ΤΕΧΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

ΤΟΜΟΣ Α΄



1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

1.-- *Μαθηματικὰ* Α', Β'
2. -- *Χημεία*
3. —*Ἐφηρμοσμένη Ἠλεκτροχημεία*
4. — *Μηχανικὴ* Α', Β'
5. — *Ραδιοτεχνία* Α', Β'
6. — *Εἰσαγωγὴ στὴν τεχνικὴ τῆς Τηλεφωνίας*
7. — *Τεχνολογία Μηχανουργικῶν Μετρήσεων*
8. — *Μηχανολογικὸν Σχέδιον*
9. — *Κινητῆριαι Μηχαναὶ* Α', Β', Γ'
10. — *Στοιχεῖα Μηχανῶν*
11. — *Τεχνολογία Συγκολλήσεων*
12. —*Ἠλεκτρολογία* Α', Β', Γ'
13. —*Ἠλεκτρικαὶ Μηχαναὶ* Α', Β'
14. —*Ἐργαστηριακαὶ Ἀσκήσεις Ἠλεκτρολογίας*
15. — *Γενικὴ Νομικὴ* Α', Β', Γ'
16. — *Οἰκοδομικὴ* Α', Β', Γ', Δ'
17. — *Οἰκοδομικαὶ Σχεδιάσεις*
18. — *Σχεδιάσεις Τεχνικῶν Ἔργων*
19. — *Τοπογραφία*
20. — *Νομικὰ Ὑλικὰ* Α', Β'

Ὁ Εὐγένιος Εὐγενίδης, ἱδρυτὴς καὶ χορηγὸς τοῦ «Ἱδρύματος 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 ἠθικὴν ἀγωγὴν αὐτῶν.

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

Διὰ τοῦ Β. Διατάγματος τῆς 10ης Φεβρουαρίου 1956, συνεστήθη τὸ Ἵδρυμα Εὐγενίδου καὶ κατὰ τὴν ἐπιθυμίαν τοῦ διαθέτου ἐτέθη ὑπὸ τὴν διοίκησιν τῆς ἀδελφῆς του Κυρίας Μαρ. Σίμου. Ἀπὸ τὴν στιγμὴν ἐκείνην ἤρχισαν πραγματοποιούμενοι οἱ σκοποὶ ποὺ ὡραματίσθη ὁ Εὐγένιος Εὐγενίδης καὶ συγχρόνως ἡ πλήρωσις μιᾶς ἀπὸ τὰς βασικωτέρας ἀνάγκας τοῦ ἐθνικοῦ μας βίου.

* * *

Κατὰ τὴν κλιμάκωσιν τῶν σκοπῶν του, τὸ Ἵδρυμα 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 ἁρμοδίου 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 Ἱδρύματος διαιροῦνται εἰς τὰς ἀκολούθους 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,

ἡ δευτέρα τὰ βιβλία τῶν Μέσων Τεχνικῶν Σχολῶν, ἡ τρίτη τῶν Σχολῶν Τεχνικῶν βοηθῶν Χημικῶν, ἡ τετάρτη τὰ βιβλία τὰ προοριζόμενα διὰ τὰς ἀνωτέρας Τεχνικὰς Σχολὰς (ΚΑΤΕ, ΣΕΛΕΤΕ, Σχολαὶ Ὑπομηχανικῶν). Παραλλήλως, ἀπὸ τοῦ 1966 τὸ Ἵδρυμα 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 ἄσκησιν τοῦ ἐπαγγέλματος.

* * *

Οἱ συγγραφεῖς καὶ ἡ Ἐπιτροπὴ Ἐκδόσεων τοῦ Ἱδρύματος 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 γραφῆ εἰς ἁπλῆν γλῶσσαν καὶ ἀνάλογον πρὸς τὴν στάθμην τῆς ἐκπαιδεύσεως δι' ἣν προορίζεται ἑκάστη σειρὰ τῶν βιβλίων. Ἡ τιμὴ των ὡρίσθη τόσον χαμηλή, ὥστε νὰ εἶναι προσιτὰ καὶ εἰς τοὺς ἀπόρους μαθητάς.

Οὕτω προσφέρονται εἰς τὸ εὐρὺ κοινὸν τῶν καθηγητῶν καὶ τῶν μαθητῶν τῆς τεχνικῆς μας παιδείας αἱ ἐκδόσεις τοῦ Ἱδρύματος, τῶν ὁποίων ἡ συμβολὴ εἰς τὴν πραγματοποίησιν 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.-Ἠλ. ΕΜΠ, Ἀντιπρόεδρος

Μιχαὴλ Γ. Ἀγγελόπουλος, Τακτικὸς Καθηγητὴς ΕΜΠ

Θεόδωρος Α. Κουζέλης, Διπλ. Μηχ.-Ἠλ.-Ἐπιθ. Ἐπαγγ. Ἐκπ. Ὑπ. Παιδείας

Ἐπιστημ. Σύμβουλος, **Γ. Ροῦσσος** Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ

Σύμβουλος ἐπὶ τῶν ἐκδόσεων τοῦ Ἱδρύματος, **Κ. Α. Μανάφης** Μον. Ἐπικ. Καθηγητὴς Παν/μίου Ἀθηνῶν

Γραμματεύς, **Δ. Π. Μεγαρίτης**

Διατελέσαντα μέλη ἢ σύμβουλοι τῆς Ἐπιτροπῆς

Γεώργιος Κακριδὴς † (1955 - 1959) Καθηγητὴς ΕΜΠ, *Ἄγγελος Καλογερᾶς* † (1957 - 1970) Καθηγητὴς ΕΜΠ, *Δημήτριος Νιάνιας* (1957 - 1965) Καθηγητὴς ΕΜΠ, *Μιχαὴλ Σπετσιέρης* (1956 - 1959), *Νικόλαος Βασιώτης* (1960 - 1967)

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΧΡ. ΚΟΝΤΟΥ
Δρος ΧΗΜΙΚΟΥ - ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ
Καθηγητοῦ ΣΕΛΕΤΕ
τ. Ἐπιμελητοῦ Ε.Μ.Π.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

ΤΟΜΟΣ Α΄

ΑΘΗΝΑΙ
1973

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ἡ ἀλματώδης ἐκβιομηχάνισις τῆς χώρας καὶ ἰδίᾳ ἡ ραγδαία ἀνάπτυξις τῆς χημικῆς βιομηχανίας κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἐδημιούργησε τὴν ἀνάγκην ἐπεκτάσεως τῆς τεχνικῆς ἐκπαιδεύσεως καὶ εἰς τὸν τομέα τῆς βιομηχανικῆς χημείας.

Τὸ ἀνὰ χεῖρας βιβλίον ὑπὸ τὸν τίτλον «ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ» ἐγράφη ἐν συσχετισμῷ πρὸς τὴν ὕλην τῶν λοιπῶν βιβλίων τῆς «Τεχνικῆς Βιβλιοθήκης» τοῦ Ἱδρύματος Εὐγενίδου καὶ ἐντάσσεται εἰς τὸν χῶρον τῆς μεταγυμνασιακῆς καὶ προπανεπιστημιακῆς ἐκπαιδεύσεως.

Κατὰ τὴν συγγραφὴν ἐλήφθησαν ὑπ' ὄψιν ὡσαύτως καὶ τὰ ἀναλυτικὰ προγράμματα τῶν μέσων τεχνικῶν σχολῶν Βοηθῶν Ἐργοδηγῶν - Χημικῶν καὶ ἡ ἀνάπτυξις τῶν κεφαλαίων ἐγένετο κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε τὸ βιβλίον νὰ δύναται νὰ χρησιμεύσῃ καὶ διὰ τοὺς μαθητὰς τῶν σχολῶν αὐτῶν. Πολλὰ θέματα μὴ ἀπαιτούμενα διὰ τὴν στάθμην τῆς διδασκαλίας εἰς τὰς ὡς ἄνω σχολὰς ἐστοιχειοθετήθησαν διὰ μικροτέρων στοιχείων. Τὰ μέρη αὐτὰ δὲν εἶναι ὑποχρεωτικὸν νὰ διδαχθοῦν.

Κατεβλήθη προσπάθεια ὅπως, πρὸς πληρεστέραν κατανόησιν τῆς λειτουργίας τῶν ποικίλων βιομηχανιῶν, περὶ τῶν ὁποίων γίνεται λόγος ἐν τῷ πρώτῳ τούτῳ τόμῳ, περιληφθοῦν κατὰ τὸ δυνατὸν τὰ ἀπαιτούμενα σχήματα ἢ καὶ εἰκόνες.

Κατὰ τὴν ἐπεξεργασίαν τῆς ὕλης ἐπελέγησαν πρὸς λεπτομερεστέραν ἀνάπτυξιν κλάδοι τῆς χημικῆς βιομηχανίας, οἱ ὁποῖοι εἴτε ὑφίστανται σήμερον ἐν Ἑλλάδι εἴτε προγραμματίζονται νὰ λειτουργήσουν εἰς τὸ προσεχὲς μέλλον ὡς ἀξιοποιοῦντες Ἑλληνικὰς πρώτας ὕλας.

Ἐκ τῆς πληθύος τῶν διεθνῶς ἐφαρμοζομένων εἰς ἕκαστον κλάδον τεχνολογικῶν μεθόδων ἀναπτύσσονται ἐκεῖναι, αἵτινες χρησιμοποιοῦνται ἐν Ἑλλάδι ὡς ἐνδεδειγμέναι διὰ τὰς Ἑλληνικὰς Τεχνικοοικονομικὰς συνθήκας.

Ἡ ἔκδοσις τῆς Βιομηχανικῆς Χημείας θὰ ὁλοκληρωθῇ εἰς τρεῖς τόμους.

Εἰς τὸν πρῶτον τόμον περιγράφονται αἱ εἰς τὴν Χημικὴν βιομηχανίαν λαμβάνουσαι χώραν φυσικαὶ καὶ χημικαὶ διεργασίαι.

Εἰς τὸν δεύτερον θὰ περιέχεται ἡ Ἀνόργανος Βιομηχανικὴ Χημεία.

Εἰς τὸν τρίτον ἡ Ὀργανικὴ Βιομηχανικὴ Χημεία.

Ἐλπίζων ὅτι τὸ βιβλίον αὐτὸ θὰ ἀνταποκριθῇ εἰς τὸν σκοπόν, διὰ τὸν ὁποῖον ἐγράφη, εὐχαριστῶ θερμῶς τὴν Ἐπιτροπὴν Ἐκδόσεων τοῦ Ἱδρύματος ὡς καὶ τὸ Τμῆμα Ἐκδόσεων διὰ τὰς καταβληθείσας προσπαθείας διὰ τὴν ἀρτιωτέραν ἐμφάνισιν τοῦ βιβλίου.

Ὁ Συγγραφεύς

ΔΡΑΧΜΑ ΣΥΓΓΕΝΕΙΑΣ 1954

ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦ. 1 Ἡ ἀνάπτυξις τῆς Χημικῆς Βιομηχανίας

1 - 1 Γενικὰ 7
1 - 2 Ἀπὸ τὸ ἐργαστήριον εἰς τὸ ἐργοστάσιον 7
1 - 3 Σύμβολα καὶ τρόπος σχηματικῆς παραστάσεως τῶν κατεργασιῶν τῆς χημικῆς βιομηχανίας 8

ΚΕΦ. 2 Φυσικαὶ κατεργασίαι

2 - 1 Βασικαὶ φυσικαὶ κατεργασίαι 12
2 - 2 Ἀποθήκευσις 13
2 - 3 Μεταφορὰ 18
2 - 4 Λειοτρίβησις 31
2 - 5 Κοσκίνισις καὶ ἀποκονίωσις 35
2 - 6 Ἀνάμιξις καὶ διάλυσις 41
2 - 7 Ἀπορρόφησις καὶ προσρόφησις 44
2 - 8 Διαχωρισμὸς 50
2 - 9 Θέρμανσις καὶ ψῦξις 62
2 - 10 Ἀπόσταξις καὶ ἐξάτμισις 77
2 - 11 Κρυστάλλωσις 89
2 - 12 Παραγωγὴ κενοῦ 92
2 - 13 Συσκευαὶ ὑδραυλικῆς πιέσεως 94

ΚΕΦ. 3 Χημικαὶ κατεργασίαι

3 - 1 Βασικαὶ χημικαὶ κατεργασίαι 98
3 - 2 Θερμικαὶ μέθοδοι ἀντιδράσεως 100
3 - 3 Μέθοδοι ἀντιδράσεως δι' ἠλεκτρολύσεως 110
3 - 4 Μέθοδοι ὀξειδώσεως καὶ ἀναγωγῆς. Ἠλεκτρόλυσις χλωριούχων ἀλκαλίων 111
3 - 5 Μέθοδοι καταλύσεως - καταλύται 112
3 - 6 Μέθοδοι ἀντιδράσεως ὑπὸ ηὐξημένην πίεσιν 112
3 - 7 Κλίβανος καταλύσεως ὑπὸ ὑψηλὴν πίεσιν 113

ΚΕΦ. 4 Αὐτοματισμὸς

4 - 1 Γενικὰ 116
4 - 2 Αἱ μεταβληταὶ τῆς κατεργασίας 117

ΔΡΥΑΣ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ 1954

4 - 3 Εἴδη μηχανισμῶν μετρήσεως 118
4 - 4 Εἰδικὸν βάρος τοῦ αὐτοματισμοῦ 120
4 - 5 Ἡ ἔκτασις τοῦ αὐτοματισμοῦ 121
4 - 6 Ρύθμισις διὰ χειρὸς 124
4 - 7 Αὐτόματος ρύθμισις 125

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

ΚΕΦ. 5 Ὕδωρ

5 - 1 Γενικὰ 129
5 - 2 Θαλάσσιον ὕδωρ 130
5 - 3 Φυσικὴ ἀνακύκλωσις τοῦ ὕδατος 131
5 - 4 Φυσιολογικαὶ ἰδιότητες 131
5 - 5 Χρήσεις τοῦ ὕδατος 133
5 - 6 Ἡ προετοιμασία (προπαρασκευὴ) τοῦ βιομηχανικοῦ ὕδατος 133
5 - 7 Προπαρασκευὴ ὕδατος τροφοδοσίας λεβήτων 136
5 - 8 Εἴδη φυσικῶν ὑδάτων, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν τροφοδοσίαν λεβήτων 138
5 - 9 Σκληρότης καὶ συστατικὰ δημιουργοῦντα σκληρότητα 139
5 - 10 Κλιμάκωσις τῆς σκληρότητος 140
5 - 11 Πυριτικὸν ὀξὺ 140
5 - 12 Ἀνθρακικὸν ὀξὺ 141
5 - 13 Οὐσίαι προκαλοῦσαι αὔξησιν τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος 143
5 - 14 Ἀπαιτήσεις διὰ τὴν σύστασιν τοῦ τροφοδοτικοῦ ὕδατος τῶν λεβήτων 144
5 - 15 Διατάξεις δοσιμετρήσεως 144
5 - 16 Ἀνάλυσις τοῦ ὕδατος 147
5 - 17 Μέθοδοι προετοιμασίας τοῦ ὕδατος τροφοδοσίας λεβήτων 147
5 - 18 Προετοιμασία τοῦ ὕδατος ψύξεως 183

ΚΕΦ. 6 Ἀὴρ

6 - 1 Ἡ ἀρχὴ τῆς ὑγροποιήσεως τοῦ ἀέρος 186

ΚΕΦ. 7 Ἅλατα νατρίου

7 - 1 Χλωριοῦχον νάτριον 193
7 - 2 Οὐδέτερον ἀνθρακικὸν νάτριον (σόδα) 195
7 - 3 Ἠλεκτρόλυσις τοῦ χλωριούχου νατρίου 201
7 - 4 Κατεργασία τῶν προϊόντων τῆς ἠλεκτρολύσεως 205
7 - 5 Ἄλλαι μέθοδοι παραγωγῆς χλωρίου 207
7 - 6 Τὸ νάτριον ἐξ ἠλεκτρολύσεως τήγματος 207

7 - 7 Ἐφαρμογαὶ καὶ ἀποθήκευσις τῶν προϊόντων ἠλεκτρολύσεως τοῦ NaCl 208

ΚΕΦ. 8 Ὑδροχλωρικὸν ὀξύ

8 - 1 Γενικὰ 213
8 - 2 Παραγωγὴ ὑδροχλωρίου ἐξ ἠλεκτρολυτικῶς ληφθέντος χλωρίου καὶ ὑδρογόνου 217
8 - 3 Τὰ ὑδροχλωρικὰ ὀξέα τοῦ ἐμπορίου. 219
8 - 4 Τὸ ἀζεότροπον ὑδροχλωρικὸν ὀξύ 219

ΚΕΦ. 9 Ἀμμωνία

9 - 1 Ἱστορικὸν 221
9 - 2 Προέλευσις 221
9 - 3 Ἰδιότητες 221
9 - 4 Παραγωγὴ ἀμμωνίας κατὰ τὴν μέθοδον τῶν Haber καὶ Bosch 222
9 - 5 Παραγωγὴ ὑδρογόνου διὰ τοῦ ἀεριογόνου 223
9 - 6 Ἀπορρόφησις CO_2 καὶ CO 226
9 - 7 Διαχωρισμὸς τοῦ CO_2 διὰ χημικῆς ὁδοῦ 229
9 - 8 Σχηματισμὸς τῆς ἀμμωνίας 231
9 - 9 Ὁ κλίβανος συνθέσεως 233
9 - 10 Ἄλλαι πηγαὶ ὑδρογόνου 235
9 - 11 Χρησιμοποίησις τῆς ἀμμωνίας 238
9 - 12 Ἀποθήκευσις 239

ΚΕΦ. 10 Νιτρικὸν ὀξύ

10 - 1 Προέλευσις 240
10 - 2 Ἱστορικὸν 240
10 - 3 Μέθοδος παραγωγῆς τοῦ HNO_3 δι' ὀξειδώσεως τῆς ἀμμωνίας 241
10 - 4 Παραλλαγαὶ τῆς μεθόδου 245
10 - 5 Χημικαὶ Ἰδιότητες 246
10 - 6 Ἐφαρμογαὶ 247
10 - 7 Ἀποθήκευσις καὶ μεταφορὰ 248

ΚΕΦ. 11 Θειικὸν ὀξύ

11 - 1 Γενικὰ 249
11 - 2 Παραγωγὴ 249
11 - 3 Καταλυτικὴ μέθοδος παραγωγῆς θειικοῦ ὀξέος 252
11 - 4 Θειικὸν ὀξὺ ἐκ θειικοῦ ἀσβεστίου 261
11 - 5 Θειικὰ ὀξέα τοῦ ἐμπορίου 261
11 - 6 Ἰδιότητες τοῦ θειικοῦ ὀξέος 262

11 - 7 Χρησιμοποίησις 263
11 - 8 Οἰκονομικὴ σημασία 264
11 - 9 Ἀποθήκευσις καὶ μεταφορὰ 264

ΚΕΦ. 12 Ὁ φωσφόρος καὶ αἱ ἑνώσεις αὐτοῦ

12 - 1 Γενικὰ 265
12 - 2 Ἡ ἐξόρυξις τοῦ φωσφορίτου 265
12 - 3 Προετοιμασία τοῦ φωσφορίτου 266
12 - 4 Παραγωγὴ φωσφόρου καὶ φωσφορικοῦ ὀξέος 269
12 - 5 Φωσφορικαὶ ἑνώσεις νατρίου 277
12 - 6 Ἑνώσεις φωσφορικοῦ ἀσβεστίου 278
12 - 7 Ἄλλαι ἑνώσεις τοῦ φωσφόρου 278
12 - 8 Χρησιμοποίησις τῶν ἑνώσεων τοῦ φωσφόρου 279

ΚΕΦ. 13 Τὸ κάλιον καὶ τὰ ἅλατα αὐτοῦ

13 - 1 Γενικὰ 281
13 - 2 Ἅλατα καλίου ἐξ ἁλατούχων ὑδάτων. 283
13 - 3 Βόραξ 285
13 - 4 Παραγωγὴ βορικοῦ ὀξέος, HBO_3 285

ΚΕΦ. 14 Λιπάσματα

14 - 1 Εἰσαγωγὴ 286
14 - 2 Τεχνητὰ ἀνόργανα λιπάσματα..... 287
14 - 3 Τεχνητὰ ὀργανικὰ λιπάσματα 295
14 - 4 Φυσικὰ ἢ ἡμιτεχνητὰ ὀργανικὰ λιπάσματα..... 298
14 - 5 Ἡ παραγωγὴ λιπασμάτων εἰς τὴν Ἑλλάδα..... 302
14 - 6 Μακροχρόνιοι προοπτικαὶ τῆς βιομηχανίας λιπασμάτων 304
Εὑρετήριον 307

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Δύο μόνον αἰῶνες ἔχουν περάσει, ἀφ' ὅτου ἡ εἰς νηπιακὴν τότε ἡλικίαν ἐπιστήμη τῆς Χημείας ἔκανε τὰ πρῶτα ἀσταθῆ βήματά της.

Ἤδη ἀπὸ τὸν 17ον αἰῶνα ἀφανεῖς πρωτοπόροι ἤρχισαν σιγὰ-σιγὰ νὰ ἀποδεικνύουν ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον προηγουμένως ἦτο ἁπλῶς θεωρία: ὅτι ἡ ὕλη δύναται νὰ περιέχη στοιχεῖα ἢ ἑνώσεις· ὅτι αἱ ἑνώσεις δύνανται νὰ συνδεθοῦν μεταξύ των καὶ νὰ σχηματίσουν νέας οὐσίας· ὅτι τὰ μόρια δύνανται νὰ ἀντιδράσουν μεταξύ των καὶ νὰ ἀναπαραγάγουν ἀκριβεῖς συνδυασμοὺς στοιχείων, τοὺς ὁποίους εὑρίσκομεν εἰς τὴν φύσιν. Πέντε ἄνθρωποι, τῶν ὁποίων τὰ ἐπιτεύγματα ἀναφέρονται εἰς τὰς ἑπομένας σελίδας, ἔθεσαν τὰς βάσεις, αἱ ὁποῖαι μᾶς ἐβοήθησαν νὰ ὑποτάξωμεν τὰ μόρια. Ἴσως μάλιστα χωρὶς αὐτοὺς νὰ μὴ ἐγνωρίζαμεν κἂν τὴν ὕπαρξιν τῶν μορίων. Ἡ ἐργασία των ἦτο κατὰ μέγιστον μέρος ἐμπειρική οἱ τέσσαρες ἐξ αὐτῶν ἔφθασαν εἰς τὰς ἀνακαλύψεις των σχεδὸν τυχαίως, ἐνῶ οὐδεὶς εἶχε τὰς βασικὰς γνώσεις καὶ τὰ μέσα, τὰ ὁποῖα διαθέτει σήμερον ὁ κάθε σπουδαστὴς τῆς Χημείας. Αἱ ἀνακαλύψεις των ὅμως ὑπῆρξαν ἱστορικαί· ὄχι μόνον ἐβοήθησαν εἰς τὸ νὰ ἀναδειχθῆ ἡ Χημεία ἰσότιμον μέλος τῆς οἰκογενείας τῶν ἐπιστημῶν, ἀλλὰ καὶ ἔθεσαν τὰ θεμέλια ἑνὸς τῶν σπουδαιοτέρων κλάδων τῆς βιομηχανίας, δηλαδὴ τῆς *Χημικῆς Βιομηχανίας*.

Κατὰ χρονολογικὴν σειρὰν οἱ πέντε αὐτοὶ ἱδρυταὶ τῆς βιομηχανικῆς Χημείας ἦσαν:

α) Ὁ Σκῶτος *Ἰωσὴφ Μπλάκ*, σοφὸς τοῦ 18ου αἰῶνος, ὁ ὁποῖος τὸ 1754 παρήγαγεν ἀέριον ἀπὸ στερεὸν δι' ἐπιδράσεως ὑδροχλωρίου ἐπὶ μαρμάρου καὶ κατέρριψεν διὰ παντὸς τὸν μῦθον, ὅτι τὰ ἀέρια ὑπάρχουν μόνον εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν.

Δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ τοῦ προϊόντος τῆς διαλύσεως τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου ὁ Ι. Μπλάκ, κατώρθωσε νὰ συνθέση ἐκ νέου τὸ διασπασθὲν μόριον τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου ἐπιτυχὼν ἔτσι τὴν πρώτην χημικὴν σύνθεσιν.

β) Ὀλίγα ἔτη βραδύτερον, τὸ 1774, ὁ Ἄγγλος ἱερεὺς *Ἰωσὴφ Πρίστλεϋ*, διὰ συγκεντρώσεως ἡλιακῶν ἀκτίνων δι' ἑνὸς φακοῦ ἐθέρ-

μανε ποσότητα ἐρυθροῦ ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου, τὸ ὁποῖον εὑρίσκετο τοποθετημένον ἐντὸς ὑαλίνου κώδωνος μαζὶ μὲ ἕνα ἀνημμένον κηρίον· ἐξ αὐτοῦ διεπίστωσεν ὅτι τὸ ὀξείδιον τοῦ ὑδραργύρου ἀπώλεσε τὰ 4/5 τοῦ ὄγκου του, ἐνῶ προεκλήθη ἔκλυσις ἑνὸς ἀερίου, τὸ ὁποῖον ἐπετάχυνε τὴν καῦσιν.

γ) Πατὴρ τῆς βιομηχανικῆς Χημείας θεωρεῖται ὁ Γάλλος *Νικόλαος Λεμπλάν*, ὁ ὁποῖος ἔδειξε τὴν βιομηχανικὴν ἀξίαν τῆς Χημείας. Τὸ 1789, μετὰ 14 ἐτῶν ἐργασίαν, ὁ Λεμπλὰν διεμόρφωσε μέθοδον παρασκευῆς ἀνθρακικοῦ νατρίου ἐκ χλωριούχου νατρίου, ἀσβεστολίθου, ξυλάνθρακος καὶ θειικοῦ ὀξέος, ἵδρυσε δὲ καὶ τὸ πρῶτον ἐργοστάσιον δι' αὐτὸν τὸν σκοπόν. Ἡ μέθοδος αὐτὴ φέρει τὸ ὄνομά του.

δ) Ὁ Γερμανὸς *Φρειδερῖκος Βέλερ*, τὸ 1828 συνέθεσεν οὐρίαν διὰ θερμάνσεως ἰσοκυανικοῦ ἀμμωνίου καὶ ἤνοιξε τὸν δρόμον πρὸς τὴν συνθετικὴν ὀργανικὴν χημείαν καταρρίψας τὴν γνώμην, ὅτι διὰ τὴν σύνθεσιν τῶν ἐνώσεων τοῦ ἄνθρακος ἀπαιτεῖται ἡ ζωικὴ δύναμις τῶν ζώντων κυττάρων (Vis Vitalis).

ε) Ὁ Ἄγγλος *Οὐίλλιαμ Πέρκινς*, τὸ 1856 συνέθεσε τὴν μωβεΐνην, τὸ πρῶτον συνθετικὸν ὀργανικὸν χρῶμα τῆς ὁμάδος τοῦ τριφαινυλομεθανίου.

Πρὶν συμπληρωθῇ αἰών, ἀπὸ τῆς ἐποχῆς ποὺ πρώτη ἡ βιομηχανία χρωμάτων παρήγαγε πλῆθος νέων προϊόντων ἀπὸ τὸν ἄνθρακα, αἱ ἀνάγκαι τοῦ Β' Παγκοσμίου πολέμου ἐπέφεραν ἐντυπωσιακὴν χημικὴν ἐπανάστασιν: τὴν σύνθεσιν τοῦ τεχνητοῦ ἐλαστικοῦ, τῶν πλαστικῶν καὶ ἄλλων προϊόντων ἀπὸ ἑνώσεις ὑδρογονανθράκων, αἱ ὁποῖαι εὑρίσκονται εἰς τὸ πετρέλαιον.

Αἱ ἑνώσεις αὐταὶ δύνανται νὰ ληφθοῦν καὶ ἀπὸ ἄνθρακα, ξύλον, φυσικὸν ἀέριον καὶ γεωργικοὺς ὑδατάνθρακας, ἀλλὰ σήμερον ἡ κυριωτέρα πηγὴ των εἶναι τὸ πετρέλαιον, διότι ἡ παραγωγή του καὶ ἡ ἐπεξεργασία του εἶναι εὐθηνοτέρα οἱασδήποτε ἄλλης πρώτης ὕλης.

Ἀπὸ τὰς ἑκατοντάδας ὑδρογονανθράκων τοῦ πετρελαίου οἱ πλέον εὔχρηστοι εἶναι τὸ μεθάνιον, τὸ αἰθυλένιον, τὸ προπυλένιον, τὸ βουτυλένιον καὶ τὸ βενζόλιον. Μολονότι τὰ πέντε αὐτὰ *πετροχημικὰ* ἀντιπροσωπεύουν ὀλιγώτερον τῶν 3% τῶν παραγώγων, τὰ ὁποῖα ἀποδίδει ἡ διαδικασία τῆς διυλίσεως, ἐν τούτοις τὰ προϊόντα των ὑπολογίζεται ὅτι ὑπερκαλύπτουν τὰ 2/3 τῶν ὀργανικῶν χημικῶν οὐσιῶν, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται σήμερον. Ἐξ αὐτῶν π.χ.

ΔΡΑΧΜΗ ΣΥΓΓΕΝΕΙΑΣ 1954

κατασκευάζονται ἄνω τῶν 50% τῶν πλαστικῶν καὶ τῶν ἰνῶν, τὰ 2/3 τοῦ συνθετικοῦ ἐλαστικοῦ, τὰ 2/3 τῶν σαπώνων καὶ ἀπορρυπαντικῶν, χρησιμοποιοῦνται δὲ εἰς ὅλα σχεδὸν τὰ καλλυντικά, τὰ φαρμακευτικὰ καὶ τὰ ἐντομοκτόνα.

Ἄλλωστε αἱ δυνατότητες δὲν ἔχουν ἐξαντληθῆ. Δεκάδες χιλιάδες νέα μόρια πρόκειται νὰ δημιουργηθοῦν ἀπὸ αὐτοὺς τοὺς πέντε βασικοὺς ὑδρογονάνθρακας, ἕκαστον τῶν ὁποίων θὰ γίνῃ ἀσφαλῶς ἡ βάσις διὰ τὴν δημιουργίαν ἄλλου ἀγνώστου προϊόντος.

Ὁ Ἰταλὸς καθηγητὴς Τζούλιο Νάττα (βραβεῖον Νόμπελ Χημείας τὸ 1963) εἶπεν, ὅτι «ἂν ἐπρόκειτο ἡ ἐποχή μας νὰ ὀνομασθῆ ἀπὸ τὰ ὑλικά, τὰ ὁποῖα τὴν χαρακτηρίζουν — ὅπως ἡ ἐποχὴ τοῦ Λίθου καὶ ἡ ἐποχὴ τοῦ Χαλκοῦ εἰς τὸ παρελθόν — θὰ ἔπρεπε νὰ ἀποκληθῆ Αἰὼν τῶν Πλαστικῶν. Διότι, αἱ πλαστικαὶ ὕλαι, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦνται ἐκ συνθετικῶν μορίων κατέχουν πράγματι ἐξέχουσαν θέσιν εἰς τὴν σύγχρονον κοινωνίαν».

Τὰ γιγαντιαῖα μόρια ἢ *πολυμερῆ* συνθέτουν τὸ ὑλικὸν ὅλων τῶν ζώντων ὀργανισμῶν. Τὰ κύτταρα, τόσον τῶν ζωικῶν, ὅσον καὶ τῶν φυτικῶν ἱστῶν, μὲ τὸ πρωτόπλασμά των καὶ τὸν πυρῆνα των, ἀποτελοῦνται ἐκ παρομοίων μορίων.

Ἐν τούτοις ἡ μοριακὴ δομή των καὶ ἡ ἐπίδρασις τῆς δομῆς αὐτῆς ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων των ἦσαν ἄγνωσται μέχρι πρὸ ὀλίγων δεκαετιῶν.

Μόλις εἰς τὰς ἀρχὰς τῆς τρίτης δεκαετίας τοῦ αἰῶνος μας ἡ χημεία τῶν πολυμερῶν ἔγινεν ἰδιαίτερος κλάδος τῆς Γενικῆς Χημείας. Λόγω τῶν ἐρευνῶν, αἱ ὁποῖαι ἤρχισαν τὴν ἐποχὴν ἐκείνην εἰς Πανεπιστήμια (κυρίως ἀπὸ τὸν Hermann Staudinger) καὶ εἰς βιομηχανικὰ ἐργαστήρια ἀπεκαλύφθη διὰ πρώτην φοράν, ὅτι τὰ πολυμερῆ εἶναι μακραὶ καὶ μὲ τάξιν ὠργανωμέναι ἁλύσεις μικροτέρων μορίων.

Εἰς τὴν συνέχειαν οἱ ἐρευνηταὶ κατώρθωσαν νὰ δημιουργήσουν κατὰ βούλησιν εἰς τὰ ἐργαστήρια ὄχι μόνον πολυμερῆ πανομοιότυπα μὲ τὰ ἤδη γνωστά, ἀλλὰ ἐπὶ πλέον καὶ πρωτότυπα πολυμερῆ μὴ ἀπαντῶντα εἰς τὴν φύσιν. Τὰ ἐπιτεύγματα τῶν πρωτοπόρων αὐτῶν ἀπετέλεσαν τὴν βάσιν διὰ τὴν δημιουργίαν πλήθους νέων βιομηχανιῶν, τεραστίας σπουδαιότητος σήμερον, αἱ ὁποῖαι παράγουν πλαστικάς, συνθετικὰς ὑφαντικὰς ὕλας ὡς καὶ συνθετικὸν ἐλαστικόν.

Μολονότι αἱ πρῶται προσπάθειαι εἰς τὸν τομέα αὐτὸν ἤρχισαν εἰς εὐρωπαϊκὰς χώρας, ἡ παραγωγὴ τῶν συνθετικῶν πολυμερῶν ὑπὸ τὴν μορφὴν πλαστικῶν, ἰνῶν ἢ τεχνητοῦ ἐλαστικοῦ ἀνεπτύχθη ταυτοχρόνως καὶ εἰς τὰς δύο πλευρὰς τοῦ Ἀτλαντικοῦ. Τὴν χημείαν τῶν πολυμερῶν ἐπηρέασεν ἀποφασιστικῶς ὁ Β' Παγκόσμιος πόλεμος, ὅταν οἱ Ἰάπωνες, μὲ τὴν κατάληψιν τῆς Μαλαισίας, ἐστέρησαν τοὺς συμμάχους ἀπὸ ὅλας τὰς πηγὰς τοῦ φυσικοῦ ἐλαστικοῦ. Ἡ ἔλλειψις ἀντεσταθμίσθη εἰς μέγα βαθμὸν ἐκ τῆς νεογεννήτου βιομηχανίας συνθετικοῦ ἐλαστικοῦ, ἡ ὁποία ἀνεπτύχθη ταχύτατα εἰς τὰς Ἡνωμένας Πολιτείας.

Ἡ ἱκανότης δημιουργίας γιγαντιαίων μορίων, ἡ ὁποία σημειώνει σταθερὰν πρόοδον, θὰ ἐπηρεάση βαθύτατα τὴν σύγχρονον ζωήν. Αἱ συνθετικαὶ ὑφαντικαὶ ὕλαι καὶ τὸ συνθετικὸν ἐλαστικὸν ἐπιτρέπουν νὰ ἀπελευθερωθοῦν τεράστιαι ἐκτάσεις γῆς, ὅπου καλλιεργοῦνται φυσικὸν ἐλαστικόν, βάμβαξ κ.λπ. καὶ νὰ ἀποδοθοῦν εἰς τὴν καλλιέργειαν ἐδωδίμων φυτῶν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον περιορίζεται ἡ ἀπειλὴ τοῦ λιμοῦ, ἡ ὁποία, ὅσον αὐξάνει ὁ πληθυσμὸς τοῦ πλανήτου μας, γίνεται σοβαρωτέρα.

Κύρια χαρακτηριστικὰ τῆς Χημικῆς Βιομηχανίας.

Τὴν Χημικὴν βιομηχανίαν χαρακτηρίζουν τὰ ἀκόλουθα γνωρίσματα:

1) *Ταχὺς ρυθμὸς ἀναπτύξεως.* Ὁ ἐτήσιος ρυθμὸς αὐξήσεως τῆς παραγωγῆς τῆς Χημικῆς βιομηχανίας ἔφθασεν εἰς τὰς Η.Π.Α. κατὰ τὸ ἔτος 1970 τὸ 15%· ὁ ρυθμὸς αὐτὸς εἶναι πολὺ μεγαλύτερος τοῦ μέσου ἐτησίου ρυθμοῦ αὐξήσεως τῆς συνολικῆς βιομηχανικῆς παραγωγῆς.

2) *Συνεχὴς ἀνάγκη ἐπιστημονικῆς ἐρεύνης.* Σήμερον αἱ πλεῖσται γιγαντιαῖαι χημικαὶ ἑταιρεῖαι παρουσιάζουν μέγαν ὄγκον πωλήσεων, ὁ ὁποῖος ὀφείλεται εἰς νέας ἐφευρέσεις τῶν τελευταίων 20 ἐτῶν· τοῦτο ἀποδεικνύει τὴν σημασίαν τῶν ἐπιτευγμάτων τῆς ἐρεύνης εἰς τὴν ἐπιτυχῆ ἀνάπτυξιν τῆς βιομηχανίας. Εἰς τὰς Η.Π.Α. ἡ συνολικὴ δαπάνη δι' ἔρευναν καὶ ἀνάπτυξιν εἰς τὸν κλάδον τῆς χημικῆς βιομηχανίας ὑπολογίζεται σήμερον, ὅτι ὑπερβαίνει τὸ 1 200 000 000 δολλάρια καὶ ἀποτελεῖ περίπου τὸ 3% τῶν συνολικῶν πωλήσεων τοῦ κλάδου. Ἡ Χημικὴ βιομηχανία ὑπολογίζεται ὅτι δαπανᾶ περίπου

τὸ 20% τοῦ συνόλου τῶν ἰδιωτικῶν ἐρευνητικῶν δαπανῶν εἰς ὅλους τοὺς τομεῖς τῆς βιομηχανικῆς δραστηριότητος.

Νέα προϊόντα, ἀντικατάστασις φυσικῶν προϊόντων καὶ ἀνάπτυξις νέων οἰκονομικωτέρων μεθόδων παραγωγῆς χημικῶν προϊόντων, ὅλα αὐτὰ ἀποτελοῦν σημαντικοὺς τομεῖς τῆς ἐρευνητικῆς δραστηριότητος.

3) *Μεγάλα ἐπενδεδυμένα κεφάλαια καὶ χαμηλὸν ποσοστὸν δαπάνης* δι' ἐργασίαν κατὰ τὴν διαμόρφωσιν τοῦ κόστους παραγωγῆς τῶν χημικῶν προϊόντων.

Ἡ Χημικὴ βιομηχανία συγκαταλέγεται μεταξὺ τῶν βιομηχανιῶν, αἱ ὁποῖαι ἔχουν τὴν μεγαλυτέραν δαπάνην ἐπενδεδυμένου κεφαλαίου ἀνὰ ἐργαζόμενον ἐργάτην καὶ ἀνὰ μονάδα πραγματοποιουμένων πωλήσεων. Εἰς τὰς Ἡνωμένας Πολιτείας κατὰ τὴν τελευταίαν δεκαετίαν ὑπολογίζεται ὅτι εἰς τὴν Χημικὴν βιομηχανίαν ἐπενδύονται κατὰ μέσον ὅρον 27 000 δολλάρια ἀνὰ ἀπασχολούμενον ἐργάτην, ἐνῶ ὁ μέσος ὅρος τῶν ἐπενδυομένων κεφαλαίων ἀνὰ ἀπασχολούμενον ἐργάτην τοῦ συνόλου τῆς βιομηχανίας των ἀνέρχεται ἀκριβῶς εἰς τὸ ἥμισυ. Ἡ Χημικὴ βιομηχανία ἀνέκαθεν παρουσιάζει τὸν μεγαλύτερον βαθμὸν αὐτοματισμοῦ καὶ συνεπῶς τελειότερα συστήματα ἐλέγχου τῆς παραγωγῆς, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ παρουσιάζωνται συνεχῶς ὑψηλότεραι ἀποδόσεις καὶ τελειότεραι μέθοδοι ἐλέγχου τῆς παραγωγῆς, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον συνεπάγεται μεγαλυτέραν ἀποδοτικότητα τῶν διατιθεμένων ἐργατικῶν χειρῶν.

Οἱ ἐργαζόμενοι εἰς τὴν Χημικὴν βιομηχανίαν δὲν εἶναι μόνον ἐργάται τῆς παραγωγῆς, οἱ ὁποῖοι χειρίζονται τὰ μηχανήματα καὶ τὸν ἐν γένει ἐξοπλισμὸν τοῦ ἐργοστασίου, ἀλλὰ ἐπίσης καὶ προσωπικὸν συντηρήσεως τοῦ ἐργοστασίου καθὼς καὶ βοηθητικοὶ ἐργάται καὶ προσωπικὸν τοῦ λογιστηρίου.

Κατὰ τὸ ἔτος 1959 εἰς τὰς Η.Π.Α. ἀπησχολοῦντο εἰς τὴν Χημικὴν βιομηχανίαν 846 000 ἐργάται. Ὁ σχετικῶς μικρὸς αὐτὸς ἀριθμὸς ἀπασχολουμένου ἐργατικοῦ προσωπικοῦ διὰ τόσον γιγάντιον ὄγκον παραγωγῆς, ὡς εἶναι ὁ ὄγκος τῆς Χημικῆς βιομηχανίας τῶν Η.Π.Α., ἀποδεικνύει τὸ ὑψηλὸν ποσοστὸν κέρδους τοῦ ἐπενδεδυμένου κεφαλαίου ἀνὰ ἀπασχολούμενον ἐργάτην καὶ τὸ χαμηλὸν ποσοστὸν κόστους ἐργασίας ἀνὰ μονάδα ἑτοίμου προϊόντος. Εἰς τὰς μεγάλας

Χημικὰς βιομηχανίας τὸ κόστος τῆς ἐργασίας κατὰ μέσον ὅρον ἀνὰ μονάδα ἑτοίμου προϊόντος ὑπολογίζεται σήμερον εἰς 13% τοῦ συνολικοῦ κόστους παραγωγῆς.

4) *Σταθεραὶ τιμαί.* Αἱ τιμαὶ τῶν χημικῶν προϊόντων παγκοσμίως δὲν ἔχουν αὐξηθῆ γενικῶς μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα, μὲ τὴν ὁποίαν αὐξάνουν αἱ τιμαὶ τῶν ἄλλων προϊόντων· παρέμειναν ἐκπληκτικῶς σταθεραί. Τοῦτο ὀφείλεται ἐν μέρει εἰς τὰς συνεχῶς βελτιουμένας μεθόδους τῆς παραγωγῆς, αἱ ὁποῖαι καθίστανται ὁσημέραι οἰκονομικώτεραι, καθὼς ἐπίσης καὶ εἰς τὸ ὅτι συνεχῶς ἱδρύονται μεγαλύτερα ἐργοστάσια παραγωγῆς, τὰ ὁποῖα ἔχουν χαμηλότερον κόστος. Ἄλλος λόγος ἐπίσης ἀποφασιστικὸς εἶναι ὁ ἰσχυρὸς παγκόσμιος συναγωνισμός.

5) *Ὠργανωμένη προσπάθεια διὰ τὴν οἰκονομικὴν ἀνάπτυξιν.* Ἡ Χημικὴ βιομηχανία ὑπῆρξεν ὁδηγὸς διὰ τὴν χρησιμοποίησιν τῆς τεχνικῆς τῆς ἀναλύσεως τῆς ἀγορᾶς. Ἐπὶ πολλὰ ἔτη διεξήγαγεν ἐμπεριστατωμένην ἐπιστημονικὴν μελέτην καὶ στατιστικὴν ἀξιολόγησιν τῆς ἀγορᾶς. Καὶ ἄλλοι κλάδοι τῆς βιομηχανίας ἠκολούθησαν τὸ πρότυπον τῆς Χημικῆς βιομηχανίας, ἀλλὰ δὲν ἔφθασαν εἰς τὸν τομέα αὐτὸν τὰ ἐπιτεύγματα αὐτῆς.

6) *Συναγωνισμός.* Ἐνῶ εἰς πολλοὺς ἄλλους τομεῖς τῆς βιομηχανίας κατὰ παράδοσιν ἐδίδετο μεγαλυτέρα σημασία εἰς τὴν παραγωγὴν μᾶλλον παρὰ εἰς τὴν ἐξεύρεσιν *νέων* ἀγορῶν, εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν ἡ συνεχὴς ἔρευνα τῆς ἀγορᾶς ἔρριψεν ὅλον τὸ βάρος τῆς προσπαθείας εἰς τὸν συναγωνισμόν, διότι ἡ συνολικὴ παραγωγικὴ ἱκανότης τοῦ κλάδου τῆς Χημικῆς βιομηχανίας εἶναι συνεχῶς μεγαλυτέρα τῆς ἱκανότητος ἀπορροφήσεως τῆς παραγωγῆς ὑπὸ τῆς παγκοσμίου ἀγορᾶς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 1

Η ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

1 · 1 Γενικά.

Ὡς ἀνεφέραμεν εἰς τὴν Εἰσαγωγήν, καθημερινῶς ἡ Χημικὴ βιομηχανία αὐξάνει τὴν δραστηριότητά της, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ προσφέρη συνεχῶς νέα προϊόντα εἰς τὴν ἀγορὰν καὶ νὰ βελτιώνη τὴν ποιότητα τῶν ἤδη γνωστῶν. Παραλλήλως ἡ Χημικὴ βιομηχανία καθίσταται συνεχῶς πολυπλοκωτέρα καὶ πλέον ἐξειδικευμένη. Ἡ περιοχὴ τῆς δράσεώς της εἶναι μεγάλη καὶ ἐπεκτείνεται εἰς τὴν παραγωγὴν τῶν βασικῶν πρώτων ὑλῶν, τὴν παρασκευὴν καὶ τὴν κατεργασίαν τῶν ἐνώσεων τοῦ ἀζώτου, τῶν συνθετικῶν χρωμάτων, τῶν φαρμακευτικῶν, καλλυντικῶν καθὼς καὶ ἄλλων προϊόντων, τὰ ὁποῖα ἔχουν μεγάλην σημασίαν εἰς τὴν τεχνικήν, ὡς π.χ. καυσίμων, δομικῶν ὑλῶν, ἐλαστικοῦ, συνθετικῶν ὑλῶν, ἐκρηκτικῶν κ.λπ. Ἂν συμπεριλάβωμεν εἰς τὴν Χημικὴν βιομηχανίαν καὶ τοὺς κλάδους τῆς βιομηχανίας, εἰς τοὺς ὁποίους παίζουν σημαντικὸν ρόλον αἱ χημικαὶ διαδικασίαι, τότε ἡ εἰκὼν καθίσταται πλέον ὁλοκληρωμένη, διότι τότε θὰ πρέπει νὰ συμπεριληφθοῦν εἰς τὴν Χημικὴν βιομηχανίαν καὶ ἡ μεταλλουργία, ἡ βιομηχανία τοῦ χάρτου, ἡ ζυθοποιία, ἡ σακχαροβιομηχανία καὶ αἱ λοιπαὶ γεωργικαὶ βιομηχανίαι καθὼς ἐπίσης καὶ πολλαὶ ἄλλαι βιομηχανίαι.

1 · 2 Ἀπὸ τὸ ἐργαστήριον εἰς τὸ ἐργοστάσιον.

Κάθε νέα μέθοδος, ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται εἰς τὸ χημικὸν ἐργαστήριον διὰ τὴν παραγωγὴν μιᾶς οὐσίας, δὲν εἶναι πάντοτε δυνατὸν νὰ ἐφαρμοσθῆ καὶ εἰς τὸ ἐργοστάσιον. Ἡ ἐργασία εἰς τὸ ἐργαστήριον γίνεται ὑπὸ ἄλλας συνθήκας καὶ μὲ κριτήρια διαφορετικὰ ἀπὸ ἐκεῖνα τῆς παραγωγῆς εἰς τὸ ἐργοστάσιον.

Εἰς τὸ ἐργαστήριον τὸ κόστος οὐδόλως ἐνδιαφέρει ἢ ἔχει μικρὰν μόνον σημασίαν, διότι πρωταρχικὴν σημασίαν ἔχει ἡ ἐξονυχιστικὴ μελέτη τῆς χημικῆς ἀντιδράσεως πρὸς ἐπαύξησιν τῶν ἐπιστημονικῶν γνώσεων. Ἡ *προετοιμασία* τῆς πρώτης ὕλης (ἡ λειο-

τρίβησις ἐντὸς ἰγδίου, ἡ διαλυτοποίησις ἐντὸς ὑαλίνου ποτηρίου, ἡ διήθησις δι' ὑαλίνου ἠθμοῦ κ.λπ.) καὶ ἡ *κατεργασία* τοῦ ἑτοίμου προϊόντος, ἡ κάθαρσις δι' ἀποστάξεως, ἡ ξήρανσις ἐντὸς ξηραντηρίου κ.λπ., ἔχουν μικρὰν σημασίαν ἢ θεωροῦνται αὐτονόητοι διεργασίαι.

