεσμένου ἀέρος 111, 112
 — πλευρικῶν αὐλάκων 65
 — πολυβάθμιοι 61, 62, 63
 — πτερυγιοφόροι 102, 103
 — τροφοδοτήσεως ἀτμολεβήτων 62
 — ὑδατίνου δακτυλίου 65, 67
 — φυγοκέντροι 38
 — ψεκαστήρων 102
 ἀντλίας ἀριθμὸς στροφῶν 42
 — βαθμὸς ἀποδόσεως 43, 44, 58
 — ἰσχύς 42
 — ἀξονικὴ ὥθησις 54, 105
 — ἀπώλειαι ἐκ διαφυγῶν 52
 ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους 7
 — τοῦ Πασκάλ 5
 — τῶν συγκοινωνούντων δοχείων 4

ἀρχὴ τῆς συνεχείας 14
 ἀτμόσφαιρα φυσικὴ 158
 ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις 158

βαθέων φρεάτων ἀντλία 63
 βαθμὶς 61
 βαθμὸς ἀποδόσεως ἀντλίας 43, 58
 — συμπίεσεως 162
 — χρησιμοποιήσεως 165
 βάκτρον ἀντλίας 81, 85
 βαλβὶς ἀναρροφήσεως 25, 81, 162
 — ἀντεπιστροφῆς 25, 39
 — δακτυλιοειδῆς 95
 — δισκοειδῆς 95, 96
 — καταθλίψεως 81, 162
 — συρταρωτὴ 25
 — σφαιρικὴ 97, 115
 — ὑπερπληρώσεως 119
 βλάβαι συμπίεστων 181, 182
 — φυγοκέντρων ἀντλιῶν 81
 βρεχομένη περίμετρος 29

δέσμη ὕδατος 140, 141
 διάγραμμα λειτουργίας συμπίεστοῦ 163
 διάκενον φυγοκέντρου ἀντλίας 52, 53
 διάμετρος ἐξωτερικῆς σωλήνων 20
 — ὀνομαστικῆς σωλήνων 19
 διανομὴς ἐλικοστροβίλου 146
 διαφορικὴ ἀντλία 88
 διάφραγμα 106, 107
 διβάθμιοι συμπίεσταί 170
 δίδυμοι ἀντλίας 86
 δίκυλινδροι συμπίεσταί 178
 διπλῆς λειτουργίας ἀντλία 86
 διωστήρ ἀντλίας 81
 δοκιμαὶ ἀντλιῶν 72
 δοχείων χρόνος κενώσεως 34
 ἐγκατάστασις ἀντλιῶν 76, 77
 — συμπίεστων 178

ἐγχυτήρ 117
 ἔδρανα συνήθη 54
 ἔδρανα ὤσεως 54
 εἰδικὸς ἀριθμὸς περιστροφῶν 133, 151

έκκεντρότης 102
 έκτοξευτής ύδατος 137
 έχειλιστής 73
 έλικοστρόβιλοι 132, 146
 έμβολον άντλίας 81, 84
 έμβολοφόροι άντλίες 81, 83
 έπιβραδυντής 51, 52
 έπιζήμιος χώρος 162

ήμιπεριστροφική άντλία 106

θάλαμος άντισταθμίσεως 54
 θερμοκρασία απόλυτος 159
 θεώρημα Τορρικέλλι 32
 θεωρητικών ύψος άναρροφήσεως 81

ιξώδες 18, 22
 ιππάριον 87
 ίσοδύναμον μήκος 24, 25
 ισχύς άντλίας 89, 90
 ισχύς συμπίεστου 166, 167

κάλυμμα άναρροφήσεως άντλίας 51, 53
 καταθλίψεως σωλήνωσης 39, 50
 κέλυφος σπειροειδές 50
 κέντρον άνώσεως 7
 κοχλίας 38, 49, 50
 κοχλιοφόρος άτρακτος 106
 κυκλοφορηται 35, 69, 70
 κύκλος λειτουργίας συμπίεστου 161, 162
 κύλινδρος άντλίας 81, 93

λίβρα ανά τετραγωνικήν ίντσαν 2
 λίπανσις συμπίεστών 180

Manning 29
 μανομετρικόν ύψος 58
 μανόμετρον 17
 μέτρησις αριθμού στροφών άντλιών 74
 μέτρησις ισχύος άντλιών 74
 μηχανισμός περιστροφής πτερυγίων 147
 μονάς παροχής 14
 — πίεσεων 1, 2
 μοντούλ δδόντων 99
 Μπερνουγι 16

νόμοι όμοιότητος 43, 135
 νόμος του Μπερνουγι 16
 ντιφιζέρ 51

όγκομετρικόν δοχείον 73
 όγκομετρικός βαθμός άποδόσεως 164

όλικόν ύψος 40, 52, 53, 79
 όμοιότητος νόμοι 43, 135

παρέμβασμα 164
 παροχή 13, 21, 39, 79
 πάχος τοιχώματος κυλίνδρου 94
 περιστροφικαί άντλίες 98
 πιεζομετρική γραμμή 22
 πίεσις απόλυτος 158, 159
 — ατμοσφαιρική 158
 — δυναμική 15
 — έντός ύγρου 2
 — μανομετρική 158
 — όλική 16
 — στατική 4
 πίλημα 107
 πλωτήρ 9
 ποδοβαλβίς 81, 83
 πολυβάθμιοι άντλίες 56, 61
 πτερύγιον άντλίας 106
 πτερυγιοφόροι άντλίες 102
 — συμπίεσται 183, 184
 πτερωτή άκτινικής ροής 47
 — άνοικτή 53, 55
 — άξονικής ροής 49
 — διπλή 56
 — ήμίκλειστος 48, 55
 — κλειστή 48, 52
 πυκνότης ύγρου 15