Εἰς τὸ ἐργοστάσιον ἀντιθέτως *ἡ διαδικασία τοῦ μετασχηματισμοῦ* διενεργεῖται, σχεδὸν πάντοτε, ἐντὸς ἁπλῶν συσκευῶν καὶ εἰδικῶν ὀργάνων, ἐνῶ ἡ προετοιμασία τῶν πρώτων ὑλῶν καὶ ἡ κατεργασία τῶν προϊόντων ἀπαιτοῦν συχνὰ σημαντικὴν δαπάνην διὰ κατασκευάς. Διὰ τὸ ἐργοστάσιον ἐξ ἄλλου τὸ κόστος ἔχει ἀποφασιστικὴν σημασίαν. Βασικὴ προϋπόθεσις διὰ τὴν λειτουργίαν ἑνὸς ἐργοστασίου εἶναι ἡ ὑπὸ συναγωνιστικὸν κόστος παραγωγὴ ἑνὸς ἀγαθοῦ.

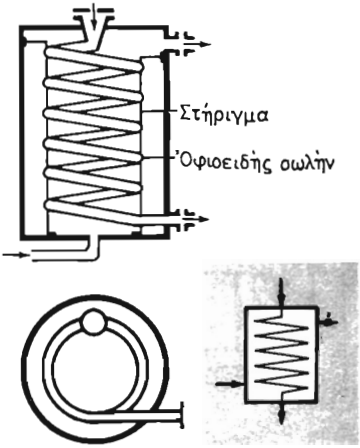
Εἰς τὸ ἐργοστάσιον ἡ χημικὴ ἀντίδρασις συνήθως γίνεται ἐντὸς σχετικῶς ἁπλῶν κατεσκευασμένων συσκευῶν, ἐνῶ ἡ προετοιμασία τῶν πρώτων ὑλῶν καὶ ἡ κατεργασία τῶν προϊόντων ἀπαιτοῦν συχνὰ δαπανηρὰς συσκευάς. Ἐξ ἄλλου, λόγω τῆς πρωταρχικῆς σημασίας τοῦ κόστους τῆς παραγωγῆς, καὶ ἡ πλέον ἀσήμαντος τεχνικὴ ἢ ὀργανωτικὴ βελτίωσις τῆς παραγωγῆς δύναται νὰ ἀσκήση ἀποφασιστικὴν σημασίαν διὰ τὴν ἀνάπτυξιν τοῦ ἐργοστασίου, ἔστω καὶ ἂν δὲν ἔχη σχέσιν μὲ τὴν ἐπιτελουμένην εἰς τὸ ἐργοστάσιον χημικὴν ἀντίδρασιν. Ἡ ἐξέτασις τῶν χημικῶν βιομηχανιῶν βάσει τῶν ἀνωτέρω κριτηρίων ἀποτελεῖ τὸ ἀντικείμενον τῆς Βιομηχανικῆς Χημείας.

1 · 3 Σύμβολα καὶ τρόπος σχηματικῆς παραστάσεως τῶν κατεργασιῶν τῆς Χημικῆς βιομηχανίας.

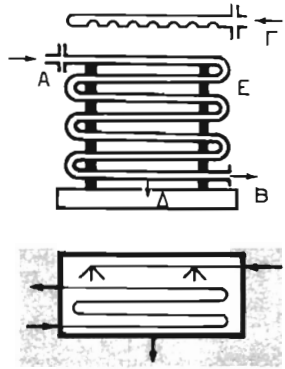
Ἐπειδὴ διὰ τὴν σχηματικὴν παράστασιν τῆς πορείας τῆς παραγωγῆς εἰς τὸ ἐργοστάσιον χρησιμοποιοῦνται σύμβολα, ὁ χημικὸς πρέπει νὰ συνηθίση νὰ συνεννοῆται μὲ αὐτά.

Διὰ τῶν συμβολισμῶν ἀποφεύγεται ἡ λεπτομερὴς περιγραφὴ τῶν πολυαρίθμων τρόπων κατασκευῆς τῶν ἐπὶ μέρους συσκευῶν καὶ παριστάνεται σχηματικῶς μόνον τὸ εἶδος τῆς ἐργασίας καὶ ὄχι αἱ λεπτομέρειαι καὶ ὁ τρόπος κατὰ τὸν ὁποῖον γίνεται ἡ ἐργασία. Ἑπομένως εἶναι ἐπαρκὴς μικρὸς σχετικῶς ἀριθμὸς παραστατικῶν συμβόλων. Τὰ σύμβολα αὐτά, ἔστω καὶ ἂν παρουσιάζουν μὲ τὸν ἴδιον τρόπον τὴν ἐκτέλεσιν τῶν πλέον διαφορετικῶν μεθόδων, δὲν σημαίνουν πάντοτε ἀπαραιτήτως ὅτι εἶναι ὅμοιαι καὶ αἱ δι' αὐτῶν παριστανόμεναι συσκευαί.

Μὲ μίαν ὀφιοειδῆ γραμμὴν (σχ. 1·3α καὶ 1·3β) δυνατὸν νὰ παριστάνεται ὀφιοειδὴς ψυκτὴρ ἢ καὶ ψυκτὴρ μὲ σωλῆνας, ἢ ψυκτὴρ μὲ πλάκας ἢ καὶ ἄλλος παρόμοιος. Ἡ σχεδίασις ὀφιοειδοῦς γραμμῆς ἐκφράζει ἁπλῶς ὅτι εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν πρέπει νὰ γίνῃ ψῦξις.



Σχ. 1·3α.
Ὀφιοειδεῖς ψυκτῆρες.



Σχ. 1·3β.
Ψυκτῆρες καταιονισμοῦ.

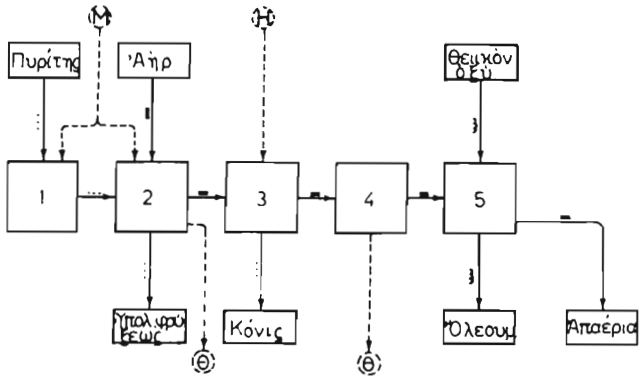
Ὅταν ὅμως μία οὐσία ἀπαιτῇ χαρακτηριστικὴν εἰδικὴν συσκευήν, τότε τὸ σύμβολον τροποποιεῖται καὶ ἡ εἰδικὴ αὐτὴ συσκευὴ ἀποτελεῖ χαρακτηριστικὸν τῆς σχετικῆς μεθόδου. Μὲ τὴν βοήθειαν τῶν συμβόλων δύναται νὰ περιγραφῇ εἰκονικῶς ἡ πορεία τῆς παραγωγῆς ἀπὸ τῆς πρώτης ὕλης μέχρι τῆς συσκευασίας τοῦ τελικοῦ προϊόντος. Μία παρομοία εἰκών, ἡ ὁποία ἀποτελεῖται ἐκ πολλῶν συμβόλων, παριστᾶ τὴν ροὴν τῆς πορείας τῆς παραγωγῆς καὶ χαρακτηρίζεται ὡς *σχῆμα ροῆς*.

Ἐξ ἑνὸς σχήματος ροῆς ὁ ἐργαστηριακὸς χημικὸς δύναται νὰ διακρίνῃ τὰς πρώτας ὕλας, τὰ ἐνδιάμεσα προϊόντα, τὰ τελικὰ προϊόντα καὶ τὰς γινομένας χημικὰς ἀντιδράσεις. Ὁ χημικὸς τῆς παραγωγῆς δύναται νὰ ἀντιληφθῇ ἐπὶ πλέον ποῖαι εἶναι αἱ χρησιμοποιούμεναι συσκευαὶ καὶ τὰ χρησιμοποιούμενα εἴδη ἐνεργείας ὡς καὶ αἱ ποσότητες ἐνεργείας.

Διακρίνονται βασικῶς δύο εἴδη σχημάτων ροῆς: τὰ *σχηματικὰ* καὶ τὰ *κατασκευαστικά*. Καὶ τὰ δύο εἴδη ἔχουν τυποποιηθῇ.

Τὸ *σχηματικὸν* σχῆμα ροῆς ἀποδίδει τὴν πορείαν τῆς ἐργασίας

ὑπὸ ἀφηρημένην μορφήν. Αἱ πρῶται ὕλαι καὶ τὰ τελικὰ προϊόντα ὀνομάζονται δι' ὀνομάτων καὶ σημειοῦνται ἐντὸς ὀρθογωνίων παραλληλογράμμων (σχ. 1 · 3 γ). Αἱ συσκευαὶ καὶ αἱ διαδικασίαι παρα-



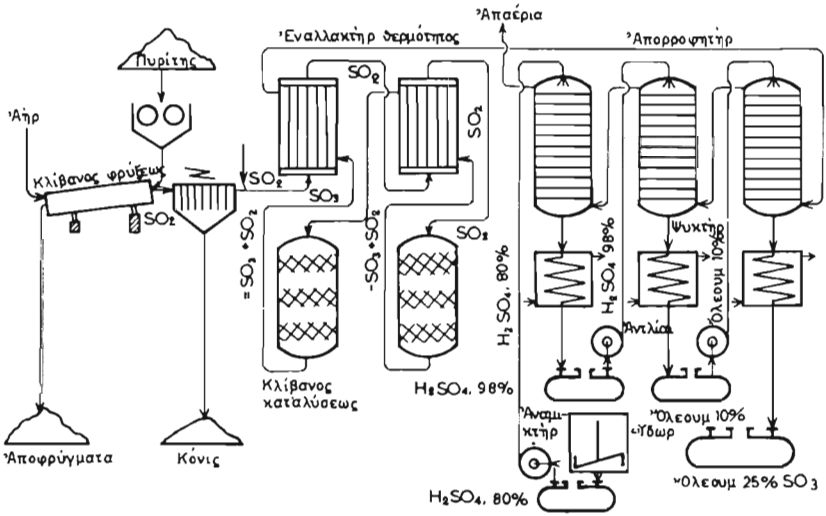
Σχ. 1·3 γ.

Σχῆμα ροῆς τῆς μεθόδου καταλυτικῆς παρασκευῆς θειικοῦ ὀξέος: 1. Ἐγκατάστασις θραύσεως. 2. Κλίβανος φρύξεως. 3. Ἠλεκτρικὸς ἀποκονιωτής. 4. Κλίβανος καταλυτικῆς ἀντιδράσεως. 5. Ἀπορροφητήρ. Μ = μηχανικὴ ἐνέργεια. Η = ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια. Θ = θερμικὴ ἐνέργεια.

γωγῆς παριστάνονται μὲ αὔξοντας ἀριθμοὺς ἐντὸς τετραγώνων καὶ τὰ εἴδη ἐνεργείας ὡς γράμματα ἐντὸς κύκλων. Αἱ ποσότητες τῆς ὕλης χαρακτηρίζονται μὲ γραμμὰς (παχεῖαι γραμμαὶ = κύριαι ὁδοί, λεπταὶ γραμμαὶ = πλάγιαι ὁδοὶ) καὶ αἱ ἐνεργειακαὶ ὁδοὶ παριστάνονται μὲ διακεκομμένην γραμμήν. Μὲ ἰδιαίτερα σύμβολα πλαγίως ἢ ἄνωθεν τῶν γραμμῶν συμβολίζεται, ἂν τὸ προϊὸν εἶναι στερεὸν (τελεῖαι), ὑγρὸν (κυματοειδεῖς γραμμαὶ) ἢ ἀέριον (δύο λεπταὶ παράλληλοι γραμμαί). Ὁ ἀτμὸς συμβολίζεται μὲ μίαν βραχεῖαν καὶ παχεῖαν γραμμήν.

Τὸ σχηματικὸν σχῆμα ροῆς καθίσταται ἐποπτικὸν διὰ τῆς ὑποδιαιρέσεως τοῦ σχεδίου εἰς τρία μέρη: Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος παρατίθενται αἱ πρῶται ὕλαι καὶ κάπως ὑψηλότερα εἰς τὸ αὐτὸ ὅμως μέρος αἱ χρησιμοποιούμεναι μορφαὶ ἐνεργείας. Εἰς τὸ μεσαῖον μέρος ἀποδίδεται ἡ πορεία τῆς παραγωγῆς. Εἰς τὸ κατώτερον μέρος ἐμφανίζονται τὰ τελικὰ προϊόντα (κύρια προϊόντα καὶ ὑποπροϊόντα) καὶ κάπως χαμηλότερον αἱ ἀνακτώμεναι μορφαὶ ἐνεργείας.

Εἰς τὸν πεπειραμένον εἰδικὸν τὸ σχηματικὸν σχῆμα ροῆς προσφέρει ταχεῖαν καὶ σαφῆ ἐποπτείαν περὶ τῆς πορείας τῆς χημικῆς μεθόδου.



Σχ. 1·3 δ.

Κατασκευαστικὸν σχῆμα ροῆς ἐγκαταστάσεως καταλυτικῆς παραγωγῆς θειικοῦ ὀξέος.

Τὸ *κατασκευαστικὸν* σχῆμα ροῆς (σχ. 1·3 δ) εἶναι ἐνδεχομένως ὀλιγώτερον ἐποπτικόν, ἀλλὰ λεπτομερέστερον. Χρησιμοποιεῖ σύμβολα, τὰ ὁποῖα ἀπεικονίζουν συμβολικῶς συσκευὰς καὶ μηχανάς. Αἱ δαπανώμεναι καὶ ἀνακτώμεναι μορφαὶ ἐνεργείας σημειοῦνται μόνον εἰς ἐξαιρετικὰς περιπτώσεις.

Τὸ κατασκευαστικὸν σχῆμα ροῆς εἶναι κατανοητὸν εἰς πάντα τεχνικὸν ἐπιστήμονα ἔστω καὶ μὴ χημικόν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 2

ΦΥΣΙΚΑΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΙ

2 · 1 Βασικαὶ φυσικαὶ κατεργασίαι.

Αἱ πρῶται ὕλαι σπανίως μόνον εἶναι δυνατὸν νὰ ὑποστοῦν χημικὴν κατεργασίαν ὑπὸ τὴν μορφήν, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐλήφθησαν, καὶ ὡς ἐκ τούτου πρὸ τῆς μετατροπῆς των πρέπει νὰ προετοιμασθοῦν καὶ ὑποστοῦν φυσικὴν κατεργασίαν.

Ἑπομένως ἡ παρασκευὴ ἑνὸς χημικοῦ προϊόντος ἀπαιτεῖ γενικῶς μίαν σειρὰν περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον αὐτοτελῶν ἐπὶ μέρους κατεργασιῶν. Ἐξ αὐτῶν ἡ *προετοιμασία*, ἡ *κάθαρσις τῆς πρώτης ὕλης*, ἡ κυρίως *ἀντίδρασις* καὶ ἡ *κατεργασία τῶν τελικῶν προϊόντων* ἐμφανίζονται κατὰ τὴν παρασκευὴν σχεδὸν ὅλων τῶν προϊόντων.

Ἑκάστη τῶν κατεργασιῶν αὐτῶν ἀπὸ τῆς πλευρᾶς της ὑποδιαιρεῖται εἰς ἐπὶ μέρους διεργασίας.

Αἱ ἑκάστοτε ἀπαιτούμεναι βασικαὶ φυσικαὶ διεργασίαι εἶναι αἱ ἑξῆς: ἀποθήκευσις, μεταφορά, λειοτρίβησις, κοσκίνισις, ἀποκονίωσις, ἀνάμιξις, διάλυσις, ἀπορρόφησις, προσρόφησις, διήθησις, ἤρεμος ἀπόχυσις, φυγοκέντρησις, θέρμανσις, ψῦξις, ἐξάτμισις, ξήρανσις, ἀπόσταξις, ἐξάχνωσις. Αἱ βασικαὶ αὐταὶ μέθοδοι εἶναι φυσικαί, πλὴν ὅμως δὲν ὑπάρχουν σαφῆ ὅρια, καθ' ὅσον μερικαί, ὡς π.χ. ἡ *διάλυσις*, δύνανται νὰ περιλαμβάνουν περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον καὶ χημικὰς μεταβολάς.

Ὁ διὰ τὰς βασικὰς αὐτὰς μεθόδους ἀπαιτούμενος μηχανικὸς ἐξοπλισμὸς εἶναι πολλάκις μέγας, ἀπὸ οἰκονομικῆς δὲ ἀπόψεως ἀποτελεῖ λίαν σημαντικὸν ποσοστὸν τῆς ὅλης ἐγκαταστάσεως τοῦ χημικοῦ ἐργοστασίου.

Τὸ εἶδος τῆς κατασκευῆς καὶ ἡ μορφὴ τῶν ἀπαιτουμένων μηχανῶν καὶ τῶν συσκευῶν ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς ποσότητος καὶ τῶν ἰδιοτήτων τῶν πρὸς κατεργασίαν προϊόντων καὶ διὰ τοῦτο ἀπὸ περιπτώσεως εἰς περίπτωσιν εἶναι διαφορετικά.

2 · 2 Ἀποθήκευσις.

1) *Ἀποθήκευσις στερεῶν ὑλῶν.*

Ὅταν αἱ ποσότητες τῶν πρὸς ἀποθήκευσιν στερεῶν οὐσιῶν εἶναι μεγάλαι, τότε συσσωρεύονται, ἂν τὸ ἐπιτρέπουν αἱ ἰδιότητές των, εἰς τὸ ὕπαιθρον, διαφορετικὰ ἀποθηκεύονται εἰς σωροὺς συνήθως ἐντὸς αἰθουσῶν ἢ κάτωθι ὑποστέγων (σχ. 2 · 2 α). Διὰ πολλὰ προϊόντα, τὰ ὁποῖα δὲν συσσωματοῦνται, εἶναι προτιμότερον νὰ ἀποθηκεύωνται εἰς τὰ σιλὸ καὶ τὰ μεγάλα δοχεῖα ἀποθηκεύσεως (Μποῦνκερ). Τὰ τελευταῖα εἶναι ὑψηλὰ δοχεῖα μὲ γωνιώδη ἢ κυλινδρικὴν διατομήν, τὰ ὁποῖα εἰς τὸ κάτω μέρος των ἔχουν μορφὴν κώνου καὶ τοιουτοτρόπως ἐκκενοῦνται εὐκόλως. Πολὺ συχνὰ περισσότερα σιλὸ ἢ μποῦνκερ ἀποτελοῦν μίαν μονάδα. Τότε ὁμιλοῦμεν περὶ συστοιχίας σιλὸ ἢ μποῦνκερ (σχ. 2 · 2 β).

2) *Ἀποθήκευσις ὑγρῶν ὑλῶν.*

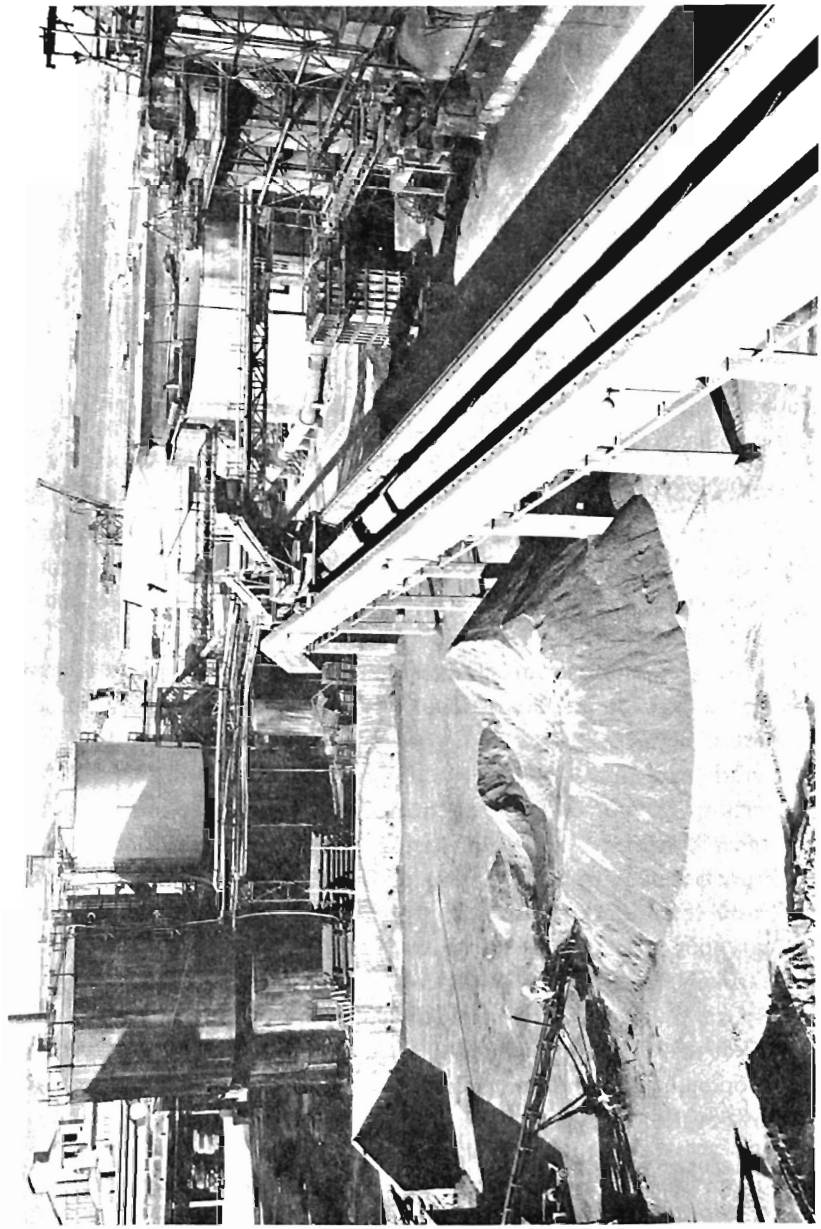
Τὰ ὑγρὰ ὑλικὰ ἀποθηκεύονται εἰς λέβητας, μεταλλικὰ δοχεῖα, ἢ εἰς δοχεῖα ἐκ ξύλου (σχ. 2 · 2 γ). Ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον χρησιμοποιοῦνται ὁριζοντίως διατεταγμένα κυλινδρικὰ δοχεῖα μὲ κυρτὸν πυθμένα (ὑπάρχουν ὅμως ἐπίσης καὶ γωνιώδη δοχεῖα).

Οἱ λέβητες ἀποθηκεύσεως ἀναφλεξίμων ὑγρῶν πρέπει νὰ ἐγκαθίστανται ὑπογείως καὶ νὰ φέρουν γείωσιν διὰ νὰ ἀποφεύγεται ὁ σχηματισμὸς σπινθῆρος καὶ ἠλεκτρικῆς ἐκκενώσεως ἐξ αἰτίας ἠλεκτροστατικῆς φορτίσεως.

Ἐπειδὴ συχνὰ οἱ λέβητες τοποθετοῦνται εἰς τὸ ὕπαιθρον, ἄλλος τρόπος προστασίας των εἶναι νὰ ἀντικατασταθῇ ὁ ὑπερκείμενος ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ δι' ἀερίου ἀζώτου. Λέβητες ἀποθηκεύσεως ὑγρῶν, ποὺ ἐξατμίζονται εὐκόλως, πρέπει νὰ τοποθετοῦνται καλύτερον εἰς ψυχροὺς χώρους (ὑπόγεια κ.λπ.), ἐνῶ λέβητες ὑγρῶν, ποὺ πήγνυνται εὐκόλως, εἰς θερμοὺς χώρους. Οἱ τελευταῖοι φέρουν συχνὰ ὀφιοειδεῖς σωλῆνας ἀτμοῦ ἢ περιβάλλονται διὰ μανδύου ἀτμοῦ καὶ ἀπομονώνονται, ὡς π.χ. γίνεται εἰς πολλὰ βυτιοφόρα ὀχήματα τῶν σιδηροδρόμων. Ἐνίοτε συναντῶνται εἰς Χημικὰς βιομηχανίας καὶ σφαιρικὰ δοχεῖα δι' ὑγρά.

3) *Ἀποθήκευσις ἀερίων ὑλῶν.*

Τὰ ἀέρια ἀποθηκεύονται ἐντὸς ἀεριοφυλακίων. Ἡ πλέον πα-



Σχ. 2·2 α. Αποθήκευσις εἰς σωρούς ἐν ὑπαίθρω εἰς Α.Ε.Χ.Π.Λ.

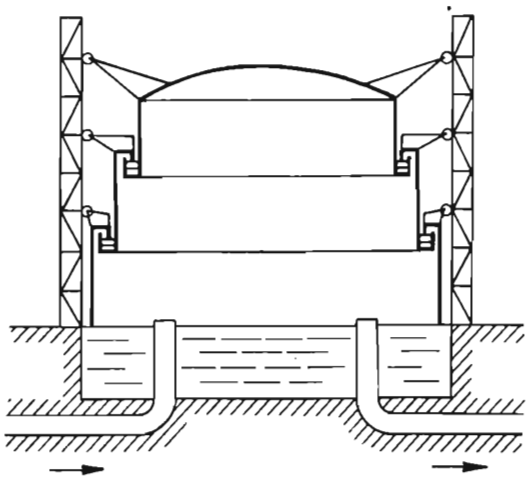
Σχ. 2·2 β. Ἀποθήκευσις εἰς Μπούνκερ τῆς Α.Ε.Χ.Π.Λ.

λαιὰ καὶ γνωστὴ μορφὴ ἀεριοφυλακίου εἶναι αὐτὴ ποὺ ἔχει σχῆμα κώδωνος (σχ. 2·2 δ), συμφώνως πρὸς τὸ ὁποῖον διεμορφώθη ἐπίσης καὶ τὸ γενικὸν σύμβολον παραστάσεως τῶν ἀεριοφυλακίων (σχ. 2 · 2 γ). Τὸ ἀέριον ἀποκλείεται, κάτωθεν μὲν διὰ τοῦ ὕδατος, ἐκ τῶν ἄνω δὲ διὰ τοῦ κώδωνος, ὁ



'Αεριοφυλάκιον

Σχ. 2·2 γ.



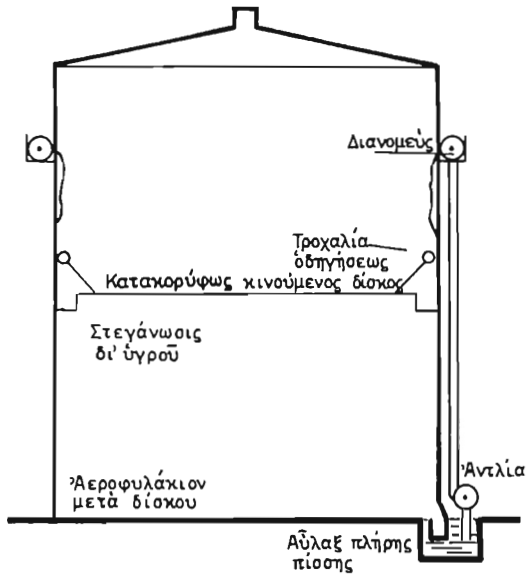
Σχ. 2·2 δ.
Κώδων ἐκ τριῶν τεμαχίων.

ὁποῖος δύναται νὰ ἀνασηκώνεται διὰ τροχαλιῶν. Τὸ κατώτερον μέρος τοῦ κώδωνος ἀπολήγει ἐντὸς αὔλακος, ἐντὸς τῆς ὁποίας εἰσχωροῦν τὰ πρὸς τὰ κάτω κεκαμμένα χείλη τοῦ ἑπομένου δακτυλίου.

'Επειδὴ τὸ ὑγρὸν ἀποφράξεως εὑρίσκεται ἐπίσης καὶ ἐντὸς τῶν δακτυλίων, δύναται καὶ ἀπὸ τὰ κινητὰ μέρη τοῦ ἀεριοφυλακίου νὰ μὴ ἐκφεύγη θεωρητικῶς ἀέριον. 'Εν τούτοις ἀπόλυτος στεγανότης ἔναντι τῶν ἀερίων δὲν δύναται νὰ ἐπιτευχθῆ. 'Η μέση ἡμερησία ἀπώλεια ἀερίου ἀνέρχεται περίπου εἰς 0,3% τοῦ περιεχομένου.

Τὸ ἐντὸς τοῦ ἀεριοφυλακίου σχήματος κώδωνος ἀποθηκευόμενον ἀέριον περιέχει, λόγω τῆς συνεχοῦς ἐπαφῆς μετὰ τοῦ ὑγροῦ ἀποφράξεως, πάντοτε ὑδρατμόν. Τὸ μειονέκτημα τοῦτο δὲν ἔχουν τὰ σύγχρονα ἀεριοφυλάκια μὲ δίσκους (σχ. 2 · 2 ε). Εἰς αὐτὰ ἀντὶ τοῦ κώδωνος ὑπάρχει ἕνας δίσκος. 'Η στεγάνωσις ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς πίσσης, ἡ ὁποία ρέει πρὸς τὰ κάτω ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων. Τὸ ἐντὸς τῶν δο-

χείων τούτων ἀποθηκευόμενον ἀέριον δὲν περιέχει ὑδρατμούς, ἀλλὰ ἀντ' αὐτῶν περιέχει ἀτμοὺς πίσσης, οἱ ὁποῖοι πολὺ συχνὰ εἶναι ἐπιθυμητοί. Τὸ ἀεριοφυλάκιον μὲ δίσκους δύναται νὰ ἔχῃ μεγαλυτέρας διαστάσεις ἀπὸ τὸ ἀεριοφυλάκιον κώδωνος.



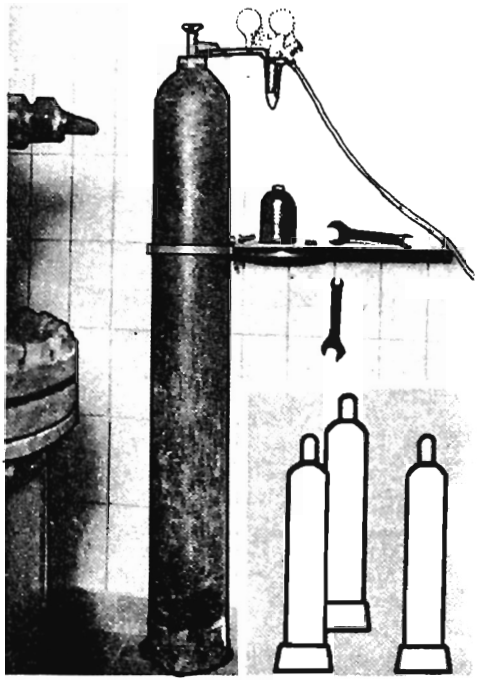
Σχ. 2·2 ε.
Ἀεριοφυλάκιον μὲ δίσκον.

Μικρότεραι ποσότητες ἀερίων ἀποθηκεύονται καὶ μεταφέρονται ὑπὸ πίεσιν 3 ἕως 150 ἀτμοσφαιρῶν (ἀναλόγως τῆς φύσεως τοῦ ἀερίου) ἐντὸς χαλυβδίνων φιαλῶν (σχ. 2 · 2 στ).

Τὸ περιεχόμενον τῶν φιαλῶν ἀερίου χαρακτηρίζεται δι' ἀντιστοίχου βαφῆς των διὰ χρώματος, οὕτως: ἡ φιάλη ἀκετυλενίου χρωματίζεται κιτρίνη, τοῦ ὀξυγόνου κυανῆ, τοῦ ἀζώτου πρασίνη, τοῦ ὑδρογόνου καὶ ὅλων τῶν ἄλλων καυσίμων ἀερίων ἐρυθρὰ καὶ ὅλων τῶν λοιπῶν τεφρά.

Μὲ τὰ χρώματα ἀποφεύγονται τὰ λάθη. Ὡς πρόσθετον μέτρον ἀσφαλείας εἰς τὰς βαλβῖδας τῶν φιαλῶν προβλέπονται διάφορα σπειρώματα συνδέσεως, οὕτω: διὰ μὴ καύσιμα ἀέρια προβλέπονται δεξιόστροφα σπειρώματα, ἐνῶ διὰ καύσιμα ἀέρια ἀριστερόστροφα σπειρώματα. Τὸ σχῆμα 2 · 2 στ δεικνύει φιάλην ἀερίου ὑπὸ πίεσιν

τοποθετημένην συμφώνως πρὸς τοὺς κανονισμούς. Ὅπως βλέπομεν, διὰ νὰ μὴ ὑπάρχῃ κίνδυνος πτώσεως, ἡ φιάλη συγκρατεῖται ὑπὸ μιᾶς ἐντοιχισμένης στεφάνης. Ἡ βαλβὶς μειώσεως τῆς πιέσεως τοποθετεῖται παραλλήλως πρὸς τὸν τοῖχον, διότι δὲν ἐπιτρέπεται νὰ προεξέχῃ εἰς τὸν χῶρον κυκλοφορίας. Τὸ ἀσφαλιστικὸν κάλυμμα καὶ τὸ κλειδίον ἀποκοχλιώσεως εὑρίσκονται πλησίον τῆς φιάλης. Ἀπαγορεύεται αὐστηρῶς νὰ εὑρίσκεται θερμαντικὸν σῶμα πλησίον τῆς φιάλης.



Σχ. 2·2 στ.
Τρόπος τοποθετήσεως φιάλης ἀερίου.

Διὰ νὰ μεταφέρωμεν τὴν φιάλην πρέπει νὰ ἀποκοχλιώσωμεν τὴν βαλβῖδα ἐλαττώσεως τῆς πιέσεως καὶ νὰ κοχλιώσωμεν τὸ ἀσφαλιστικὸν περικάλυμμα τῆς βαλβῖδος, ποτὲ δὲ δὲν πρέπει νὰ ἕλκωμεν τὴν φιάλην ἀπὸ τὴν βαλβῖδα. Πρέπει πάντοτε νὰ προσέχωμεν, ὥστε νὰ ἀποφευχθῇ πτῶσις τῆς φιάλης καὶ νὰ τὴν φυλάσσωμεν πάντοτε εἰς ψυχρὸν μέρος.

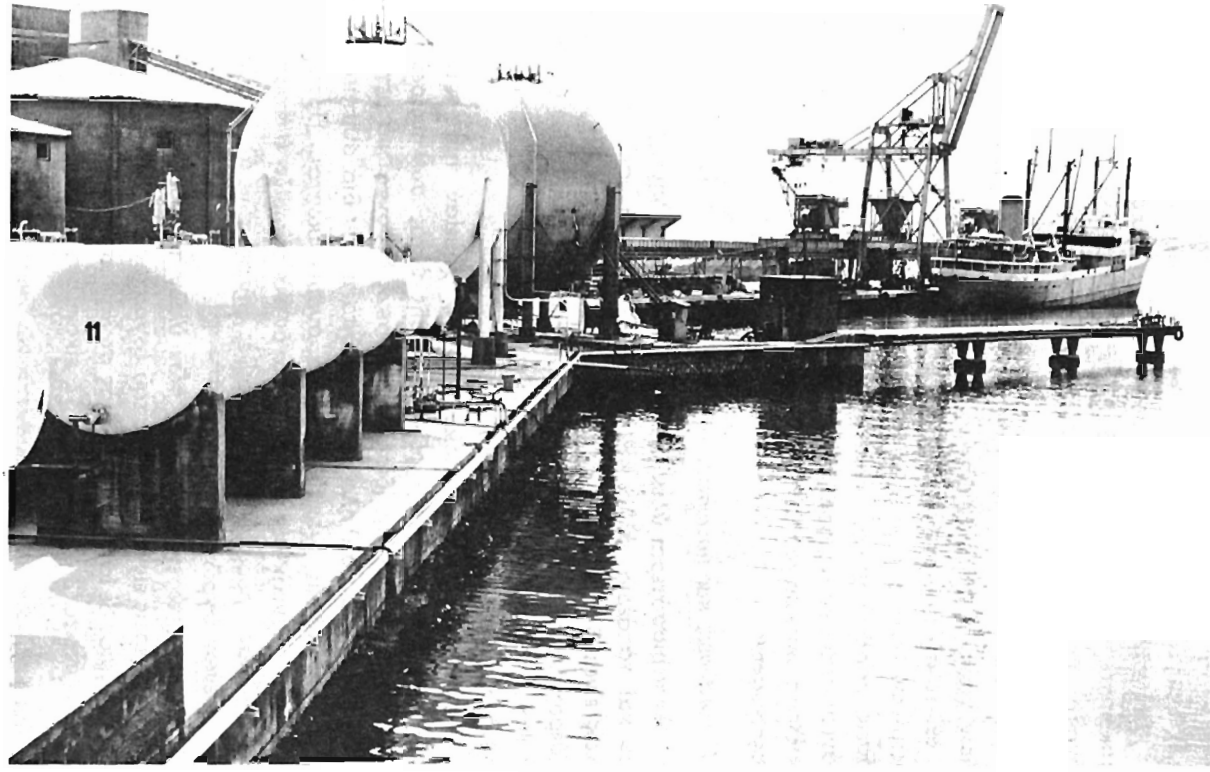
Διὰ τὴν διάκρισιν τῶν σωληνώσεων μεταφορᾶς διαφόρων ἀερίων δὲν ἔχει ἐπέλθει μέχρι σήμερον πλήρης συμφωνία μεταξὺ ὅλων τῶν κρατῶν.

Εἰς τὸ σχῆμα 2 · 2ζ εἰκονίζεται σφαιρικὸν ἀεριοφυλάκιον ἀμμωνίας τῆς Α.Ε.Χ.Π.Λ.

2 · 3 Μεταφορά.

1) Ὁδοὶ καὶ μέσα μεταφορᾶς.

Ἡ μεταφορὰ τῶν παντὸς εἴδους ὑλικῶν (πρώτων ὑλῶν, ἐνδιαμέσων προϊόντων καὶ τελικῶν προϊόντων) ἀπὸ τῆς μιᾶς συσκευῆς



Σχ. 2.2ζ. Ἀεριοφυλάκιον ἀμμωνίας.

εἰς τὴν ἄλλην ἢ ἀπὸ ἀποθήκης εἰς ἀποθήκην εἰς τὰ χημικὰ ἐργοστάσια ἔχει μεγάλην σημασίαν.

Διὰ τὴν μεταφορὰν χρησιμοποιοῦνται πολλὰ καὶ ποικίλα μέσα: αὐτοκίνητα, σιδηροδρομικὰ ὀχήματα, βυτιοφόρα ἢ ἄλλα εἰδικὰ ὀχήματα, ἀνυψωτικὰ μηχανήματα, μεταφορικαὶ ταινίαι, μεταφορικοὶ κοχλίαι, σωληνώσεις κ.ἄ.

Ἡ πλέον σύγχρονος ἐξέλιξις εἰς τὰς μεταφορὰς εἶναι ἡ μεταφορὰ ἀερίων χαμηλοῦ σημείου ζέσεως ὑπὸ ὑγρὰν κατάστασιν. Τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ ἄζωτον ἀπὸ πολλῶν ἤδη ἐτῶν μεταφέρονται ἐντὸς καλῶς μονωμένων βυτιοφόρων ὀχημάτων εἰς ὑγρὰν κατάστασιν εἰς ἀποστάσεις πολλῶν χιλιομέτρων. Ἐσχάτως μεταφέρεται ἐπίσης καὶ τὸ μεθάνιον ὑπὸ ὑγρὰν μορφὴν διὰ πλοίων. Κατωτέρω θὰ ἐξετάσωμεν τὴν διὰ σωληνώσεων μεταφοράν, καθ' ὅσον αὐταὶ ἀπαιτοῦν ἰδιαιτέρας γνώσεις.

2) Σωληνώσεις καὶ μονώσεις.

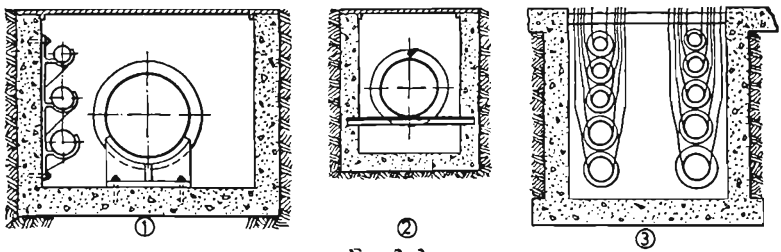
Αἱ περισσότεραι ὕλαι μεταφέρονται διὰ σωληνώσεων, ἰδίως τὰ ὑγρὰ καὶ τὰ ἀέρια· ἀλλὰ καὶ στερεαὶ ὕλαι ὑπὸ μορφὴν κοκκίων ἢ κόνεως εἶναι δυνατόν, καὶ συχνὰ τοῦτο συμβαίνει, νὰ μεταφερθοῦν δι' ἀέρος ἐντὸς σωληνώσεων. Αἱ πολλαὶ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις τοῦ ἐργοστασίου ἐκτεινόμεναι σωληνώσεις εἶναι τὸ χαρακτηριστικὸν ἑνὸς χημικοῦ ἐργοστασίου.

Ἰδιαιτέραν πρόοδον, ἰδίως εἰς τὴν χημείαν τοῦ πετρελαίου, προσέφερεν ἡ μεταφορὰ ὑγρῶν διὰ ροῆς ἐντὸς σωληνώσεων, καθ' ὅσον ἐντὸς μιᾶς καὶ τῆς ἰδίας σωληνώσεως δύνανται νὰ μετακινοῦνται διάφορα ὑγρὰ ἀλληλοδιαδόχως, ὑπὸ πίεσιν διὰ συμπιεστοῦ, εἰς μικρὰς ἀποστάσεις, χωρὶς αὐτὰ νὰ ἀναμιγνύωνται. Πράγματι ἡ σύγχρονος τεχνικὴ κατέστησε δυνατὸν νὰ γνωρίζῃ ὁ παραλήπτης εἰς τὸν χῶρον προορισμοῦ τὸ ἀκριβὲς μῆκος τῶν ἀλληλοδιαδόχως ἀφικνουμένων ὑγρῶν.

Αἱ σωληνώσεις μεταφορᾶς τῶν ὑλῶν τοποθετοῦνται συνήθως εἰς ὁρατὰς θέσεις εἰς τὸν χῶρον τοῦ ἐργοστασίου, ἐνίοτε δὲ καὶ ὑπογείως· τὸ ἴδιον δὲ ἰσχύει καὶ διὰ τὰς σωληνώσεις μεταφορᾶς ἐνεργείας. Εἰς τὰ σχήματα 2 · 3 α ἕως 2 · 3 ζ εἰκονίζονται διάφορα εἴδη σωληνώσεων.

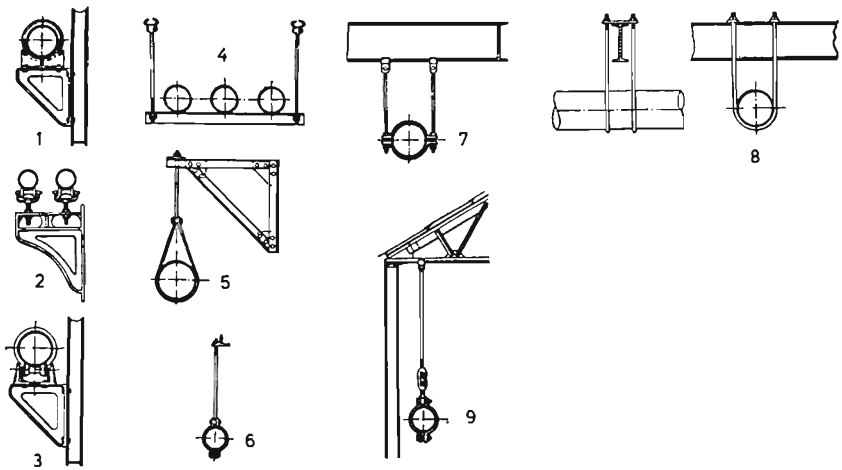
Μία σωλήνωσις κατασκευάζεται διὰ συνδέσεως τῶν ἐπὶ μέρους

τεμαχίων τῶν σωλήνων εἴτε διὰ συγκολλήσεως εἴτε δι' ἀποσυνδεσίμων τεμαχίων συνδέσεως *(συνδέσμων σωλήνων)*.



Σχ. 2·3 α.

Μέθοδος ἐγκαταστάσεως σωληνώσεων. 1. Ὑποστηρίγματα ἐντὸς τάφρου. 2. Τάφρος ἐκ σκυροδέματος. 3. Ὑποστηρίγματα σχήματος U.



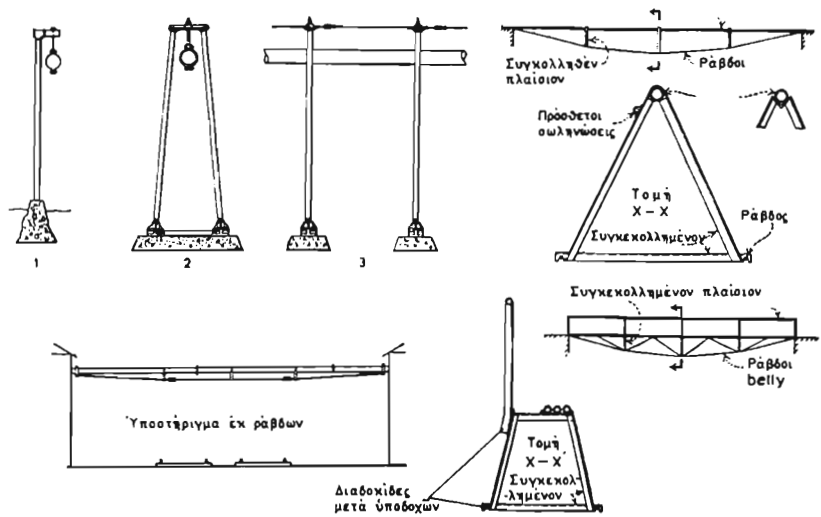
Σχ. 2·3 β.

1. Ὑποστήριγμα πακτώσεως. 2. Ὑποστήριγμα μετὰ δύο τροχαλιῶν. 3. Στήριγμα μετὰ ἐλάστρου διαστολῆς. 4. Ἀνάρτησις ἐπὶ σιδηρᾶς γωνίας. 5. Κατασκευὴ ὑποστηρίξεως καὶ ράβδος ἀναρτήσεως. 6. Ἀνάρτησις διὰ μιᾶς ράβδου. 7. Ἀνάρτησις διὰ δύο ράβδων. 8. Ἀνάρτησις διὰ κοχλιωτοῦ υ. 9. Ἀνάρτησις μετὰ στρεφομένης πόρπης.

Ὡς ἀποσυνδέσιμοι σύνδεσμοι σωλήνων χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ ἐργοστάσια σχεδὸν ἀποκλειστικῶς φλάντζαι, καθ' ὅσον αὐταὶ ἐπιτρέπουν τὴν ταχεῖαν ἀντικατάστασιν τῶν σωλήνων. Τὰ ἄκρα τῶν σωλήνων συνδέονται οὕτως, ὥστε αἱ φλάντζαι, αἱ ὁποῖαι ἔχουν ὀπάς, μετὰ τὴν τοποθέτησιν τῶν στεγανωτικῶν ὑλικῶν νὰ συμπιέζωνται στερεῶς ἡ μία ἐπὶ τῆς ἄλλης διὰ κοχλιώσεως.

Πρὸς ρύθμισιν τῆς ροῆς πρέπει νὰ τοποθετοῦνται εἰς ὡρισμένας θέσεις εἰς τὰς σωληνώσεις ὄργανα ἀποφράξεως, δηλαδὴ κρουνοί, σύρται καὶ βαλβῖδες (βάνναι). Τὰ ὄργανα αὐτὰ διαφέρουν σημαντικῶς μεταξύ των.

Τοὺς κρουνοὺς [σχ. 2 · 3 η (α)] δυνάμεθα νὰ τοὺς χειρισθῶμεν ταχέως. Ἕνα τέταρτον περιστροφῆς τῆς λαβῆς τοῦ κρουνοῦ προκαλεῖ ἄνοιγμα ἢ κλείσιμον τῆς σωληνώσεως. Ἡ ροή, ὅταν ὁ κρουνὸς εἶναι ἀνοικτός, εἶναι εὐθύγραμμος καὶ δὲν σχηματίζονται ἀντιστάσεις λόγω συσσωρεύσεως. Ἡ χρῆσις κρουνῶν παρουσιάζει τὰ ἑξῆς μειονεκτήματα: δὲν ὑπάρχει δυνατότης ἐπακριβοῦς ρυθμίσεως· δὲν δύναται νὰ χρησιμοποιηθοῦν εἰς σωληνώσεις μεγάλης διατομῆς, διότι ἡ κίνησις τοῦ μοχλοῦ τοῦ κρουνοῦ εἰς περιπτώσεις μεγαλυτέρων διαστάσεων ἀπαιτεῖ σημαντικὰς σωματικὰς δυνάμεις· δὲν εἶναι κατάλληλοι διὰ χρησιμοποίησιν εἰς μεγάλας πιέσεις, διότι καθίστανται εὐκόλως μὴ στεγανοί.



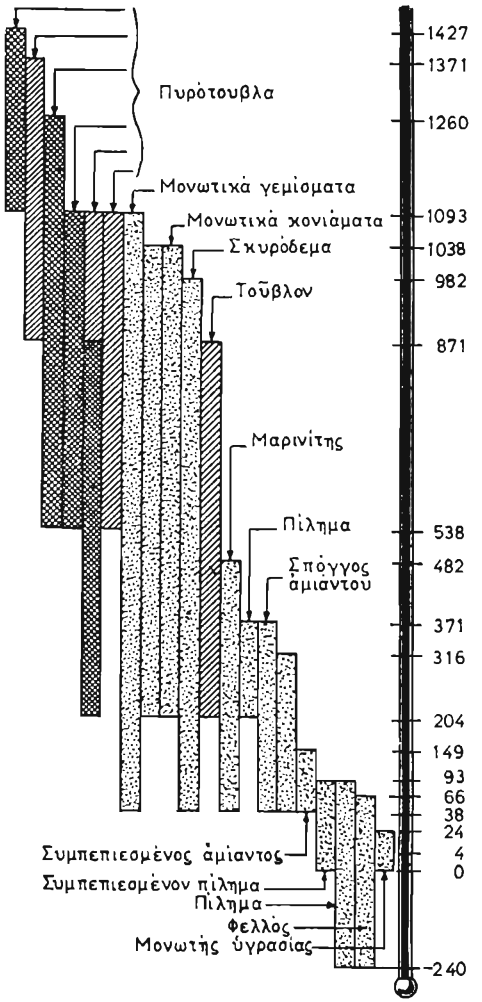
Σχ. 2·3 γ.

Δικτυώματα σωλήνων. 1. Ὀρθοστάτης ἀναρτήσεως σωλήνων. 2. Ὀρθοστάτης περιβόλου. 3. Ἐξωτερικοὶ ὀρθοστάται ὑποστηρίξεως. 4. Δικτυώματα σωλήνων μετὰ διαβάσεων.

Οἱ σύρται [σχ. 2 · 3 η(β)] δὲν παρουσιάζουν τὰ μειονεκτήματα τῶν κρουνῶν. Καὶ αὐτοὶ ἐπίσης καθιστοῦν δυνατὴν τὴν εὐθύγραμμον δίοδον.

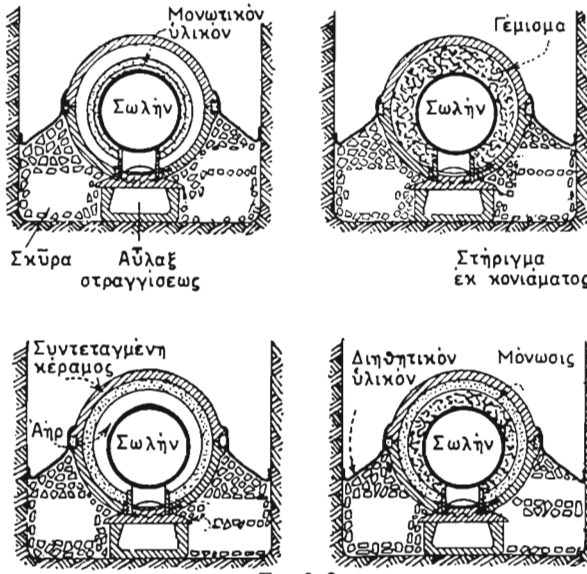
Τὸ πλῆρες ἄνοιγμα καὶ κλείσιμον ὅμως ἀπαιτεῖ πολὺν χρόνον,

καὶ διὰ τοῦτο περιορίζεται ἡ χρησιμοποίησίς των κυρίως εἰς σωληνώσεις πολὺ μεγάλης διαμέτρου (π.χ. ὑδατοσύρται διὰ κυρίας σωληνώ-

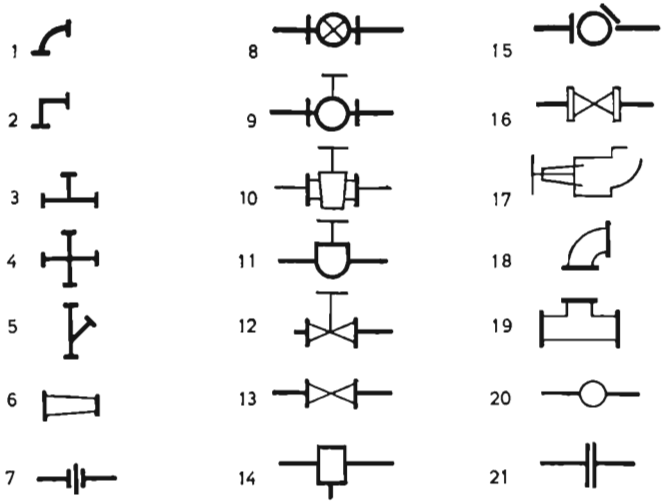


Σχ. 2·3 δ.
Ὅρια θερμοκρασίας μονώσεως εἰς 0⁰ C.

σεις). Εἶναι δυνατὴ ἡ χρησιμοποίησις συρτῶν τόσον δι' ὑγρὰ ὅσον καὶ δι' ἀέρια καὶ τὸ πλεονέκτημα αὐτῶν συνίσταται εἰς τὸ ὅτι δύνανται



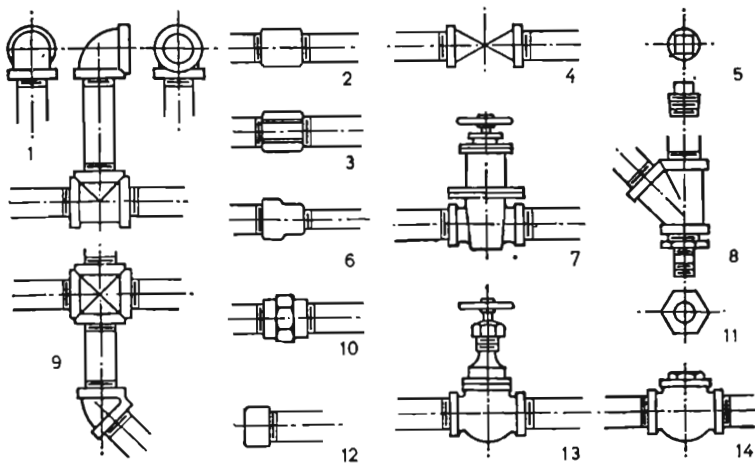
Σχ. 2·3 ε.
Τύποι μονώσεως ὑπογείων σωληνώσεων.



Σχ. 2·3 στ.

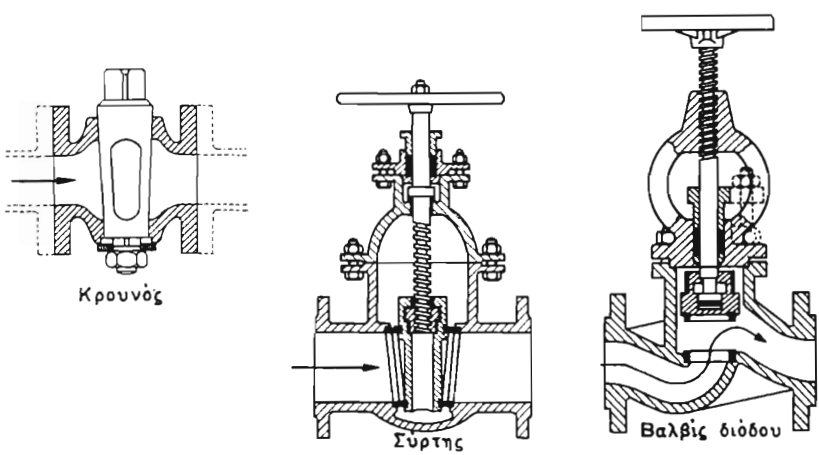
1. Καμπύλη. 2. Γωνία. 3. Ταῦ. 4. Σταυρός. 5. Διακλάδωσις. 6. Συστολή. 7. Συνδεσις διὰ κοχλιῶν. 8. Κάτοψις βαλβῖδος. 9. Σφαιρικὴ βαλβίς. 10-12. Συρταρωτὴ βαλβίς. 13. Βαλβίς. 14. Στρόφιγξ. 15. Βαλβὶς ἐλέγχου. 16. Βαλβίς. 17. Μειωτήρ. 18. Γωνία. 19. Ταῦ. 20. Διαστολή. 21. Σύνδεσις ὠτίδων.

νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ παχύρρευστα (π.χ. πίσσα) καὶ πολτώδη ὑγρά. Αἱ βαλβῖδες [σχ. 2·3 η (γ)] εἶναι τὰ συνηθέστερον χρησιμο-



Σχ. 2·3 ζ.

1. Γωνία. 2. Σύνδεσις. 3. Συνδεσις R & L. 4. Βαλβίς. 5. Πῶμα. 6. Σύνδεσμος μειώσεως. 7. Δικλείς. 8. Διακλάδωσις 9. Γωνία. 10. Σύνδεσμος. 11. Κλειστὸν ἀκροφύσιον. 12. Καπάκι. 13. Σφαιρικὴ βαλβίς. 14. Βαλβὶς ἐλέγχου.

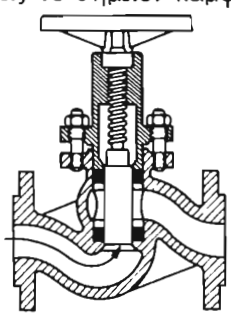


Σχ. 2·3 η.

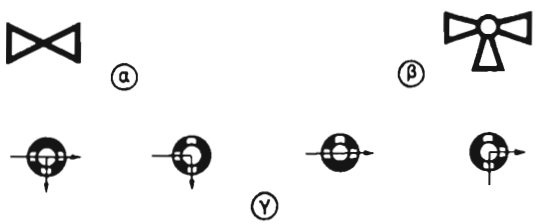
ποιούμενα ὄργανα ἀποφράξεως. Ἔχουν ἔναντι τῶν δύο ἄλλων τὸ πλεονέκτημα τῆς λεπτομερεστέρας ρυθμίσεως. Ἐνῶ εἰς τὸν κρουνὸν

ἡ φραγὴ ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς *στρόφιγγος* καὶ εἰς τὸν σύρτην διὰ τοῦ *σφηνός*, εἰς τὴν βαλβῖδα ἐπιτυγχάνεται διὰ δύο μερῶν, τοῦ κινητοῦ *κώνου* καὶ τῆς ἀκινήτου *ἕδρας*. Ἡ λέξις κῶνος διατηρεῖται μολονότι τὸ οὕτως ὀνομαζόμενον μέρος τῆς βαλβῖδος σπανίως μόνον διατηρεῖ τὴν μορφὴν τοῦ κώνου. Οὕτω π.χ. εἰς τὴν βαλβῖδα Κλίνγκερ (σχ. 2 · 3 θ), ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖται συχνὰ εἰς τὰ χημικὰ ἐργοστάσια, ὁ κῶνος ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς ἐμβόλου. Αἱ βαλβῖδες προσφέρουν τὸ πλεονέκτημα τῆς λεπτομεροῦς ρυθμίσεως, ἔχουν ὅμως ἔναντι τῶν ἄλλων ὀργάνων φραγῆς δύο μειονεκτήματα:

α) Ὁ δρόμος τοῦ μεταφερομένου ὑλικοῦ ὑφίσταται ἐντὸς τῆς βαλβῖδος κάμψιν, ἐκ τῆς ὁποίας δύναται νὰ προκληθῇ συσσώρευσις ἢ ἀπόφραξις λόγω συμπαρασυρομένων ὑλῶν, αἱ ὁποῖαι ἐπικάθηνται εἰς τὸ σημεῖον κάμψεως.



Σχ. 2·3 θ.
Βαλβὶς Κλίνγκερ.



Σχ. 2·3 ι.
Αἱ θέσεις ἑνὸς τριπόρου κρουνοῦ.

Τὸ μειονέκτημα τοῦτο ἔχει καταστῇ δυνατὸν νὰ ἐξαλειφθῇ εἰς μερικάς, εἰδικῆς κατασκευῆς, βαλβῖδας.

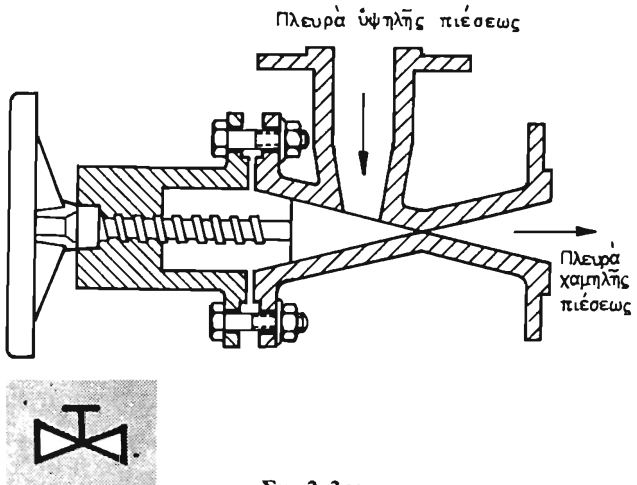
β) Αἱ βαλβῖδες δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν μόνον κατὰ μίαν διεύθυνσιν.

Ἡ ἐκλογὴ τοῦ ὀργάνου φραγῆς ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σκοποῦ, διὰ τὸν ὁποῖον προορίζεται. Γραφικῶς χρησιμοποιεῖται εἰς ὅλα τὰ ὄργανα φραγῆς γενικὸν σύμβολον [σχ. 2 · 3 ι(α)]. Οἱ τρίποροι κρουνοὶ [σχ. 2 · 3 ι (β, γ)] δύνανται νὰ τοποθετηθοῦν εἰς διακλαδώσεις σωληνώσεων, ὅταν τὸ προϊὸν πρέπει νὰ ρέῃ κατ' ἐκλογὴν εἰς μίαν ἐκ τῶν δύο ἢ καὶ τὰς δύο σωληνώσεις.

3) Βαλβῖδες ἀποτονώσεως καὶ ἐλαττώσεως τῆς πιέσεως.

Αἱ βαλβῖδες *ἀποτονώσεως καὶ ἐλαττώσεως τῆς πιέσεως* ἔχουν

μεγάλην σημασίαν. Ὁ σκοπὸς τῶν βαλβίδων αὐτῶν εἶναι ὁ ἑξῆς: Ἀφήνουν τὸ προωθούμενον ὑλικὸν (ἀέριον ἢ ὑγρόν), τὸ ὁποῖον φθάνει ὑπὸ οἱανδήποτε πίεσιν ἐπὶ τῆς πλευρᾶς πιέσεως τῆς βαλβῖδος, νὰ ῥέῃ οὕτως, ὥστε νὰ συγκρατηθῇ πρὸ τῆς βαλβῖδος ἡ ὑψηλοτέρα πίεσις, ἐνῶ μετὰ τὴν βαλβῖδα τὸ ὑλικὸν νὰ ἀποτονωθῇ εἰς τὴν ἐπιθυμουμένην ἠλαττωμένην πίεσιν. Αἱ βαλβῖδες αὐταὶ χρησιμοποιοῦνται καὶ εἰς χαλυβδίνας φιάλας ἢ δοχεῖα ὑψηλῆς πιέσεως (σχ. 2·3 ια).



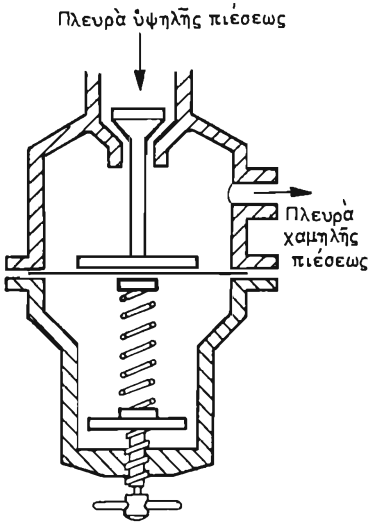
Σχ. 2·3 ια.
Βαλβὶς ἐκτονώσεως.

Ἡ βαλβὶς μειώσεως τῆς πιέσεως εἶναι ἕνα μικρὸν δοχεῖον, τὸ ὁποῖον ἀποφράσσει τὴν προσαγωγὴν ἐπὶ πλέον ἀερίου ἢ ἐπὶ πλέον ὑγροῦ, εὐθὺς ὡς ἡ ἐπιθυμουμένη πίεσις ἐπιτευχθῇ εἰς τὴν πλευρὰν τῆς χαμηλῆς πιέσεως. Ὅταν ἡ κυρίως βαλβὶς ἐξόδου κλείση, τότε ἀνέρχεται ἡ πίεσις εἰς τὸ ἐνδιάμεσον δοχεῖον μέχρι τοῦ προκαθορισθέντος μεγέθους. Ἂν ἡ βαλβὶς συνδεθῇ μὲ οἱανδήποτε συσκευήν, τότε εἰς αὐτὴν ῥέει ἀέριον ἢ ὑγρόν, ἕως ὅτου ἐπιτευχθῇ ἡ ἐπιθυμουμένη πίεσις. Τότε ἡ βαλβὶς κλείει τὴν πλευρὰν τῆς ὑψηλῆς πιέσεως αὐτομάτως (σχ. 2·3 ιβ).

4) Βαλβῖδες ἀλλαγῆς κατευθύνσεως.

Εἰς περιπτώσεις ποὺ αἱ διεργασίαι γίνονται αὐτομάτως, πρέπει νὰ δύναται νὰ ρυθμισθῇ ἐπίσης αὐτομάτως καὶ ἡ ροὴ τῶν ὑλῶν. Εἰς

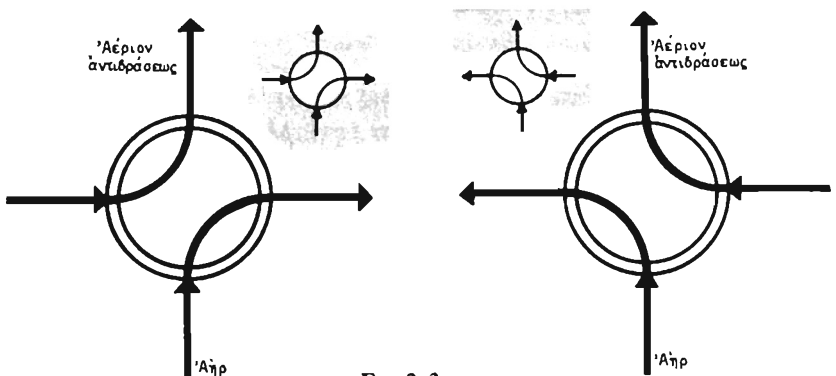
τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἡ βαλβὶς δύναται νὰ ἐπιτελέση δύο διαφορετικὰς ἀποστολάς. Ὁδηγεῖ π.χ. ἕνα ἀέριον ἀντιδράσεως ἐκ τῆς συσκευῆς ἀντιδράσεως πρὸς τὰ ἄνω καὶ εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῆς συσκευῆς προσάγει ἀέρα. Ἐὰν ἡ βαλβὶς στραφῆ κατὰ 180°, αἱ διευθύνσεις ροῆς θὰ μεταβληθοῦν. Διὰ τοῦ συνδυασμοῦ μιᾶς σειρᾶς βαλβίδων αὐτοῦ τοῦ εἴδους δύναται νὰ ρυθμισθῆ ἁπλῶς καὶ ταχέως ἀκόμη καὶ μία περίπλοκος σειρὰ διαδικασιῶν μιᾶς μεθόδου (σχ. 2·3 ιγ).



Σχ. 2·3 ιβ.
Βαλβὶς μειώσεως τῆς πιέσεως.

5) Ἀντλίαι καὶ συμπιεσταί.

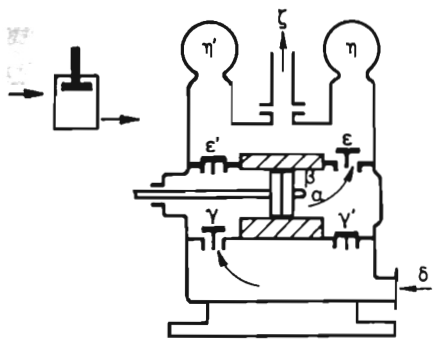
Ἀντλίαι εἶναι αἱ κινητήριαι διατάξεις διὰ τὴν προώθησιν ὑλῶν ἐντὸς σωληνώσεων. Κάθε χημικὸν ἐργοστάσιον διαθέτει πολλὰς καὶ διαφόρους ἀντλίας. Ὁ τρόπος κατασκευῆς τῶν ἀντλιῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν ἰδιοτήτων καὶ τῶν ποσοτήτων τῶν πρὸς προώθησιν



Σχ. 2·3 ιγ.
Βαλβὶς ἀλλαγῆς κατευθύνσεως.

ὑλῶν καὶ ἐνδεχομένως ἐκ τῆς ἐπιθυμουμένης αὐξήσεως τῆς πιέσεως. Ὑπάρχουν ἐμβολοφόροι ἀντλίαι διπλῆς καὶ ἁπλῆς ἐνεργείας. Εἰς τὰς

ἐμβολοφόρους ἀντλίας διπλῆς ἐνεργείας (σχ. 2·3 ιδ) παλινδρομεῖ ἐντὸς κυλίνδρου α ἕνα ἔμβολον β. Τὸ ἔμβολον παράγει κατὰ τὴν πρὸς τὰ ἐμπρὸς κίνησίν του ὑποπίεσιν ὄπισθεν αὐτοῦ, διὰ τῆς ὁποίας ἀνασηκώνεται ἡ βαλβὶς ἀναρροφήσεως γ καὶ ἀφήνει νὰ εἰσέλθῃ τὸ πρὸς προώθησιν ὑλικὸν ἐκ τῆς σωληνώσεως ἀναρροφήσεως δ. Εἰς τὴν ἄλλην πλευρὰν τοῦ ἐμβόλου συμπιέζεται τὸ ὑλικόν, ἀνοίγει ἡ βαλβὶς πιέσεως ε καὶ τὸ προωθούμενον ὑλικὸν πιέζεται διὰ τοῦ στομίου καταθλίψεως ζ ἐντὸς τῆς σωληνώσεως ἀπαγωγῆς. Κατὰ τὴν πρὸς τὰ ὀπίσω κίνησιν ἀνοίγουν αἱ ἄλλαι βαλβῖδες ἀναρροφήσεως καὶ καταθλίψεως γ′ καὶ ε′, ἐνῶ αἱ γ καὶ ε παραμένουν κλεισταί. Διὰ τῆς διατάξεως αὐτῆς τῆς ἐμβολοφόρου ἀντλίας *διπλῆς ἐνεργείας* παράγεται ἕνα συνεχῶς ρέον ρεῦμα. Διὰ τὴν περαιτέρω ὑποβοήθησιν τῆς συνεχοῦς προωθήσεως εὑρίσκονται εἰς τὰς δύο πλευρὰς δοχεῖα ἀέρος η καὶ η′, τὰ ὁποῖα δροῦν ὡς ἐξισωτικὰ τῆς πιέσεως (*ἐλαστικὰ προσκεφάλαια*). Εἰς τὴν ἐμβολοφόρον ἀντλίαν *ἁπλῆς ἐνεργείας*, ἡ ὁποία κατὰ τὴν παλινδρόμησιν τοῦ ἐμβόλου ἀναρροφεῖ καὶ καταθλίβει ἐναλλάξ, ἡ προώθησις γίνεται κατὰ ἀσυνεχῆ τρόπον.

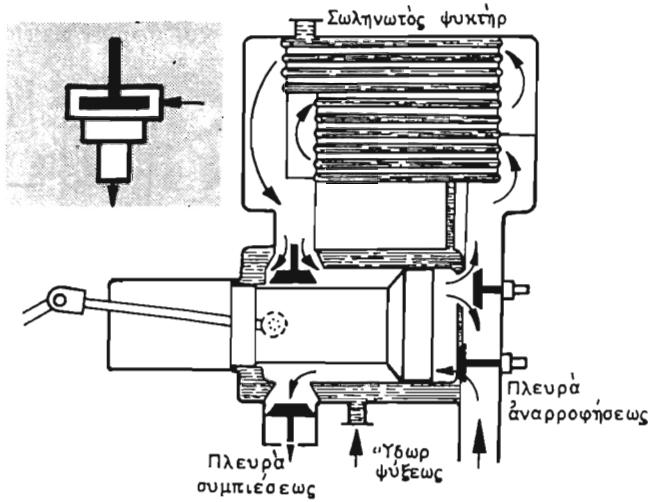


Σχ. 2·3 ιδ.
Ἐμβολοφόρος ἀντλία διπλῆς ἐνεργείας.

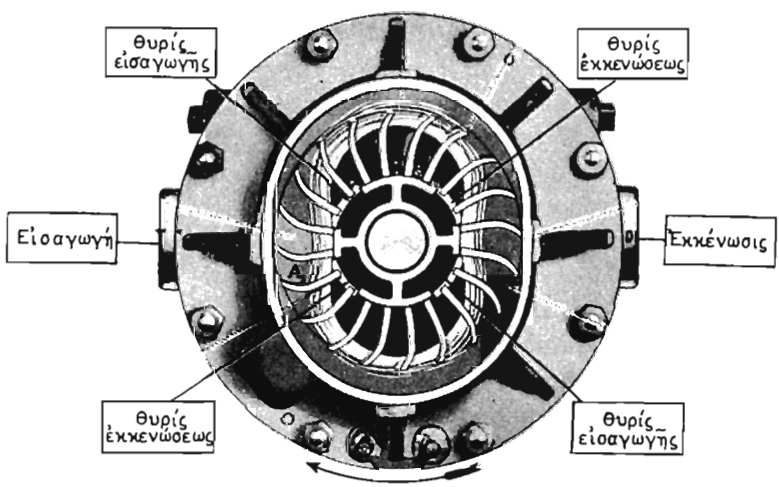
Ἡ ἐμβολοφόρος ἀντλία χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν προώθησιν καὶ ὑγρῶν καὶ ἀερίων. Εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν ἀερίων, ὅταν ἡ πίεσις αὐξάνεται εἰς πολὺ μεγάλον βαθμόν, τότε ὁμιλοῦμεν περὶ *συμπιεστῶν*.

Ἂν ἀπαιτοῦνται πιέσεις μεγαλύτεραι τῶν πέντε ἀτμοσφαιρῶν, πρέπει νὰ χρησιμοποιηθοῦν συμπιεσταὶ ἐργαζόμενοι εἰς δύο βαθμίδας (*διβαθμίως*), οἱ ὁποῖοι πρέπει νὰ ψύχωνται δι' ὕδατος πρὸς ἀπαγωγὴν τῆς θερμότητος συμπιέσεως (σχ. 2·3 ιε). Ἐάν, ἐκτὸς τῆς ἀπ' εὐθείας ψύξεως τοῦ κυλίνδρου, συνδέσωμεν ἐνδιαμέσως ἕνα σωληνωτὸν ψυκτῆρα εἰς τὴν σωλήνωσιν, ἡ ὁποία συνδέει τὰς δύο βαθμίδας πιέσεως, τότε ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως αὐξάνει οὕτως, ὥστε νὰ δυνάμεθα μὲ διβαθμίους συμπιεστὰς νὰ ἐπιτύχωμεν πιέσεις 15 ἕως 25 ἀτμοσφαιρῶν. Ἂν ἐπιδιώκωνται ἀκόμη μεγαλύτεραι πιέσεις, πρέ-

πει νὰ χρησιμοποιηθοῦν πολυβάθμιοι συμπιεσταὶ (3 ἢ καὶ ἀκόμη περισσοτέρων βαθμίδων).



Σχ. 2·3 ιε.



Σχ. 2·3 ιστ.

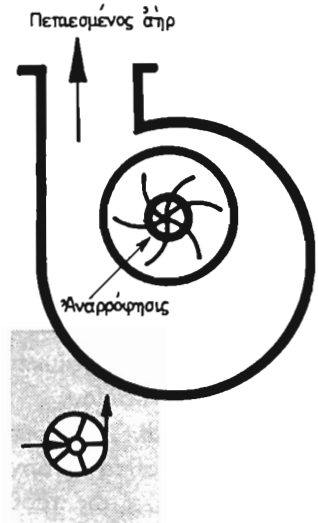
Φυγόκεντρος ἀντλία (κενοῦ).

Αἱ περιστροφικαὶ ἀντλίαι (σχ. 2 · 3 ιστ) εἶναι φυγόκεντροι

ἀντλίαι. Βασίζονται ἐπὶ τῆς δράσεως ἑνὸς τροχοῦ μὲ πτερύγια, ὁ ὁποῖος διὰ μηχανικῆς δυνάμεως τίθεται εἰς ταχεῖαν περιστροφὴν καὶ οὕτω προκαλεῖ διὰ τῶν πτερυγίων του τὴν φυγοκέντρησιν τοῦ ἐντὸς τοῦ περιβλήματος εὑρισκομένου ὑγροῦ, πρὸς τὰ τοιχώματα τοῦ περιβλήματος καὶ πρὸς τὴν σωλήνωσιν ἐξαγωγῆς (σωλήνωσιν πιέσεως) καὶ ἔτσι τὸ ὑγρὸν ἐξέρχεται ὑπὸ πίεσιν.

Διὰ τῆς φυγοκεντρήσεως πρὸς τὰ ἔξω τοῦ ὑγροῦ σχηματίζεται εἰς τὸ μέσον τοῦ δρομέως (περιστρεφομένου τροχοῦ) ἀναρρόφησις. Ὡς ἐκ τούτου εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸ τοποθετεῖται ἡ σωλήνωσις ἀναρροφήσεως. Πρὸ τῆς θέσεως εἰς λειτουργίαν αἱ φυγοκεντρικαὶ ἀντλίαι πρέπει νὰ πληρωθοῦν μὲ ὑγρόν.

Ἡ φυγόκεντρος ἀντλία ἔχει ἔναντι τῆς ἐμβολοφόρου ἀντλίας σημαντικὰ πλεονεκτήματα. Καταλαμβάνει μικρὸν χῶρον, ἔχει περιστροφικὴν κίνησιν, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ ἀπ' εὐθείας σύζευξις μετὰ τοῦ ἠλεκτροκινητῆρος, ὁμοιόμορφον προώθησιν, μικρὰν δαπάνην συντηρήσεως καὶ λειτουργίας, εἶναι εὐθυνὴ κ.ἄ.



Σχ. 2·3 ιζ.
Φυσητήρ.

Αἱ κυρίως φυγοκεντρικαὶ ἀντλίαι προωθοῦν μόνον ὑγρά, ὑπάρχουν ὅμως ἐπίσης καὶ ἀντλίαι ἀέρος καὶ ἀερίων, εἰς τὰς ὁποίας χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ἡ φυγοκεντρικὴ δύναμις ἑνὸς δρομέως. Αἱ φυγοκεντρικαὶ αὐταὶ ἀντλίαι χαρακτηρίζονται ὡς *φυσητῆρες* ἢ καὶ *ἀνεμιστῆρες* (σχ. 2·3 ιζ). Εἰς αὐτὰς παράγεται πίεσις καὶ ἀναρρόφησις, ἐπίσης διὰ φυγοκεντρικῆς δυνάμεως ἑνὸς ταχέως περιστρεφομένου τροχοῦ μὲ πτερύγια.

2·4 Λειοτρίβησις.

Αἱ στερεαὶ πρῶται ὕλαι π.χ. λιθάνθραξ, λιγνίτης, ὀρυκτά, ἀσβεστόλιθος κ.ἄ. λαμβάνονται εἰς τὸν τόπον ἐξορύξεως, ἀναλόγως τοῦ τρόπου τῆς ἐξαγωγῆς των, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὑπὸ μορφὴν τεμαχίων τελείως διαφορετικῶν μεγεθῶν, τὰ ὁποῖα εἶναι ἀκατάλληλα διὰ τὴν

περαιτέρω κατεργασίαν. Αἱ διατάξεις προωθήσεως καὶ ρυθμίσεως τῆς τροφοδοσίας ἀπαιτοῦν ἀκατέργαστον ὑλικὸν ὁμοιομόρφου κοκκομετρικῆς συστάσεως. Ἡ κοκκομετρικὴ σύστασις ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ εἴδους τῆς περαιτέρω ἐπεξεργασίας καὶ τῆς ταχύτητος τῆς ἀντιδράσεως.

Ἐπίσης τὰ ἕτοιμα προϊόντα πρέπει νὰ ἔχουν μέγεθος κόκκου, τὸ ὁποῖον νὰ διευκολύνῃ τὴν χρησιμοποίησίν των καὶ νὰ τὴν καθιστᾶ ὅσον τὸ δυνατὸν ἐπιτυχεστέραν.

Αἱ στερεαὶ πρῶται ὕλαι, καθὼς ἐπίσης καὶ τὰ ἕτοιμα προϊόντα, πρέπει ὡς ἐκ τούτου νὰ ὑποβληθοῦν εἰς διαδικασίαν λειοτριβήσεως, διὰ τῆς ὁποίας ἐπιτυγχάνονται μεγέθη κόκκων, τὰ ὁποῖα κυμαίνονται ἀπὸ τεμάχια 30 ἕως 40 mm μέχρι τῆς πλέον λεπτῆς μορφῆς ἀλεύρου εἰς σχεδὸν ἄνευ κενῶν συνέχειαν ἀναλόγως τῶν τεχνικῶν ἀναγκῶν. Αἱ πρὸς τοῦτο μηχαναὶ λειοτριβήσεως πρέπει φυσικὰ νὰ εἶναι τόσον βαρύτεραι, ὅσον μεγαλύτερα καὶ σκληρότερα εἶναι τὰ πρὸς λειοτρίβησιν τεμάχια. Ὡς ἐκ τούτου, ὅταν ἐπιδιώκεται νὰ ληφθῇ ἀπὸ μεγάλα τεμάχια λεπτὴ κόνις, εἶναι σκόπιμον νὰ χρησιμοποιοῦνται διάφοροι τύποι μηχανῶν. Εἰς τὴν βαθμιαίαν αὐτὴν λειοτρίβησιν διακρίνονται τὰ ἑξῆς στάδια:

α) *Θραῦσις*, σμίκρυνσις τῶν τεμαχίων εἰς μέγεθος πυγμῆς ἕως καρύου.

β) *Συντριβή*, σμίκρυνσις τῶν διαστάσεων εἰς μέγεθος ἐρεβίνθου ἕως σεμιγδαλίου.

γ) *Ἄλεσις*, λεπτομερὴς λειοτρίβησις ἕως λεπτότητος ἀλεύρου.

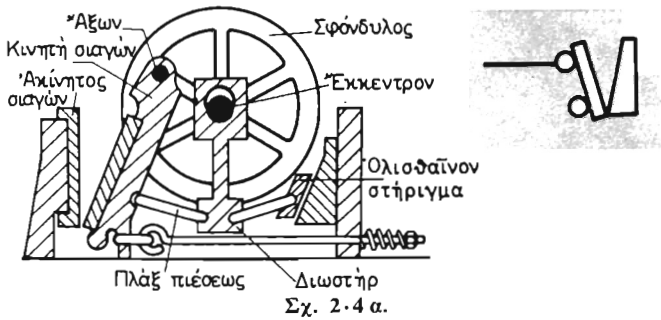
Κατὰ ταῦτα ὑπάρχουν θραυστῆρες, λειοτριβητῆρες καὶ μύλοι μὲ ὑποδιαιρέσεις, ὡς προθραυστῆρες καὶ συμπληρωματικοὶ θραυστῆρες, λειοτριβητῆρες διὰ χονδρὰ τεμαχίδια καὶ λειοτριβητῆρες διὰ λεπτὰ τεμαχίδια.

1) Θραυστῆρες.

Διὰ τὴν θραῦσιν χρησιμοποιοῦνται θραυστῆρες μὲ σιαγόνας, στρογγύλοι θραυστῆρες, κωνικοὶ θραυστῆρες, θραυστῆρες μὲ ἔλαστρα, θραυστῆρες μὲ σφῦρας, κοχλίαι θραύσεως καὶ ἄλλοι.

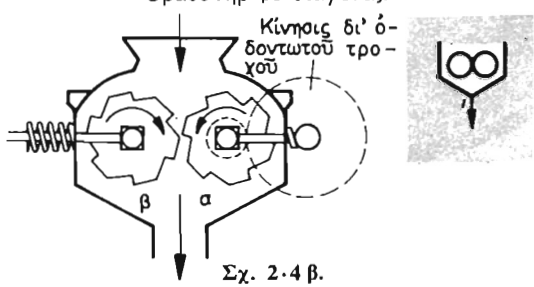
Ὁ *θραυστὴρ μὲ σιαγόνας* (σχ. 2 · 4 α) θραύει σκληρὰ πετρώματα καὶ ὀρυκτὰ διὰ πιέσεως καὶ συνθλίψεως μεταξὺ μιᾶς σταθερᾶς καὶ μιᾶς ἐλευθέρας σιαγόνος, ἡ ὁποία στρέφεται πέριξ ἑνὸς σταθεροῦ ἄξονος. Ἡ διὰ τὴν συμπίεσιν τῶν σιαγόνων ἀπαιτουμένη δύναμις παρέχεται ἐξ ἑνὸς κινητηρίου ἄξονος μὲ σφόνδυλον. Ἐπ'

αὐτοῦ εὑρίσκεται διωστήρ, ὁ ὁποῖος παλινδρομεῖ πρὸς τὰ ἄνω καὶ κάτω, διότι εἶναι τοποθετημένος ἐκκέντρως. Διὰ τῶν πλακῶν πιέσεως, αἱ ὁποῖαι λειτουργοῦν ὡς μοχλοί, ἡ κίνησις αὐτὴ μεταδίδεται ὡς πίεσις ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας σιαγόνος. Ὡς ἀντίστασις χρησιμεύει ἕνα ὀλισθαῖνον στήριγμα ἐπὶ μιᾶς σφηνὸς ἐπὶ τῆς ἀντιθέτου πλευρᾶς.



Σχ. 2·4 α.

Θραυστὴρ μὲ σιαγόνας.



Σχ. 2·4 β.

Θραυστὴρ ἢ μύλος μὲ ἔλαστρα.

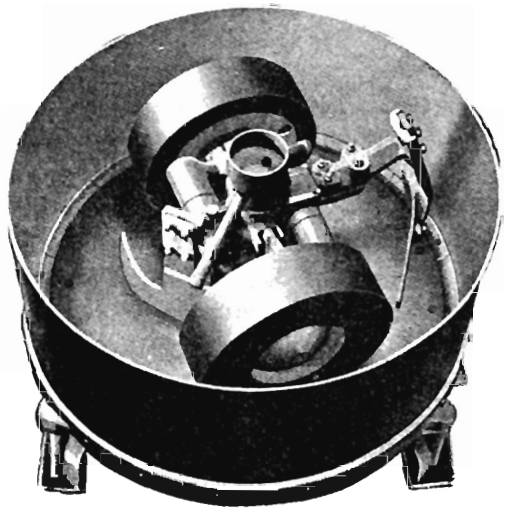
Εἰς τὸν *θραυστῆρα μὲ ἔλαστρα* (σχ. 2 · 4 β) τίθενται εἰς κίνησιν δύο ἀντιθέτως κινούμενα ἔλαστρα α καὶ β φέροντα ὀδόντας δι' ἑνὸς ὀδοντωτοῦ μηχανισμοῦ μεταδόσεως κινήσεως. Τὸ ἕνα ἔλαστρον α ἔχει ἕνα σταθερόν, ἐνῶ τὸ ἄλλο β ἕνα κινητὸν ἔδρανον, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἀσκεῖ πίεσιν ἰσχυρὸν ἐλατήριον.

Ἂν ἀντὶ τῶν ἐλάστρων, τὰ ὁποῖα φέρουν ὀδόντας, χρησιμοποιήσωμεν ἔλαστρα μὲ ἀνώμαλον ἐπιφάνειαν ἐν εἴδει λίμας, ἔχομεν *λειοτριβητῆρα μὲ ἔλαστρα*, καὶ ἂν χρησιμοποιήσωμεν λεῖα ἔλαστρα, ἔχομεν *μύλον μὲ ἔλαστρα*.

2) Τριβεῖα.

Διὰ τὴν λειοτρίβησιν χρησιμοποιοῦνται κυλιόμενοι θραυστῆ-

ρες, μύλοι μορφῆς κώδωνος, μύλοι κρούσεως, μύλοι φυγοκεντρήσεως, δακτυλιοφόροι μύλοι κ.ἄ. Οἱ *κυλιόμενοι μύλοι* (σχ. 2 · 4 γ) λειοτριβοῦν διὰ πιέσεως καὶ τριβῆς προκαλουμένης ὑπὸ βαρέων τροχῶν (δρομέων), οἱ ὁποῖοι περιστρέφονται βραδέως ἐπὶ τοῦ ὑλικοῦ ποὺ εὑρίσκεται εἰς τὸ πινάκιον ἀλέσεως. Οἱ τροχοὶ αὐτοὶ ἀπέχουν κατὰ διαφόρους ἀποστάσεις ἀπὸ τοῦ κυρίου ἄξονος, διὰ νὰ γίνεται ἡ ἄλεσις ἐφ' ὅλης τῆς ἐπιφανείας τοῦ πινακίου. Διὰ τὴν ὁμοιόμορφον κατανομὴν ἔχουν τοποθετηθῆ ξέστρα. Οἱ κυλιόμενοι μύλοι ἐνδείκνυνται καὶ δι' ἄλεσιν ἐν ὑγρῷ καὶ χρησιμοποιοῦνται ἐκτὸς τούτου καὶ διὰ τὴν ἀνάμιξιν ὑλικῶν.



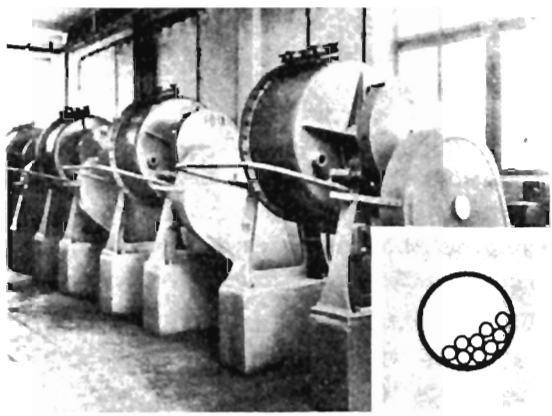
Σχ. 2·4 γ.
Κυλιόμενος μύλος.

3) Ἄλεσις.

Διὰ τὴν λεπτὴν ἄλεσιν χρησιμοποιοῦνται μυλόπετραι, βαρεῖς κυλιόμενοι τροχοί, μύλοι μὲ ἔλαστρα, μύλοι μὲ πείρους, κοπανολειοτριβεῖς, ταλαντούμενοι μύλοι, μύλοι μὲ σφαίρας, μύλοι μὲ σωλῆνας, μύλοι δονήσεως κ.ἄ.

Ἰδιαιτέρως λεπτόκοκκον ὑλικὸν παρέχουν οἱ μύλοι μὲ σφαίρας (σχ. 2 · 4 δ). Εἰς αὐτοὺς συντρίβεται τὸ ὑλικὸν διὰ κρούσεως καὶ τριβῆς ὑπὸ σκληρῶν σωμάτων ἀλέσεως μορφῆς σφαίρας καὶ κύβου. Ἐντὸς τυμπάνου εὑρίσκονται διατεταγμέναι, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον

πλάκες ἀλέσεως καὶ ἐλευθέρως κινούμεναι σφαῖραι ἐκ χάλυβος, πορσελάνης ἢ λίθου. Διὰ τῆς περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου αἱ σφαῖραι ἀρχικῶς συμπαρασύρονται καὶ ἀκολούθως πίπτουν ἐξ ἑνὸς ὡρισμένου ὕψους ἐπὶ τῶν πλακῶν ἀλέσεως. Τὸ λεπτοαλεσθὲν ὑλικὸν ἀπάγεται συνεχῶς μέσω κοσκίνων.



Σχ. 2·4 δ.
Μύλος μὲ σφαίρας.

4) Μπρικετοποίησις.

Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἐν Ἑλλάδι ἔχει τεθῆ εἰς βιομηχανικὴν ἐφαρμογὴν καὶ ἡ ἀντίθετος μέθοδος. Εἰς προϊόντα, τῶν ὁποίων ἡ πρώτη ὕλη εἶναι διαφόρων προελεύσεων καὶ παρουσιάζονται εἰς τὰ μεγέθη τῶν κόκκων μεγάλαι διαφοραὶ (ἀπὸ ἀδρῶν τεμαχίων ἕως μορφῆς λεπτοτάτης ἄμμου), λειοτριβεῖται τὸ σύνολον τῶν πρώτων ὑλῶν, ἕως ὅτου λάβουν μορφὴν κόνεως. Ἀκολούθως διυγραίνεται τὸ ὑλικὸν δι' ὕδατος, σχηματίζονται ἐκ τοῦ πολτοῦ τεμάχια διαμέτρου πολλῶν ἑκατοστομέτρων, συμπιέζονται εἰς λίαν ὑψηλὰς πιέσεις καὶ σχηματίζονται οὕτω στερεὰ τεμάχια, τὰ ὁποῖα ἀντέχουν εἰς μηχανικὴν καταπόνησιν κατὰ τὴν περαιτέρω κατεργασίαν. Αὐτὰ ὀνομάζονται *μπρικέτες (πλίνθοι)* καὶ ἡ μέθοδος *μπρικετοποίησις (πλινθοποίησις)*. Διὰ τῆς μεθόδου αὐτῆς ὁ χημικὸς δὲν ἐξαρτᾶται πλέον ἐκ τῶν ἀρχικῶν τυχουσῶν μορφῶν τῆς πρώτης ὕλης.

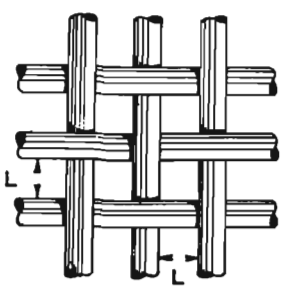
2·5 Κοσκίνισις καὶ ἀποκονίωσις.

Τὸ προερχόμενον ἐκ τῆς μηχανῆς λειοτριβήσεως ὑλικὸν δὲν εἶναι

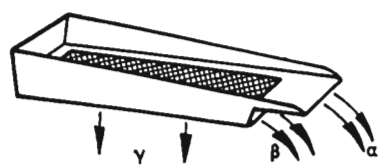
ἐνιαῖον ὡς πρὸς τὸ μέγεθος τῶν κόκκων, ἀκόμη καὶ ἂν ἡ μηχανὴ λειοτριβήσεως εἶναι θραυστὴρ ἢ μύλος μὲ σφαίρας, ὁπότε ἡ ἄλεσις εἶναι πολὺ λεπτή. Ὡς ἐκ τούτου, ἂν εἶναι ἐπιθυμητὸν νὰ ἔχωμεν ὡρισμένα μεγέθη κόκκων, πρέπει νὰ διαχωρίσωμεν τὰ ἐπιθυμητὰ μεγέθη κόκκων ἀπὸ τὰ ἄλλα μεγέθη κόκκων, ποὺ ἐσχηματίσθησαν συγχρόνως. Ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον τὸ σύνολον τοῦ ἀλεσθέντος ὑλικοῦ διαχωρίζεται εἰς τὰ διάφορα κοκκομετρικὰ μεγέθη καὶ αὐτὰ χρησιμοποιοῦνται περαιτέρω. Ὁ διαχωρισμὸς γίνεται διὰ κοσκίνων.

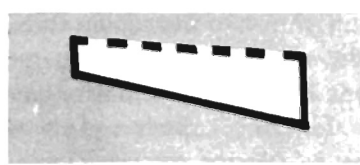
1) Ὑφάσματα κοσκίνων.

Τὰ διάφορα κόσκινα ἀποτελοῦνται ἐκ διαφόρων πλακῶν, ἢ καὶ ἐκ πλαισίων, κιβωτίων καὶ παρομοίων, τὰ ὁποῖα φέρουν εἰς τὸ κάτω μέρος των δικτυωτόν. Αἱ ὀπαὶ εἰς τὰ πλέγματα εἶναι τετραγωνικαὶ ἢ κυκλικαί. Τὰ κόσκινα κατατάσσονται ἀναλόγως τῆς ἐσωτερικῆς διαμέτρου τῆς ὀπῆς (σχ. 2 · 5 α).



Σχ. 2·5 α.



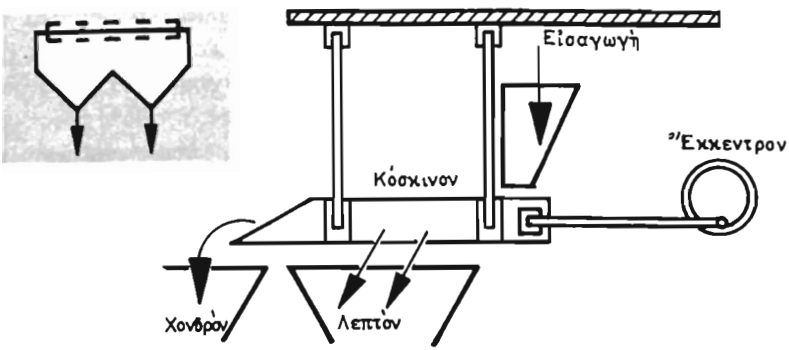


Σχ. 2·5 β.
Δονούμενον κόσκινον.

2) Κόσκινα.