ρευστά 1
 ροή στροβιλή 12
 — στρωτή 12
 — τυρβώδης 12
 — τών ύγρων 12
 ρύθμισις συμπίεστών 174
 ρυθμιστική βελόνη 119

σαλαμάστρα 62
 σερβομηχανισμός 151
 σημείον λειτουργίας φυγοκέντρου άντλίας 79, 80
 σκαφίδια 140
 σπειροειδές κέλυφος 38
 σπηλαίωσις 60
 σταθερά τών αερίων 159
 στόμιον άναρροφήσεως 52
 — καταθλίψεως 50
 στροβιλοεναλλακτήρ 149
 στρόφαλον 81
 στυπειοθάλαμος 50
 στυπειοθλίπτης 38, 81, 110
 στυπείον 51, 62
 συμπίεσται 157

- συμπιεσται ἀκτινικῆς ροῆς 191
 — ἀξονικῆς ροῆς 191, 192
 — ἐμβολοφόροι 157, 161
 — κοχλιοφόροι 188
 — μετὰ λοβῶν 186
 — πολυβάθμιοι 169
 — πτερυγιοφόροι 183, 184
 — Roots 186, 187
 — φυγοκεντρικοὶ 157, 190
 συμπιεστοῦ βαθμὸς ἀποδόσεως 167
 — διανομή 168
 — ἰσχύς 166
 συνεκτικότης 18
 συντελεστὴς πίεσεως 45
 — συστολῆς 33
 — τραχύτητος 30
 σύρτης ἀντλίας 164
 συντήρησις ἀντλιῶν 81
 — συμπιεστῶν 180
 σχέσις βυθίσματος 111, 112
 — συμπίεσεως 170, 171
 σωλὴν ἀναρροφήσεως ὑδροστροβί-
 λων 148, 149
 — Πιτώ 17
 σωλῆνες βαρεῖς 20
 — ἐλαφροὶ 20
 — μέσου βάρους 20
 σωλῆνων βάρος ἀνὰ μέτρον 20
 — πάχος τοιχώματος 20
 σωλῆνωσις ἀναρροφήσεως 163
 — καταθλίψεως 50, 163
- ταχύτης** ἐμβόλου 83
 ταχύτης ροῆς ὑγρῶν 13, 17, 50
 τζίφარი 120
 τραχύτης 30
 τριβὴ ἐσωτερικὴ 18
 τρίδυμοι ἀντλίας 86
 τροχαλία ἐλευθέρᾳ 78
 — σταθερὰ 78
 τσιμούχα 107
 τύμπανον ἀντισταθμίσεως 56
- ὕδατοπτώσεως** ἰσχύς 127
 — παροχὴ 127
 — ὕψος 125
- ὕδατόπτωσις 124
 — μέσου ὕψους 125
 — τεχνητὴ 124
 — φυσικὴ 125
 — χαμηλὴ 125
 ὑδραυλικὴ ἀκτὶς 29
 ὑδραυλικὸς κριὸς 115
 — τροχὸς 129
 ὑδροδεϊκτὴς 4
 ὑδροδυναμικὴ 1
 — ἐγκατάστασις 125
 ὑδροηλεκτρικὸς σταθμὸς 149
 — — Ἐδεσσαίου 155
 — — Καστρακίου 152
 — — Κρεμαστῶν 152
 — — Λάδωνος 153
 — — Λούρου 155
 — — Ταυρωποῦ 154
 ὑδροκινητήρες 124, 129
 ὑδροστατικὴ 1
 ὑδροστατικὴ πίεσις 1, 2, 14, 15
 ὑδροστροβίλοι 129
 — ἀντιδράσεις 131
 — βραδύδρομοι 133, 134, 144
 — γοργόδρομοι 133, 134, 144
 — δράσεως 131
 — κανονικόδρομοι 133, 134, 144
 — Κάπλαν 132, 134
 — Πέλτον 131, 137, 138, 139
 — Φράνσις 132, 134, 142, 145
 ὑποβρύχια 10
 ὕψος ἀναρροφήσεως 60
 — γεωμετρικόν 40, 60
 — καταθλίψεως 40
 — μανομετρικόν 41
 — ὀλικόν 40
 — τριβῶν 40
- φυγόκεντροι** ἀντλίας 38
- χαρακτηριστικαὶ** καμπύλαι ἀντλιῶν
 56 - 59
 χειρομοχλὸς ἡμιπεριστροφικῆς ἀντλίας
 107
- χοάνη πληρώσεως 78
- ψύξις** συμπιεστῶν 172, 173