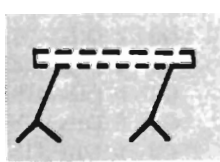
Εἰς τὰ *μὴ κινούμενα* κόσκινα τὸ πρὸς κοσκίνισιν ὑλικὸν κινεῖται διὰ τοῦ ἰδίου του βάρους ἐπὶ μιᾶς κεκλιμένης ἐπιφανείας κοσκινίσεως ἢ διὰ μαχαιρίων, ξέστρων καὶ παρομοίων μέσων (ἐπίπεδον κόσκινον, ἐσχάραι, διάτρητοι πλάκες, δίκτυα κ.λπ.). Ἐπὶ *κινουμένων* κοσκίνων τὸ ὑλικὸν κινεῖται ὑπὸ τοῦ κοσκίνου (ἀνακινούμενα κόσκινα, στρεφόμενα κόσκινα, ταλαντούμενα κόσκινα, τύμπανα κοσκινίσεως, κόσκινα

κρούσεως κ.ἄ.). Εἰς τὸ σύνηθες ἐπίπεδον κόσκινον (σχ. 2·5β) τὸ ὑπόλειμμα κοσκινίσεως (τὸ ὁποῖον ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἐπαναφέρεται εἰς τὸν μύλον) ἐκρέει ἐκ τοῦ σημείου α καὶ εἰς τὸ σημεῖον β ἐκρέει τὸ λεπτὸν ὑλικόν. Ἐὰν ἐπὶ τῆς κατωτέρας ἐπιφανείας τοποθετηθῇ δεύτερον δικτυωτὸν κοσκινίσεως, εἶναι δυνατὸν δι' αὐτοῦ νὰ διαχωρισθῇ τὸ ὑλικὸν περαιτέρω εἰς μέσης λεπτότητος (εἰς τὸ β) καὶ εἰς λεπτὸν (εἰς τὸ γ). Εἰς τὸ κόσκινον τυμπάνου (σχ. 2·5γ) (ἕνα τύμπανον



Σχ. 2·5γ.

κεκαλυμμένον διὰ δικτυωτοῦ κοσκίνου) εἶναι δυνατὸν εἰς μίαν φάσιν ἐργασίας νὰ ἐπιτευχθῇ πολλαπλῆ ταξινόμησις, ἂν τὸ τύμπανον ὑποδιαιρῆται εἰς πολλὰς περιοχάς, αἱ ὁποῖαι εἶναι κεκαλυμμέναι μὲ δικτυωτὰ διαφορετικοῦ μεγέθους ὀπῆς.



Σχ. 2·5δ.
Ταλαντούμενον ἢ δονούμενον κόσκινον.

Τὸ δονούμενον κόσκινον (σχ. 2·5δ) καὶ τὸ ἐκκρεμὲς κόσκινον εἶναι *ταλαντούμενα* κόσκινα, τὰ ὁποῖα ἐκτελοῦν κίνησιν ἐκκρεμοῦς παλινδρομικὴν ἢ κυκλικήν. Εἰς αὐτὰ τὰ κόσκινα ταλαντώσεως ἡ ταλάντωσις ἐπιτυγχάνεται δι' ἑδράσεως τοῦ κοσκίνου ἐπὶ ἐκκέντρων.

Κατὰ τὴν ἰσχύουσαν τυποποίησιν ὁρίζονται καὶ τὰ πάχη τῶν συρμάτων τῶν κοσκίνων (Πίναξ 2·5·1 καὶ 2·5·2).

Τὰ κόσκινα συχνὰ δὲν ἐπιτυγχάνουν τὸν εὐχερῆ διαχωρισμὸν τῶν λίαν λεπτοκόκκων ὑλῶν. Εἰς παρομοίας περιπτώσεις γίνεται κοσκίνισις δι' ἀέρος ἄνευ κοσκίνου (σχ. 2·5ε). Χρησιμοποιοῦνται εἰδικαὶ μηχαναί, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφυσᾶται εἰς τὸ ὑλικὸν ἀὴρ ἢ ἄλλα

ΠΙΝΑΞ 2·5·1

Διαστάσεις δικτυωτοῦ ἐκ σύρματος διὰ πρότυπα κόσκινα

Δεδομένα DIN (*)	Εὖρος ἐσωτερικοῦ ἀνοίγματος τῆς ὀπῆς εἰς mm	Διάμετρος τοῦ σύρματος εἰς mm
0,04 DIN 4188	0,04	0,025
0,05 DIN 4188	0,05	0,032
0,08 DIN 4188	0,08	0,05
0,1 DIN 4188	0,1	0,063
0,5 DIN 4188	0,5	0,315
1 DIN 4188	1	0,63
2 DIN 4188	2	1

(*) Γερμανικοὶ βιομηχανικοὶ κανονισμοὶ ἢ ἄλλως γερμανικὰ βιομηχανικὰ πρότυπα μεγέθη.

ΠΙΝΑΞ 2·5·2

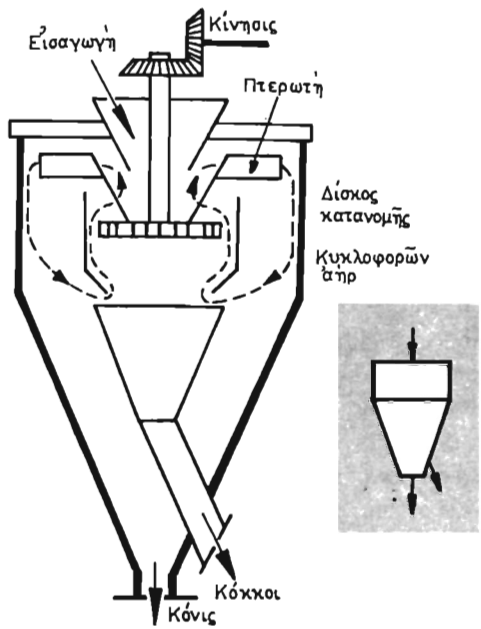
Διαστάσεις τῶν διατρήτων ἐλασμάτων διὰ πρότυπα κόσκινα (τετραγωνικὴ διάτρησις)

Δεδομένα DIN	Εὖρος ὀπῆς εἰς mm	Ἔκτασις ὀπῶν τοῦ κοσκίνου ἐπὶ τοῖς %	Ἀντίστοιχον πάχος ἐλάσματος εἰς mm
Qd 2 DIN 4187	2	39	1
Qd 4 DIN 4187	4	51	1,5
Qd 5 DIN 4187	5	51	1,5
Qd 8 DIN 4187	8	64	1,5
Qd 10 DIN 4187	10	64	2

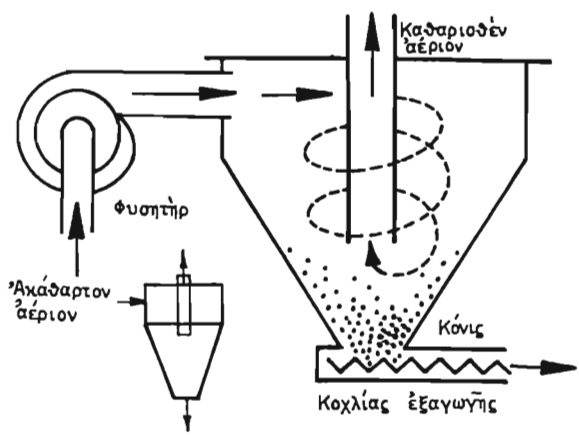
ἀέρια. Τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος, τὸ ὁποῖον προκαλεῖται διὰ τοῦ φυσητῆρος, στροβιλίζει τὴν μᾶζαν καὶ συμπαρασύρει τὰ ἐλαφρὰ καὶ περισσότερον λεπτὰ τεμαχίδια, ἐνῶ τὰ βαρύτερα καὶ μεγαλύτερα μένουν ὀπίσω καὶ πίπτουν εἰς τὴν κάτωθεν εὑρισκομένην χοάνην. Τὰ συμπαρασυρθέντα ὑπὸ τοῦ ἀερίου ρεύματος ἐλαφρὰ τεμαχίδια στροβιλίζονται διὰ τοῦ φέροντος πτερύγια ἄξονος ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ περιβλήματος καὶ ἀπὸ ἐκεῖ πίπτουν πρὸς τὰ κάτω. Ἡ κοσκίνισις δι' ἀέρος ἐνδείκνυται ἰδιαιτέρως δι' ἀποκονίωσιν κοκκωδῶν ὑλικῶν.

Διὰ τὴν ἀποκονίωσιν τῶν ἀερίων δὲν χρησιμοποιοῦνται κόσκινα ἀέρος. Εἰς τοὺς διαχωριστῆρας, ποὺ λειτουργοῦν διὰ τῆς δυνάμεως τῆς ροῆς ἀέρος, π.χ. εἰς τοὺς συγκρατητῆρας κόνεως μορφῆς κυκλῶνος (σχ. 2 · 5 στ), τὸ ἀέριον στροβιλίζεται μὲ μεγάλην ταχύτητα εἰς ἕνα κυκλῶνα. Τὰ τεμαχίδια τῆς κόνεως στροβιλίζονται ἔτσι ἐπὶ τοῦ κατακορύφου ἐξωτερικοῦ τοιχώματος καὶ πίπτουν ἀπὸ ἐκεῖ πρὸς τὰ κάτω ἐντὸς τῆς χοάνης τῆς συλλογῆς.

Τὰ ἀέρια εἶναι δυνατὸν νὰ ἀποκονιωθοῦν ἐπίσης καὶ διὰ κοσκίνων. Αἱ ὀπαὶ τότε πρέπει νὰ εἶναι τόσον λεπταὶ καὶ μικραί, ὥστε νὰ μὴ δύ-

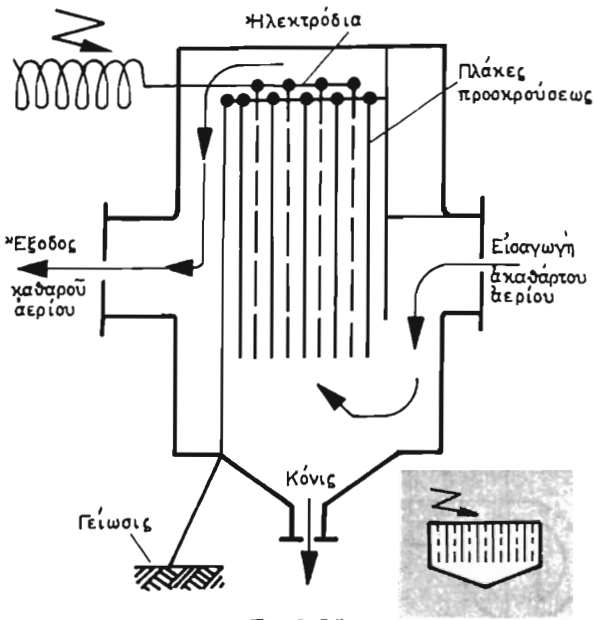


Σχ. 2·5 ε.
Συσκευὴ κοσκινίσεως δι' ἀέρος.



Σχ. 2·5 στ.
Κυκλὼν συλλογῆς κόνεως.

νται πλέον νὰ καταταγῆ τὸ δικτυωτὸν εἰς τὰ *κόσκινα* ἀλλὰ εἰς τὰ *φίλτρα*. Κατὰ τὴν μέθοδον αὐτὴν τὰ ἀέρια διοχετεύονται διὰ σωλήνων *διηθήσεως*. Ἄλλαι μέθοδοι εἶναι ἡ ἀποκονίωσις διὰ τῆς ἀποτόμου ἐλαττώσεως τῆς ταχύτητος ροῆς καὶ τῆς ἀποτόμου μεταβολῆς τῆς διευθύνσεως τῆς ροῆς· τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τοποθετήσεως τοιχωμάτων προσκρούσεως καὶ ἄλλων παρομοίων μέσων. Ἡ πλέον σύγχρονος καὶ ἀσφαλὴς ἀποκονίωσις εἶναι ἡ ἐπιτυγχανομένη δι' ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ὑψηλῆς τάσεως. Ἡ ἠλεκτρικὴ ἀποκονίωσις (σχ. 2·5ζ) ἐκτοπίζει συνεχῶς περισσότερον τοὺς παλαιοτέρους



Σχ. 2·5ζ.
Ἠλεκτρικὴ συσκευὴ ἀποκονιώσεως.

θαλάμους ἀποκονιώσεως, ἐγκαταστάσεις φίλτρων μὲ σωλῆνας κ.λπ. Ἐπειδὴ δι' αὐτῆς δύνανται νὰ ἀποκονιωθοῦν εὐχερῶς ἀκόμη καὶ χημικῶς δραστικὰ εὔφλεκτα καὶ λίαν θερμὰ ἀέρια εἰς λίαν ὑψηλὸν βαθμὸν καθαρότητος, τὸ πρὸς ἀποκονίωσιν χρησιμεῦον ἠλεκτρικὸν φίλτρον εἶναι διατεταγμένον κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον: ἐντὸς ἑνὸς κλειστοῦ χώρου εἶναι τοποθετημέναι μεταλλικαὶ πλάκες ἡ μία ἔναντι τῆς ἄλλης συνδεδεμέναι μετὰ τῆς γῆς καὶ ἠλεκτροδίων, εὑρισκόμεναι ὑπὸ τά-

σιν συνεχοῦς ρεύματος 40 000 ἕως 60 000 V (σχ. 2 · 5 ζ). Τὸ κατώτερον μέρος τοῦ θαλάμου προεκτείνεται κωνικῶς εἰς ἕνα στόμιον ἐξόδου.

Τὸ προσερχόμενον ἀκάθαρτον ἀέριον ἀναγκάζεται νὰ διέλθῃ πρὸ τῶν ἠλεκτροδίων. Τὰ τεμαχίδια τῆς κόνεως ἕλκονται ἐπὶ τῶν ἠλεκτροδίων καὶ τοιουτοτρόπως φορτίζονται μὲ τὸ ἴδιον φορτίον καὶ ἀκολούθως προσκρούουν πάλιν ἐπὶ τοῦ γειωθέντος μεταλλικοῦ τοιχώματος. Ἐκεῖ ἐκφορτίζονται καὶ πίπτουν πρὸς τὰ κάτω εἰς τὸν χῶρον ἐξαγωγῆς τῆς κόνεως, ὅπου ἡ ἐξαγωγή των διευκολύνεται διὰ μηχανικῆς δονήσεως.

2 · 6 Ἀνάμιξις καὶ διάλυσις.

Εἰς τὴν ταχεῖαν καὶ εὐχερῆ διεξαγωγὴν μιᾶς ἀντιδράσεως συντελοῦν πολύ: α) Ἡ αὔξησις τῆς ἐπιφανείας ἀνὰ μονάδα βάρους τοῦ ὑλικοῦ, ἡ ὁποία ἐπιτυγχάνεται διὰ λειοτριβήσεως καὶ β) ἡ τελεία ἀνάμιξις τῶν μετεχουσῶν εἰς τὴν ἀντίδρασιν οὐσιῶν.

Ἡ ἀνάμιξις εἶναι μηχανικὴ καὶ φυσικὴ διεργασία, κατὰ τὴν ὁποίαν αἱ ἐπὶ μέρους ὕλαι δὲν ὑφίστανται καμμίαν μεταβολήν. Ἡ διαδικασία τῆς ἀναμίξεως ἐπιτυγχάνεται διὰ τελείας κατανομῆς τῶν τεμαχιδίων τοῦ ἑνὸς ὑλικοῦ ἐντὸς τοῦ ἄλλου. Ἀναλόγως τῆς καταστάσεως τῶν πρὸς ἀνάμιξιν ὑλῶν ὑπάρχουν αἱ ἀκόλουθοι περιπτώσεις ἀναμίξεως:

στερεὸν + στερεὸν	ὑγρὸν + ὑγρὸν
στερεὸν + ὑγρὸν	ὑγρὸν + ἀέριον
στερεὸν + ἀέριον	ἀέριον + ἀέριον

Ἀναλόγως τῆς καταστάσεως τῶν πρὸς χρησιμοποίησιν ὑλῶν ἔχουν καθιερωθῆ διὰ τὴν διεργασίαν τῆς ἀναμίξεως διάφοροι χαρακτηρισμοί:

α) *Ἀνάμιξις* καλεῖται ἡ διεργασία, κατὰ τὴν ὁποίαν ἀναμιγνύονται μηχανικῶς δύο ἢ περισσότεραι διαφορετικαὶ στερεαὶ ὕλαι οὕτως, ὥστε νὰ κατανεμηθοῦν ὅσον τὸ δυνατὸν περισσότερον ὁμοιομόρφως ἡ μία ἐντὸς τῆς ἄλλης καὶ νὰ ἐμφανίζωνται ὡς μία ὁμοιογενὴς ἐνιαία ὕλη.

β) *Πολτοποίησις* καλεῖται ἡ διεργασία, κατὰ τὴν ὁποίαν ἀναμιγνύονται στερεαὶ ὕλαι μὲ ὑγρὸν πρὸς πολτὸν ἢ ζύμην, χωρὶς ἡ στερεὰ ὕλη νὰ διαλύεται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ.

γ) *Ἐναιώρησις* καλεῖται ἡ κατανομὴ στερεῶν ὑλῶν, ποὺ ἔχουν

διαμερισθῆ εἰς λεπτὰ τεμάχια ἐντὸς ὑγρῶν, ἐντὸς τῶν ὁποίων δὲν διαλύονται, ἀλλὰ διατηροῦνται ἐν αἰωρήσει ὑπὸ στερεὰν μορφὴν καὶ κατακάθονται βραδέως.

δ) *Διάλυσις* καλεῖται ἡ παραλαβὴ στερεᾶς, ὑγρᾶς ἢ ἀερίου ὕλης ἐντὸς οἱουδήποτε ὑγροῦ οὕτως, ὥστε νὰ σχηματίζῃ μὲ αὐτὸ μίαν τελείως ὁμοιογενῆ οὐσίαν. Ἐντὸς τῆς οὐσίας αὐτῆς ἡ διαλελυμένη ὕλη εἶναι ἔτσι κατανεμημένη, ὥστε εἰς κάθε θέσιν τοῦ διαλύματος νὰ ἐπικρατῇ ἡ ἰδία συγκέντρωσις (π.χ. μαγειρικὸν ἅλας ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἀλκοόλη ἐντὸς αἰθέρος, ἀὴρ ἐντὸς τοῦ ὕδατος).

ε) *Γαλακτωματοποίησις* καλεῖται ἡ κατανομὴ ἀμοιβαίως δύο ὑγρῶν, τὰ ὁποῖα δὲν εἶναι διαλυτὰ τὸ ἕνα ἐντὸς τοῦ ἄλλου, δι' ἀναταράξεως ἢ ἐντατικῆς ἀναδεύσεως οὕτως, ὥστε νὰ ἀποτελέσουν ἕνα ὁμοιογενὲς μῖγμα, τὸ ὁποῖον διαχωρίζεται βραδέως. Διὰ καταλλήλων προσθηκῶν (γαλακτωματοποιῶν οὐσιῶν) δυνάμεθα νὰ ἐπιβραδύνωμεν τὴν διαδικασίαν τοῦ διαχωρισμοῦ μετὰ τὴν ἀνάδευσιν (σταθεροποίησις τοῦ γαλακτώματος) οὕτως, ὥστε τὰ γαλακτώματα νὰ δύνανται νὰ εἶναι ὁμοιογενῆ ἐπὶ μακρὸν χρόνον (παραδείγματα: γάλα, μαργαρίνη).

Συσκευαὶ καὶ μηχαναὶ ἀναμίξεως.

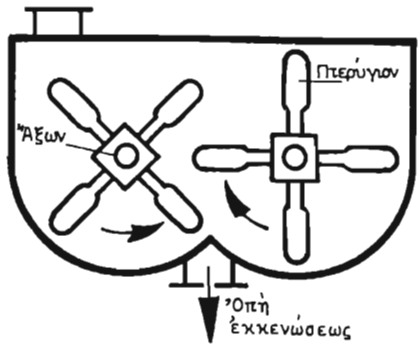
Αἱ συσκευαὶ διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν διαφόρων μιγμάτων (ἀναμικτῆρες) εἶναι πολύπλοκοι ἀναλόγως τοῦ σκοποῦ, τὸν ὁποῖον ἐπιδιώκομεν. Εἰς ὅλους τοὺς ἀναμικτῆρας τὸ πλέον σημαντικὸν εἶναι



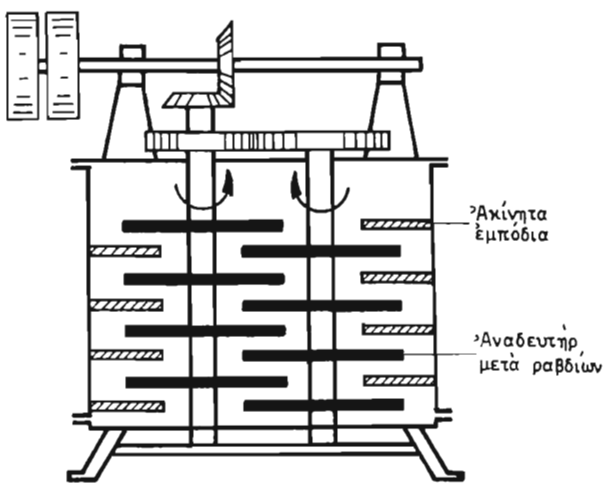
Σχ. 2·6 α.
Ἀναδευτῆρες.

αἱ διατάξεις, αἱ ὁποῖαι κατὰ μηχανικὸν τρόπον προκαλοῦν τελείαν ἀνάμιξιν τῶν ἐπὶ μέρους τεμαχιδίων. Τὴν μηχανικὴν ἀνάμιξιν προκαλοῦν ἀναδευτῆρες τῶν πλέον διαφόρων κατασκευῶν: ἀναδευτῆρες μὲ ράβδους, μὲ φύλλα, μὲ πλαίσια, μὲ ἕλικα, μὲ κοχλίαν, μὲ ἄγκυραν, μὲ πτερύγια, μὲ δακτύλους κ.λπ. (σχ. 2 · 6 α, 2 · 6 β). Ἡ ἀνάμιξις στερεῶν οὐσιῶν δύναται μεταξὺ ἄλλων νὰ γίνῃ καὶ ἐντὸς τυμπανοειδῶν ἀναμικτήρων (π.χ. κατὰ τὸν τρόπον τῆς μηχανικῆς ἀνα-

μίξεως τοῦ μπετόν). Εἰς αὐτοὺς τὸ πρὸς ἀνάμιξιν ὑλικὸν συμπαρασύρεται πρὸς τὰ ἄνω διὰ περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου (ἐπὶ ἀκινήτων τυμπάνων, τοῦτο ἐπιτελεῖται διὰ πτερυγίων καὶ παρομοίων διατάξεων)· κατόπιν πίπτει ἐλεύθερον πρὸς τὰ κάτω (ἀναμικτὴρ ἐλευθέρας πτώσεως). Ἐπίσης διὰ τὴν ἀνάμιξιν στερεῶν καὶ πολτωδῶν ὑλῶν ἐνδείκνυνται καὶ οἱ ἀναμικτῆρες μὲ ἀκίνητα ἐμπόδια (σχ. 2·6γ). Πολὺ συχνὰ ἀρκεῖ αἱ πρὸς ἀνάμιξιν ὕλαι νὰ ἀναμιχθοῦν ἤδη κατὰ τὴν λειοτρίβησιν. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν εἶναι κατάλληλοι π.χ. μύλοι μὲ σφαίρας (σχ. 2·4δ) καὶ μύλοι κυλιομένων τροχῶν (σχ. 2·4γ). Ἐπίσης καὶ προωθητικὰ μέσα προκαλοῦν καλὴν ἀνάμιξιν στερεῶν ὑλῶν. Διὰ τὴν τελείαν ἀνάμιξιν ὑγρῶν χρησιμοποιοῦμεν δοχεῖα μὲ ἀναδευτῆρας καὶ καταλλήλους προεξοχὰς ἐπὶ

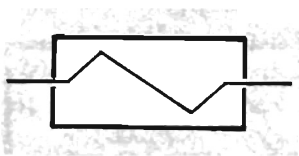


Σχ. 2·6β.
Ἀναμικτὴρ διπλῆς σκάφης.



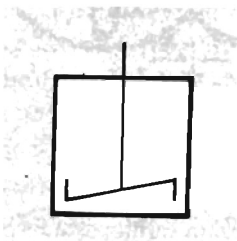
Σχ. 2·6γ.
Συσκευὴ ἀναμίξεως.

τῶν τοιχωμάτων των (σχ. 2·6 γ), αἱ ὁποῖαι ἐμποδίζουν τὰ διὰ τῆς δράσεως τοῦ ἀναδευτῆρος τεθέντα εἰς κυκλικὴν κίνησιν ὑγρὰ νὰ σχηματίσουν δίνην.



Μηχανὴ ἀναμίξεως καὶ ζυμώματος.

Διὰ χρησιμοποιήσεως ἀντλιῶν κυκλοφορίας ἢ δι' ἐμφυσήσεως ἀέρος ἢ ἄλλων ἀερίων εἶναι ἐπίσης δυνατὴ ἡ ἐπίτευξις καλῆς ἀναμίξεως. Διὰ τὸ ζύμωμα χρησιμοποιοῦνται μηχαναὶ ζυμώματος καὶ ἀναμίξεως (σχ. 2·6 δ). Αἱ πλεῖσται εἶναι ζυμωτήρια μὲ δύο βραχίονας, οἱ ὁποῖοι περιστρέφονται ἀντιθέτως καὶ συχνὰ ὁ ἕνας ταχύτερον τοῦ ἄλλου καὶ τοιουτοτρόπως ἐπιτυγχάνουν τελείαν ἀνάμιξιν. Διὰ τὴν διάλυσιν στερεῶν ὑλῶν ἐντὸς ὑγρῶν χρησιμεύουν δοχεῖα μὲ ἀναδευτῆρας παντὸς εἴδους, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἐπιτυγχάνεται διὰ τοῦ περιστρεφομένου ἀναδευτῆρος κίνησις τοῦ ὑγροῦ καὶ ἔτσι γίνεται τελεία ἀνάμιξις.



Δοχεῖον ἀναδεύσεως
Σχ. 2·6 δ.

Πρὸς γαλακτωματοποίησιν ἀπαιτοῦνται ταχέως περιστρεφόμενοι ἀναδευτῆρες ἢ εἰδικαὶ συσκευαί.

2·7 Ἀπορρόφησις καὶ προσρόφησις.

Ἡ παραλαβὴ ἑνὸς ἀερίου ὑπὸ ἑνὸς ὑγροῦ (ἀπορροφητοῦ) ὀνομάζεται *ἀπορρόφησις*. Ἂν συγχρόνως γίνεται χημικὴ ἀντίδρασις ἢ ὄχι, δὲν ἔχει καμμίαν σημασίαν. Ἀπορρόφησις γίνεται, ὅταν ἕνα ἀέριον εἶναι εὐκόλως διαλυτὸν ἐντὸς ἑνὸς ὑγροῦ, ὡς π.χ. ἡ ἀμμωνία ἢ τὸ ὑδροχλώριον ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἢ ἐπίσης καὶ ὅταν ἕνα ἀέριον ἀντιδρᾷ μὲ ἕνα ὑγρόν, ὡς τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος ἐντὸς ὑδατικοῦ διαλύματος καυστικοῦ καλίου. Πρὸς ἀπορρόφησιν χρησιμοποιοῦνται ἀναλόγως τῆς παραγωγῆς περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον εὐρέα καὶ ὑψηλὰ κυλινδρικὰ δοχεῖα (στῆλαι), ἐντὸς τῶν ὁποίων ρέει τὸ πρὸς ἀπορρόφησιν ἀέριον ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἐνῶ ἡ ἀπορροφητικὴ οὐσία ρέει ἀντιθέτως ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω (μέθοδος *ἀντιρροῆς*). Ἐντὸς τῶν στηλῶν αὐτῶν πρέπει νὰ διασφαλισθῇ ἐντατικὴ εἰσχώρησις τοῦ ἑνὸς ὑλικοῦ ἐντὸς τοῦ ἄλλου, δηλαδὴ τοῦ πρὸς τὰ ἄνω ρέοντος ἀερίου καὶ τοῦ πρὸς τὰ κάτω ρέοντος ἀπορροφητικοῦ ὑλικοῦ.

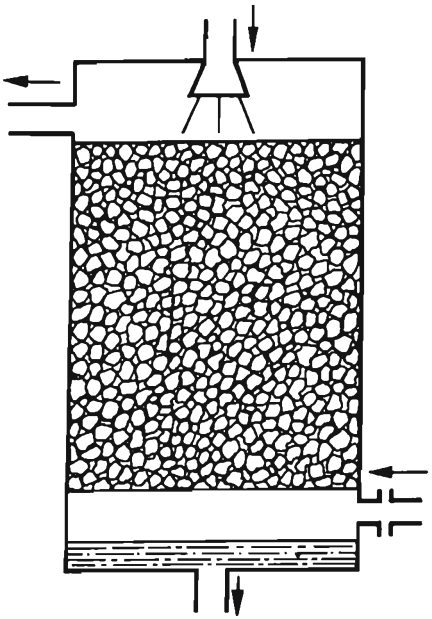
Αὐτὸ γίνεται ἐντὸς τῶν καλουμένων σωμάτων *πληρώσεως*, τὰ ὁποῖα τίθενται ἐντὸς τῆς στήλης (σχ. 2·7α). Αὐτὰ προκαλοῦν καλὴν κατανομὴν τοῦ πρὸς τὰ κάτω ρέοντος ἀπορροφητικοῦ ὑλικοῦ, καὶ τοῦ πρὸς τὰ ἄνω ἀνερχομένου ἀερίου. Ἔτσι ἐπιτυγχάνεται καλὴ ἀμοιβαία εἰσχώρησις. Τὸ ὑλικὸν τῶν σωμάτων πληρώσεως δύναται νὰ εἶναι ποικίλον ἀναλόγως τοῦ ὑλικοῦ τῆς ἀπορροφήσεως. Χρησιμοποιοῦνται μεταξὺ ἄλλων δακτύλιοι Raschig (σώματα σχήματος βραχέος κοίλου κυλίνδρου ἐκ πορσελάνης, ἀργίλου, ὑάλου, μετάλλου κ.ἄ.). Δύνανται ἐπίσης νὰ χρησιμοποιηθοῦν σταυροειδῶς διατεταγμένα τεμάχια ἐκ ξύλου, συνθετικῆς ὕλης, μετάλλου, κεραμεικοῦ ὑλικοῦ. Πλεονεκτικωτέρα εἶναι ἡ χρησιμοποίησις ἀντὶ σωμάτων πληρώσεως ἰδιαιτέρων κατασκευῶν ὡς δαπέδων ὑπὸ μορφὴν κώδωνος ἢ δαπέδων ἐκ κοσκίνου (σχ. 2·7β καὶ 2·10η), ὡς ταῦτα χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς ἀποστάξεις. Ἡ ἀπορρόφησις χρησιμεύει διὰ τὴν λῆψιν πολυτίμων συστατικῶν ἐξ ἑνὸς ἀερίου, ἂν ἀπορροφηθοῦν τὰ συστατικὰ αὐτά, ἢ ἐπίσης καὶ διὰ τὴν κάθαρσιν ἑνὸς ἀερίου, ἂν κατὰ τὴν δίοδόν του δι' ἑνὸς ἀπορροφητικοῦ ὑλικοῦ ἀπορροφῶνται αἱ ἀκαθαρσίαι ποὺ τὸ συνοδεύουν. Πρὸς ἀπορρόφησιν χρησιμεύουν σώματα πληρώσεως (ἐμπλησμοῦ) καθὼς ἐπίσης καὶ ἀπορροφητῆρες ποὺ ἔχουν δάπεδον μὲ κώδωνα (σχ. 2·7α καὶ 2·7β).

Αὐτοὶ λειτουργοῦν κατὰ τὴν μέθοδον τῆς ἀντιρροῆς, δηλαδὴ τὸ ἀέριον διοχετεύεται ἐκ τοῦ κατωτέρου μέρους τοῦ ἀπορροφητῆρος, ἐνῶ ἡ ἀπορροφητικὴ οὐσία ρέει ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἐπιτυγχάνεται, ὥστε τὸ ἀέριον εἰς τὸ τέλος τῆς διαδρομῆς του πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῶν τελευταίων ἀκαθαρσιῶν νὰ ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ νέον ἀπορροφητικὸν ὑλικόν, ποὺ ἔχει μεγάλην ροφητικὴν ἱκανότητα.

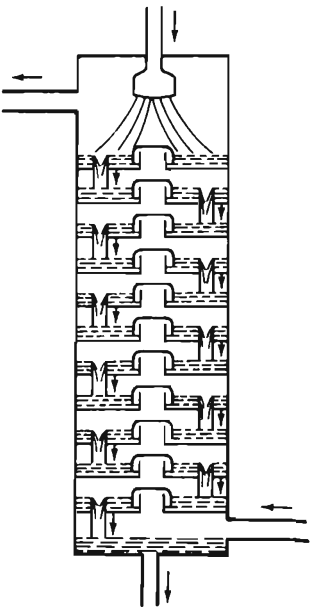
Ἂν πρέπει νὰ ἀπορροφηθοῦν ἀκαθαρσίαι μόνον καὶ ὄχι πολύτιμα ἀέρια, τότε ἡ ἀπορροφητικὴ οὐσία ἀνακυκλοῦται, ἕως ὅτου ἐμπλουτισθῇ εἰς ἀκαθαρσίας καὶ ἀδρανοποιηθῇ.

Εἰς τὰ σχήματα 2·7γ, 2·7δ καὶ 2·7ε εἰκονίζονται διάφοροι διατάξεις ἀπορροφήσεως. Ἐσχάτως χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης καὶ ἀπορροφητικαὶ συσκευαὶ ἄνευ σωμάτων πληρώσεως ἢ ἐμποδίων. Ἀντ' αὐτῶν περιέχουν πλῆθος ἀκροφυσίων ψεκασμοῦ, τὰ ὁποῖα ψεκάζουν τὸν ἐσωτερικὸν χῶρον τῆς συσκευῆς ἀπορροφήσεως μετὰ

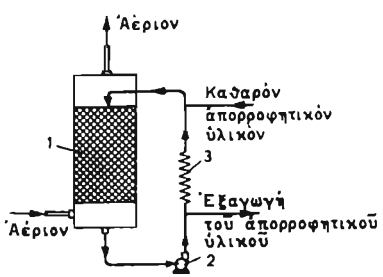
τοῦ ἀπορροφητικοῦ ὑλικοῦ οὕτως, ὥστε νὰ διασφαλίζεται ἡ ἀπορρόφησις τοῦ διερχομένου ἀερίου.



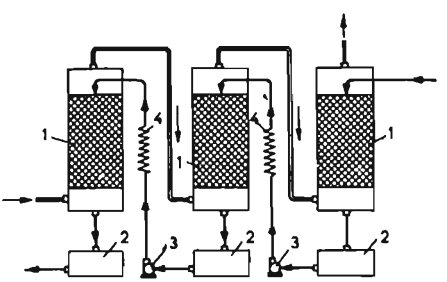
Σχ. 2·7 α.
Πλυντήριον καταιονισμοῦ μὲ σώματα πληρώσεως.



Σχ. 2·7 β.
Ἀπορροφητὴρ μὲ δάπεδον σχήματος κώδωνος.

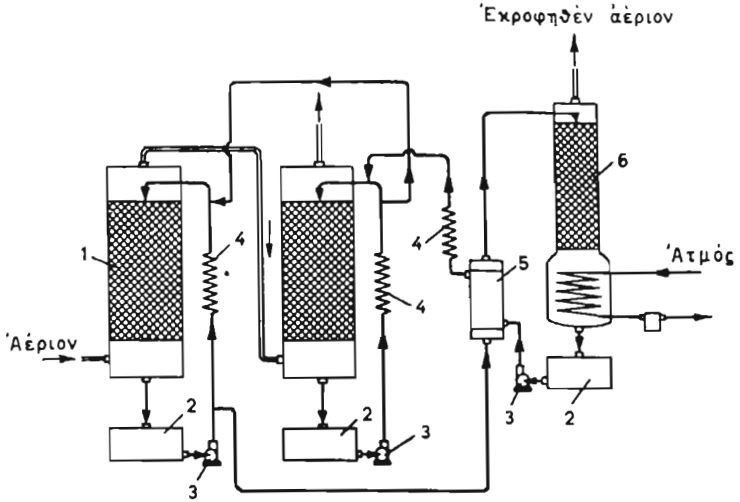


Σχ. 2·7 γ.
Σχῆμα ἐγκαταστάσεως ἀπορροφήσεως μετὰ ἀνακυκλώσεως τοῦ ἀπορροφητοῦ: 1. Ἀπορροφητήρ. 2. Ἀντλία. 3. Ψυκτήρ.



Σχ. 2·7 δ.
Σχῆμα ἐγκαταστάσεως ἀπορροφήσεως κατ' ἀντιρροὴν μὲ ἀπορροφητῆρας συνδεδεμένους ἀλληλοδιαδόχως: 1. Ἀπορροφητήρ. 2. Ὑποδοχεύς. 3. Ἀντλίαι. 4. Ψυκτῆρες.

'Ιδιαιτέρα περίπτωσις εἶναι ἡ ἀπορρόφησις τοῦ διοξειδίου τοῦ

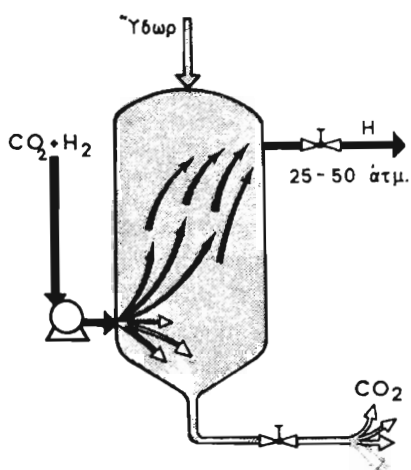


Σχ. 2·7 ε.

Σχῆμα ἐγκαταστάσεως ἀπορροφήσεως μὲ ἀνακύκλωσιν τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐκρόφησιν: 1. 'Απορροφητήρ. 2. 'Υποδοχεύς. 3. 'Αντλίαι. 4. Ψυκτῆρες. 5. 'Εναλλακτῆρες θερμότητος. 6. Στήλη ἐκροφήσεως.

ἄνθρακος, ἐντὸς τοῦ καλουμένου *πλυντηρίου ὑπὸ πίεσιν*. Κατὰ τὴν μετατροπὴν τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος μὲ ὕδωρ πρὸς διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος καὶ ὑδρογόνον, τὸ μῖγμα τῶν ἀερίων διοχετεύεται ἐντὸς ἑνὸς ἀνθεκτικοῦ εἰς πίεσιν πλυντηρίου (σχ. 2 · 7 στ), ὑπὸ πίεσιν μεταξὺ 25 καὶ 50 ἀτμοσφαιρῶν, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ψεκάζεται συγχρόνως ὕδωρ.

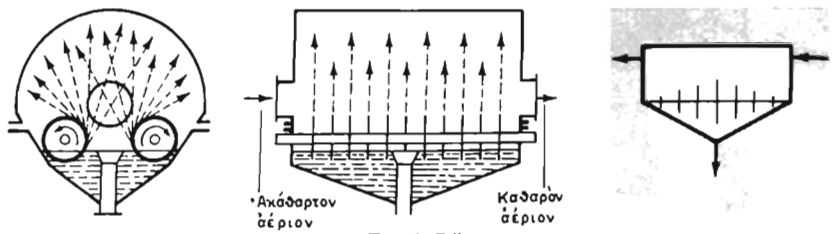
Τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος διαλύεται εἰς τὴν πίεσιν αὐτὴν λίαν εὐχερῶς ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἐνῶ τὸ ὑδρογόνον πρακτικῶς παραμένει ἀδιάλυτον.



Σχ. 2·7 στ.
Πλυντήριον πιέσεως.

Τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος διαλελυμένον ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἐγκαταλείπει κάτωθεν τὸ πλυντήριον, ἐνῶ τὸ ὑδρογόνον ἐκλύεται ἄνωθεν κεκαθαρμένον μέσω τῆς βαλβῖδος ἀποτονώσεως.

Ἡ ἀπορρόφησις ἀπαιτεῖ ἐνίοτε τὴν διαδοχικὴν σύνδεσιν πολλῶν ἀπορροφητήρων πρὸς ἐπίτευξιν ὅσον τὸ δυνατὸν τελειοτέρας ἀπορροφήσεως. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς ἐφαρμόζεται ἡ μέθοδος τῆς ἀντιρροῆς καὶ κάθε ἀπορροφητὴρ συνδέεται μέσω τριπόρων κρουνῶν κατὰ σειρὰν ὡς πρῶτος, μέσος ἢ τελευταῖος.

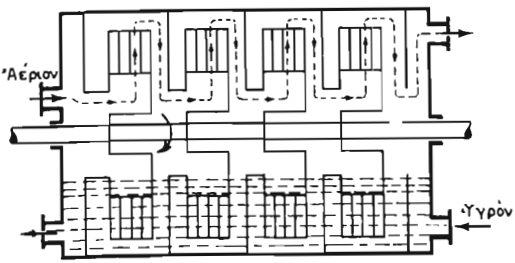


Σχ. 2·7 ζ.
Πλυντήριον ἐκτοξεύσεως.

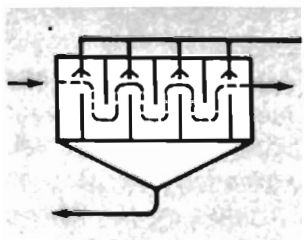
Ἰδιαίτερον εἶδος καθαριστῆρος ἀερίων εἶναι τὸ πλυντήριον ἐκτοξεύσεως (σχ. 2 · 7 ζ). Ἐντὸς ἐπιμήκους περιβλήματος περιστρέφονται δύο ἄξονες μὲ δίσκους κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν. Οἱ δίσκοι εἶναι κατὰ ἕνα μέρος ἐμβαπτισμένοι εἰς τὸ κάτωθεν αὐτῶν εὑρισκόμενον ὑγρόν. Διὰ τῆς ταχείας περιστροφῆς τῶν δίσκων συμπαρασύρεται ὑγρὸν καὶ ψεκάζεται ὑπὸ μορφὴν νέφους. Τὰ ὑπὸ τῶν δύο ἀξόνων παραχθέντα νέφη διασταυροῦνται καὶ κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἐπιτυγχάνουν μίαν τελείαν ἐπαφὴν τοῦ ἀερίου μετὰ τοῦ ὑγροῦ.

Ἡ περαιτέρω ἀνάπτυξις τοῦ ἀνωτέρω τύπου πλυντηρίου ἔδωσε τὸ περιστρεφόμενον πλυντήριον (σχ. 2 · 7 η). Εἰς αὐτὸ ἡ τελεία ἐπαφὴ ἐπιτυγχάνεται κατ' ἄλλον τρόπον. Τὸ πρὸς πλῦσιν ἀέριον ρέει δι' ἐνὸς περιστρεφομένου τυμπάνου διηρημένου διὰ τοιχωμάτων διαχωρισμοῦ εἰς πολλοὺς θαλάμους πλήρεις σωμάτων πληρώσεως. Διὰ τῶν διαχωριστικῶν τοιχωμάτων τὸ ρεῦμα τοῦ ἀερίου ἀλλάσσει κατεύθυνσιν καὶ ἀναγκάζεται νὰ διέλθῃ διὰ τῆς στιβάδος τῶν σωμάτων πληρώσεως. Τὸ ὑγρὸν πλύσεως εὑρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ τυμπάνου· διὰ τῆς περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου τὰ σώματα πληρώσεως διαβρέχονται συνεχῶς διὰ νέου ὑγροῦ. Τὸ γενικὸν σύμβολον τῶν πλυντηρίων ἀερίου εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 2 · 7 η (δεξιά).

Προσρόφησις. Ἡ παραλαβὴ ἀερίων καὶ ἀτμῶν ἢ ἐπίσης καὶ ὑλῶν διαλελυμένων ἐντὸς ὑγρῶν ἀπὸ ὡρισμένας στερεὰς ὕλας ὀνομάζεται *προσρόφησις*. Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι γνωστὸν ἀπὸ μακροῦ.



Περιστροφικὸν πλυντήριον



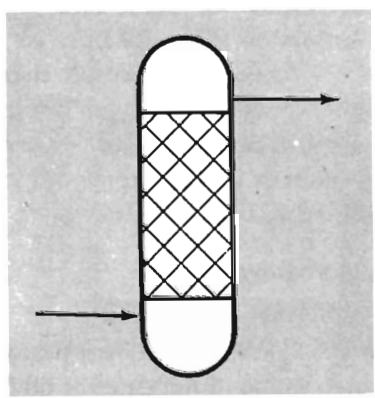
Πλυντήριον ἀερίων

Σχ. 2·7 η.

Οἱ φαρμακοποιοὶ π.χ. χρησιμοποιοῦν ἀπὸ πολλῶν ἑκατονταετιῶν κόνιν ξυλανθράκων διὰ τὴν διαύγασιν καὶ τὸν ἀποχρωματισμὸν χυμῶν. Σήμερον χρησιμοποιοῦνται καὶ εἰς τὸ ἐργαστήριον καὶ εἰς τὰ ἐργοστάσια ἐνεργοὶ ἄνθρακες διὰ τὸν αὐτὸν σκοπόν. Ἐκτὸς τοῦ ξυλάνθρακος ὑπάρχουν πολλαὶ ὕλαι, αἱ ὁποῖαι ἐπειδὴ εἶναι πολὺ πορώδεις, παραλαμβάνουν καὶ συγκρατοῦν ἐντὸς τῶν πόρων των ἀέρια ἢ ἐπίσης καὶ οὐσίας διαλελυμένας ἐντὸς ὑγροῦ.

Αἱ οὐσίαι αὐταὶ ὀνομάζονται *προσροφητικαὶ* οὐσίαι, ἀνήκουν δὲ εἰς αὐτὰς ἐκτὸς τῶν ξυλανθράκων καὶ γενικῶς τῶν ἐνεργῶν ἀνθράκων, τὸ πῆγμα τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος καὶ αἱ γαῖαι λευκάνσεως.

Ἡ προσρόφησις διακρίνεται: α) εἰς στατικὴν καὶ β) εἰς δυναμικὴν προσρόφησιν.



Σχ. 2·7 θ.
Πύργος ἐνεργοῦ ἄνθρακος.

α) *Στατικὴ προσρόφησις*. Εἰς τὴν στατικὴν προσρόφησιν ἡ προσροφητικὴ οὐσία παραλαμβάνει τὰς ἀκαθαρσίας, ποὺ ὑπάρχουν διαλελυμέναι εἰς μικρὰν ποσότητα ἐντὸς ὑγροῦ. Οὕτω π.χ. τὸ διάλυμα σακχάρεως, χρώματος κιτρίνου-καφέ, τὸ ὁποῖον προκύπτει μετὰ διαύ-

γασιν καὶ προκαταρκτικὴν κάθαρσιν ἐκ τῶν τεμαχιδίων τῶν σακχαροτεύτλων, ἀναμιγνύεται μὲ 1% ἕως 2% ἐνεργὸν ἄνθρακα, ἀναδεύεται ἐπ' ὀλίγον καλῶς καὶ μετὰ τὴν καθίζησιν εἶναι δυνατὸν νὰ διηθηθῇ τὸ ἀποχρωματισθὲν διάλυμα σακχάρεως διαυγὲς ὡς τὸ ὕδωρ.

Ἐπίσης φυτικὰ καὶ ζωικὰ λίπη καὶ ἔλαια ἀποχρωματίζονται μὲ τὴν βοήθειαν ἐνεργῶν ἀνθράκων ἢ γαιῶν λευκάνσεως.

Ἐπίσης μεγάλος ἀριθμὸς ὀργανικῶν παρασκευασμάτων καθαρίζεται διὰ προσροφήσεως τῶν ἀκαθαρσιῶν ὑπὸ ἀποχρωστικῶν μέσων. Πάντοτε ἐπαρκεῖ μικρὰ ποσότης ἀποχρωστικοῦ μέσου διὰ τὸν καθαρισμὸν μεγάλων ποσοτήτων τοῦ προϊόντος.

β) *Δυναμικὴ προσρόφησις*. Κατὰ τὴν δυναμικὴν προσρόφησιν μῖγμα ἀερίων διέρχεται δι' ἑνὸς στερεοῦ κοκκώδους ἀπορροφητικοῦ μέσου ἐντὸς ἑνὸς δοχείου. Ἡ δυναμικὴ προσρόφησις ἔχει μεγάλην σημασίαν διὰ τὸν διαχωρισμὸν μιγμάτων ἀερίων.

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον εἶναι δυνατὴ ἡ ἀπομάκρυνσις ἀκαθαρσιῶν ἐξ ἑνὸς ἀερίου καθὼς καὶ ὁ διαχωρισμὸς πολυτίμων συστατικῶν ἐξ ἑνὸς ἀερίου μίγματος.

Παράδειγμα δυναμικῆς προσροφήσεως εἶναι ἡ προσρόφησις τοῦ ὑδρατμοῦ τοῦ ἀέρος ὑπὸ πήγματος πυριτικοῦ ὀξέος ἢ χλωριούχου ἀσβεστίου, ὅταν θέλωμεν νὰ ἔχωμεν ξηρὸν ρεῦμα ἀέρος.

Ἄλλο παράδειγμα εἶναι ἡ ἀνάκτησις διαλυτῶν (π.χ. βενζολίου, ἐστέρων κ.ἄ.), οἱ ὁποῖοι ἐκλύονται ἐξ οἱασδήποτε τυχούσης ἀντιδράσεως ὁμοῦ μετ' ἄλλων ἀερίων. Τὸ ἀέριον τοῦτο μῖγμα διοχετεύεται δι' ἑνὸς προσροφητικοῦ μέσου καὶ ἀναλαμβάνονται ἔτσι οἱ διαλύται.

2 · 8 Διαχωρισμός.

Α. Διήθησις.

Ἡ διήθησις ἀνήκει εἰς τὰς πλέον σημαντικὰς ἐργασίας εἰς τὰ χημικὰ ἐργοστάσια. Διὰ τῆς διηθήσεως διαχωρίζομεν στερεὰς ὕλας ἀπὸ ὑγρὰ ἢ ἀέρια μέσω μιᾶς στιβάδος περατῆς ὑπὸ τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν ἀερίων. Ἡ στιβὰς αὐτὴ καλεῖται *διηθητικὸν μέσον*.

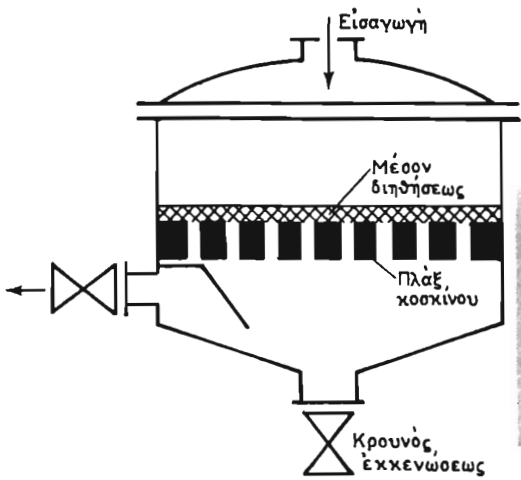
Παραδείγματα διηθήσεως εἶναι ἡ διαύγασις ἑνὸς διαλύματος, δηλαδὴ ἡ ἀπαλλαγή του «ἐκ τῶν ἀδιαλύτων», ὁ διαχωρισμὸς ἑνὸς πολτοῦ εἰς τὸ στερεὸν ἀδιάλυτον ὑλικὸν καὶ εἰς τὸ ὑγρόν, ἡ ἀπαλλαγὴ ἑνὸς ἀερίου ἀπὸ τῶν ἐν αἰωρήσει ὑλῶν κ.λπ.

Ὑπάρχουν διάφορα διηθητικὰ μέσα, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς διαφόρους συσκευὰς διηθήσεως καὶ κατὰ διαφόρους μεθόδους διηθήσεως. Τὰ συνήθη διηθητικὰ μέσα εἶναι ἄμμος, ἄργιλος, χαλαζιακὴ ἄμμος, ἄνθραξ, χάρτης (ἄνευ ἐπιστρώσεως στιβάδος κόλλας), ὕφασμα ἐκ βάμβακος, μαλλίου, μετάξης, συνθετικῶν ἰνῶν, γιούτης κ.λπ., ἀμίαντος, ὑαλοβάμβαξ, πορώδης ὕαλος κ.ἄ. Αἱ διηθητικαὶ συσκευαὶ εἶναι: ἠθμοὶ κενοῦ, φιλτροπρέσσαι, περιστροφικὰ φίλτρα, κηρία διηθήσεως, σωληνοειδῆ φίλτρα κ.λπ.

Αἱ μέθοδοι διηθήσεως ἐξαρτῶνται ἐκ τῶν συνδυασμῶν μεταξὺ τῶν διηθητικῶν μέσων καὶ τῶν συσκευῶν διηθήσεως καὶ ἐφαρμόζονται μετὰ ἢ ἄνευ πιέσεως, μετὰ ἢ ἄνευ κενοῦ, μετὰ ἢ ἄνευ θερμάνσεως κ.λπ.

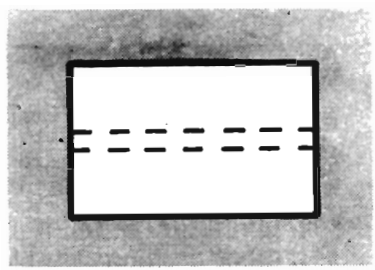
1) Ἠθμὸς κενοῦ.

Ἡ πλέον ἁπλῆ συσκευὴ διηθήσεως ἀποτελεῖται ἐκ μιᾶς διατρήτου πλακός, ἡ ὁποία εἶναι κεκαλυμμένη δι' ἑνὸς διηθητικοῦ μέσου (π.χ. ἄμμου εἰς φίλτρα ὕδατος κ.λπ.) καὶ δύναται νὰ τοποθετηθῇ ἐπὶ οἱουδήποτε δοχείου.



Σχ. 2·8 α.

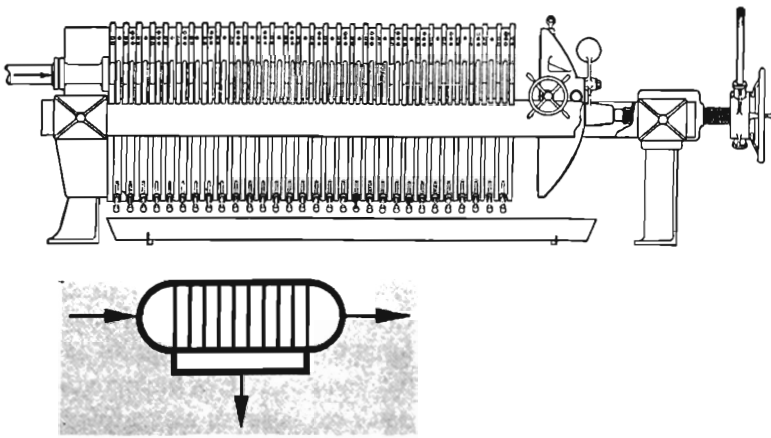
Βελτιωμένη μορφὴ τοῦ ἀνωτέρω φίλτρου εἶναι ὁ ἠθμὸς Nutsche (σχ. 2·8 α). Ἄνωθεν τῆς πλακὸς διηθήσεως τοποθετεῖται τὸ διηθητικὸν μέσον (ὕφασμα διηθήσεως). Ὁ χῶρος κάτωθεν τῆς πλακὸς τῆς διηθήσεως συνδέεται μὲ μίαν ἀντλίαν κενοῦ. Ἐκ τοῦ κρουνοῦ ἐξαγωγῆς ἐξέρχεται τὸ διήθημα.


Συμβολικὴ παράστασις.

2) Φιλτροπρέσσα.

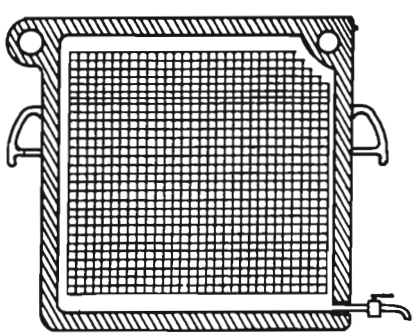
Εἰς τὰς πλέον ἐν χρήσει συσκευὰς διηθήσεως ἀνήκει ἡ φιλτρο-

πρέσσα (σχ. 2·8 β καὶ 2·8 γ). Αὐτὴ ἀποτελεῖται ἐκ πολυαρίθμων πλακῶν διηθήσεως καὶ πλαισίων διηθήσεως (σχ. 2·8 γ). Δύο πλάκες



Σχ. 2·8 β.
Φίλτρον πιέσεως (φιλτροπρέσσα). Ἐργοστάσιον σακχάρεως.

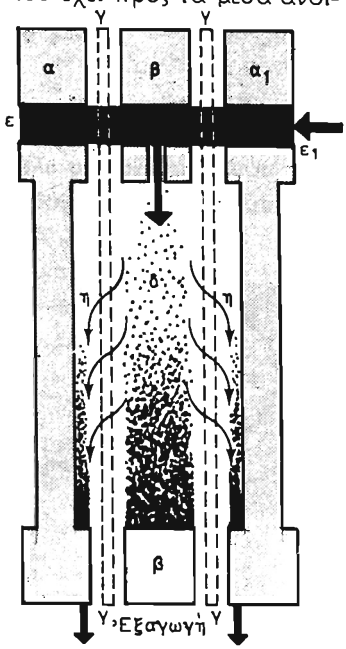
διηθήσεως, δύο ὑφάσματα διηθήσεως καὶ μεταξὺ αὐτῶν ἕνα πλαίσιον διηθήσεως ἀποτελοῦν μίαν μονάδα διηθήσεως. Εἰς τὸ σχῆμα 2·8 δ ἐπεξηγεῖται εἰς μίαν τοιαύτην μονάδα ἡ ἀρχὴ λειτουργίας τῆς φιλτροπρέσσας.



Σχ. 2·8 γ.
Πλαίσια καὶ πλάκες φίλτρου.

Τὰ α καὶ α_1 σημαίνουν ἀνὰ μίαν πλάκα διηθήσεως, τὸ β ἕνα πλαίσιον διηθήσεως καὶ τὸ γ τὰ ὑφάσματα διηθήσεως. Διὰ συμπιέσεως τῶν δύο πλακῶν μετὰ τοῦ πλαισίου καὶ τῶν μεταξὺ τούτων ἐντεταμένων διηθητικῶν ὑφασμάτων σχηματίζεται ἐντὸς τοῦ πλαισίου κλειστὸς κοῖλος χῶρος δ. Ἐντὸς τοῦ κοίλου τούτου χώρου εἰσέρχεται τὸ πρὸς διήθησιν ὑγρόν. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύουν αἱ εἰς τὸ ἀνώτερον ἢ καὶ εἰς τὸ πλάγιον ἄκρον τῶν πλαισίων

καὶ τῶν πλακῶν ἐσοχαὶ ε, αἱ ὁποῖαι προσαρμόζονται ἐπακριβῶς ἡ μία ἐπὶ τῆς ἄλλης. Ἡ ὀπὴ ἐπὶ τοῦ πλαισίου ἔχει πρὸς τὰ μέσα ἄνοιγμα ζ. Ἂν τώρα πιεσθοῦν αἱ πλάκες, τὰ φίλτρα καὶ τὰ πλαίσια τὸ ἕνα ἐπὶ τοῦ ἄλλου, αἱ ὀπαὶ σχηματίζουν τὴν σωλήνωσιν ε - $ε_1$, διὰ τῆς ὁποίας δύναται νὰ διέλθῃ τὸ πρὸς διήθησιν ὑγρὸν ἐντὸς τοῦ κοίλου χώρου τοῦ πλαισίου. Τοῦτο γίνεται ὑπὸ πίεσιν μερικῶν ἀτμοσφαιρῶν. Τοιουτοτρόπως συμπιέζεται τὸ ὑγρὸν διὰ τῶν διηθητικῶν ὑφασμάτων, ἐνῶ ἡ στερεὰ ὕλη παραμένει μεταξὺ τῶν ὑφασμάτων.



Σχ. 2·8 δ.

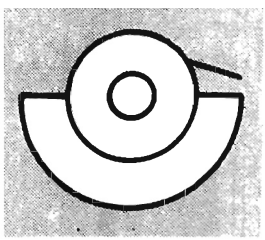
Ἡ διαδικασία αὐτὴ ἀπαιτεῖ ἐπίσης μεταξὺ τῶν ὑφασμάτων καὶ τῶν ὀπῶν ἕνα κοῖλον χῶρον. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται μὲ ἐκβαθύνσεις (αὐλακώσεις), αἱ ὁποῖαι ἐκτείνονται καὶ ἐπὶ τῶν δύο πλευρῶν τῶν πλακῶν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Τοιουτοτρόπως ἀπομένει διὰ τὰ ὑφάσματα διηθήσεως ἐπαρκὴς ἐπιφάνεια συγκρατήσεως ἀλλὰ καὶ τὸ διερχόμενον ὑγρὸν εὑρίσκει συγχρόνως ἐλεύθερον χῶρον διὰ νὰ ἐκρεύσῃ, η. Εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῶν πλακῶν ὑπάρχει ἕνας κρουνός, ἐκ τοῦ ὁποίου δύναται νὰ ληφθῇ διήθημα ὡς δεῖγμα. Ἡ κυρία ποσότης τοῦ διηθήματος χύνεται ἐντὸς μιᾶς κοινῆς ἀνοικτῆς αὐλακος συλλογῆς.

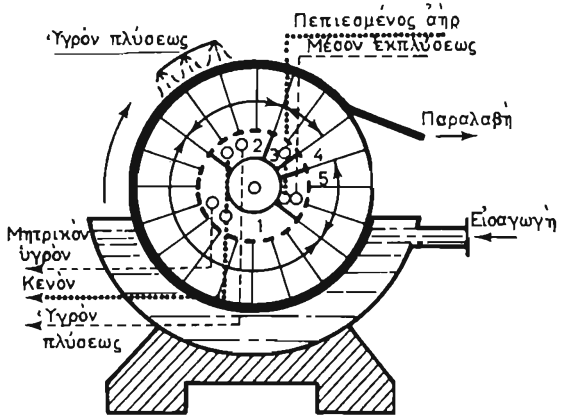
Ἡ φιλτροπρέσσα δὲν δύναται νὰ ἐργασθῇ συνεχῶς. Ὅταν τὰ πλαίσια πληρωθοῦν δι' ἰζήματος, πλύνονται ὑπὸ πίεσιν μὲ καθαρὸν διαλυτικὸν ὑγρόν. Ἀκολούθως ἡ πρέσσα τίθεται ἐκτὸς λειτουργίας, καθαρίζονται τὰ πλαίσια καὶ τὰ ὑφάσματα διηθήσεως καὶ κατόπιν συναρμολογεῖται ἐκ νέου. Μία φιλτροπρέσσα ἀποτελεῖται συνήθως ἐκ 40 ἕως 50 μονάδων. Ἡ σειρὰ ἐπανατοποθετήσεως εἶναι πλάξ, ὕφασμα διηθήσεως, πλαίσιον, ὕφασμα διηθήσεως, πλὰξ κ.λπ.

3) Τύμπανον διηθήσεως.

Διὰ συνεχῆ λειτουργίαν, ὡς ἀνεφέρθη, δὲν ἐνδείκνυται ἡ φιλτρο-

πρέσσα, ἐνῶ καλὰ ἀποτελέσματα δίδει τὸ περιστρεφόμενον τύμπανον διηθήσεως (σχ. 2·8 ε). Τοῦτο ἀποτελεῖται: α) ἐξ ἑνὸς περιστρεφομένου τυμπάνου ἐπενδεδυμένου δι' ὑφάσματος διηθήσεως καὶ ὑποδιηρημένου εἰς κελία, β) ἐκ μιᾶς ἀκινήτου κεφαλῆς ρυθμίσεως, ἡ ὁποία εἶναι ὑποδιηρημένη εἰς 5 ζώνας (1 ἕως 5) καὶ γ) ἐξ ἑνὸς ἀνοικτοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ πρὸς διήθησιν διάλυμα. Αἱ ζῶναι 1 καὶ 2 εἶναι συνδεδεμέναι μὲ σωλήνωσιν κενοῦ καὶ αἱ 3 καὶ 5 μὲ σωλήνωσιν πεπιεσμένου ἀέρος· ἡ ζώνη 4 δὲν εἶναι συνδεδεμένη.





Σχ. 2·8 ε.
Τυμπανοειδὲς φίλτρον.

Κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ τυμπάνου ἐντὸς τοῦ ἀνοικτοῦ δοχείου ἀναρροφεῖται εἰς τὴν ζώνην 1 διὰ τοῦ ὑφάσματος διηθήσεως τὸ πρὸς διήθησιν ὑγρόν. Τὰ στερεὰ συστατικὰ ἐπικάθηνται ἐπὶ τοῦ ὑφάσματος καὶ τὸ μητρικὸν ὑγρὸν φθάνει εἰς τὴν ζώνην 1, ἐκ τῆς ὁποίας ἀπάγεται. Μετὰ τὴν ἔξοδον ἐκ τοῦ ἀνοικτοῦ δοχείου ὁ σχηματισθεὶς συνεπεία ἀναρροφήσεως πλακοῦς συγκρατεῖται ἐπὶ τοῦ περιστρεφομένου τυμπάνου, ἀκόμη καὶ ὅταν ἐκπλύνεται διὰ καταιονισμοῦ διὰ τοῦ ὑγροῦ ἐκπλύσεως τὸ συγκρατούμενον ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος μητρικὸν ὑγρόν. Τὸ ὑγρὸν ἐκπλύσεως ἀναρροφεῖται εἰς τὴν ζώνην 2 καὶ ἐκεῖθεν ἀπάγεται. Τὸ τύμπανον φθάνει κατὰ τὴν περαιτέρω περιστροφήν του εἰς τὴν περιοχὴν τῆς ζώνης 3.

Ἐνταῦθα μὲ τὴν βοήθειαν πεπιεσμένου ἀέρος ἐρχομένου ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω ὑφίσταται ὤθησιν ὁ ἐπὶ τοῦ ἡθμοῦ πλακοῦς καὶ ἔτσι

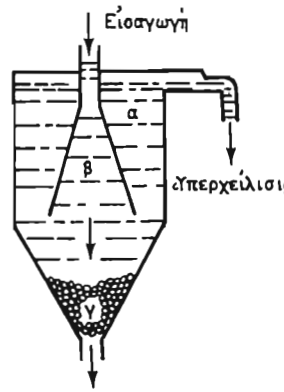
χαλαροῦται ἡ σύνδεσίς του μετὰ τοῦ ὑφάσματος διηθήσεως. Τοιουτοτρόπως εἰς τὴν περιοχὴν παραλαβῆς τοῦ ἰζήματος (ζώνη 4) ὁ ἐπὶ τοῦ ἠθμοῦ πλακοῦς ἀπομακρύνεται εὐχερῶς ἐκ τοῦ ὑφάσματος διηθήσεως δι' ἑνὸς ξέστρου. Εἰς τὴν ζώνην 5 δι' ἑνὸς ὑγροῦ ἐκπλύσεως εἰσαγομένου ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω ἀπελευθεροῦνται οἱ πόροι τοῦ ὑφάσματος καὶ ἔτσι τὸ τύμπανον εἶναι πάλιν ἕτοιμον διὰ τὴν νέαν του περιστροφήν.

Β. **Διαχωρισμὸς διὰ καθιζήσεως καὶ ἠρέμου ἀποχύσεως.**

Ἕνα ἴζημα δύναται νὰ διαχωρισθῇ ἀπὸ ἕνα ὑγρὸν ἐπίσης καὶ διὰ καθιζήσεως καὶ ἠρέμου ἀποχύσεως. Δηλαδὴ τὸ «θολὸν» ὑγρὸν διοχετεύεται ἐντὸς ἑνὸς δοχείου, τὸ ἴζημα ἀφίεται πρὸς καθίζησιν ἐπὶ τοῦ πυθμένος καὶ τὸ ὑπερκείμενον διαυγὲς διάλυμα ἀπάγεται.

Παλαιότερον ἡ μέθοδος αὐτὴ ἐφηρμόζετο εἰς μικρὰς μόνον ποσότητας εἰς τὸ ἐργαστήριον, ἐνῶ σήμερον χρησιμοποιεῖται ὁλονὲν περισσότερον εἰς τὴν τεχνικήν, ἀφ' ὅτου κατεσκευάσθησαν συσκευαὶ καθιζήσεως καὶ ἠρέμου ἀποχύσεως, αἱ ὁποῖαι ἐπιτρέπουν συνεχῆ ἐργασίαν.

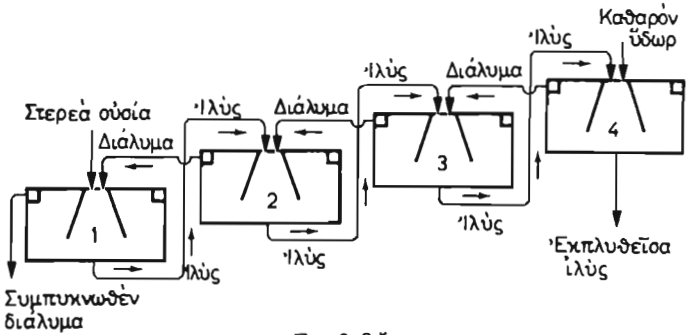
Συχνὰ ἡ καθίζησις καὶ ἡ ἤρεμος ἀπόχυσις προηγεῖται τῆς κυρίας ἐργασίας διηθήσεως καὶ τοιουτοτρόπως ἡ κυρίως διήθησις καθίσταται σημαντικῶς εὐχερεστέρα.



Σχ. 2·8 στ.
Συσκευὴ καθιζήσεως.

Ἡ συσκευὴ καθιζήσεως (σχ. 2·8 στ) ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς δοχείου α, τὸ ὁποῖον φέρει διάταξιν ὑπερχειλίσεως καὶ τὸ κατώτερον μέρος του ἔχει σχῆμα κωνικόν. Τὸ θολὸν διάλυμα διέρχεται δι' ἑνὸς κώνου β οὕτως, ὥστε νὰ ἐπιβραδύνεται ἡ ταχύτης ροῆς καὶ νὰ δίδεται ἡ εὐκαιρία εἰς τὰ στερεὰ συστατικὰ νὰ κατακαθήσουν, γ. Τὸ συνοδεῦον ὑγρὸν συσσωρεύεται ἄνωθεν τοῦ ἰζήματος καὶ ἔτσι ἡ στάθμη του ἀνέρχεται βαθμηδόν, ἐνῶ συγχρόνως γίνεται συνεχῶς διαυγέστερον, ἕως τῆς ὑπερχειλίσεως. Συχνὰ συνδέονται πολλαὶ διατάξεις καθιζήσεως καὶ ἠρέμου ἀποχύσεως ἡ μία μετὰ τὴν ἄλλην καὶ ἀποτελοῦν μίαν ἐγκατάστασιν συστοιχίας *καθιζητήρων* (σχ. 2·8 ζ). Διὰ μιᾶς ἐγκαταστάσεως καθιζήσεως καὶ ἠρέμου ἀποχύσεως δύνανται νὰ ἐκπληρω-

θοῦν διάφοροι σκοποί, π.χ. καθαρισμὸς ἑνὸς θολοῦ διαλύματος (ἀπὸ τῆς ἀχρήστου ἰλύος), ἀνάκτησις τῆς στερεᾶς οὐσίας ἐξ ἑνὸς ἐναιωρήματος (ὅταν τὸ ὑγρὸν εἶναι ἄχρηστον), διαχωρισμὸς ὑγρῶν καὶ στερεῶν ὑλῶν (ὅταν καὶ τὸ ὑγρὸν καὶ ἡ στερεὰ οὐσία ἔχουν ἀξίαν), παρασκευὴ ἑνὸς συμπεπυκνωμένου διαλύματος δι' ἐπανειλημμένης ἐκχυλίσεως τῆς στερεᾶς οὐσίας κατὰ τὴν μέθοδον τῆς ἀντιρροῆς.

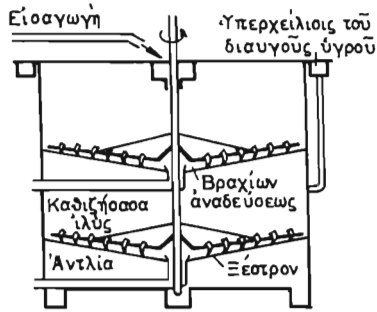


Σχ. 2·8ζ.
Ἐγκατάστασις καθιζήσεως.

Διὰ τὴν σύγχρονον διαύγασιν τῶν ἀπονέρων χρησιμοποιοῦνται μεγάλα δοχεῖα καθιζήσεως μὲ μορφὴν χοάνης, ἐντὸς τῶν ὁποίων διὰ μεγάλων ξέστρων προωθεῖται συνεχῶς πρὸς τὰ κάτω ἡ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων ἐπικαθημένη στερεὰ ὕλη, ὅπου αὐτὴ κατακάθεται ὡς παχεῖα ἰλύς. Τὰς συσκευὰς αὐτὰς ὀνομάζομεν *συσκευὰς συμπυκνώσεως*, διότι ἐντὸς αὐτῶν κάθε κατανεμημένη ἐν λεπτοτάτῳ διαμερισμῷ οὐσία *συμπυκνοῦται* πρὸς εὐκατέργαστον ἰλύν.

Ἡ ἤρεμος ἀπόχυσις κατ' ἀντιρροὴν ἐφαρμόζεται εἰς μεγάλην κλίμακα διὰ τὴν διαύγασιν ἀπονέρων ἐντὸς ὑπαιθρίων χώρων διαυγάσεως διὰ καθιζήσεως, ἐντὸς δεξαμενῶν καθιζήσεως καὶ ἐντὸς συσκευῶν συμπυκνώσεως (σχ. 2·8η). Τὰ ἀπόνερα ρέουν ἐντὸς δεξαμενῶν μεγάλης χωρητικότητος, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἔχουν νὰ διανύσουν μίαν μακρὰν διαδρομὴν μὲ ταχύτητα ροῆς ἠλαττωμένην σημαντικῶς. Τοιουτοτρόπως αἱ ἐν αἰωρήσει οὐσίαι καθιζάνουν καὶ δύνανται νὰ ἀπομακρυνθοῦν ἐκ τοῦ χώρου διαυγάσεως διὰ διατάξεων ἐκκενώσεως. Τοῦτο, εἰς τοὺς καθιζητῆρας, γίνεται δι' ἐξαγωγῆς ἐκ τοῦ κώνου· εἰς τὰς δεξαμενὰς διαυγάσεως γίνεται διὰ μιᾶς διατάξεως ἐκκενώσεως, ἡ ὁποία κινεῖται ἀντιθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς ροῆς ἐπὶ τοῦ πυ-

θμένος καὶ ἡ ὁποία ὠθεῖ τὴν κατακαθήσασαν ἰλὺν ἐντὸς χαμηλότερον κειμένων φρεατίων, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ συμπυκνωθεῖσα ἰλὺς ἀντλεῖται κατὰ ὡρισμένα χρονικὰ διαστήματα.



Σχ. 2·8 η.
Συσκευὴ καθιζήσεως.

Γ. **Ἐπίπλευσις.**

Ἄλλη μέθοδος διαχωρισμοῦ, ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται εὐρέως εἰς τὴν τεχνικήν, εἶναι ἡ *ἐπίπλευσις*. Αὐτὴ βασίζεται ἐπὶ τοῦ ὅτι στερεὰ σώματα μὲ διαφορετικὸν εἰδικὸν βάρος μετακινοῦνται εἰς διάφορον ἀπόστασιν ἢ ἀνυψοῦνται εἰς διαφορετικὸν ὕψος ἐντὸς ρέοντος ὕδατος ἢ ἐντὸς ὕδατος, τὸ ὁποῖον εἶναι πλῆρες φυσαλλίδων ἀέρος. Τοιουτοτρόπως αἱ στερεαὶ οὐσίαι κατακάθηνται κεχωρισμένως ἐντὸς τῆς συσκευῆς καὶ ἔτσι εἶναι δυνατὸν νὰ διαχωρισθοῦν.

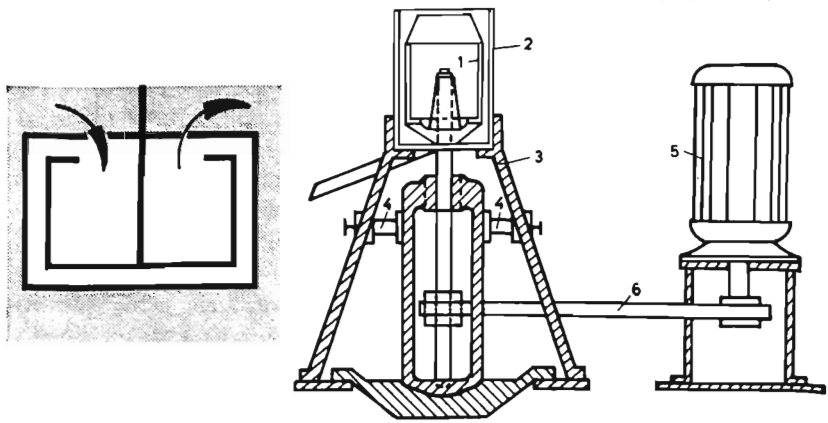
Δ. **Κατεργασία ἐναιωρήσεως - καταβυθίσεως.**

Μία ἐνδιαφέρουσα νέα μέθοδος ἐπιπλεύσεως εἶναι ἡ κατεργασία ἐναιωρήσεως - καταβυθίσεως. Ἡ μέθοδος αὐτὴ ἔχει ὡς σκοπὸν νὰ διαχωρίζῃ μίγματα ὑλῶν μὲ μεγάλον ἀλλὰ διαφορετικὸν εἰδικὸν βάρος. Ἡ ἁπλῆ ἐπίπλευσις δὲν εἶναι ἀρκετὴ πρὸς τοῦτο, διότι καὶ τὰ δύο μὲ πολὺ μεγάλον εἰδικὸν βάρος συστατικὰ τοῦ μίγματος εἶναι ἀδύνατον νὰ ἐπιπλεύσουν ἐντὸς τοῦ ἐλαφροῦ σχετικῶς διαλύτου. Ἡ νέα μέθοδος ἔχει ὡς ἑξῆς: ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἐναιωρεῖται διὰ λίαν ζωηρᾶς ἀνακινήσεως μία ξένη λεπτότατα μερισμένη στερεὰ οὐσία, ἡ ὁποία ἔχει μεγάλον εἰδικὸν βάρος. Εἰς τὸ ἐναιώρημα αὐτὸ εἶναι δυνατὸν διὰ καταλλήλου ρυθμίσεως τῆς ποσότητος τῆς ξένης οὐσίας νὰ δοθῇ ἕνα εἰδικὸν βάρος, τὸ ὁποῖον κεῖται μεταξὺ τῶν εἰδικῶν βαρῶν τῶν πρὸς διαχωρισμὸν ὑλῶν. Τοιουτοτρόπως, ἂν ἡ σύνθεσις τοῦ ἐναιωρήματος εἶναι κατάλληλος, εἶναι δυνατὸς ὁ διαχωρισμὸς σωμάτων μὲ μεγάλα ἀλλὰ διαφορετικὰ εἰδικὰ βάρη.

Ε. **Φυγοκέντρησις.**

Ὁ διαχωρισμὸς στερεῶν ὑλῶν ἀπὸ ὑγρά, τὰ ὁποῖα δὲν εἶναι δυνατὸν ἢ εἶναι δυνατὸν δυσχερῶς μόνον νὰ διηθηθοῦν, ἐπιτυγχά-

νεται διὰ φυγοκεντρήσεως. Αἱ συσκευαὶ φυγοκεντρήσεως εἶναι ταχέως περιστρεφόμενα τύμπανα μὲ ταχύτητας ἕως μερικῶν χιλιάδων στροφῶν ἀνὰ λεπτόν. Ὑπάρχουν προσέτι καὶ μικραὶ ὑπερφυγόκεντροι συσκευαὶ μὲ ταχύτητας ἀπὸ 20 000 ἕως 45 000 στροφὰς ἀνὰ λεπτόν. Αἱ φυγόκεντροι ὑποδιαιροῦνται εἰς φυγοκέντρους κοσκίνου καὶ εἰς φυγοκέντρους πλήρους τοιχώματος. Εἰς τὰς φυγοκέντρους *κοσκίνου* ἢ ἄλλως καλουμένας φυγοκέντρους *φίλτρου* (σχ. 2 · 8 θ) φυγοκεντρεῖται



Σχ. 2·8 θ.

Φυγόκεντρος ἀσυνεχοῦς λειτουργίας.

1. Τύμπανον φυγοκεντρήσεως. 2. Περίβλημα τῆς φυγοκέντρου. 3. Σκελετὸς τῆς φυγοκέντρου. 4. Ἐλαστικὰ προσκεφάλαια. 5. Ἠλεκτροκινητήρ. 6. Ἱμὰς μεταδόσεως τῆς κινήσεως.

τὸ κατὰ δόσεις εἰσαγόμενον πρὸς διήθησιν ὑλικὸν διὰ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως μέσω τοῦ τυμπανοειδοῦς τοιχώματος. Τὸ τοίχωμα αὐτὸ φέρει ὀπὰς ἐν εἴδει κοσκίνου, αἱ ὁποῖαι ἐνδεχομένως καλύπτονται μὲ ὕφασμα διηθήσεως ἢ ἐπὶ τῶν ὁποίων ἐπικάθηται μία ἄλλη διηθητικὴ στιβάς. Αἱ στερεαὶ ὕλαι συγκρατοῦνται ἐπὶ τοῦ τοιχώματος, ἐνῶ αἱ ὑγραὶ πιέζονται διὰ τοῦ διηθητικοῦ μέσου καὶ τοῦ κοσκίνου ἐντὸς τοῦ περιβλήματος τῆς φυγοκέντρου.

Εἰς τὰς φυγοκέντρους *πλήρους τοιχώματος* ἢ τὰς φυγοκέντρους *ἄνευ κοσκίνου*, τὸ πρὸς διήθησιν ὑλικὸν φυγοκεντρεῖται ἐπὶ τοῦ ἄνευ ὀπῶν λείου τοιχώματος τοῦ τυμπάνου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐπικάθηται ἡ στερεὰ οὐσία καὶ σχηματίζει ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἕνα πλακοῦντα. Τὸ ὑγρὸν ἀφοῦ διαυγασθῇ ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ ἐσωτερικοῦ τοιχώμα-

τος τοῦ ἀποτελουμένου ἐκ τοῦ πλακοῦντος καὶ ρέει διὰ τῆς ὑπερχειλίσεως τοῦ τυμπάνου, κατόπιν συλλέγεται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ περιβλήματος καὶ ἀπὸ ἐκεῖ ἀπάγεται *(φυγόκεντρος ὑπερχειλίσεως)*. Κατὰ τὴν συνεχῆ λειτουργίαν τὸ διαυγὲς ὑγρὸν ἀπάγεται ἐκ τῆς ἐπιφανείας δι' ἑνὸς σωλῆνος, ὁ ὁποῖος ἔχει διεύθυνσιν ἀντίθετον πρὸς τὴν τῆς περιστροφῆς. Αἱ φυγόκεντροι κατασκευάζονται μὲ ὁριζόντιον ἢ κατακόρυφον ἄξονα (σχ. 2 · 8 θ).

ΣΤ. **Ἐκχύλισις.**

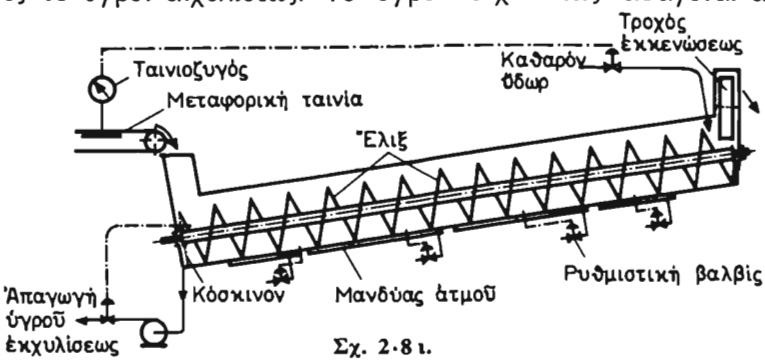
Ἐξ ἑνὸς μίγματος στερεῶν ἢ ὑγρῶν ὑλῶν δύναται νὰ ἀπομακρυνθῇ μία ἐξ αὐτῶν μὲ τὴν βοήθειαν ἑνὸς καταλλήλου διαλύτου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἡ ὕλη αὐτὴ διαλύεται. Διὰ τῆς ἐκχυλίσεως ἑπομένως εἶναι δυνατὸν εἴτε νὰ ἀπομακρυνθῇ (νὰ ἐκχυλισθῇ) τὸ ἐπιθυμούμενον προϊὸν ἐκ τοῦ μίγματος καὶ νὰ παραμείνουν τὰ ὑποπροϊόντα, εἴτε ἀντιστρόφως νὰ ἀπομακρυνθοῦν (ἐκχυλισθοῦν) τὰ ὑποπροϊόντα καὶ ἔτσι νὰ ληφθῇ καθαρὸν τὸ κύριον προϊόν. Δι' ἀποτελεσματικὴν ἐκχύλισιν πρέπει ὁ διαλύτης νὰ εἰσχωρῇ τελείως ἐντὸς τῶν πρὸς ἐκχύλισιν οὐσιῶν. Κατὰ τὴν ἐκχύλισιν ἑνὸς μίγματος ὑλῶν πρέπει μόνον τὸ κύριον προϊὸν ἢ μόνον τὰ ὑποπροϊόντα νὰ διαλύωνται ἐντὸς τοῦ διαλυτικοῦ μέσου, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἐκχύλισιν.

1) Διαχωρισμὸς στερεῶν ὑλῶν δι' ἐκχυλίσεως.

Ὁ διαχωρισμὸς διαλυτῶν συστατικῶν ἐκ στερεῶν ὑλῶν δι' ἑνὸς διαλύτου πολλάκις δὲν χαρακτηρίζεται ὡς ἐκχύλισις ἀλλὰ ὡς *ἔκπλυσις*. Εἰς τὴν πραγματικότητα ὅμως καὶ αἱ δύο λέξεις σημαίνουν τὸ αὐτό, διότι ὡς πρὸς τὴν τεχνικὴν τῆς μεθόδου δὲν διαφέρουν. Ἡ στερεὰ οὐσία, ἡ ὁποία πρόκειται νὰ ἐκχυλισθῇ, τίθεται ἐντὸς πολλῶν (4 ἕως 6) δοχείων (ἐκχυλιστήρων), τὰ ὁποῖα εἶναι συνδεδεμένα μεταξύ των τὸ ἕνα μετὰ τὸ ἄλλο. Ὁ καθαρὸς διαλύτης προσάγεται εἰς τὸ δοχεῖον, τοῦ ὁποίου τὸ περιεχόμενον ἔχει ἤδη ἐκχυλισθῇ περισσότερον τῶν ἄλλων (σχ. 2 · 8 ζ).

Εἰς τὸ δοχεῖον 4 προσάγεται ὁ διαλύτης. Τὸ δοχεῖον 1 περιέχει τὴν προσφάτως τεθεῖσαν στερεὰν οὐσίαν. Ὁ διαλύτης διαλύει ἐντὸς τῶν δοχείων 4 ἕως 2 συνεχῶς περισσότερον τὸ πρὸς ἐκχύλισιν ὑλικὸν καὶ τέλος ρέει ἐκ τοῦ 1 περιέχων πολλὴν οὐσίαν ἐν διαλύσει πρὸς περαιτέρω κατεργασίαν. Ὅταν τέλος ἡ ὕλη 4 ἔχῃ ἐκχυλισθῇ τελείως, ὁ ἐκχυλιστὴρ ἐκκενοῦται καὶ πληροῦται διὰ νέας στερεᾶς οὐσίας.

Τώρα τὸ περιεχόμενον τοῦ 3 εἶναι αὐτό, τὸ ὁποῖον ἔχει ὑποστῆ τὴν μεγαλυτέραν ἐκχύλισιν καὶ ὁ νέος διαλύτης προσάγεται εἰς αὐτὸ διὰ νὰ ἐπιτύχῃ τὴν τελικὴν ἐκχύλισιν καὶ ἀπὸ ἐκεῖ ὁδηγεῖται εἰς τὰ δοχεῖα 2, 1 καὶ τέλος εἰς τὸ δοχεῖον 4 ὁπόθεν καὶ ἀντλεῖται. Ἡ ἐργασία συνεχίζεται καὶ κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, πάντοτε δηλαδὴ ἡ τελευταία ἐκχύλισις γίνεται εἰς τὴν στερεὰν οὐσίαν, ἡ ὁποία ἐτέθη προσφάτως εἰς τὸν ἐκχυλιστῆρα. Δι' αὐτῆς τῆς *κατ' ἀντιρροὴν* μεθόδου εἶναι δυνατὴ ἡ ἐξαντλητικὴ ἐκχύλισις μιᾶς στερεᾶς οὐσίας δι' ὅσον τὸ δυνατὸν μικροτέρας ποσότητος διαλύτου. Σήμερον αἱ ὡς ἄνω περιγραφεῖσαι συστοιχίαι δοχείων ἐκχυλίσεως, αἱ ὁποῖαι εἶναι ἀσυνεχοῦς λειτουργίας, ἔχουν ἀντικατασταθῆ διὰ πύργων ἐκχυλίσεως ἢ διὰ κεκλιμένων δοχείων ἐκχυλίσεως μήκους ἕως 23 m. Ἐντὸς αὐτῶν τὸ πρὸς ἐκχύλισιν ὑλικὸν προωθεῖται κατὰ συνεχῆ τρόπον π.χ. δι' ἑνὸς ἀτέρμονος κοχλίου ἢ διὰ πτερυγίων, κατ' ἀντιρροὴν πρὸς τὸ ὑγρὸν ἐκχυλίσεως. Τὸ ὑγρὸν ἐκχυλίσεως εἰσάγεται ἀπὸ



Σχ. 2·81.

Ἐγκατάστασις συνεχοῦς ἐκχυλίσεως τεμαχιδίων σακχαροτεύτλων τῶν ἐργοστασίων σακχάρεως Πλατέος καὶ Σερρῶν.

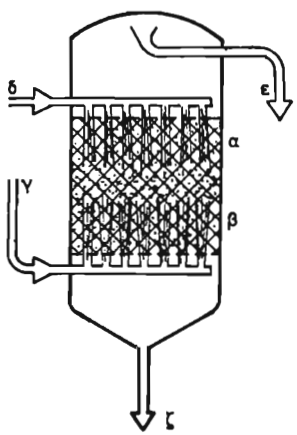
ἐκεῖνο τὸ ἄκρον τοῦ ἐκχυλιστῆρος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἐξέρχεται τὸ ἐξαντλητικῶς ἐκχυλισθὲν ὑλικόν. Ἀπὸ τὸ ἀντίθετον ἄκρον τοῦ ἐκχυλιστῆρος, ἐκ τοῦ ὁποίου εἰσέρχεται τὸ πρὸς ἐκχύλισιν ὑλικόν, ἐξέρχεται τὸ ἐμπλουτισθὲν εἰς ἐκχυλισματικὰς οὐσίας ὑγρὸν ἐκχυλίσεως. Εἰς τὸ σχῆμα 2·81 εἰκονίζεται κεκλιμένη ἐγκατάστασις συνεχοῦς ἐκχυλίσεως τοῦ οἴκου DdS.

2) Ἐκχύλισις ὑλῶν ἐκ διαλυμάτων.

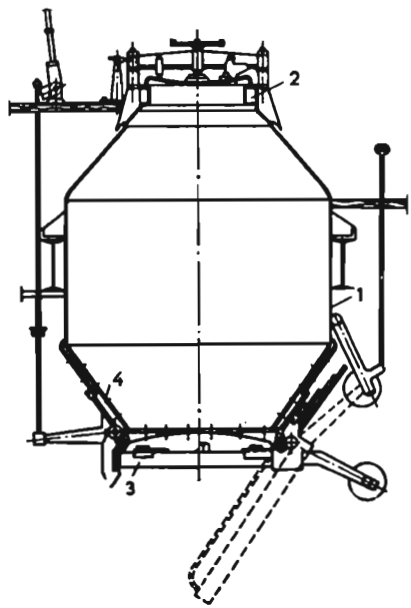
Συχνὰ εἶναι ἀνάγκη νὰ ἀπομακρυνθῆ ἐξ ἑνὸς ὑγροῦ ἡ ἐντὸς

αὐτοῦ διαλελυμένη οὐσία δι' ἐκχυλίσεως. Ὁ διαλύτης τότε δὲν πρέπει νὰ διαλύεται ἐντὸς τοῦ ἐν λόγω ὑγροῦ (μικρὰ διαλυτότης εἶναι ἀνεκτή).

Ἐκχύλισις αὐτοῦ τοῦ εἴδους διεξάγεται ἐντὸς ὑψηλῶν κυλινδρικῶν δοχείων παρομοίων πρὸς τὴν στήλην ἀποστάξεως. Αἱ στῆλαι αὐταὶ περιέχουν εἴτε σώματα ἐμπλησμοῦ (πληρώσεως) εἴτε καταλλήλους ἄλλας διατάξεις κατανομῆς, ὡς π.χ. διατρήτους πυθμένας ἢ περιστρεφόμενα πτερύγια. Τοιουτοτρόπως τὸ πρὸς καθαρισμὸν ὑλικὸν καὶ ὁ διαλύτης ἔρχονται εἰς στενωτέραν ἐπαφήν.



Σχ. 2·8 ια.
Στήλη ἐκχυλίσεως.



Σχ. 2·8 ιβ.
Συσκευὴ ἐκχυλίσεως (διαχύσεως). 1. Περίβλημα. 2. Ἄνοιγμα πληρώσεως. 3. Πτυσσόμενος πυθμήν. 4. Κωνικὸν κόσκινον.

Ἐὰν τὸ πρὸς ἐκχύλισιν ὑγρὸν ἔχῃ μεγαλύτερον εἰδικὸν βάρος ἀπὸ τὸν διαλύτην, τότε ὁ διαλύτης εἰσάγεται ἐκ τῶν κάτω. Οὗτος ἀνέρχεται ἐντὸς τῆς στήλης πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἐκχυλίζει οὕτω τὴν ἐπιθυμητὴν οὐσίαν ἐκ τοῦ πρὸς τὰ κάτω κινουμένου ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἀντλεῖται ἐκ τοῦ κάτω μέρους τῆς στήλης. Ἐὰν ὁ διαλύτης ὅμως εἶναι βαρύτερος τοῦ πρὸς ἐκχύλισιν ὑγροῦ, τότε ἐργαζόμεθα ἀντιστρόφως. Ὁ διαλύτης ἐξέρχεται ἐκ τῶν κάτω καὶ τὸ ἐκχύλισμα ἐκ τῶν ἄνω.

Εἰς τὸ σχῆμα 2·8 ια τὸ α εἶναι ἡ στήλη ἐκχυλίσεως, τὸ β

τὰ σώματα ἐμπλησμοῦ (πληρώσεως), τὸ γ ἡ προσαγωγὴ τοῦ διαλύτου, τὸ δ ἡ προσαγωγὴ τοῦ ἀκαθάρτου προϊόντος. Ὁ ἐλαφρότερος διαλύτης ἀνέρχεται πρὸς τὰ ἄνω, ἐκχειλίζει τὸ ἀκάθαρτον προϊὸν καὶ ἐγκαταλείπει τὴν στήλην εἰς τὸ ε. Τὸ ἐκχυλισθὲν ἀκάθαρτον προϊὸν ἀπάγεται ἐκ τοῦ ζ. Εἰς τὸ σχῆμα 2 · 8 ιβ εἰκονίζεται ἄλλος τύπος συσκευῆς ἐκχυλίσεως.

2 · 9 Θέρμανσις καὶ ψῦξις.

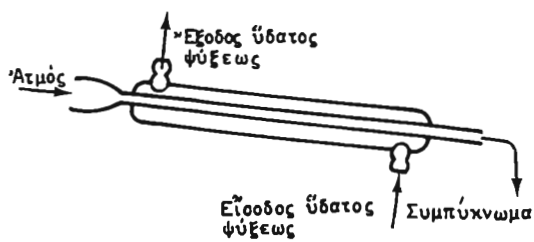
Πρὸς θέρμανσιν καὶ ψῦξιν χρησιμοποιοῦνται οἱ καλούμενοι *ἐναλλακτῆρες θερμότητος*. Οὗτοι μεταφέρουν θερμότητα ἐκ μιᾶς ὕλης εἰς ἄλλην. Πολλάκις τότε μόνον γίνεται λόγος περὶ ἐναλλακτήρων θερμότητος, ὅταν ἐπιδιώκεται διὰ τῆς θερμότητος, ἡ ὁποία ἐκλύεται εἰς μίαν χημικὴν ἀντίδρασιν, νὰ θερμανθῇ μία ἄλλη οὐσία.

Δίδεται πάντοτε μεγάλη σημασία εἰς τὴν ἐξοικονόμησιν τῆς ἐνεργείας. Ὡς ἐκ τούτου, ὑπάρχει πάντοτε ἡ τάσις νὰ μὴ χάνεται ἡ ἐνέργεια, ἡ ὁποία περιέχεται ἐντὸς ἀπαερίων ἢ θερμῶν ὑγρῶν, ἀλλὰ πρὸ τῆς ψύξεως νὰ χρησιμοποιῆται διὰ προθέρμανσιν ψυχρῶν πρώτων ὑλῶν. Αὐτὸ γίνεται ἐντὸς τῶν ἐναλλακτήρων θερμότητος.

Ἂν τουναντίον μία ποσότης θερμότητος πρέπει μόνον νὰ ἀπαχθῇ καὶ νὰ ἀφεθῇ ἀχρησιμοποίητος, τότε ἡ πρὸς τοῦτο χρησιμοποιουμένη συσκευὴ ὀνομάζεται *ψυκτήρ*. Βασικῶς καὶ εἰς τοὺς δύο τύπους συσκευῶν γίνεται ἐξίσωσις μεταξὺ διαφόρων θερμοκρασιῶν.

1) Ἐναλλακτῆρες θερμότητος.

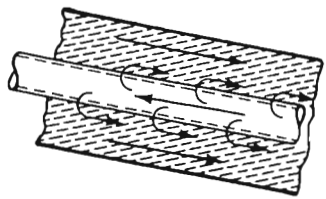
Ὁ ἁπλούστερος ἐναλλακτὴρ θερμότητος εἶναι ὁ ψυκτὴρ τοῦ



Σχ. 2·9 α.
Ψυκτήρ.

Liebig (σχ. 2 · 9 α), ὁ ὁποῖος εἶναι γνωστὸς ἐκ τοῦ ἐργαστηρίου. Αὐτὸς ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς σωλῆνος ἐπενδεδυμένου δι' ἑνὸς μανδύου·

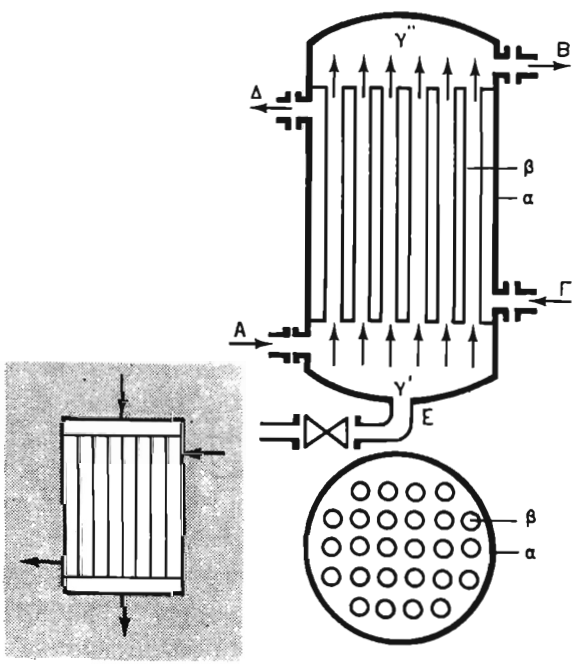
ἐντὸς τοῦ σωλῆνος αὐτοῦ γίνεται ἡ ἐναλλαγὴ τῆς θερμότητος (ἐνταῦθα ἡ ψῦξις) κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἀντιρροῆς (σχ. 2 · 9 β). Ἐπίσης καὶ εἰς τὴν τεχνικὴν χρησιμοποιεῖται εὐρέως ὁ ψυκτὴρ μανδύου. Τὸ μειονέκτημα τῆς σχετικῶς μικρᾶς ψυκτικῆς ἐπιφανείας ἐξουδετεροῦται ἐκ τῆς μεγαλυτέρας ταχύτητος ροῆς τοῦ ψυκτικοῦ μέσου.



Σχ. 2·9 β.
Τομὴ ψυκτῆρος.

Πρὸς ἐπαύξησιν τῆς ψυκτικῆς ἐπιφανείας ἔχουν ἀναπτυχθῆ διάφοροι κατασκευαί.

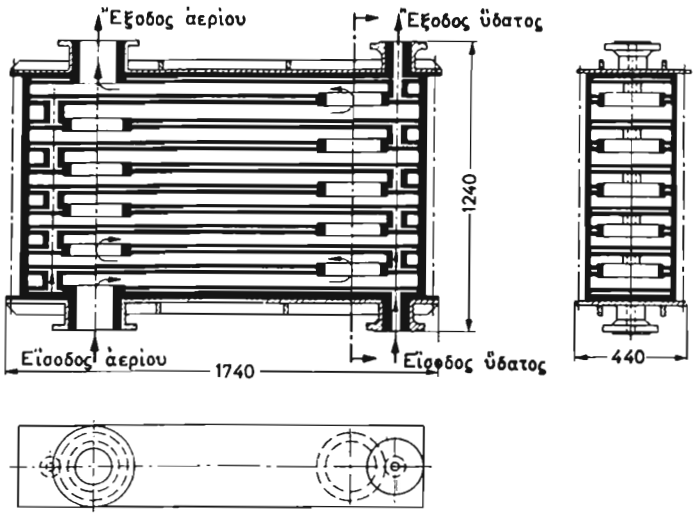
Ὁ ἐναλλακτὴρ θερμότητος μὲ σωλῆνας (σχ. 2 · 9 γ) ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς κυλινδρικοῦ δοχείου α, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἔχει τοποθετηθῆ δέσμη



Σχ. 2·9 γ.
Σωληνωτὸς ἐναλλακτὴρ θερμότητος.

παραλλήλων σωλήνων β. Ἄνωθεν καὶ κάτωθεν τῆς δέσμης τῶν σωλήνων εὑρίσκονται οἱ θάλαμοι κατανομῆς γ' καὶ γ''. Ἡ πρὸς ψῦξιν ὕλη

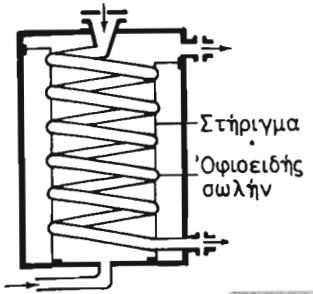
εἰσέρχεται διὰ τοῦ Α κατανέμεται εἰς τὸ γ', ἀνέρχεται διὰ τῶν σωλήνων β, συλλέγεται εἰς τὸ γ'' καὶ ἐγκαταλείπει τὴν συσκευὴν διὰ τοῦ β, ἀφοῦ ψυχθῆ. Τὸ ψυκτικὸν μέσον (π.χ. ψυχρὸν ὕδωρ) εἰσέρχεται διὰ τοῦ Γ περιβάλλει τοὺς σωλῆνας β καὶ θερμανθὲν ἐγκαταλείπει διὰ τοῦ Δ τὴν συσκευήν. Πρὸς κάθαρσιν, δηλαδὴ ἐκκένωσιν ἀπὸ ἐνδεχομένως σχηματισθέντα συμπυκνώματα ἢ ἰλύν, χρησιμεύει ὁ σωλὴν ἐκροῆς Ε. Ὁ ἐναλλακτὴρ αὐτὸς θερμότητος, ὁ ὁποῖος ἐργάζεται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ἔχει μικρὰν ψυκτικὴν ἱκανότητα. Εἶναι δυνατὴ ὅμως ἡ αὔξησίς της, ἂν ὁδηγηθοῦν αἱ δύο ὕλαι κατ' ἀντιρροὴν ἡ μία ὡς πρὸς τὴν ἄλλην. Εἰς τὸ σχῆμα 2·9δ εἰκονίζεται ψυκτὴρ λειτουργῶν κατ' ἀντιρροὴν ἐκ γραφίτου, πρὸς ψῦξιν διαβρωτικῶν ὑλικῶν.

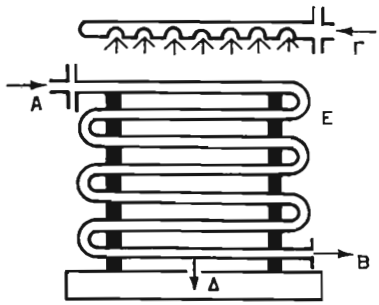


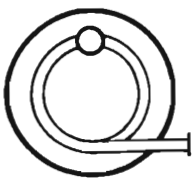
Σχ. 2·9 δ.
Ψυκτὴρ ἐκ γραφίτου διὰ τὴν βιομηχανίαν HCl.

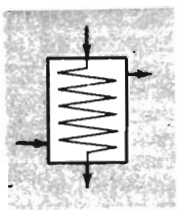
Εἰς τὸν ὀφιοειδῆ ψυκτῆρα (σχ. 2·9ε) ἡ πρὸς ψῦξιν οὐσία ρέει δι' ἑνὸς μεταλλικοῦ ὀφιοειδοῦς σωλῆνος (τὸ σχῆμα αὐτὸ τοῦ σωλῆνος συντελεῖ εἰς τὴν ἐπαύξησιν τῆς ἐπιφανείας ἐπαφῆς), ὁ ὁποῖος εἶναι στερεωμένος ἐντὸς ἑνὸς κυλινδρικοῦ δοχείου. Ὁ ὀφιοειδὴς σωλὴν περιβάλλεται ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ ψύξεως. Ὁ ἐναλλακτὴρ αὐτὸς λειτουργεῖ κατ' ἀντιρροὴν καὶ χρησιμοποιεῖται καὶ διὰ τὴν συμπύκνωσιν ἀτμῶν.

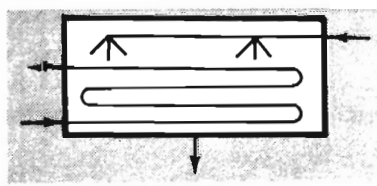
Ὁ ψυκτὴρ καταιονισμοῦ (σχ. 2 · 9 στ) εἶναι ὀφιοειδὴς ψυκτὴρ ἄλλου εἴδους. Τὸ θερμὸν ὑλικὸν διέρχεται διὰ τοῦ ὀφιοειδοῦς σωλῆνος εἴτε ἀπὸ τὸ Α πρὸς τὸ Β εἴτε ἀπὸ τὸ Β πρὸς τὸ Α. Τὸ ψυκτικὸν









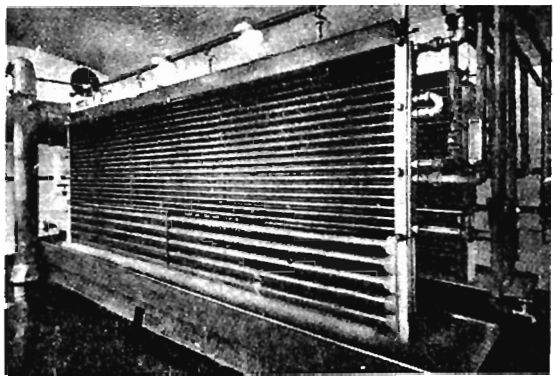


Σχ. 2·9 ε.
Σπειροειδὴς ψυκτήρ.

Σχ. 2·9 στ.
Ψυκτὴρ καταιονισμοῦ.

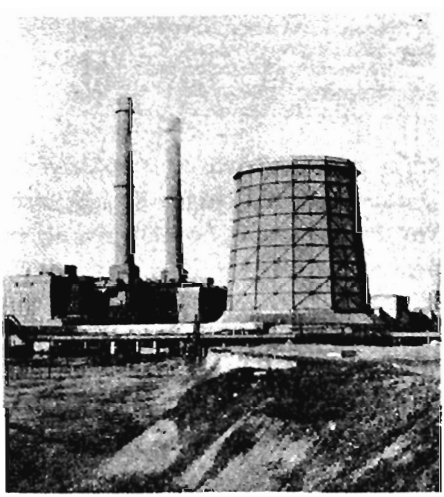
ὑγρὸν ἐρχόμενον ἀπὸ τοῦ Γ ψεκάζει τὸν σωλῆνα καὶ συλλέγεται εἰς τὴν αὔλακα ἀπαγωγῆς Δ. Ὁ σωλὴν συγκρατεῖται δι' ἑνὸς στηρίγματος Ε. Τὸ σύνολον εὑρίσκεται εἴτε ἐντὸς ἑνὸς δοχείου εἴτε εἰς τὸ ὕπαιθρον. Εἰς τὴν τελευταίαν περίπτωσιν ὁ ἀὴρ δρᾶ ἐπιπροσθέτως καὶ ὡς ψυκτικὸν μέσον. Αὐτὸ ἐπιτυγχάνεται καὶ εἰς τὸν ψυκτῆρα ἐπιφανείας καταιονισμοῦ, ὁ ὁποῖος ἀντὶ τῶν ὀφιοειδῶν σωλήνων ἔχει μεγάλας ἐπιφανείας, ἐπὶ τῶν ὁποίων ρέει πρὸς τὰ κάτω τὸ θερμὸν ὑγρόν. Τὸ ψυκτικὸν μέσον εἶναι ὁ ἀήρ, ὁ ὁποῖος ἔρχεται εἰς ἄμεσον ἐπαφὴν μετὰ τῆς πρὸς ψῦξιν ὕλης. Ὁ ψυκτὴρ ἐπιφανείας εἶναι ἰδιαιτέρως κατάλληλος διὰ τὴν ψῦξιν μεγάλων ποσοτήτων ὑγρῶν καὶ εὑρίσκεται εἰς τὸ ὕπαιθρον εἰς θέσεις, εἰς τὰς ὁποίας ὑπάρχουν μεγάλα ρεύματα ἀέρος (σχ. 2 · 9 ζ). Ὑπὸ τὰς ἰδίας ἀρχὰς ἐργάζονται καὶ οἱ πύργοι ψύξεως (σχ. 2 · 9 η), ἐντὸς τῶν ὁποίων τὸ πρὸς ψῦξιν ὑγρὸν ρέει βραδέως μέσω *διατρήτων δαπέδων* πρὸς τὰ κάτω

ἢ εἰς διατάξεις ψύξεως, ἐντὸς τῶν ὁποίων πολὺ πυκνὰ ξηρὰ φρύγανα ἐπιτυγχάνουν τὴν ἀπαιτουμένην μεγέθυνσιν τῆς ἐπιφανείας. Ἡ ψυ-



Σχ. 2·9 ζ.
Ψυκτὴρ καταιονισμοῦ.

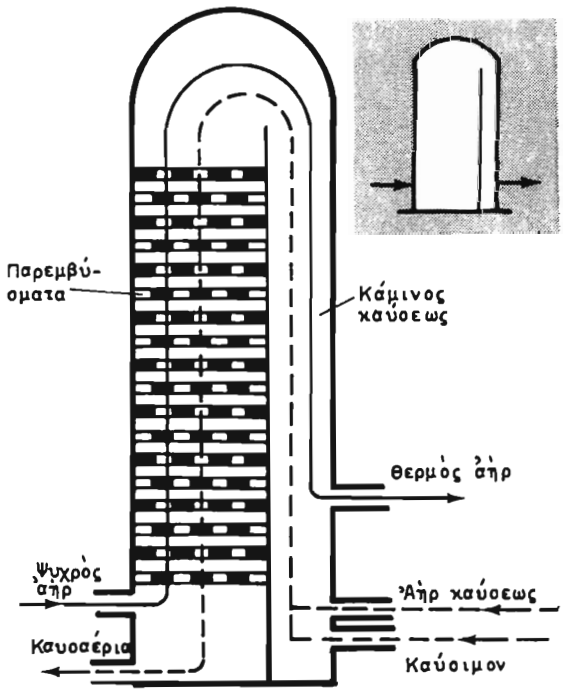
κτικὴ δρᾶσις τῶν πύργων ψύξεως καὶ τῶν διατάξεων, αἱ ὁποῖαι περιέχουν ξηρὰ φρύγανα, στηρίζεται, ἐκτὸς τῆς ἐναλλακτικῆς θερμότητος μετὰ τοῦ διερχομένου ἀέρος ψύξεως, κυρίως εἰς τὸ ὅτι μέρος τοῦ θερμοῦ ὑγροῦ ἐξατμίζεται καὶ ἀπάγει τὴν θερμότητα ἐξατμίσεως ἐκ τοῦ ἀπομένοντος ὑγροῦ.



Σχ. 2·9 η.
Πύργος ψύξεως.

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ψύξεως χάνεται πολὺ ὑγρόν· αὐτὸ ὅμως εἶναι ἐπιθυμητόν, ἂν συγχρόνως ἐπιδιώκεται καὶ συμπύκνωσις (π.χ. θερμὸν διάλυμα ἅλατος, τὸ ὁποῖον ψυχόμενον συμπυκνοῦται), ἐνῶ ἀντιθέτως εἶναι ἀνεπιθύμητον, ἂν ἐπιδιώκεται ἁπλῶς ἡ ψῦξις (π.χ. ἀνάκτησις ὕδατος ψύξεως ἐντὸς πύργου ψύξεως). Ἂν ἐπιδιώ-

κεται ἡ ψῦξις εἰς θερμοκρασίας κάτω τοῦ 0° C χρησιμοποιεῖται διάλυμα χλωριούχου ἀσβεστίου ἢ γλυκερίνης ἐντὸς ὕδατος (ψυκτικὴ ἅλμη ἢ ψυκτικὸν διάλυμα)· τὸ διάλυμα ψύχεται ἐντὸς ψυκτικῆς μηχανῆς εἰς τὴν ἐπιθυμητὴν θερμοκρασίαν καὶ κυκλοφορεῖ μεταξὺ τῆς ψυκτικῆς μηχανῆς καὶ τοῦ ψυκτικοῦ συστήματος ἐπανερχόμενον εἰς τὴν ψυκτικὴν μηχανήν.



Σχ. 2·9θ.
Προθερμαντὴρ ἀέρος.

Ὁ προθερμαντὴρ ἀέρος (σχ. 2·9θ) χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν λειτουργίαν τῆς ὑψικαμίνου. Εἶναι συγχρόνως ἐναλλακτὴρ θερμότητος καὶ κλίβανος.

Τὰ πλούσια εἰς ἐνέργειαν ἀπαέρια τῆς ὑψικαμίνου ἀναμιγνύονται μὲ ἀέρα καὶ καίονται ἐντὸς τῆς καμίνου καύσεως.

Ἡ θερμότης καύσεως ἀποδίδεται ὑπὸ τῶν διαπύρων ἀερίων εἰς τὸ δεύτερον μέρος τοῦ προθερμαντῆρος ἐπὶ ἑνὸς πλέγματος ἀπο-

τελουμένου ἐκ πυριμάχων πλίνθων οὕτως, ὥστε οἱ πλίνθοι νὰ θερμαίνωνται εἰς θερμοκρασίαν ἄνω τῶν 1000° C. Ὅταν ἐπιτευχθῇ ἡ θερμοκρασία αὐτή, ἀπάγονται τὰ ἀέρια κορυφῆς καὶ προσάγεται ὁ πρὸς θέρμανσιν ἀήρ. Τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος διαρρέει τὸ θερμὸν πλέγμα, θερμαίνεται καὶ τοιουτοτρόπως ψύχει τὰς πλίνθους. Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ χρονικοῦ τούτου διαστήματος τὰ ἀέρια κορυφῆς τῆς ὑψικαμίνου προσάγονται εἰς δεύτερον θερμαντῆρα ἀέρος, τὸν ὁποῖον θερμαίνουν. Ἐπειδὴ ἡ περίοδος θερμάνσεως διαρκεῖ διπλάσιον χρόνον ἀπὸ τὴν περίοδον ἀποδόσεως τῆς θερμότητος, μία ὑψικάμινος ἀπαιτεῖ συνολικῶς τρεῖς θερμαντῆρας ἀέρος. Διὰ τὴν θέρμανσιν καὶ ψῦξιν συσκευῶν χρησιμοποιοῦμεν συστήματα σωλήνων τοποθετημένα εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν συσκευῶν ἢ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων αὐτῶν (π.χ. ὀφιοειδεῖς σωλῆνες, μανδύας διπλῶν τοιχωμάτων κ.λπ.).

2) Συμπύκνωσις - Ξήρανσις - Ἐξάτμισις.

Ἐκ τῆς Φυσικῆς καὶ Χημείας γνωρίζομεν ὅτι διὰ τοῦ ὅρου *ἐξάτμισις* ἐννοοῦμεν γενικῶς τὴν μετατροπὴν ὑγρᾶς ἢ στερεᾶς οὐσίας εἰς ἀέριον. Διὰ τὴν ἐξάτμισιν ἀπαιτεῖται ἐνέργεια, ἡ ὁποία προσάγεται ὑπὸ μορφὴν θερμότητος. Ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ διατιθεμένη ἐνέργεια καὶ ὅσον μικροτέρα ἡ πίεσις, τόσον ταχύτερον γίνεται ἡ ἐξάτμισις. Ἐκτὸς τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς πιέσεως κατὰ τὴν ἐξάτμισιν παίζουν σημαντικὸν ρόλον ἐπίσης καὶ αἱ εἰδικαὶ ἰδιότητες τῆς ὕλης, π.χ. τὸ σημεῖον ζέσεως αὐτῆς κ.λπ.

Ἀλλὰ καὶ εἰς συνήθη θερμοκρασίαν ὅλαι αἱ ὕλαι ἐξατμίζονται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον ταχέως. Ἀναλόγως τοῦ πρὸς ἐπίτευξιν σκοποῦ ὑπάρχουν εἰς τὴν τεχνικὴν γλῶσσαν διάφοροι ὅροι διὰ τὴν ἰδίαν διαδικασίαν τῆς ἐξατμίσεως.

α) Κατὰ τὴν ἐξάτμισιν ἑνὸς διαλύματος ἀπομακρύνεται μόνον ὁ διαλύτης ὑπὸ ἀέριον μορφήν, ἐνῶ τὸ διαλελυμένον στερεὸν σῶμα παραμένει καὶ τὸ ὑπόλοιπον διάλυμα καθίσταται πυκνότερον. Τότε λέγομεν ὅτι πρόκειται περὶ *συμπυκνώσεως*. Ὅταν ὁ πρὸς ἐξάτμισιν διαλύτης εἶναι εὐθηνὸς καὶ ὄχι ἐπιβλαβής, ὡς π.χ. τὸ ὕδωρ, τότε ἀφήνεται ἐλεύθερος. Ὅταν εἶναι ἀκριβὸς ἢ ἐπιβλαβὴς διὰ τὴν ὑγείαν, συλλέγεται δι' ἰδιαιτέρων διατάξεων καὶ ὑγροποιεῖται ἢ ἀπορροφεῖται.

β) Ἡ ἐξάτμισις κατὰ τὴν ὁποίαν ἕνα στερεὸν σῶμα, τὸ ὁποῖον

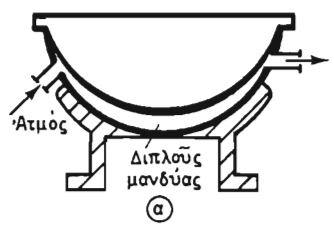
συγκρατεῖ ὀλίγον ὑγρόν, ἀπαλλάσσεται σχεδὸν τελείως αὐτοῦ, ὀνομάζεται *ξήρανσις*.

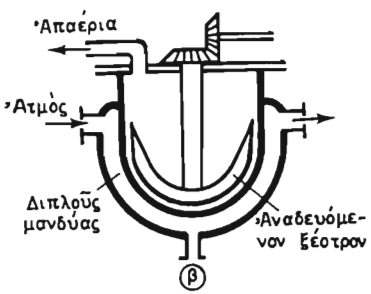
γ) Ἡ ἐξάτμισις μιγμάτων ὑγρῶν καὶ ἡ ἐπανασυμπύκνωσις τοῦ ἀτμοῦ ὀνομάζεται *ἀπόσταξις*.

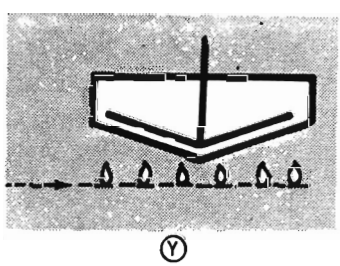
δ) Ἡ ἐξάτμισις στερεῶν ὑλῶν εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, χωρὶς ἐνδιαμέσως νὰ ὑγροποιηθοῦν, καλεῖται *ἐξάχνωσις*.

3) Συμπύκνωσις.

Διὰ τὴν ἐξάτμισιν τῶν ὑδατικῶν διαλυμάτων ἐνδείκνυνται ἀνοικτὰ ἐν εἴδει κελύφους δοχεῖα καλούμενα *σκάφαι* (*βοῦται*) μὲ μεγάλην ἐπιφάνειαν ὑγροῦ [σχ. 2·9 ι(α)]. Ἡ συνεχὴς κίνησις τοῦ ὑγροῦ, π.χ. δι' ἀναδευτῆρος, ἐπιδρᾶ εὐνοϊκῶς ἐπὶ τῆς ταχύτητος τῆς ἐξατμίσεως. Ὅταν οἱ ἀτμοὶ δὲν πρέπει νὰ φθάνουν εἰς τὸν περιβάλλοντα χῶρον, π.χ. ἐπὶ διαλυτῶν ποὺ προσβάλλουν τὴν ὑγείαν, ἢ ὅταν οἱ διαλύται πρέπει νὰ ἀνακτηθοῦν, αἱ συσκευαὶ συμπυκνώσεως πρέπει νὰ εἶναι κλεισταὶ καὶ ἐφωδιασμέναι μὲ ἀπαγωγοὺς σωληνώσεις [σχ. 2·9 ι(β)]. Δι' ἀτμοῦ εἶναι δυνατὸν νὰ ἐξατμισθοῦν μόνον διαλύματα, τῶν ὁποίων τὰ σημεῖα ζέσεως εἶναι χαμηλότερα τῆς θερμοκρασίας τοῦ





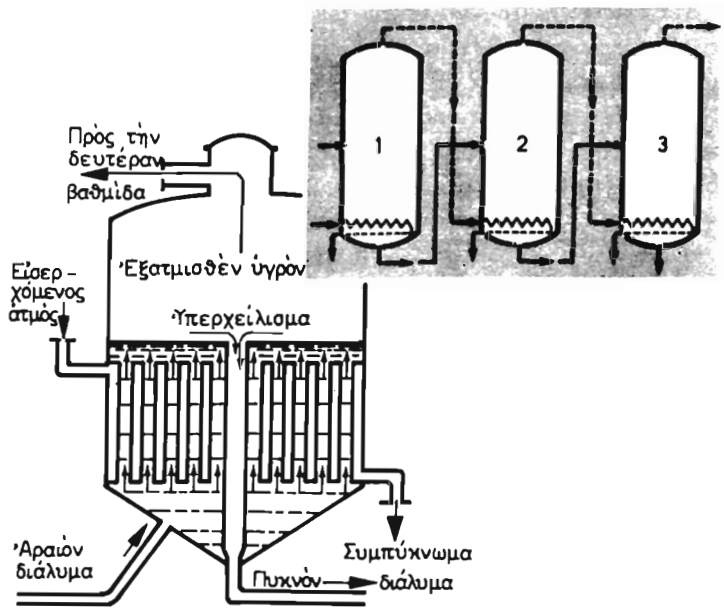


Σχ. 2·9 ι.
Λέβης συμπυκνώσεως.

ἀτμοῦ. Εἰς ὑγρὰ μὲ ὑψηλότερον σημεῖον ζέσεως πρέπει νὰ χρησιμοποιηθῇ θερμότης προερχομένη ἐκ καύσεως ἀερίων ἢ ἄνθρακος (σχ. 2·9 ι(γ)].

4) Πολυβάθμιος ἐξάτμισις.

Διὰ τὴν ἐξάτμισιν χρησιμοποιοῦνται μεγάλαι ποσότητες θερμικῆς ἐνεργείας. Εἰς τὰς κατασκευὰς μεγάλων ἐξατμιστήρων διὰ μεγάλας ποσότητας ὑγρῶν καταβάλλεται προσπάθεια νὰ ἀξιοποιηθῇ ἡ προσαγομένη ποσότης ἐνεργείας ὅσον τὸ δυνατὸν περισσότερον διὰ νὰ καταστῇ ἡ μέθοδος ὅσον τὸ δυνατὸν οἰκονομικωτέρα, ὅπως π.χ. εἰς τοὺς ἐξατμιστῆρας μὲ πολλὰ σώματα (σχ. 2 · 9 ια).



Σχ. 2·9 ια.
Συσκευὴ πολυβαθμίου ἐξατμίσεως.

Εἰς αὐτοὺς εἶναι συνδεδεμένοι πολλοὶ ἐξατμιστῆρες ὁ ἕνας μετὰ τὸν ἄλλον ἐν σειρᾷ εἰς ἕνα πολυβάθμιον σύστημα ἐξατμιστήρων.

Εἰς τὸ σύστημα ἐφαρμόζεται κενόν. Εἰς τὸν πρῶτον ἐξατμιστῆρα προσάγεται ἐνέργεια ὑπὸ μορφὴν ἀτμοῦ, ἐνῶ εἰς τὸν δεύτερον καὶ τρίτον διοχετεύονται οἱ θερμοὶ ἀτμοὶ ἐκ τῆς ἐξατμίσεως, ἡ ὁποία ἔγινεν εἰς τὸν προηγούμενον ἐξατμιστῆρα καὶ συγχρόνως ἀπὸ ἐξατμιστῆρος εἰς ἐξατμιστῆρα ἐφαρμόζεται ἕνα συνεχῶς αὐξανόμενον κενόν, τὸ ὁποῖον διασφαλίζει τὸν βρασμὸν τοῦ ὑγροῦ τῶν ἐξατμιστήρων.

Τὰ ἐπὶ μέρους σώματα ἐξατμίσεως (ἐξατμιστῆρες) κατασκευάζονται κατὰ διαφόρους τρόπους· εἰς τὸ σχῆμα 2·9 ια παρίσταται ἐξατμιστὴρ μὲ κατακορύφους σωλῆνας.

Ὑπάρχουν ἐπίσης ἐξατμιστῆρες, εἰς τοὺς ὁποίους τὸ πρὸς ἐξάτμισιν ὑγρόν, ὅπως καὶ ἐντὸς τῶν ἀπορροφητήρων (σχ. 2·7 α καὶ 2·7 β), καταιονίζεται κατ' ἀντιρροὴν πρὸς ρεῦμα θερμοῦ ἀερίου ἐπὶ δαπέδων κειμένων τὸ ἕνα ὑπεράνω τοῦ ἄλλου. Κατ' ἀρχὴν ὅλα τὰ πλυντήρια ἀερίου δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν ὡς ἐξατμιστῆρες, ὅταν διοχετευθοῦν ἐντὸς αὐτῶν θερμὰ ἀέρια.

Εἰς περίπτωσιν ἐντονωτέρας συμπυκνώσεως εἶναι δυνατὸν νὰ ἀποβληθῇ μέρος τῆς διαλελυμένης ὕλης ὡς στερεὰ μᾶζα (κατὰ τὸ πλεῖστον ὑπὸ μορφὴν κρυστάλλων). Ἡ συμπύκνωσις δύναται ὡς ἐκ τούτου νὰ χρησιμοποιηθῇ ὡς μέσον διὰ τὴν *κρυστάλλωσιν*. Ἂν συνεχισθῇ ἡ ἐξάτμισις ἕως πλήρους κρυσταλλώσεως, τότε γίνεται συγχρόνως καὶ *ξήρανσις*.

5) Ξήρανσις στερεῶν ὑλῶν.

Κατὰ τὴν ξήρανσιν ξηραίνεται δι' ἐξατμίσεως ἕνα ὑγρὸν μῖγμα ὑλῶν· δηλαδὴ στερεαὶ ὕλαι διαχωρίζονται ὅσον τὸ δυνατὸν ἄνευ καταλοίπων ἀπὸ τοῦ ὑγροῦ (ὕδωρ ἢ διαλύτης). Φυσικὰ προηγουμένως ἀπομακρύνεται ἡ κυρία ποσότης τοῦ ὑγροῦ κατὰ ἄλλον εὐθηνότερον τρόπον, π.χ. διὰ φιλτροπρεσσῶν, φυγοκέντρων κ.λπ. οὕτως, ὥστε νὰ μείνουν πρὸς ξήρανσιν μόνον στερεαὶ ὕλαι μὲ σχετικῶς μικρὰν περιεκτικότητα εἰς ὑγρόν.

Ἡ ξήρανσις γίνεται, ἐφ' ὅσον εἶναι δυνατόν, εἰς θερμοκρασίας κάτω τοῦ σημείου ζέσεως, διότι τοιουτοτρόπως προφυλάσσεται καλύτερα τὸ πρὸς ξήρανσιν ὑλικόν. Ὑπάρχουν ὅμως ἐπίσης καὶ προϊόντα, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ ξηρανθοῦν πλήρως, μόνον ἂν θερμανθοῦν πολὺ ἄνω τοῦ σημείου ζέσεως τοῦ συγκρατουμένου διαλύτου ἢ τοῦ ὕδατος. Ἡ ξήρανσις ἐπιτυγχάνεται δι' ἐπαφῆς ἀέρος ἢ ἄλλων ἀερίων μὲ τὸ ὑλικόν, τὸ ὁποῖον ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον θερμαίνεται· τὰ ἀέρια αὐτὰ ἀναλόγως τῆς ἐπικρατούσης θερμοκρασίας συμπαρασύρουν μικροτέρας ἢ μεγαλυτέρας ποσότητας ἀτμῶν ἐκ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑλικοῦ. Ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ πρὸς ξήρανσιν ὑλικοῦ καὶ ἡ ταχύτης τοῦ ξηραίνοντος ἀερίου καὶ ὅσον ὑψηλοτέρα εἶναι ἡ θερμοκρασία ξηράνσεως, τόσον ταχύτερον καὶ πληρέστερον γίνεται ἡ ξήρανσις.

Διὰ τὴν αὔξησιν τῆς ἐπιφανείας ἐνδείκνυται ὅσον τὸ δυνατὸν μεγαλυτέρα συντριβὴ τοῦ πρὸς ξήρανσιν ὑλικοῦ καὶ κατεργασία ἐπὶ μεγάλων ἐπιφανειῶν εἰς μικρὸν πάχος στιβάδος (τοποθέτησις εἰς ράφια ξηράνσεως). Δι' ἐλαττώσεως τῆς πιέσεως (δημιουργίας κενοῦ) δύναται νὰ αὐξηθῆ ἀκόμη περισσότερον ἡ ταχύτης ξηράνσεως.

Ὁ ἀὴρ ἢ τὰ θερμὰ ἀέρια κινοῦνται δι' ἰδίας κινήσεως (ἑλκυσμὸς καπνοδόχου), ἢ διὰ τεχνητοῦ ἑλκυσμοῦ διὰ φυσητήρων. Ἡ κίνησις εἰς ξηραντῆρας ἐργαζομένους συνεχῶς δύναται νὰ γίνεται κατ' ἀντιρροὴν πρὸς τὸ προοριζόμενον διὰ ξήρανσιν ὑλικὸν ἢ κατὰ τὴν ἰδίαν διεύθυνσιν. Ἂν καὶ ὅλαι αἱ συσκευαὶ ξηράνσεως λειτουργοῦν κατὰ τὴν αὐτὴν ἀρχήν, ὑπάρχουν ἐν τούτοις πολλαὶ διαφορετικαὶ κατασκευαί, αἱ ὁποῖαι εἶναι προσηρμοσμέναι ἢ πρὸς τὰς διαφόρους ἰδιότητας τοῦ πρὸς ξήρανσιν ὑλικοῦ (π.χ. ὑλικὸν εὐπαθὲς ἔναντι ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν, εἰς τεμάχια, κοκκῶδες, ἐν εἴδει ζύμης), ἢ πρὸς τὸν ἐπιθυμούμενον τρόπον ἐργασίας (συνεχῶς ἢ ἀσυνεχῶς).

Παραδείγματα.

Δι' ὑλικὸν ὑπὸ μορφὴν τεμαχίων:

Ἑρμάρια ξηράνσεως, ξηραντῆρες μὲ ράφια, θάλαμοι ξηράνσεως, ξηραντῆρες ταινίας.

Διὰ κοκκῶδες ὑλικὸν καὶ διὰ λεπτὸν ὑλικόν:

Τύμπανα ξηράνσεως, ξηραντῆρες μὲ πτερύγια, ξηραντῆρες πινακίων, ξηραντῆρες κατὰ ὀρόφους, ξηραντῆρες αὐλακωτοί.

Διὰ πολτοὺς καὶ μάζας ἐν εἴδει ζύμης:

Ξηραντῆρες ἐπιμήκους δοχείου, ράφια ἐκ συρματοπλέγματος, ξηραντήρια κενοῦ, ξηραντήρια μὲ ἔλαστρον, ἑρμάρια ξηράνσεως.

Διὰ διαλύματα καὶ τήγματα:

Τύμπανα ξηράνσεως, ξηραντῆρες μὲ ἔλαστρα, ξηραντῆρες ἐκνεφώσεως.

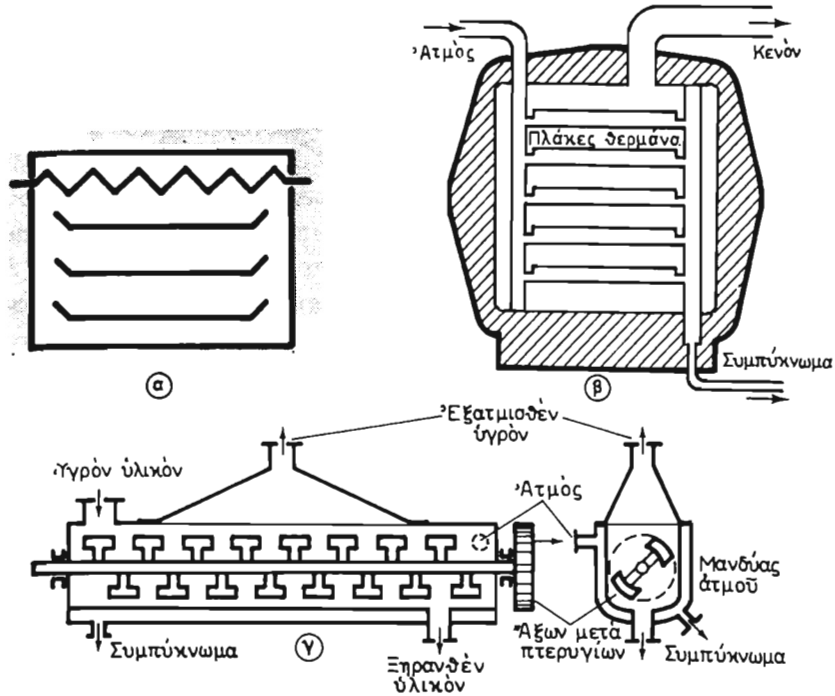
Δι' ὕλας ὑπὸ μορφὴν ἐπιμήκους ταινίας π.χ. (χάρτου):

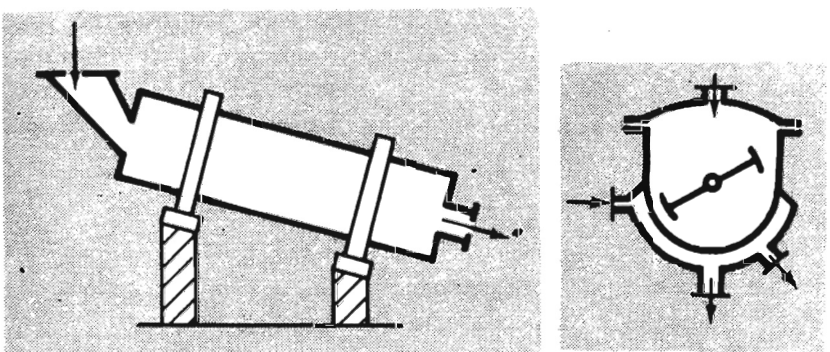
Ἔλαστρα ξηράνσεως.

6) Συσκευαὶ ξηράνσεως.

Τὰ ἑρμάρια ξηράνσεως [σχ. 2·9 ιβ (α - β)] καὶ οἱ θάλαμοι ξηράνσεως εἶναι κλειστοὶ καὶ καλῶς μονωμένοι χῶροι, οἱ ὁποῖοι εἶναι ἐφωδιασμένοι μὲ ράφια, ἐπὶ τῶν ὁποίων τίθεται τὸ πρὸς ξή-

ρανσιν ὑλικόν. Οἱ χῶροι θερμαίνονται διὰ θερμοῦ ἀέρος, ἀτμοῦ ἢ ἠλεκτρισμοῦ ὑπὸ μορφὴν μανδύου θερμάνσεως, ὀφιοειδοῦς σωλῆνος





Σχ. 2·9 ιβ.

ἢ πλακός. Οἱ ἀτμοὶ ποὺ ἀναπτύσσονται ἀπομυζῶνται. Ἐντὸς τοῦ ἑρμαρίου ξηράνσεως ὑπὸ κενὸν [σχ. 2 · 9 ιγ(α)] τὰ ἐν εἴδει βαθμίδων

διατεταγμένα ράφια ἀποτελοῦνται ἐκ πλακῶν, αἱ ὁποῖαι θερμαίνονται ὑπὸ κεντρικῆς σωληνώσεως δι' ἀτμοῦ. Τὸ σχηματιζόμενον ὕδωρ συμπυκνώσεως ρέει διὰ μιᾶς συλλεκτηρίου σωληνώσεως. Οἱ ἀτμοὶ ἀπομυζῶνται διὰ κενοῦ καὶ ὑγροποιοῦνται ἐντὸς ψυκτῆρος.

Εἰς τὸν ἠλεκτρικὸν κλίβανον ξηράνσεως ἡ θερμότης παράγεται δι' ἠλεκτρικῶν ἀντιστάσεων, αἱ ὁποῖαι εὑρίσκονται ἐντὸς τοῦ μανδύου τοῦ κλιβάνου. Ὁ τυμπανοειδὴς ξηραντὴρ [σχ. 2 · 9 ιβ(γ)] ἀποτελεῖται οὐσιαστικῶς ἀπὸ ἕνα περιστρεφόμενον τύμπανον διαμέτρου 1 ἕως 3 m καὶ μήκους 5 ἕως 15 m, τὸ ὁποῖον ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἶναι ἐφωδιασμένον μὲ παρεμβλήματα (πτερύγια, κελλία κ.λπ.). Τὰ παρεμβλήματα αὐτὰ συντελοῦν εἰς λεπτομερῆ κατανομὴν τοῦ πρὸς ξήρανσιν ὑλικοῦ ἐντὸς τοῦ τυμπάνου, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ αὐξάνεται ἡ ἐπιφάνειά του. Ὁ τυμπανοειδὴς ξηραντὴρ φέρει ἐπίσης μίαν ἐγκατάστασιν θερμοῦ ἀερίου ἢ θερμοῦ ἀέρος καὶ μίαν ἐγκατάστασιν ἐμφυσήσεως ἢ ἀπομυζήσεως.

Ἡ ξήρανσις γίνεται μὲ κίνησιν τῶν ὑλῶν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ἂν ἡ πρὸς ξήρανσιν ὕλη δύναται νὰ ὑποστῇ ἀπότομον θέρμανσιν καὶ κατ' ἀντιρροὴν ἂν πρέπει νὰ θερμανθῇ βαθμιαίως. Ἐντὸς τοῦ ξηραντῆρος σχήματος κλειστοῦ ἐπιμήκους δοχείου [σχ. 2 · 9 ιβ(ε)] τὸ πρὸς ξήρανσιν ὑλικὸν στροβιλίζεται ἀναγκαστικῶς ἐντὸς ἑνὸς ἐπιμήκους κλειστοῦ δοχείου δι' ἑνὸς ἄξονος ἐφωδιασμένου μὲ πτερύγια καὶ προωθεῖται περαιτέρω.

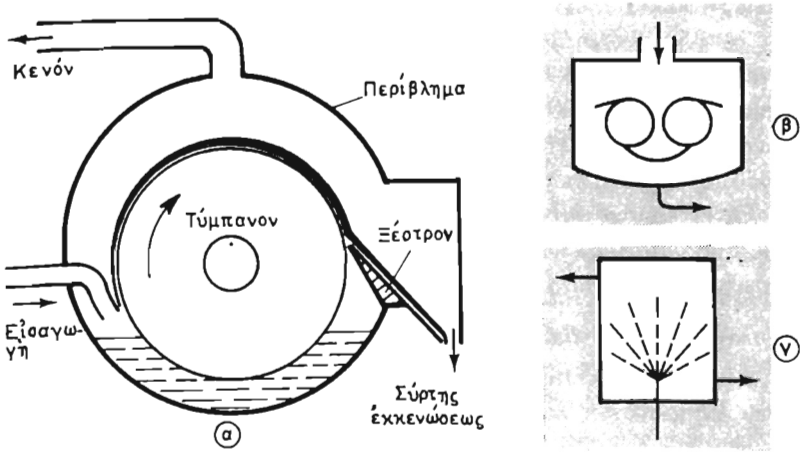
Συχνὰ χρησιμοποιοῦνται ξηραντῆρες μὲ δύο ἕλαστρα [σχ. 2 · 9 ιγ(β)], ἐντὸς τῶν ὁποίων κινοῦνται δύο ἕλαστρα κατ' ἀντίστροφον διεύθυνσιν περιστροφῆς. Τὸ πρὸς ξήρανσιν ὑλικὸν ρίπτεται συνεχῶς ἀπὸ ἐπάνω καὶ ἡ ξηρανθεῖσα ὕλη ἀπάγεται ἀπὸ κάτω. Εἰς τὸ σχῆμα 2 · 9 ιδ εἰκονίζεται περιστροφικὸν ξηραντήριον.

7) Ἐκνεφωταί (ξηραντῆρες ἐκνεφώσεως).

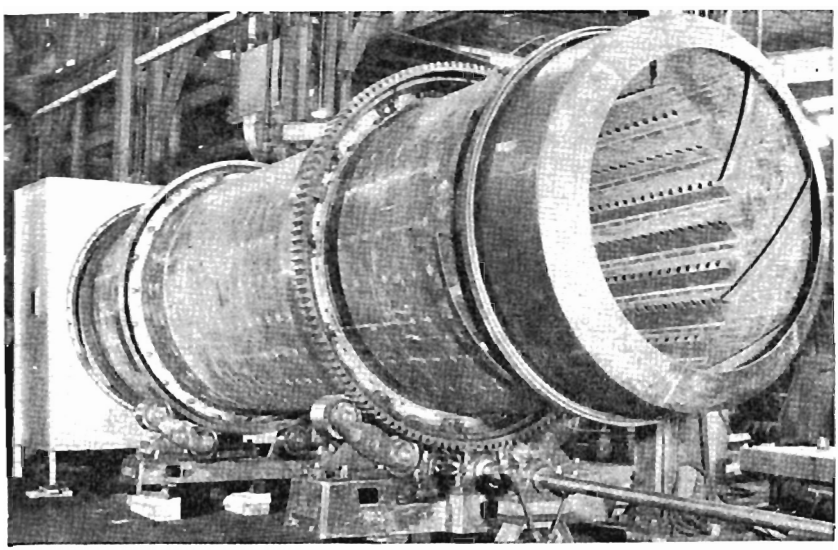
Οἱ ἐκνεφωταὶ εἶναι συσκευαί, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἕνα ὑγρὸν ὑφίσταται κατανομὴν εἰς λεπτότατα σταγονίδια, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν *νέφος*. Ἡ κατανομὴ αὐτὴ ὀνομάζεται *ἐκνέφωσις*.

Ἐντὸς ξηραντήρων ἐκνεφώσεως δύνανται νὰ ξηρανθοῦν ταχέως ὕλαι, αἱ ὁποῖαι εὑρίσκονται ἐν διαλύσει ἐντὸς ἑνὸς ὑγροῦ [σχ. 2 · 9 ιγ(γ)]. Τὸ συμπεπυκνωμένον διάλυμα κατανέμεται λεπτομερῶς ἐντὸς εὐρυχώρων θαλάμων διὰ ψεκασμοῦ δι' ἀκροφυσίων, διὰ φυγο-

κεντρήσεως κ.λπ. καὶ ξηραίνεται δι' ἑνὸς λίαν ταχέος ρεύματος θερμοῦ



Σχ. 2·9 ιγ.
Τύμπανον ξηράνσεως κενοῦ.



Σχ. 2·9 ιδ.
Περιστροφικὸν ξηραντήριον, τὸ ὁποῖον λειτουργεῖ δι' ἀέρος θερμαινομένου δι' ἀτμοῦ.

ἀερίου. Ἀντὶ τῆς χρησιμοποιήσεως θερμῶν ἀερίων εἶναι δυνατὴ ἡ

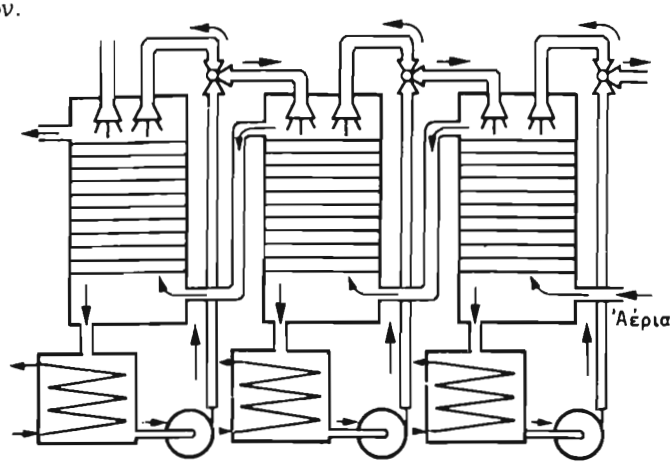
ἐπίτευξις ταχείας ξηράνσεως ἐντὸς τοῦ ἐκνεφωτοῦ καὶ δι' ὑπερθερμάνσεως τοῦ διαλύματος καὶ ἐφαρμογῆς κενοῦ.

Τὸ ξηρὸν ὑλικόν, ποὺ πίπτει ἐπὶ τοῦ πυθμένος τοῦ θαλάμου, ὠθεῖται πρὸς τὰ ἔξω διὰ ξέστρων, μεταφορικῶν κοχλιῶν ἢ ἄλλων παρομοίων μέσων. Τὸ πλεονέκτημα εἶναι ὅτι κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ξηράνσεως σχηματίζεται λεπτόκοκκον ξηρὸν ὑλικὸν (παράδειγμα: ἀπορρυπαντικαὶ κόνεις).

Οἱ ἐκνεφωταὶ ἐνδείκνυνται ἐπίσης καὶ δι' ἄλλας ἐργασίας, π.χ. ψῦξιν, ξήρανσιν καὶ κονιοποίησιν θερμῶν τηγμάτων. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς ἐμφυσᾶται ξηρὸς ἀήρ.

8) Ξήρανσις ἀερίων καὶ ὑγρῶν.

Διὰ τὴν ξήρανσιν ἀερίων καὶ ὑγρῶν δὲν ἐνδείκνυνται αἱ γενικαὶ συσκευαὶ ξηράνσεως καὶ ἑπομένως ἡ ἐργασία διεξάγεται κατ' ἄλλον τρόπον.



Σχ. 2·9 ιε.

Τὰ ὑγρὰ ἀέρια εἶναι δυνατὸν νὰ ξηρανθοῦν διὰ καταψύξεως (στερεοποίησις τοῦ ὕδατος) ἢ διὰ μέσων, τὰ ὁποῖα ἀπορροφοῦν τὸ ὕδωρ, ὡς π.χ. τὸ πυκνὸν θειικὸν ὀξύ. Τὰ μέσα αὐτὰ καταιονίζονται ἐντὸς πλυντηρίων καὶ ἀπορροφητήρων (σχ. 2 · 7 α καὶ 2 · 9 ιε) κατ' ἀντιρροὴν πρὸς τὸ ἀέριον ποὺ θέλομεν νὰ ξηράνωμεν. Ἡ ξήρανσις τέλος δυνατὸν νὰ γίνῃ διὰ πήγματος πυριτικοῦ ὀξέος.

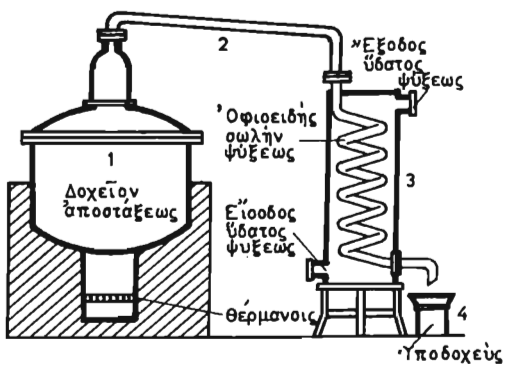
Ἡ ξήρανσις ὑγρῶν, δηλαδὴ ἡ ἀπομάκρυνσις τῶν τελευταίων

ἰχνῶν ὕδατος, δύναται νὰ ἐπιτευχθῆ δι' ἁλάτων, τὰ ὁποῖα κρυσταλλοῦνται μὲ κρυσταλλικὸν ὕδωρ, ὡς π.χ. $CaCl_2$, Na_2SO_4, $CaSO_4$ κ.ἄ. Ἐπίσης δυνατὸν νὰ γίνη διὰ χημικῆς συνδέσεως τοῦ ὕδατος μετ' ἄλλων προϊόντων, π.χ. ὀπτηθείσης ἀσβέστου κ.λπ. Εἰς τὴν τεχνικὴν τὰ ὑγρὰ ξηραίνονται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον διὰ θερμάνσεως ὑπὸ κενόν, ἐνίοτε καὶ διὰ κλασματικῆς ἢ ἀζεοτρόπου ἀποστάξεως.

2 · 10 Ἀπόσταξις καὶ ἐξάτμισις.

1) Ἀπόσταξις.

Ἡ ἀπόσταξις χρησιμεύει διὰ τὸν διαχωρισμὸν τῶν προϊόντων ἀντιδράσεως, διὰ τὴν ἀνάκτησιν διαλυτῶν καὶ ἄλλων πολυτίμων ὑγρῶν, διὰ τὸν διαχωρισμὸν μιγμάτων ὑγρῶν καὶ στερεῶν καὶ διὰ τὴν λῆψιν ὑγρῶν οὐσιῶν μεγάλου βαθμοῦ καθαρότητος.



Σχ. 2·10 α.
Ἁπλῆ συσκευὴ ἀποστάξεως.

Κατὰ τὴν ἀπόσταξιν θερμαίνεται τὸ ὑγρὸν ἐντὸς λέβητος (σχ. 2·10 α) ἕως βρασμοῦ 1, καὶ ὁ ἀτμὸς διοχετεύεται διὰ τῆς σωληνώσεως 2 εἰς τὸν ψυκτῆρα 3, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὁ σωλὴν περιβρέχεται μὲ ψυχρὸν ὕδωρ ἢ ἄλλο κατάλληλον ψυκτικὸν ὑγρὸν οὕτως, ὥστε ὁ ἀτμὸς νὰ συμπυκνωθῆ πάλιν πρὸς ὑγρὸν καὶ νὰ ἐκρεύση ὑγρὸς ἐντὸς τοῦ ὑποδοχέως 4.

Διὰ τῆς ἀποστάξεως αὐτῆς εἶναι δυνατὸν ὁμοίως νὰ καθαρισθοῦν ἢ νὰ ἀνακτηθοῦν ὑγρά, τὰ ὁποῖα περιέχουν οὐσίας, αἱ ὁποῖαι ἀποστάζουν δυσχερῶς. Ἂν ὅμως πρέπει νὰ διαχωρισθοῦν ἀπ' ἀλ-

λήλων δύο ἢ περισσότερα ὑγρά, τὰ ὁποῖα ἐξατμίζονται κανονικῶς, τότε προκύπτουν σημαντικαὶ δυσχέρειαι, αἱ ὁποῖαι ὀφείλονται εἰς τὰς διαφορετικὰς τάσεις ἀτμῶν τῶν ὑγρῶν.

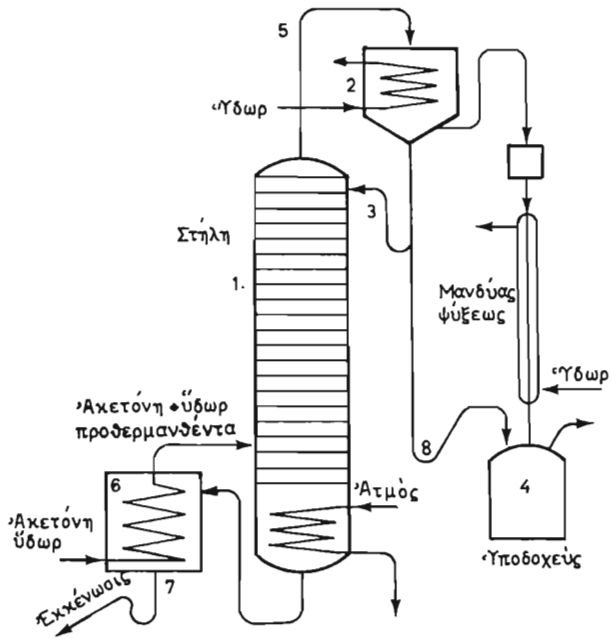
2) Κλασμάτωσις (Κλασματικὴ ἀπόσταξις).

Διὰ νὰ γίνῃ ἀντιληπτὸς ὁ ὅρος *κλασματικὴ ἀπόσταξις* δίδεται κατωτέρω ἰδιαιτέρως χαρακτηριστικὸν παράδειγμα: ὁ διαχωρισμὸς μίγματος ἀκετόνης καὶ ὕδατος. Καὶ τὰ δύο ὑγρὰ εἶναι ἐλευθέρως διαλυτὰ τὸ ἕνα ἐντὸς τοῦ ἄλλου. Ἡ ἀκετόνη ζέει εἰς 56^0 C καὶ τὸ ὕδωρ εἰς 100^0 C. Μῖγμα τῶν δύο ὅμως ζέει μεταξὺ 56^0 καὶ 100^0 C, ὁ σχηματιζόμενος δὲ ἀτμὸς περιέχει ἀκετόνην καὶ ὕδωρ. Συγκεκριμένως ἀποστάζει συνεχῶς περισσότερον ἀκετόνη παρὰ ὕδωρ, ἀλλὰ ὁ ἀτμὸς ἐξακολουθεῖ νὰ εἶναι μῖγμα καὶ τῶν δύο. Ἀκόμη καὶ δι' ἐπανειλημμένης ἀποστάξεως δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ληφθῇ καθαρὰ ἀκετόνη, διότι ἐπανεξατμίζεται πάντοτε καὶ ὕδωρ.

Ἐν τούτοις εἶναι δυνατὸν νὰ ἐπιτευχθῇ ὁ ἐπιδιωκόμενος σκοπός, ἂν προστεθῇ ἐπὶ τῆς συσκευῆς ἀποστάξεως ἕνας μακρύς, εὐρὺς σωλήν, καλούμενος *στήλη*. Ὁ σωλὴν αὐτὸς περιέχει ἐσωτερικῶς δακτυλίους πληρώσεως ἢ ἄλλα παρεμβλήματα καὶ ἕνα ἀνωρθωμένον ψυκτῆρα οὕτως, ὥστε νὰ καθίσταται δυνατὴ τελεία ἀνάμιξις τοῦ ἀνερχομένου μίγματος ἀτμῶν καὶ τῶν ἐπαναρρεόντων συμπυκνωμάτων.

Ἄνωθεν τῆς στήλης 1 εἶναι διατεταγμένος ὁ ψυκτὴρ 2 οὕτως, ὥστε μέρος τοῦ συμπυκνώματος, τὸ ὁποῖον ἐκρέει ἐξ αὐτοῦ νὰ δύναται νὰ ἐπαναρρεύσῃ ἐντὸς τῆς κεφαλῆς τῆς στήλης καὶ τὸ ἄλλο μέρος νὰ ἐκρεύσῃ ἐντὸς τοῦ ὑποδοχέως 4 (σχ. 2 · 10 β). Ἡ ἀπόσταξις γίνεται κατὰ τρόπον τελείως διαφορετικὸν τοῦ προηγουμένου. Εὐθὺς ὡς τὸ μῖγμα ἐντὸς τῆς συσκευῆς ἀποστάξεως ἀρχίσῃ νὰ ζέῃ, ἀνέρχονται συγχρόνως ἀτμοὶ ἀκετόνης καὶ ὕδατος, θερμαίνουν τὰ σώματα πληρώσεως, φθάνουν τελικῶς ἐντὸς τοῦ ψυκτῆρος καὶ ἐκεῖ συμπυκνοῦνται. Συγχρόνως ρυθμίζεται ἡ θερμοκρασία ἐντὸς τοῦ δοχείου ζέσεως καὶ εἰς τὸ σημεῖον διοχετεύσεως 5 ἀπὸ τῆς στήλης εἰς τὸν ψυκτῆρα. Ἀρχικῶς ἡ θερμοκρασία *διοχετεύσεως* εἶναι πολὺ ὑψηλοτέρα τῶν 56^0 C, ἐπειδὴ τὸ μῖγμα περιέχει ἀκόμη ὑδρατμόν. Ἀκολούθως ρυθμίζεται ἡ ἐκροὴ τοῦ συμπυκνώματος οὕτως, ὥστε τοῦτο νὰ ἐπαναρρέῃ ἐξ ὁλοκλήρου ἐντὸς τῆς στήλης. Μετὰ ταῦτα ἀρχίζει ἡ λειτουργία τῆς στήλης.

Ἐκ τοῦ δοχείου ζέσεως, ἀνέρχεται πρὸς τὰ ἄνω τὸ θερμὸν μῖγμα ἀτμῶν ἀκετόνης καὶ ἀτμῶν ὕδατος. Ἐκ τῶν ἄνω ρέει κατ' ἀντιρροὴν τὸ ψυχρὸν συμπύκνωμα. Τὸ θερμὸν μῖγμα τῶν ἀτμῶν ἐναλλάσσει τώρα τὴν θερμότητά του μὲ τὴν ψῦξιν τοῦ ψυχροῦ συμπυκνώματος



Σχ. 2·10 β.
Συσκευὴ ἀποστάξεως συνεχοῦς λειτουργίας.

καὶ ψύχεται κατὰ τρόπον, ὥστε ὁ ὑδρατμὸς νὰ συμπυκνοῦται ἐξ ὁλοκλήρου, ἐνῶ ὁ ἀτμὸς τῆς ἀκετόνης ὑγροποιεῖται ἐν μέρει μόνον. Ἐντὸς τῆς στήλης ὁ ὑδρατμὸς ὠθεῖται ἐκ τοῦ ἐπαναρρέοντος συμπυκνώματος πρὸς τὰ κάτω καὶ εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος φθάνει μόνον ἡ ἀκετόνη καὶ ἂν αἱ διαστάσεις εἰς τὴν κεφαλὴν τῆς στήλης εἶναι αἱ ὀρθαί, τότε διέρχεται καθαρὰ ἀκετόνη. Ὀλίγον χρόνον μετὰ τὴν ἔναρξιν τοῦ βρασμοῦ ἡ θερμοκρασία ἀποστάξεως κατέρχεται εἰς 56^0 C. Διὰ νὰ γίνῃ αὐτὸ πρέπει ἀπαραιτήτως νὰ προστατεύεται ἡ στήλη διὰ καλῆς μονώσεως ἔναντι ἀπωλειῶν θερμότητος πρὸς τὰ ἔξω οὕτως, ὥστε ἡ ἰσορροπία ἐξατμίσεως νὰ ἀποκαθίσταται ἀποκλειστικῶς μεταξὺ τοῦ ἐπαναρρέοντος ὑγροῦ καὶ τῶν ἀνερχομένων ἀτμῶν. Εὐθὺς ὡς ἐπι-

τευχθῆ ἡ ἰσορροπία αὐτή, δύναται ἡ ποσότης τοῦ ὑλικοῦ τὸ ὁποῖον ἐπανυγροποιεῖται νὰ ρυθμισθῆ οὕτως, ὥστε ἕνα μέρος τοῦ συμπυκνώματος νὰ ἐκρέη ἐντὸς τοῦ ὑποδοχέως ὡς καθαρὰ ἀκετόνη.

Τὸ ποσοστὸν τοῦτο ὀνομάζεται *ἀπόσταγμα*, εἶναι δὲ αὐτὸ τὸ ὁποῖον κυρίως ἐπιδιώκομεν νὰ λάβωμεν. Ἡ ποσοτικὴ σχέσις τοῦ ἀποστάγματος πρὸς τὸ ἐπανυγροποιούμενον μέρος ὀνομάζεται *σχέσις ἐπανυγροποιήσεως*· ἡ σχέσις αὐτὴ διαφέρει ἀπὸ περιπτώσεως εἰς περίπτωσιν.

Ὁ τέλειος διαχωρισμὸς δύο ὑγρῶν δι' ἀποστάξεως εἶναι τότε μόνον δυνατός, ὅταν ἐντὸς τῆς στήλης εἶναι δυνατὴ ἡ τελεία ἀνάμιξις μεταξὺ τοῦ ἀνερχομένου μίγματος τῶν ἀτμῶν καὶ τοῦ ἐπανυγροποιημένου μίγματος, ὁπότε εἶναι ἐξησφαλισμένη πλήρης θερμικὴ ἐναλλαγὴ μεταξὺ τοῦ ἀνερχομένου μίγματος ἀτμῶν καὶ τῆς ἐπαναρρεούσης ἀκετόνης.

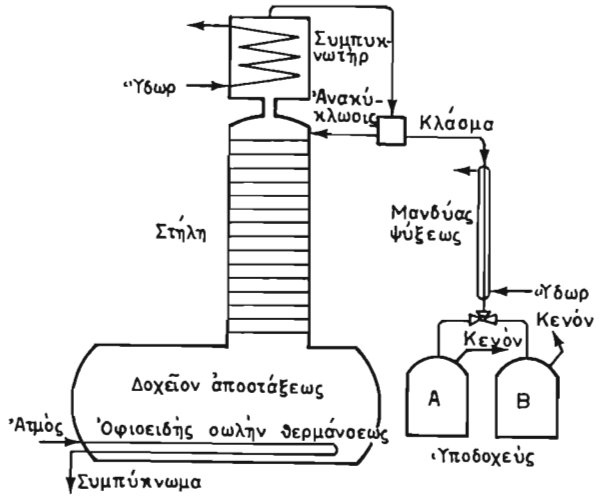
Ἡ κλασμάτωσις δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς διαδικασία *ἐκπλύσεως*, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ ἐπαναρρέον συμπύκνωμα τοῦ πτητικοῦ μέρους ἀναγκάζει τὸ ποσοστὸν ποὺ ἐξατμίζεται δυσχερέστερον νὰ συμπυκνωθῆ, ὥστε νὰ ἐξατμισθῆ μόνον αὐτό.

Μία κλασμάτωσις αὐτοῦ τοῦ εἴδους δύναται νὰ διεξαχθῆ ἀσυνεχῶς. Δηλαδὴ τὸ δοχεῖον ζέσεως πληροῦται μίαν φορὰν καὶ τὸ περιεχόμενον ἀποστάζει μέχρι νὰ ἐκκενωθῆ τὸ δοχεῖον. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἡ ἀπόσταξις τελειώνει, μόλις ἡ θερμοκρασία τοῦ ζέοντος ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου ζέσεως φθάση τὸ σημεῖον ζέσεως τοῦ ὑψηλότερον ζέοντος ὑγροῦ (εἰς τὸ προηγούμενον παράδειγμα τοῦ ὕδατος εἰς 100^0 C). Ἡ κλασμάτωσις τότε πρέπει νὰ διακοπῆ, τὸ δὲ δοχεῖον ζέσεως ἐκκενοῦται καὶ πληροῦται ἐκ νέου. Τοιουτοτρόπως δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἀποφευχθῆ ἀπώλεια θερμότητος, διότι κατὰ τὴν διακοπὴν τῆς λειτουργίας καὶ τὴν ἐπακολουθοῦσαν ἀπόψυξιν (πρὸ τοῦ ἀνοίγματος τῆς στήλης διὰ τὴν ἐκ νέου πλήρωσιν τοῦ δοχείου ζέσεως) οἱ περιεχόμενοι ἐντὸς τῆς στήλης ἀτμοί, μετὰ τοῦ ἐντὸς αὐτῶν περιεχομένου ποσοστοῦ πτητικοῦ συστατικοῦ ἐπαναρρέουν ἐντὸς τῆς φιάλης. Εἰς τὰ σχήματα 2 · 10 γ καὶ 2 · 10 δ εἰκονίζονται διάφοροι τύποι συσκευῶν ἀσυνεχοῦς κλασματώσεως.

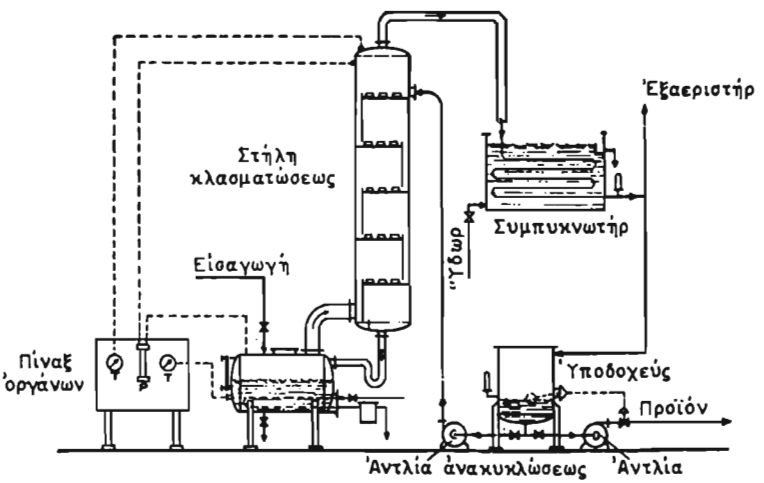
Ἐπὶ ἐπαρκῶς μεγάλης παραγωγῆς μία κλασμάτωσις αὐτοῦ τοῦ εἴδους ἐκτελεῖται κατὰ συνεχῆ τρόπον.

Πρὸς τοῦτο τοποθετεῖται εἰς μίαν ὑπολογισθεῖσαν θέσιν τῆς

στήλης, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἰς τὸ κατώτερον τρίτον αὐτῆς, ἕνας σω-



Σχ. 2·10γ.
Συσκευὴ κλασματώσεως ἀσυνεχοῦς λειτουργίας.



Σχ. 2·10δ.
Συσκευὴ ἀποστάξεως ἀσυνεχοῦς λειτουργίας.

λὴν τροφοδοτήσεως διὰ νέου μίγματος. Δι' αὐτοῦ δύναται νὰ ρέῃ συνεχῶς κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἀποστάξεως τὸ νέον τοῦτο μῖγμα ἀκε-

τόνης καὶ ὕδατος ἐντὸς τῆς στήλης. Διὰ τοῦ σωλῆνος αὐτοῦ προσαγωγῆς ἀρχίζει νὰ διοχετεύεται μῖγμα πρὸς ἀπόσταξιν, ὅταν ἡ θερμοκρασία ζέσεως ἐντὸς τοῦ ἑξατμιστῆρος ἀνέρχεται εἰς 100^0 C καὶ ἡ θερμοκρασία ἀποστάξεως εἰς τοὺς 56^0 C, δηλαδὴ ὅταν ἔχη ἀποκατασταθῆ ἡ *ἰσορροπία* ἐντὸς τῆς στήλης. Τὸ προσαγόμενον ὑγρὸν διοχετεύεται προηγουμένως δι' ἐναλλακτῆρος θερμότητος, 6. Τοιουτοτρόπως καὶ τὸ ὑγρὸν προσέρχεται θερμὸν ἐντὸς τῆς στήλης καὶ αἱ μεγαλύτεραι ἀνάγκαι εἰς θερμότητα καλύπτονται δι' ἐνισχύσεως τῆς θερμάνσεως (σχ. 2 · 10 β). Δι' αὐτοῦ τοῦ τρόπου ἡ ἀπόσταξις γίνεται κατὰ συνεχῆ τρόπον. Ἐκ τῆς φιάλης ἀποστάξεως ἀφήνεται τώρα νὰ ἐκρέῃ τὸ ὕδωρ (ὑπόλειμμα ἀποστάξεως), 7, κατὰ τρόπον συνεχῆ, ἐνῶ ἐκ τοῦ ψυκτῆρος, ἐπίσης συνεχῶς, ἐπανέρχεται ἐντὸς τῆς στήλης τὸ ἐπανυγροποιούμενον ὑλικόν, 3, τὸ ἀπόσταγμα, 8, τῆς καθαρᾶς ἀκετόνης τότε ἐκρέει εἰς τὸ δοχεῖον συγκεντρώσεως. Εἶναι δυνατὸν νὰ μὴ δύναται νὰ ἐπιτευχθῆ ὁ πλήρης διαχωρισμὸς εἰς μίαν μόνον στήλην. Τότε προστίθεται καὶ δευτέρα μονὰς ἀποστάξεως ὄπισθεν τῆς πρώτης, ἐντὸς τῆς ὁποίας συμπληροῦται ὁ διαχωρισμός.

Τοῦτο ὅμως οὐσιαστικῶς δὲν εἶναι τίποτε ἄλλο παρὰ ἐπιμήκυνσις τῆς πρώτης στήλης. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτήν, αἱ στῆλαι χαρακτηρίζονται ἀντιστοίχως ὡς στήλη ἀκαθάρτου προϊόντος καὶ στήλη καθαροῦ προϊόντος.

Ἡ ἀπόσταξις ποὺ περιεγράφη εἰς τὸ παράδειγμα τοῦ μίγματος ἀκετόνης καὶ ὕδατος, δύναται νὰ ἐφαρμοσθῆ ὁπουδήποτε εἶναι δυνατὸν νὰ διαχωρισθοῦν πλήρως τὰ συστατικὰ τοῦ μίγματος βάσει τῶν θερμοκρασιῶν ζέσεως μόνον. Τοῦτο ὅμως δὲν εἶναι δυνατὸν εἰς ὅλα τὰ μίγματα. Ὑπάρχουν ὑγρὰ μίγματα, τὰ ὁποῖα κατὰ τὴν ζέσιν δίδουν ἕνα μῖγμα ἀτμῶν, τὸ ὁποῖον ἔχει ἕνα ἰδιαίτερον *σταθερὸν σημεῖον ζέσεως τοῦ μίγματος*. Τὰ μίγματα αὐτὰ ἀποστάζουν εἰς σταθερὸν σημεῖον ζέσεως μὲ ἐπίσης σταθερὰν σύνθεσιν ἀτμῶν.

Γνωστὸν παράδειγμα εἶναι τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ. Ἂν θερμανθῆ ἀραιὸν διάλυμα ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, τότε ἀποστάζει ὕδωρ, ἕως ὅτου ἡ συγκέντρωσις τοῦ ὑδροχλωρίου ἐντὸς τοῦ δοχείου ζέσεως ἀνέλθη εἰς 20%.

Ἀπὸ τοῦ σημείου αὐτοῦ εἰς 110^0 C ἀποστάζει ὡς σταθερὸν μῖγμα ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ περιεκτικότητος 20% εἰς HCl. Ἂν ἡ ἀπόσταξις ἀρχίση μὲ ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ ὑψηλῆς περιεκτικότητος, ἀρχι-

κῶς ἐκλύεται μόνον ἀέριον ὑδροχλώριον, ἕως ὅτου ἐντὸς τοῦ δοχείου ζέσεως ἀρχίση νὰ ἀποστάζῃ καὶ πάλιν ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ σταθερᾶς συστάσεως 20 % εἰς τὸ σημεῖον ζέσεως 110° C.

Τὰ μίγματα ἀτμῶν αὐτοῦ τοῦ εἴδους, τὰ ὁποῖα ἀποστάζουν εἰς ἕνα σταθερὸν σημεῖον ζέσεως καὶ ὑπὸ μίαν σταθερὰν σύστασιν, ὀνομάζονται *ἀζεότροπα μίγματα*. Ἀζεότροπα μίγματα δύνανται νὰ ἀποτελοῦνται ἐκ τῶν πλέον διαφόρων ὑλῶν. Ὁ διαχωρισμὸς δύο ὑλῶν, αἱ ὁποῖαι δίδουν ἀζεότροπα μίγματα ἀτμῶν εἶναι συχνὰ δυσχερὴς καὶ ἰδιαιτέρως ὅταν τὰ δύο συστατικὰ εἶναι ἐλευθέρως διαλυτὰ τὸ ἕνα ἐντὸς τοῦ ἄλλου εἰς ὑγρὰν κατάστασιν.

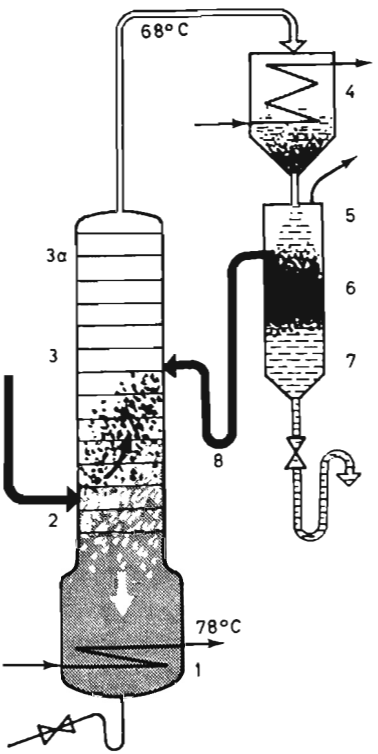
Ἐνδιαφέρον παράδειγμα ἀποστάξεως ἀζεοτρόπου μίγματος εἶναι ὁ διαχωρισμὸς ὀξικοῦ αἰθυλεστέρος περιέχοντος ὕδωρ πρὸς ὕδωρ καὶ καθαρὸν ὀξεικὸν αἰθυλεστέρα. Εἰς θερμοκρασίαν περιβάλλοντος διαλύεται ἐντὸς τοῦ ὀξεικοῦ αἰθυλεστέρος 4 % ὕδωρ. Ὁ καθαρὸς ὀξεικὸς αἰθυλεστὴρ ζέει εἰς 78° C καὶ τὸ ὕδωρ εἰς 100° C. Ἂν τώρα ὀξεικὸς αἰθυλεστὴρ περιέχων ὕδωρ θερμανθῇ ἐντὸς μιᾶς συσκευῆς κλασματώσεως, μέχρι βρασμοῦ, ἀποστάζει μῖγμα 8 % ὕδατος καὶ 92 % ὀξεικοῦ αἰθυλεστέρος εἰς θερμοκρασίαν ζέσεως 68° C· τὸ μῖγμα αὐτὸ δὲν διαχωρίζεται οὔτε καὶ ἐντὸς τῆς στήλης, ἀλλὰ ἀποστάζει ὡς *σταθερὸν* μῖγμα.

Ἐντὸς τοῦ δοχείου ζέσεως ἐπομένως αὐξάνει ἡ περιεκτικότης ὄχι τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ζέει εἰς μεγαλυτέραν θερμοκρασίαν, ἀλλὰ τοῦ ὀξεικοῦ αἰθυλεστέρος, ἐπειδὴ τὸ σημεῖον ζέσεως αὐτοῦ εἶναι μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ τοῦ μίγματος τῶν ἀτμῶν καὶ ἐπειδὴ τὸ μῖγμα αὐτὸ τῶν ἀτμῶν περιέχει διπλάσιον ὕδωρ παρ' ὅσον τὸ ἀρχικὸν πρὸς διαχωρισμὸν μῖγμα (σχ. 2 · 10 ε).

Ἐντὸς τοῦ δοχείου ἀποστάξεως, 1, εὑρίσκεται ζέων ὀξεικὸς αἰθυλεστήρ. Διὰ τῆς σωληνώσεως προσαγωγῆς, 2, ρέει συνεχῶς ὀξεικὸς αἰθυλεστὴρ περιέχων ὕδωρ. Ἐντὸς τῆς στήλης 3 ἀνέρχεται τὸ μῖγμα ἐξ 8 % ὕδατος καὶ 92 % ὀξεικοῦ αἰθυλεστέρος, τὸ ὁποῖον χωρὶς νὰ διαχωρισθῇ διέρχεται εἰς 68° C ἐντὸς τοῦ ψυκτῆρος, 4, ὅπου συμπυκνοῦται καὶ ἐκρέει ἐντὸς τοῦ διαχωριστῆρος, 5. Ἐκεῖ τὸ συμπύκνωμα διαχωρίζεται εἰς ἔνυδρον ὀξεικὸν αἰθυλεστέρα μὲ 4 % ὕδωρ, 6, καὶ εἰς ὕδωρ, 7. Ὁ ἔνυδρος ὀξεικὸς αἰθυλεστὴρ ἐπανέρχεται διὰ τοῦ σωλῆνος 8 εἰς τὴν στήλην, ὅπου διαχωρίζεται εἰς τὸ ἀζεότροπον

μῖγμα, τὸ ὁποῖον ἐξατμίζεται, καὶ εἰς καθαρὸν ὀξεικὸν αἰθυλεστέρα, ὁ ὁποῖος ἐκρέει ἐντὸς τοῦ δοχείου ζέσεως.

Τὸ ὕδωρ ἐκ τοῦ διαχωριστῆρος, ὁ ὁποῖος περιέχει εἰσέτι διαλελυμένον ὀξεικὸν αἰθυλεστέρα, ἐκρέει συνεχῶς πρὸς περαιτέρω ἀξιοποίησιν, ἐνῶ συγχρόνως ἐκ τοῦ δοχείου ζέσεως, 1, ἐκρέει συνεχῶς ὁ καθαρὸς ὀξεικὸς αἰθυλεστὴρ ἐντὸς τοῦ δοχείου συγκεντρώσεως.



Σχ. 2·10 ε.
Ἀζεότροπος ἀπόσταξις.

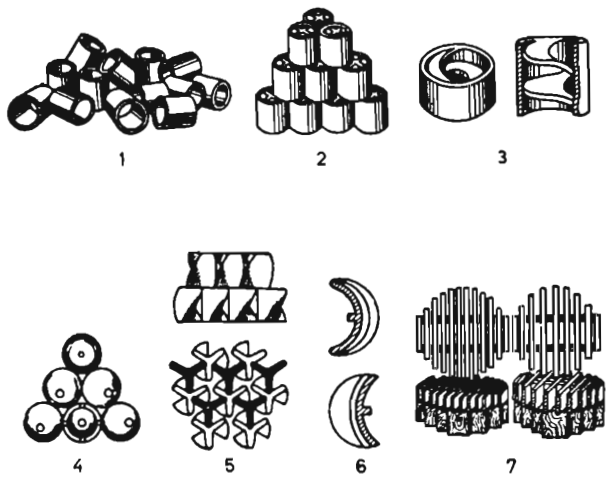
Ὑπάρχουν μίγματα ὑγρῶν, τὰ ὁποῖα δὲν διαχωρίζονται εὐχερῶς διὰ κλασματώσεως, ὡς π.χ. μῖγμα ὀξεικοῦ ὀξέος καὶ ὕδατος. Ἐπίσης καὶ τὰ μίγματα τῶν ὑδρογονονανθράκων, ἰδίως ὅταν τὰ σημεῖα ζέσεως κεῖνται πολὺ πλησίον, τὸ ἕνα μὲ τὸ ἄλλο, δυσχερῶς μόνον δύνανται νὰ διαχωρισθοῦν τελείως.

α) *Συσκευαὶ ἀποστάξεως.*

Ἐντὸς τῶν ἐξατμιστήρων τὸ πρὸς διαχωρισμὸν μῖγμα ὑγρῶν θερμαίνεται μέχρι βρασμοῦ. Τὸ μῖγμα τῶν ἀτμῶν διαχωρίζεται ἐντὸς τῆς στήλης, ἡ ὁποία εἶναι τοποθετημένη ἐπὶ τοῦ ἐξατμιστῆρος. Αἱ στῆλαι ἔχουν συχνὰ μεγάλας διαστάσεις, ἀναλόγως τῶν πρὸς διαχωρισμὸν ποσοτήτων ἀτμῶν· ἡ διάμετρός των ἐνίοτε ὑπερβαίνει τὰ 2 m. Τὸ ὕψος μιᾶς στήλης ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς δυσχερείας τοῦ διαχωρισμοῦ. Ὑπάρχουν στῆλαι μὲ ὕψος ἕως 30 m. Ἐπειδὴ ὁ διαχωρισμὸς ἑνὸς μίγματος ἀτμῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς δράσεως ἐκπλύσεως διὰ τοῦ ἐπαναρρέοντος συμπυκνώματος, πρέπει νὰ ληφθῇ φροντίς, ὥστε τὸ ἐπαναρρέον συμπύκνωμα καὶ τὸ μῖγμα τῶν ἀτμῶν νὰ ἀναμιγνύωνται καλῶς. Τοῦτο δύναται νὰ ἐπιτευχθῇ διὰ διαφόρων διατάξεων ἐντὸς τῆς στήλης.

β) *Σώματα πληρώσεως.*

Ἐντὸς τῆς στήλης τοποθετοῦνται δακτυλιοειδῆ ἢ σχήματος ἀψῖδος σώματα ἐξ ἀργίλου ἢ ἐκ μετάλλου (δακτύλιοι Raschig). Εἰς πειραματικὰς συσκευὰς ἢ εἰς τὸ ἐργαστήριον χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης καὶ δακτύλιοι ἐξ ὑάλου (σχ. 2·10 στ). Τοιουτοτρόπως ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια ἐντὸς τῆς στήλης αὐξάνεται σημαντικῶς καὶ τὸ ἀνερχόμενον μῖγμα ἀτμῶν καὶ τὸ πρὸς τὰ κάτω ρέον συμπύκνωμα κατανέμονται καλῶς οὕτως, ὥστε νὰ γίνεται ἀποτελεσματικῶς ἡ διαδικασία τῆς ἐκπλύσεως. 55 000 δακτύλιοι Raschig διαμέτρου 25 mm ἐντὸς τμήματος στήλης χωρητικότητος 1 m^3 δημιουργοῦν ἐπιφάνειαν 220 m^2.



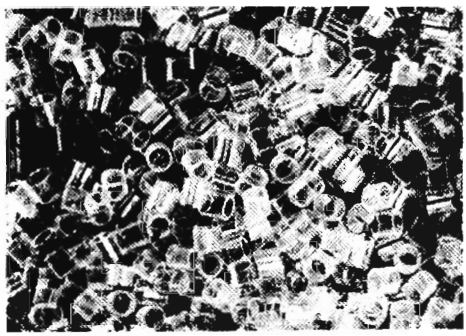
Σχ. 2·10 στ.

Διάφορα σχήματα σωμάτων πληρώσεως.

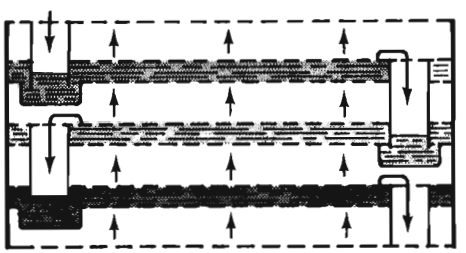
1. Δακτύλιοι ἀτάκτως τοποθετημένοι. 2. Δακτύλιοι τακτοποιημένοι. 3. Σπειροειδεῖς δακτύλιοι. 4. Σφαῖραι. 5. Ἐν εἴδει ἕλικος. 6. Ἐν εἴδει σέλλας. 7. Ἐν εἴδει ἐσχάρας.

Ἡ δραστικότης τῶν σωμάτων πληρώσεως ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς δημιουργουμένης ὑπ' αὐτῶν ἐπιφανείας ἐπαφῆς. Ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι αὐτή, τόσον καλύτερον γίνεται ἡ διαδικασία τοῦ διαχωρισμοῦ ἐντὸς τῆς στήλης καὶ τόσον βραχυτέρα δύναται νὰ εἶναι ἡ στήλη. Ὡς ἐκ τούτου πολλοὶ ἐφευρέται ἠσχολήθησαν μὲ τὸ ζήτημα αὐτὸ καὶ ὑπάρχουν πολλαὶ προτάσεις διὰ νέα εἴδη καὶ σχήματα σωμάτων πλη-

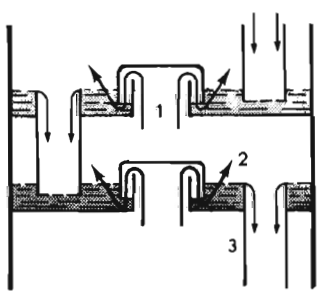
ρώσεως (σχ. 2 · 10 στ καὶ 2 · 10 ζ). Ὡς ἰδιαιτέρως δραστικὰ ἀπεδείχθησαν ἐσχάτως γεμίσματα μὲ σώματα ἐκ μετάλλου, ὡς τὸ γέμισμα Spraypack (χαλύβδινα ἐλάσματα διάτρητα, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν δικτυωτόν). Εἰς τὰ σώματα πληρώσεως ἀνήκουν καὶ αἱ στῆλαι μὲ διάτρητα δάπεδα ἐν εἴδει κοσκίνου (δάπεδα ἐκ κοσκίνου). Ἐκ τῶν ὀπῶν ὁ ἀτμὸς ἀνέρχεται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω μέσω τῆς ἐπὶ τοῦ δαπέδου εὑρισκομένης λεπτῆς στιβάδος τοῦ ἐπαναρρέοντος ὑγροῦ. Τοιουτοτρόπως γίνεται ἡ ἐναλλαγὴ θερμότητος μεταξὺ ἀτμοῦ καὶ ἐπανυγροποιηθέντος ὑλικοῦ. Ἡ πίεσις τοῦ ἀνερχομένου ἀτμοῦ παρεμποδίζει τὴν διὰ τοῦ κοσκίνου ροὴν τοῦ ἐπανυγροποιηθέντος ὑλικοῦ. Δι' ὑπερχειλίσεως τὸ ὑγροποιηθὲν ὑλικὸν φθάνει εἰς τὸ κάτωθεν κείμενον δάπεδον (σχ. 2 · 10 η).



Σχ. 2·10 ζ.
Δακτύλιοι πληρώσεως.



Σχ. 2·10 η.
Διάτρητος πυθμὴν συσκευῆς ἀποστάξεως.



Σχ. 2·10 θ.
Πυθμὴν μὲ κώδωνα.

γ) *Δάπεδα κώδωνος.*

Τὸ δάπεδον κώδωνος εἶναι σταθερὸς μεταλλικὸς δίσκος προσηρμοσμένος ἀκριβῶς ἐντὸς τῆς στήλης μὲ ὀπὰς κατανεμημένας καθ' ὅλην τὴν διατομήν· ἐπὶ τῶν ὀπῶν ἔχουν συγκολληθῆ βραχέα τεμάχια σωλῆνος ὡς περιλαίμια (σχ. 2 · 10 θ).

Ἄνωθεν ἑκάστου περιλαιμίου (κολλάρου), 1, εἶναι ἀνεστραμ-

μένος ἕνας *κώδων*, 2, ὁ ὁποῖος δύναται νὰ κινῆται ἐλαφρῶς πρὸς τὰ ἄνω καὶ τὰ κάτω, ἀλλὰ δὲν δύναται νὰ ἀπομακρυνθῆ ἐκ τῆς θέσεώς του. Εἰς μίαν ἀκραίαν θέσιν τοῦ δαπέδου εἶναι τοποθετημένος ἕνας σωλὴν ἐκροῆς, 3. Πολλὰ παρόμοια δάπεδα κώδωνος εἶναι διατεταγμένα ἐντὸς μιᾶς στήλης καθ' ὅλον τὸ ὕψος στεγανῶς τὸ ἕνα ὑπεράνω τοῦ ἄλλου.

Ὁ ἀτμὸς ρέει ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἀλλάσσει διὰ τῶν ὀπῶν κατεύθυνσιν ἐντὸς τοῦ κώδωνος καὶ ἀκολούθως διέρχεται διὰ τοῦ συμπυκνώματος, 2. Τοιουτοτρόπως τὸ μέρος τοῦ μίγματος τῶν ἀτμῶν, ποὺ ζέει εἰς ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν, διαλύεται ὑγροποιούμενον ἐντὸς τοῦ συμπυκνώματος, ἐνῶ τὸ μέρος, ποὺ ζέει εἰς χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν, διέρχεται διὰ τοῦ συμπυκνώματος, χωρὶς νὰ ὑγροποιηθῆ, συνεχίζει τὸν δρόμον του πρὸς τὸ ἄνω μέρος τῆς στήλης καὶ συμπαρασύρει τὰ χαμηλοῦ σημείου ζέσεως συστατικὰ τοῦ συμπυκνώματος, τὰ ὁποῖα ἐπαναποστάζουν.

Διὰ τῶν στομίων ἐκροῆς ἑκάστου δαπέδου ρέει τὸ συμπύκνωμα ἐπὶ τοῦ ἑπομένου κατωτέρου δαπέδου κώδωνος. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον λαμβάνει χώραν ἐντὸς τῆς στήλης ἐμπλουτισμὸς ἀπὸ δαπέδου εἰς δάπεδον εἰς συστατικὰ χαμηλοῦ σημείου ζέσεως ἕως πλήρους διαχωρισμοῦ τῶν δύο συστατικῶν. Λόγω τῆς μεγάλης των ἀποτελεσματικότητος αἱ στῆλαι μὲ δάπεδα κώδωνος εἶναι λίαν διαδεδομέναι εἰς τὴν τεχνικὴν τοῦ καθαρισμοῦ δι' ἀποστάξεως καὶ τῆς ἀπορροφήσεως.

3) Ἐξάχνωσις.

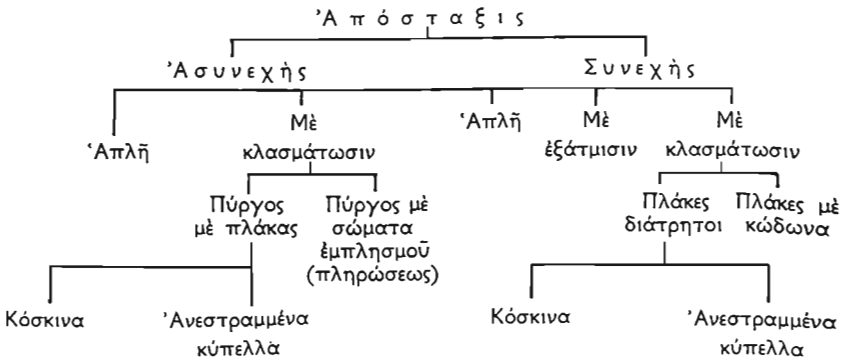
Ὡς γνωστὸν ἐκ τῆς Γενικῆς Χημείας, *ἐξάχνωσις* ὀνομάζεται ἡ μετάβασις μιᾶς ὕλης ἐκ τῆς μορφῆς τῆς στερεᾶς καταστάσεως κατ' εὐθεῖαν εἰς τὴν ἀέριον, χωρὶς νὰ διέλθη ἐνδιαμέσως διὰ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως. Ἐξαχνούμεναι ὕλαι εἶναι ἡ καμφορά, ἡ ναφθαλίνη, τὸ χλωριοῦχον ἀμμώνιον κ.ἄ. Ἄλλαι οὐσίαι κατὰ τὴν θέρμανσιν ὑγροποιοῦνται καὶ ἀκολούθως μεταβαίνουν εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, ἀλλὰ κατὰ τὴν ψῦξιν δὲν ἐπανυγροποιοῦνται ἀλλὰ ἀπ' εὐθείας μεταβαίνουν εἰς τὴν στερεὰν κατάστασιν, ὅπως τὸ θεῖον, τὸ ἰώδιον κ.ἄ. Τὸ στερεὸν σῶμα, τὸ ὁποῖον λαμβάνεται διὰ ἀπ' εὐθείας στερεοποιήσεως ἑνὸς ἀερίου, χωρὶς νὰ μεσολαβήση ὑγροποίησις, ὀνομάζεται *ἐξάχνωμα*.

Ἡ ἐξάχνωσις χρησιμεύει διὰ τὴν κάθαρσιν μὴ ἀποσταζόντων

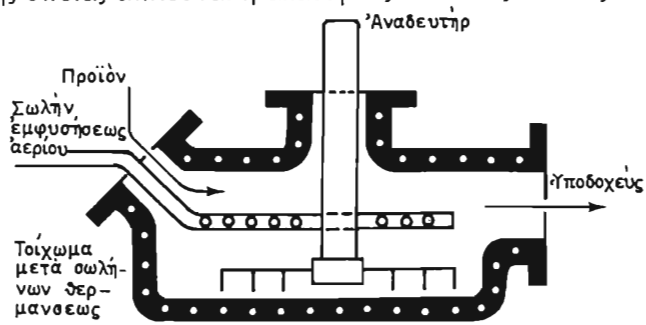
προϊόντων, ἐνίοτε ὅμως καὶ διὰ τὴν παραγωγὴν εὐμεγέθων κρυστάλλων (κρύσταλλοι ἰωδίου).

ΠΙΝΑΞ 2·10·1

Ταξινομήσεως τῶν συσκευῶν ἀποστάξεως καὶ κλασματώσεως



Ἡ συσκευὴ ἐξαχνώσεως ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς θερμαινομένου δοχείου καὶ ἐξ ἑνὸς ψυχομένου ὑποδοχέως. Ὁ ἐξατμιστὴρ ἐξαχνώσεως (τὸ μπαλλόνι) (σχ. 2·10ι) εἶναι συχνὰ μία ἐπίπεδος κλειστὴ κάψα, ἐντὸς τῆς ὁποίας ἁπλοῦται ἡ ἀκάθαρτος οὐσία εἰς λεπτὰς στιβάδας.



Σχ. 2·10ι.
Ἐξαχνωτήρ.

Ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον τὸ πρὸς ἐξάχνωσιν ὑλικὸν διατηρεῖται εἰς κίνησιν δι' ἀναδεύσεως. Πρὸς ἐπιτάχυνσιν τῆς ἐξαχνώσεως εἶναι δυνατὸν νὰ ἀπάγωνται δι' ἐμφυσήσεως ἀερίων οἱ σχηματιζόμενοι

ἀτμοί. Πρὸς ἀποφυγὴν ἀποφράξεων καὶ ἀνεπιθυμήτων ἀποθέσεων ὁ ἐξατμιστὴρ πρέπει νὰ θερμαίνεται ὁμοιομόρφως καὶ ἐξ ὅλων τῶν πλευρῶν· τοῦτο ἐπιτυγχάνεται π.χ. διὰ τοποθετήσεως ἐντὸς τῶν τοιχωμάτων θερμαντικῶν σωλήνων. Αἱ ἐξαχνώσεις γίνονται ὑπὸ κενόν.

2 · 11 Κρυστάλλωσις.

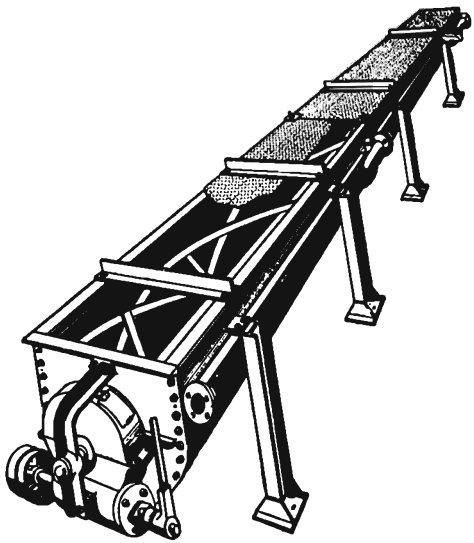
Κρυσταλλωτῆρες ὀνομάζονται δοχεῖα, ἐντὸς τῶν ὁποίων θερμὸν διάλυμα καταλλήλου πυκνότητος ἀφήνεται πρὸς ψῦξιν καὶ σχηματισμὸν κρυστάλλων. Κατὰ κανόνα μετὰ τὸν διαχωρισμὸν τῶν κρυστάλλων παραμένει τὸ *μητρικὸν* ὑγρόν, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ ἀποχυθῇ καὶ μετ' αὐτοῦ ἀποχύνονται αἱ διαλυταὶ ἀκαθαρσίαι. Οἱ κρυσταλλωτῆρες διὰ τὰ ἀνόργανα ἅλατα, τὰ ὁποῖα συνήθως παράγονται εἰς μεγάλας ποσότητας, εἶναι δοχεῖα ἄνευ καλυμμάτων ὀρθογωνικὰ ἐκ ξύλου, χάλυβος ἢ ἐπενδεδυμένα μὲ μόλυβδον καὶ ἐφωδιασμένα δι' ἑνὸς ἀνοίγματος διὰ τὴν ἀπόχυσιν τοῦ μητρικοῦ ὑγροῦ. Αἱ διαστάσεις ποικίλλουν, ἀλλὰ συνήθως ἀνέρχονται εἰς 2×3 m μὲ βάθος 50 ἕως 75 cm. Ἡ ὀπὴ ἐκκενώσεως ἢ ἐξαγωγῆς τοῦ δοχείου κρυσταλλώσεως ἀποφράσσεται διὰ σύρτου καὶ ἐκβάλλει ἐπὶ μιᾶς κεκλιμένης αὐλακος, ἡ ὁποία ὁδηγεῖ εἰς δοχεῖον συλλογῆς. Οἱ παραμένοντες εἰς τὸ δοχεῖον κρύσταλλοι μεταφέρονται εἴτε διὰ κεκλιμένων αὐλάκων, εἴτε δι' ὀχημάτων ἐπὶ σιδηροτροχιῶν, εἰς μηχανὰς φυγοκεντρήσεως πρὸς ἀπαλλαγὴν των ἐκ τοῦ συγκρατουμένου ὑπὸ τῶν κρυστάλλων μητρικοῦ ὑγροῦ. Ἐκ τῶν μηχανῶν φυγοκεντρήσεως οἱ σχετικῶς ξηροὶ κρύσταλλοι εἰσέρχονται εἰς ἕνα περιστροφικὸν κυλινδρικὸν κόσκινον διὰ νὰ διαχωρισθοῦν κατὰ μεγέθη. Κόσκινον μὲ τριῶν μεγεθῶν ὀπὰς παρέχει τέσσαρα μεγέθη κρυστάλλων.

Ὁ ἄνευ κινητῶν μερῶν κρυσταλλωτὴρ χρησιμοποιεῖται ἀκόμη σήμερον καὶ θὰ συνεχίσῃ νὰ χρησιμοποιῆται λόγω τοῦ ὅτι εἶναι ἁπλοῦς καὶ ὄχι δαπανηρός· ἐν τούτοις ἔχει τουλάχιστον δύο μειονεκτήματα: α) ἀπαιτεῖ πολλὴν χειρωνακτικὴν ἐργασίαν καὶ β) δίδει πολλὰ μεγέθη κρυστάλλων, ἐνῶ ἡ ἀγορὰ ἀπαιτεῖ συνήθως ἕνα μόνον μέγεθος κρυστάλλων. Τρίτον μειονέκτημα, ὀλιγώτερον σοβαρόν, εἶναι ὅτι ἀπαιτεῖται πολὺς χρόνος, ἕως ὅτου ἐπιτευχθῇ ἡ κρυστάλλωσις.

Κρυσταλλωτῆρες μὲ ἀναδευτῆρα, ἐπενδεδυμένοι μὲ μανδύαν.

Ὁ μὴ κινούμενος κρυσταλλωτὴρ ψύχεται διὰ φυσικῆς ἐξατμί-

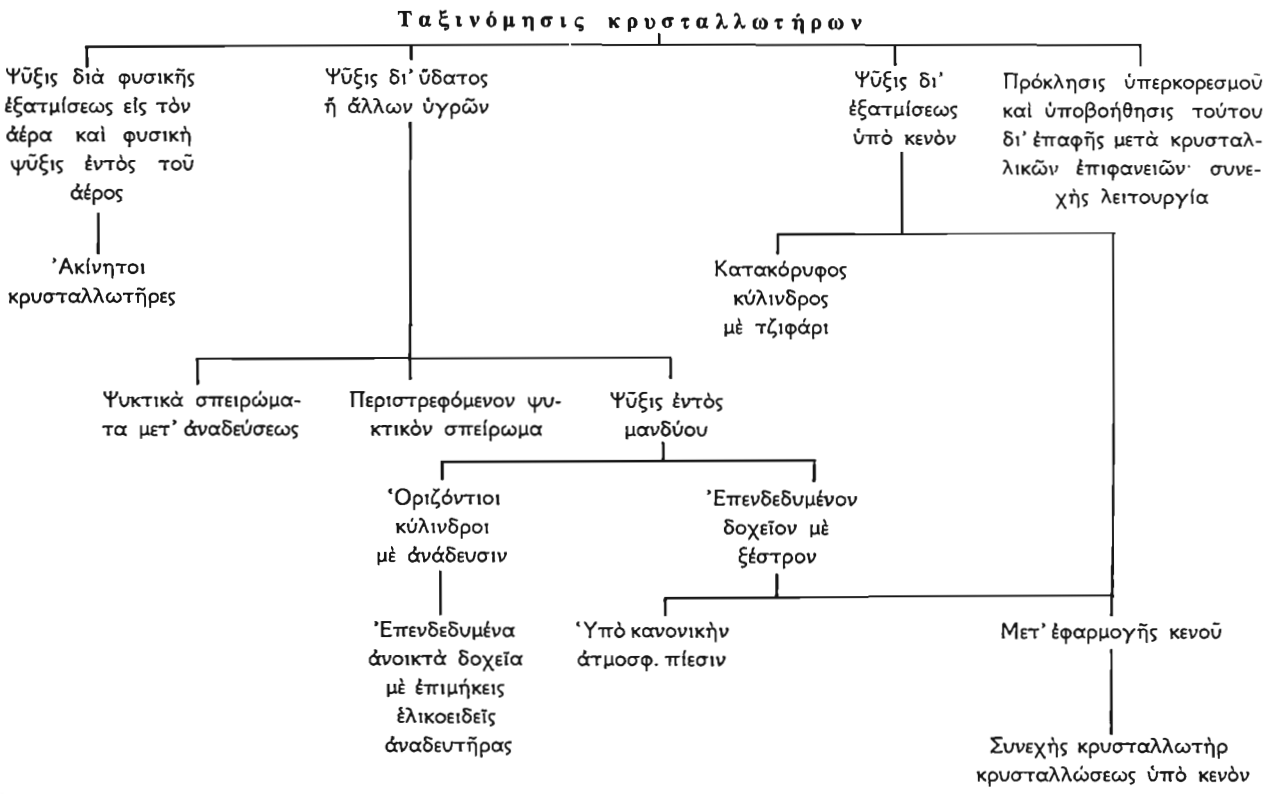
σεως καθὼς καὶ ὑπὸ τοῦ ἀέρος τῶν τοιχωμάτων του καὶ τοῦ πυθμένος του. Ταχυτέρα ψῦξις ἐπιτυγχάνεται διὰ χρησιμοποιήσεως ψυχροῦ ὕδατος ἐντὸς μανδύου, καλυτέρα δὲ μεταφορὰ θερμότητος διασφαλίζεται, ἐὰν χρησιμοποιοῦνται ξέστρα πρὸς παρεμπόδισιν τῆς ἐπικολλήσεως κρυστάλλων ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ κρυσταλλωτῆρος. Οἱ κρυσταλλωτῆρες μὲ μανδύαν δύνανται νὰ λάβουν τὸ σχῆμα ἐπιμήκους ἀνοικτοῦ δοχείου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου περιστρέφεται τὸ ἑλικοειδὲς ξέστρον. Ὁ κρυσταλλωτὴρ ἐκκενοῦται διὰ μιᾶς ὀπῆς, ἐκ τῆς ὁποίας ἐξέρχεται πολτὸς κρυστάλλων καὶ μητρικοῦ ὑγροῦ, ὁ ὁποῖος ἀποστέλλεται εἰς τὰς μηχανὰς φυγοκεντρήσεως. Ἡ ἐκκένωσις δύναται νὰ γίνεται κατὰ συνεχῆ τρόπον, ἐὰν ἐπίσης κατὰ συνεχῆ τρόπον εἰσέρχεται θερμὸν κεκορεσμένον ὑγρὸν εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τοῦ ἐπιμήκους δοχείου κρυσταλλώσεως.



Σχ. 2·11.
Κρυσταλλωτήρ.

Τὸ σχῆμα 2 · 11 δεικνύει ἕνα μηχανικὸν κρυσταλλωτῆρα διὰ συνεχῆ ἢ διακεκομμένην λειτουργίαν. Τὸ ἐπενδεδυμένον διὰ μανδύου ἀνοικτὸν ἐπίμηκες δοχεῖον περιέχει ἑλικοειδὲς διάμηκες τάρακτρον. Τὸ διάλυμα εἰσέρχεται ἐκ τοῦ ἑνὸς ἄκρου καὶ οἱ κρύσταλλοι ἐξέρχονται ἐκ τοῦ ἄλλου. Τὸ διάλυμα κινεῖται κατ' ἀντιρροὴν πρὸς τὸ ψυκτικὸν μέσον ἐντὸς τοῦ μανδύου. Ὁ ἐπιμήκης κρυσταλλωτὴρ συνήθως ἔχει πλάτος 60 cm, βάθος 65 cm καὶ μῆκος 3 m. Τέσσαρα τμήματα κρυσταλλωτῆρος (ὡς φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 2 · 11), δύνανται συνενούμενα μεταξύ των δι' ἡλώσεως νὰ σχηματίσουν ἕνα κρυσταλλωτῆρα συνολικοῦ μήκους 12 m. Ἐὰν ἡ ροὴ τοῦ ὑγροῦ εἶναι ταχυτέρα, ἀπὸ ὅσον ἐπιτρέπει ἡ ἐπιφάνεια τῶν τοιχωμάτων τοῦ κρυσταλλωτῆρος, προστίθεται εἰς τὸ ἐργοστάσιον καὶ δεύτερος κρυσταλλωτήρ· τὸ μὴ

ΠΙΝΑΞ 2·11·1


Ταξινόμησις κρυσταλλωτήρων
Ψῦξις διὰ φυσικῆς ἐξατμίσεως εἰς τὸν ἀέρα καὶ φυσικὴ ψῦξις ἐντὸς τοῦ ἀέρος
Ψῦξις δι' ὕδατος ἢ ἄλλων ὑγρῶν
Ψῦξις δι' ἐξατμίσεως ὑπὸ κενὸν
Πρόκλησις ὑπερκορεσμοῦ καὶ ὑποβοήθησις τούτου δι' ἐπαφῆς μετὰ κρυσταλλικῶν ἐπιφανειῶν· συνεχὴς λειτουργία
'Ακίνητοι κρυσταλλωτῆρες
Κατακόρυφος κύλινδρος μὲ τζιφάρι
Ψυκτικὰ σπειρώματα μετ' ἀναδεύσεως
Περιστρεφόμενον ψυκτικὸν σπείρωμα
Ψῦξις ἐντὸς μανδύου
'Οριζόντιοι κύλινδροι μὲ ἀνάδευσιν
'Επενδεδυμένον δοχεῖον μὲ ξέστρον
'Επενδεδυμένα ἀνοικτὰ δοχεῖα μὲ ἐπιμήκεις ἑλικοειδεῖς ἀναδευτῆρας
'Υπὸ κανονικὴν ἀτμοσφ. πίεσιν
Μετ' ἐφαρμογῆς κενοῦ
Συνεχὴς κρυσταλλωτὴρ κρυσταλλώσεως ὑπὸ κενὸν

πλήρως κρυσταλλωθὲν ἐντὸς τοῦ πρώτου κρυσταλλωτῆρος ὑγρὸν εἰσέρχεται εἰς τὸν δεύτερον κρυσταλλωτῆρα, ὁ ὁποῖος εὑρίσκεται εἰς χαμηλοτέραν στάθμην. Εἰς τὸν Πίνακα 2 · 11 · 1 γίνεται ταξινόμησις τῶν κρυσταλλωτήρων.

Ἡ κρυστάλλωσις, ὡς παρεστάθη ἀνωτέρω, ἀφεώρα μόνον εἰς κρυστάλλους σχηματιζομένους ἐξ ἑνὸς θερμοῦ διαλύματος διὰ καταβιβασμοῦ τῆς θερμοκρασίας. Τὸ ἅλας ἢ ἡ πρὸς κρυστάλλωσιν οὐσία εἶναι ὀλιγώτερον διαλυτὴ εἰς τὸν ψυχρὸν διαλύτην παρ' ὅσον εἰς τὸν θερμόν· τοιουτοτρόπως σχηματίζονται οἱ κρύσταλλοι. Ὑπάρχουν ὅμως καὶ ἅλατα, τὰ ὁποῖα εἶναι σχεδὸν ἐξ ἴσου διαλυτὰ εἰς τὸ ψυχρὸν ὕδωρ ὅσον καὶ εἰς τὸ θερμόν. Πρὸς κρυστάλλωσιν αὐτῶν ὁ διαλύτης πρέπει νὰ ἀπομακρυνθῇ δι' ἐξατμίσεως, ἕως ὅτου νέα ἀπομάκρυνσις διαλύτου σχηματίσῃ κρυστάλλους τοῦ ἅλατος. Τὰ δοχεῖα κρυσταλλώσεως διὰ τὸ μαγειρικὸν ἅλας λειτουργοῦν κατὰ τὸν ἀνωτέρω τρόπον. Τὸ σιρόπι τῆς σακχάρεως εἰς τὸ δοχεῖον κρυσταλλώσεως ἀφήνεται νὰ σχηματίσῃ πολλοὺς μικροὺς κρυστάλλους καὶ τὸ δοχεῖον ἀκολούθως διατηρεῖται εἰς μίαν ὡρισμένην θερμοκρασίαν ὑπὸ κενὸν πρὸς συνέχισιν τῆς ἐξατμίσεως, ἡ ὁποία θὰ ἐπιτρέψῃ εἰς τοὺς κρυστάλλους νὰ ἀναπτυχθοῦν εἰς τὸ ἐπιθυμητὸν μέγεθος.

2 · 12 Παραγωγὴ κενοῦ.

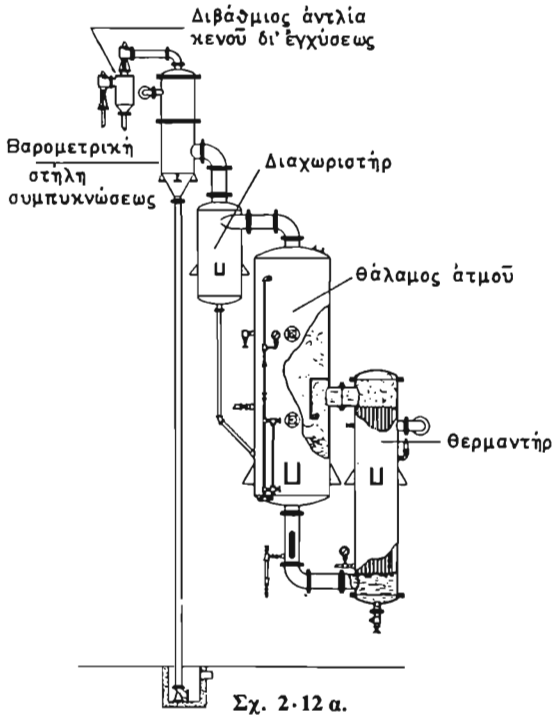
Εἰς πολλὰς κατεργασίας τῆς Χημικῆς βιομηχανίας ἀπαιτεῖται ἡ ἀπομάκρυνσις ἀτμοῦ, ὡς π.χ. κατὰ τὴν ἐξάτμισιν, τὴν ἀπόσταξιν, τὴν ξήρανσιν καὶ τὴν ψῦξιν. Εἶναι δυνατὸν ἐπὶ πλέον νὰ ἐπιθυμοῦμεν νὰ συμπυκνωθῇ ὁ ἀτμός, ὁ ὁποῖος συνήθως εἶναι ἀτμὸς ὕδατος. Συχνὰ εἶναι ἐπιθυμητὴ ἡ ἐξάτμισις ὑγρῶν εἰς ὅσον τὸ δυνατὸν χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν, πρὸς ἀποφυγὴν ἀλλοιώσεως τοῦ ὑλικοῦ. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται κατὰ τὴν λειτουργίαν ὑπὸ κενόν, ὁπότε ἡ θερμοκρασία ζέσεως τοῦ ὑγροῦ κατέρχεται μὲ εὐεργετικὰ ἀποτελέσματα.

Εἰς τὴν χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν ζέσεως ἡ ἀποσύνθεσις εἶναι ὀλιγώτερον πιθανὴ καὶ ἐὰν ἀκόμη γίνῃ, θὰ γίνῃ εἰς μικρότερον βαθμόν.

Κατὰ τὴν παρασκευὴν τροφίμων τὸ μέγιστον ποσοστὸν τοῦ ἀρώματος καὶ ἡ ἀρίστη ποιότης των προφυλάσσονται διὰ τῆς ἀποφυγῆς ὑπερθερμάνσεως.

Κατὰ τὴν συμπύκνωσιν ἀτμοῦ ὑπάρχουν πάντοτε μὴ συμπυκνώσιμα ἀέρια καὶ συνήθως ἀήρ. Ὁ ἀὴρ εἰσέρχεται συνήθως εἰς τὸ

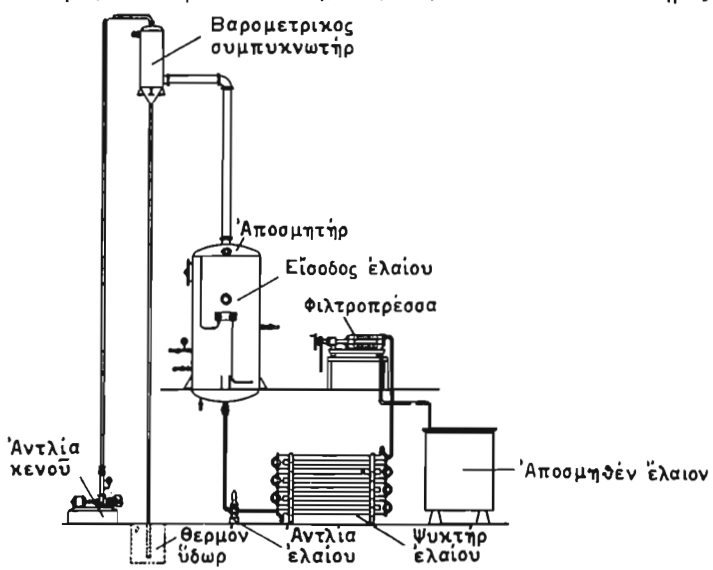
σύστημα δι' ὀπῶν καὶ διὰ τῶν σημείων συνδέσεως. Δύναται ἐπίσης νὰ εἰσέλθῃ καὶ ὑπὸ μορφὴν διαλελυμένων ἀερίων ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἐγχύσεως, ἐὰν γίνεται ἔγχυσις ὕδατος πρὸς παραγωγὴν κενοῦ (καταρράκτης). Ὅταν ὁ ἀτμός, συνήθως ὁ ὑδρατμός, συμπυκνοῦται εἰς ὑγρόν, παράγεται κενόν. Πρὸς διατήρησιν τοῦ κενοῦ καὶ πρὸς ἀποφυγὴν συγκεντρώσεως τῶν μὴ συμπυκνωσίμων ἀερίων, πρέπει αὐτὰ νὰ ἀπομακρύνωνται, εὐθὺς ὡς σχηματίζονται, δι' ἀντλίας κενοῦ ἢ δι' ἑνὸς ἐγχύτου ἀτμοῦ, ὁ ὁποῖος παράγει ἐπίσης κενόν.



Σχ. 2·12 α.
Βαρομετρικὸς συμπυκνωτήρ.

Ἡ μεταβολὴ τοῦ ἀτμοῦ ἢ τοῦ ὑδρατμοῦ πρὸς ὕδωρ γίνεται ἐντὸς τοῦ συμπυκνωτῆρος καὶ συνοδεύεται ὑπὸ σημαντικῆς ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου. Διὰ κεκορεσμένον ἀτμὸν ὑπὸ ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἡ ἐλάττωσις εἶναι ἀπὸ 1640 ὄγκους εἰς 1. Δι' ἀτμὸν ὑπὸ χαμηλὴν ἀπόλυτον πίεσιν τοῦ ὑπὸ κενὸν δοχείου, ἡ ἐλάττωσις δύναται νὰ εἶναι ἀπὸ 20 000 ὄγκους εἰς 1. Ἡ ἐλάττωσις τῆς πιέσεως ἐντὸς τοῦ συμπυ-

κνωτῆρος διαδίδεται ταχέως εἰς ὅλα τὰ μέρη τοῦ συστήματος. Ὑπάρχουν δύο κύριαι κατηγορίαι συμπυκνωτήρων: α) Ὁ συμπυκνωτὴρ ἀπ' εὐθείας ἐπαφῆς, εἰς τὸν ὁποῖον οἱ ἀτμοὶ ψύχονται καὶ συμπυκνοῦνται δι' ἐπαφῆς μετὰ τοῦ συμπυκνοῦντος ὑγροῦ. 2) Ὁ συμπυκνωτὴρ ἐπιφανείας, εἰς τὸν ὁποῖον οἱ ἀτμοὶ συμπυκνοῦνται ἐπὶ μιᾶς ψυχρᾶς μεταλλικῆς ἐπιφανείας, γενικῶς σωλήνων, εἰς τοὺς ὁποίους κυκλοφορεῖ ψυχρὸν ὕδωρ. Εἰς ἀμφοτέρας τὰς κατηγορίας τῶν συμπυκνωτήρων εἶναι ἀνάγκη νὰ ἀπομακρύνωνται τὰ μὴ συμπυκνώσιμα ἀέρια πρὸς διατήρησιν τοῦ κενοῦ. Εἰς τὸ σχῆμα 2 · 12 α εἰκονίζεται ἕνας βαρομετρικὸς συμπυκνωτὴρ μὲ 2 βαθμίδας ἐγχυτῶν (τζιφαριῶν) ἀτμοῦ, χρησιμεύων ὡς ἐξατμιστὴρ ὕδατος, ἐργαζόμενος ὑπὸ κενόν. Οἱ ἀτμοὶ καὶ τὰ ἀέρια κινοῦνται ἐκ τοῦ κατωτέρου δεξιοῦ εἰς τὸ ἀνώτερον ἀριστερόν. Εἰς τὸ σχῆμα 2 · 12 β εἰκονίζονται ἕνας βαρομετρικὸς συμπυκνωτὴρ μὲ μηχανικὴν δι' ἀντλίας κενοῦ ἀπομάκρυνσιν τῶν μὴ ὑγροποιησίμων ἀερίων ἐκ τῆς κεφαλῆς τοῦ συμπυκνωτῆρος.



Σχ. 2·12 β.

2 · 13 Συσκευαὶ ὑδραυλικῆς πιέσεως.

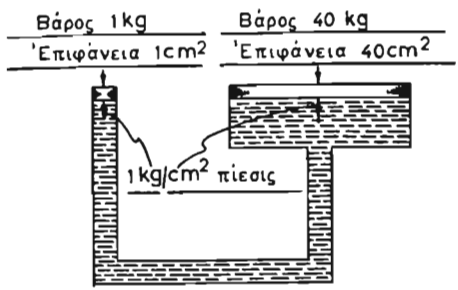
Ἡ ὑδραυλικὴ δύναμις δύναται νὰ μεταδοθῇ καὶ νὰ ἐφαρμοσθῇ μέσω ὕδατος ὑπὸ πίεσιν, δύναται δὲ νὰ συγκριθῇ πρὸς τὴν μηχανικὴν

δύναμιν, τὴν δύναμιν τῶν ρευστῶν καὶ τὰ ἐλατήρια. Εἶναι μορφὴ δυνάμεως κατάλληλος διὰ τὴν λειτουργίαν βραδέως κινουμένων μηχανῶν μὲ εὐθυγράμμους ἢ παλινδρομικὰς κινήσεις, αἱ ὁποῖαι γίνονται ὑπὸ ὑψηλὰς πιέσεις. Ἡ ὑδραυλικὴ δύναμις εὑρίσκει ἐφαρμογὴν εἰς τὴν συμπίεσιν ἢ τὴν συνεκτικοποίησιν χαλαρῶν ἢ πλαστικῶν ὑλικῶν, τὴν κοπήν, τὴν ἐκτύπωσιν καὶ τὴν μορφοποίησιν μετάλλων καὶ τὴν ἀνύψωσιν βαρέων ἀντικειμένων.

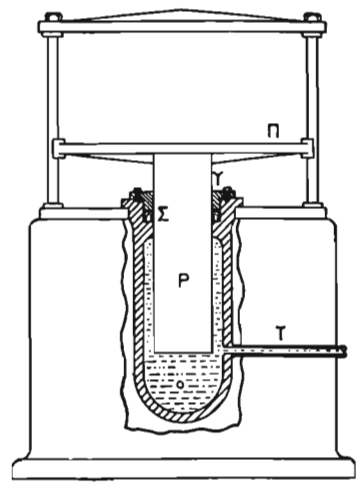
Ὑδραυλικὰ πιεστήρια.

Εἰς τὴν Χημικὴν βιομηχανίαν ἡ χύτευσις συνθετικῶν πλαστικῶν οὐσιῶν, ἡ ἔκθλιψις ἐλαιοκάρπου καὶ ὡρισμέναι λειτουργίαι διηθήσεως δύνανται νὰ ἐκτελεσθοῦν μὲ τὴν βοήθειαν ὑδραυλικῆς πιέσεως. Τὸ σχῆμα 2 · 13 α ἐπεξηγεῖ τὸ πολλαπλασιαστικὸν ἀποτέλεσμα τῆς ὑδραυλικῆς δυνάμεως.

Ἡ δύναμις 1 kg εἰς ἔμβολον



Σχ. 2·13 α.



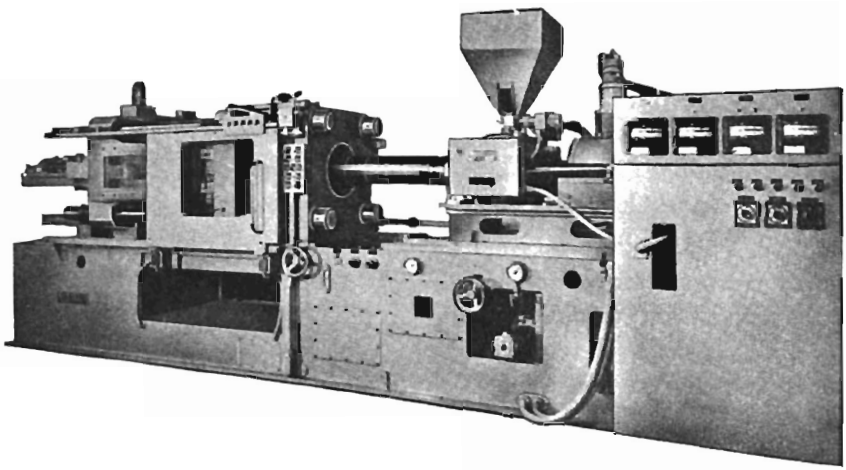
Σχ. 2·13 β.

1 cm² ἐξισορροπεῖ τὴν δύναμιν 40 kg εἰς ἔμβολον 40 cm². Τὸ σχῆμα 2 · 13 β ἐπεξηγεῖ τὴν ἐφαρμογὴν μιᾶς ὑδραυλικῆς δυνάμεως.

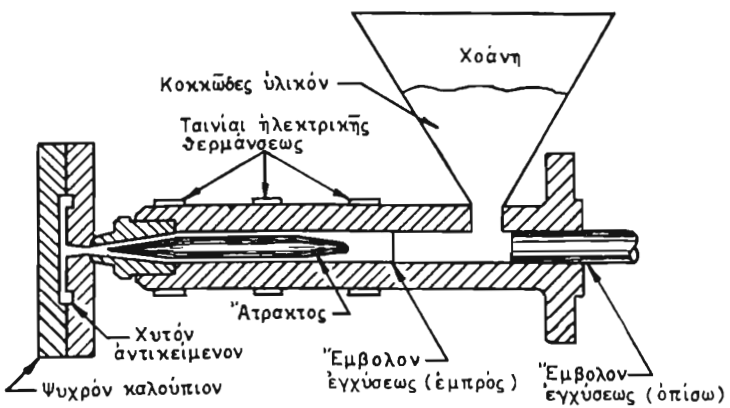
Τὸ σχῆμα 2 · 13 γ παριστᾶ ἕνα ὁριζόντιον μεγάλου μεγέθους ὑδραυλικὸν πιεστήριον διὰ τὴν δι' ἐγχύσεως μορφοποίησιν πλαστικῶν, ὡς π.χ. διὰ τὴν χύτευσιν θερμοπλαστικῶν ρητινῶν, μὲ μεγίστην ἱκανότητα παραγωγῆς ἀνὰ κύκλον 2 kg περίπου πλαστικοῦ ὑλικοῦ. Ἡ τροφοδοτικὴ χοάνη εὑρίσκεται εἰς τὸ δεξιὸν μέρος.

Εἰς τὸ σχῆμα 2 · 13 δ δι' ἁπλῆς σχεδιάσεως εἰκονίζεται ἡ λειτουργία τῆς δι' ἐγχύσεως μορφοποιήσεως.

Εἰς τὸ σχῆμα 2 · 13 ε εἰκονίζεται δι' ἁπλοῦ σχεδίου ἡ ἀρχὴ

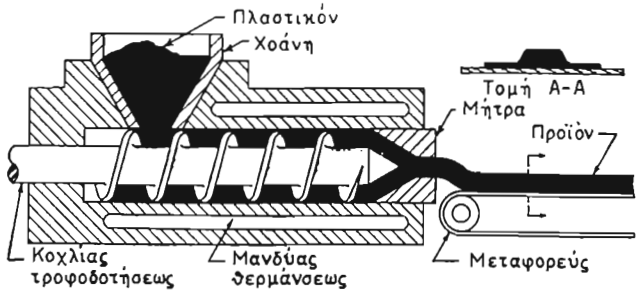


Σχ. 2·13 γ.
Πιεστήριον μορφοποιήσεως πλαστικῶν δι' ἐγχύσεως.



Σχ. 2·13 δ.
Μορφοποίησις δι' ἐγχύσεως.

λειτουργίας τῆς μηχανῆς ἐξωθήσεως, διὰ μορφοποίησιν ἐπιμήκων πλαστικῶν ἀντικειμένων.



Σχ. 2·13 ε.

Σχηματικὴ παράστασις τῆς λειτουργίας μηχανῆς ἐξωθήσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 3

ΧΗΜΙΚΑΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΙ

3 · 1 Βασικαὶ χημικαὶ κατεργασίαι.

Αἱ βασικαὶ φυσικαὶ διεργασίαι ὁσονδήποτε μεγάλον ρόλον καὶ ἂν παίζουν εἰς ἕνα χημικὸν ἐργοστάσιον, ἐν τούτοις δὲν ἀποτελοῦν τὸ σημαντικώτερον μέρος τῆς διεξαγομένης εἰς τὸ ἐργοστάσιον ἐργασίας. Τὸ σοβαρώτερον μέρος αὐτῆς ἀποτελεῖ ἡ διεξαγωγὴ τῆς κυρίας χημικῆς ἀντιδράσεως.

Ἐκ τῶν πολυαρίθμων χημικῶν διεργασιῶν ἀναφέρονται κατωτέρω αἱ ἔχουσαι μεγαλυτέραν σημασίαν διὰ τὴν βιομηχανίαν.

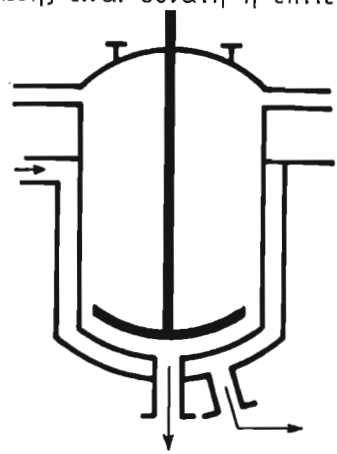
Αἱ *θερμικαὶ* μέθοδοι πολλάκις ὑπὸ σύγχρονον ἐναλλασσομένην ἐπίδρασιν ἀναγωγικῶν ἢ ὀξειδωτικῶν μέσων ἔχουν μεγάλην σημασίαν ἰδίως εἰς τὴν Ἀνόργανον Χημείαν. Παραδείγματα θερμικῶν μεθόδων διεργασίας εἶναι π.χ. αἱ διάφοροι μεταλλουργικαὶ μέθοδοι, ὡς ἡ καῦσις, ἡ ἀσβεστοποίησις κ.ἄ., εἰς δὲ τὴν Ὀργανικὴν Χημείαν κατὰ τὴν κατασκευὴν ἀερίων, καυσίμων ὑλῶν, κατὰ τὴν ἀπόσταξιν τῶν λιθανθράκων, εἰς τὰς μεθόδους πυρολύσεως κ.λπ. Ἡ μεγάλη ποσότης θερμότητος, ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται διὰ τὴν διεξαγωγὴν τῶν διεργασιῶν αὐτῶν, λαμβάνεται πολλάκις ἐκ τῆς ἰδίας τῆς ἀντιδράσεως ἢ εἰς ἄλλας περιπτώσεις προσάγεται ἔξωθεν διὰ τῆς χρησιμοποιήσεως στερεῶν, ὑγρῶν ἢ ἀερίων καυσίμων ἢ ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας καὶ εἰς ὡρισμένας περιπτώσεις μάλιστα καὶ ἠλεκτρικοῦ βολταϊκοῦ τόξου.

Αἱ ποικίλαι *καταλυτικαὶ* μέθοδοι διεργασίας ἔχουν ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἐξαπλωθῆ εἰς ὅλην τὴν περιοχὴν τῆς χημικῆς τεχνικῆς καὶ ἀποτελοῦν σήμερον τὰς πλέον σημαντικὰς καὶ ἐνδιαφερούσας ἀπὸ οἰκονομικῆς ἀπόψεως χημικὰς ἀντιδράσεις. Ἄλλαι σημαντικαὶ χημικαὶ βασικαὶ διεργασίαι εἶναι ἡ *ἠλεκτρόλυσις*, ἡ *διπλῆ ἀντικατάστασις*, ἡ *ἐξουδετέρωσις*, ἡ *ὑδρόλυσις* κ.λπ.

Εἰς τὴν Ὀργανικὴν Χημείαν μεγάλην σημασίαν ἔχει ἡ *εἰσαγωγή*, ἡ *μετάθεσις* καὶ ἡ *ἀντικατάστασις* τῶν ὑποκαταστατῶν, ὡς π.χ. κατὰ τὴν *ἀλκυλίωσιν*, τὴν *ἁλογόνωσιν*, τὴν *σουλφόνωσιν*, τὴν *νίτρωσιν*, τὴν *ἀναγωγήν*, τὴν *διαζώτωσιν* κ.λπ.

Εἰς τὴν βιομηχανίαν τῶν συνθετικῶν ὑλῶν καὶ τῶν συνθετικῶν ἰνῶν κυριαρχοῦν αἱ μέθοδοι τῆς *συμπυκνώσεως* καὶ τοῦ *πολυμερισμοῦ*. Αἱ μέθοδοι τῆς *ζυμώσεως* παλαιότερον περιωρίζοντο εἰς τὴν βιομηχανίαν τῶν τροφίμων καὶ τῶν ἀλκοολούχων ποτῶν. Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ὅμως αἱ μέθοδοι ζυμώσεως ἀπέκτησαν μεγάλην σημασίαν, διότι δι' αὐτῶν παράγονται τὰ ἀντιβιοτικὰ ἢ καὶ λευκωματοῦχοι οὐσίαι προοριζόμεναι νὰ καλύψουν τὰς αὐξανομένας εἰς κρέας ἀνάγκας.

Εἰς τὸ πλῆθος ὅμως τῶν βασικῶν χημικῶν μεθόδων δὲν ἀντιστοιχεῖ ἀπαραιτήτως ἕνας ἐξ ἴσου μεγάλος ἀριθμὸς τύπων συσκευῶν. Πράγματι διὰ τοῦ αὐτοῦ τύπου συσκευῆς εἶναι δυνατὴ ἡ ἐπιτέλεσις διαφόρων χημικῶν διεργασιῶν. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι ἡ κατασκευὴ μιᾶς συσκευῆς ἀντιδράσεως ἐξαρτᾶται κυρίως ἐκ τῶν συνθηκῶν (τῆς πιέσεως καὶ τῆς θερμοκρασίας), αἱ ὁποῖαι θὰ ἐπικρατήσουν ἐντὸς αὐτῆς, ἐνῶ ἡ χημικὴ ἀντίδρασις καὶ τὰ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως καθορίζουν μόνον τὸ ὑλικόν, ἐκ τοῦ ὁποίου πρέπει νὰ κατασκευασθῇ ἡ συσκευή.



Σχ. 3·1.
Συσκευὴ ἀναδεύσεως.

Τοιουτοτρόπως αἱ συνήθεις συσκευαὶ ἀναδεύσεως (σχ. 3·1 καὶ σχ. 2·6γ) δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ τὴν διεξαγωγὴν τῶν πλέον διαφορετικῶν χημικῶν βασικῶν κατεργασιῶν, ὡς π.χ. ἐξουδετερώσεως, ἀλκυλιώσεως, σουλφονώσεως, διαζωτώσεως καὶ δύνανται ἐξωτερικῶς νὰ εἶναι τελείως ὅμοιαι. Ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ λέβητος καὶ τοῦ καλύμματος ὅμως, ἡ ὁποία ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὰς χημικὰς οὐσίας, ἀποτελεῖται ἀπὸ περιπτώσεως εἰς περίπτωσιν ἐκ διαφορετικοῦ ὑλικοῦ μὴ προσβαλλομένου ὑπὸ αὐτῶν τῶν χημικῶν οὐσιῶν.

Ἀντιστρόφως ὅμως συχνὰ διὰ μίαν καὶ τὴν αὐτὴν ἀντίδρασιν ὑπάρχουν πολλαὶ συσκευαὶ τῶν πλέον διαφορετικῶν τύπων κατασκευῆς. Οὕτω π.χ. ὑπάρχει σειρὰ μεθόδων διὰ τὴν σύνθεσιν τῆς ἀμμωνίας, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μέθοδος τῶν Mont - Geny ἐκτελεῖται εἰς 430° C ὑπὸ πίεσιν 100 Atm, ἡ μέθοδος τῶν Haber - Bosch εἰς 500° C

καὶ 200 Atm, ἡ μέθοδος Casalle εἰς 500° C καὶ 800 Atm, ἡ μέθοδος Claude εἰς 500° C καὶ 1000 Atm. Βλέπομεν δηλαδὴ ὅτι διὰ τὴν ἰδίαν ἀντίδρασιν θὰ πρέπει νὰ ὑπάρχουν διαφορετικοῦ τύπου συσκευαὶ ἀντιδράσεως. Ἂν καὶ γίνεται ἡ ἰδία χημικὴ ἀντίδρασις καὶ ἐφαρμόζεται ἡ ἰδία χημικὴ βασικὴ διεργασία, ἐν τούτοις ἡ κατασκευὴ τοῦ κλιβάνου ἐπαφῆς π.χ. ἢ τῆς συσκευῆς ἀντιδράσεως, ἐντὸς τῆς ὁποίας γίνεται ἡ ἀντίδρασις, δύναται νὰ εἶναι τελείως διαφορετική. Διὰ λόγους ἁπλουστεύσεως οἱ διάφοροι τύποι συσκευῶν θὰ περιγραφοῦν κατωτέρω ἀναλόγως τοῦ εἴδους τῆς ἐνεργείας, ἡ ὁποία ἀπελευθεροῦται κατὰ τὴν ἀντίδρασιν ἢ προσφέρεται διὰ τὴν διεξαγωγὴν τῆς ἀντιδράσεως.

3 · 2 Θερμικαὶ μέθοδοι ἀντιδράσεως.

Εἰς πολλὰς θερμικὰς διεργασίας σχηματίζεται κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἀντιδράσεως ἐπαρκὴς θερμότης ἀντιδράσεως οὕτως, ὥστε ἡ ἀντίδρασις νὰ δύναται νὰ γίνῃ ἄνευ ἐξωτερικῆς προσαγωγῆς θερμότητος. Ἀντιθέτως πολλὰς φορὰς πρέπει νὰ ἀπάγεται ἡ θερμότης ἀντιδράσεως.

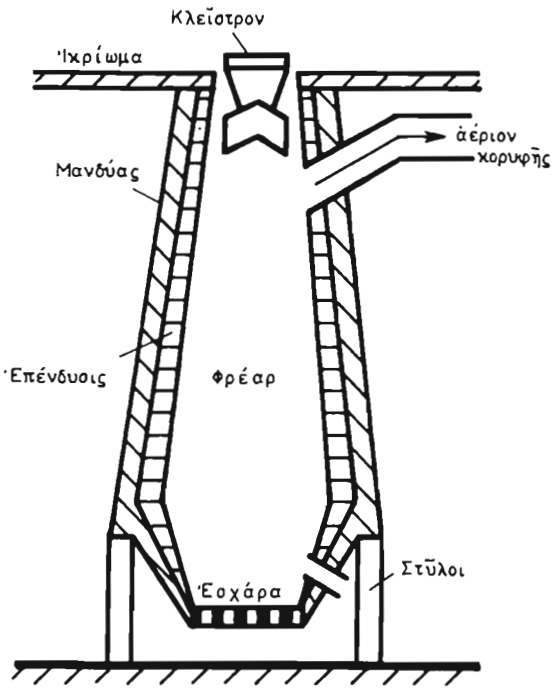
Τοῦτο συμβαίνει π.χ. κατὰ τὴν παρασκευὴν ἀσβεστοκυαναμίδης ἐξ ἀνθρακασβεστίου κατὰ τὴν παρασκευὴν συνθετικῆς ἀμμωνίας ἢ κατὰ τὴν καταλυτικὴν παρασκευὴν θειικοῦ ὀξέος.

Ἄλλαι ἀντιδράσεις ἀντιθέτως ἀπαιτοῦν, ὅπως εἴπομεν, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς διεξαγωγῆς των προσαγωγὴν θερμότητος, ὅπως κατὰ τὴν ὄπτησιν τοῦ ἀσβεστολίθου, κατὰ τὴν παρασκευὴν ἀνθρακασβεστίου καὶ ἄλλας μεθόδους ἀντιδράσεως, αἱ ὁποῖαι ἐκτελοῦνται εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας καὶ ὀνομάζονται *θερμικαὶ μέθοδοι*.

Αἱ συσκευαί, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἐκτελοῦνται αἱ ἀντιδράσεις αὐταί, ὀνομάζονται *κλίβανοι, θερμαντῆρες* ἢ *ἀντιδραστῆρες*. Εἰδικώτερον ὑπὸ τοὺς ὅρους αὐτοὺς ἐννοοῦνται συσκευαί, ἐντὸς τῶν ὁποίων διεξάγονται χημικαὶ ἀντιδράσεις εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας (εἰς τὰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας ὀφείλεται τὸ ὄνομα *κλίβανος*). Ὅπως γνωρίζομεν ἐκ τῆς Χημείας, αἱ ἀντιδράσεις, αἱ ὁποῖαι ἀπελευθερώνουν θερμότητα, ὀνομάζονται *ἐξώθερμοι*, ἐνῶ ἐκεῖναι, αἱ ὁποῖαι καταναλίσκουν θερμότητα, ὀνομάζονται *ἐνδόθερμοι* ἀντιδράσεις.

1) Φρεατοειδεῖς κάμινοι.

Αἱ φρεατοειδεῖς κάμινοι (σχ. 3 · 2 α) εἶναι ὑψηλοὶ πύργοι ἀντιδράσεως, ἐσωτερικῶς ἐπενδεδυμένοι μὲ πυρίμαχον ὑλικόν, οἱ ὁποῖοι θερμαίνονται ἀπ' εὐθείας, δηλαδὴ ἡ διὰ διεξαγωγὴν τῆς ἀντιδράσεως ἀπαιτουμένη θερμότης ἀποκτᾶται δι' ἀναμίξεως τοῦ καυσίμου μετὰ τοῦ ὑλικοῦ ἀντιδράσεως (παράδειγμα: ἡ *ἀσβεστοκάμινος*).



Σχ. 3·2 α.
Φρεατοειδὴς κάμινος.

Αἱ φρεατοειδεῖς κάμινοι γεμίζονται ἐκ τῶν ἄνω. Εἰς τὸ ἄνω μέρος τῆς καμίνου (*κορυφὴ*) εὑρίσκεται ἕνα κωνικὸν πῶμα (*κλεῖστρον*), ἰδίως ὅταν πρέπει νὰ συλλέγωνται ἐντὸς τοῦ κλιβάνου τὰ δημιουργούμενα ἀέρια. Εἰς τὸ κάτω μέρος τῆς καμίνου ἔχουν τοποθετηθῆ διατάξεις πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῶν στερεῶν ἢ ὑγρῶν προϊόντων.

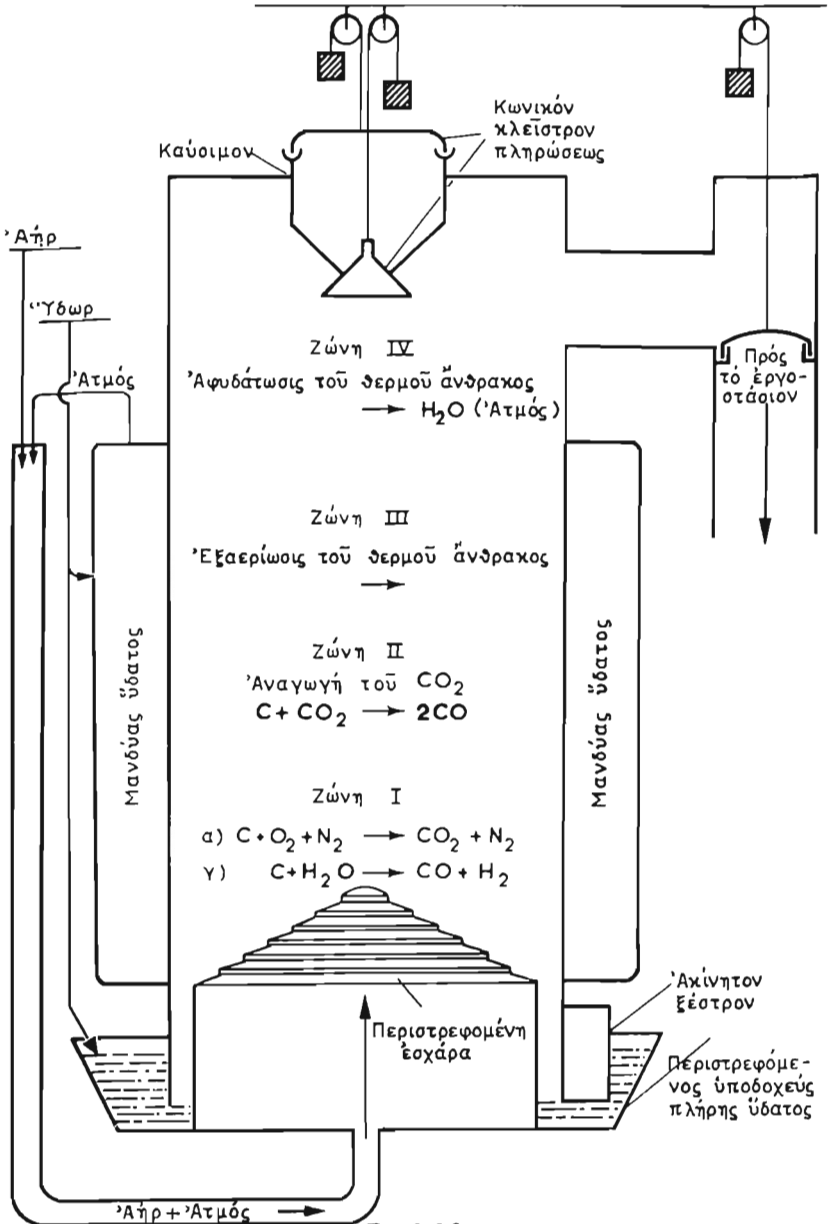
Ἡ *ὑψικάμινος* εἶναι ἐπίσης μία φρεατοειδὴς κάμινος. Εἰς αὐτὴν

τὰ κατὰ τὴν καῦσιν σχηματιζόμενα ἀέρια χρησιμεύουν ὡς ἀντιδρῶντα ὑλικά.

Ἐπίσης μεταξὺ τῶν φρεατοειδῶν καμίνων δύναται νὰ καταταγῇ καὶ τὸ ἀεριογόνον, τὸ ὁποῖον εἶναι ἕνας κλίβανος ἀντιδράσεως ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐξαεριώνονται στερεὰ καύσιμα πρὸς λῆψιν φωταερίου ἢ ἀερίου συνθέσεως καυσίμων ἀερίων. Τὰ ἐντὸς αὐτοῦ παραγόμενα ἀέρια χρησιμεύουν ὡς καύσιμα ἀέρια διὰ κλιβάνους, ὡς ἀέρια κινήσεως διὰ κινητῆρας ἢ εἶναι πρῶται ὕλαι διὰ χημικὰ προϊόντα παραγόμενα εἰς μεγάλην ποσότητα. Τὸ ἀεριογόνον δύναται ἐπομένως νὰ παρέχῃ εἴτε ἐνέργειαν εἴτε πρώτας ὕλας. Ἕνας ἰδιαιτέρως συχνὰ συναντώμενος ἀεριογόνος κλίβανος εἶναι τὸ *ἀεριογόνον περιστρεφομένης ἐσχάρας* (σχ. 3 · 2 β), τὸ ὁποῖον περιγράφεται κατωτέρω:

2) Τὸ ἀεριογόνον περιστρεφομένης ἐσχάρας.

Ὁ διὰ τὴν καῦσιν ἀπαιτούμενος ἀὴρ εἰσέρχεται ἐκ τῶν κάτω διὰ τῆς περιστροφικῆς ἐσχάρας. Πλησίον τῆς ἐσχάρας (ζώνη I) καίεται ὁ ἄνθραξ καὶ καταναλίσκει πλήρως τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος μὲ σχηματισμὸν διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος (ἐξίσωσις α). Τὸ καύσιμον ἐντὸς τῆς ζώνης II θερμαίνεται διὰ τῆς οὕτω σχηματιζομένης θερμότητος, διαπυρώνεται καὶ ἀνάγει τὸ μὴ καύσιμον διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος (ἐξίσωσις β). Ἐντὸς τῆς ζώνης III συνεπεία τῆς θερμότητος γίνεται *ἐξαερίωσις* θερμοῦ ἄνθρακος πρὸς ἀέριον ὑδρογονάνθρακα καὶ εἰς τὴν ζώνην IV ἀφυδάτωσις τοῦ ἄνθρακος. Ἂν ἐκτὸς τοῦ ἀέρος διοχετευθῇ καὶ ὑδρατμός, τότε τὸ ὕδωρ διασπᾶται εἰς τὴν ζώνην I (ἐξίσωσις γ) καὶ τοιουτοτρόπως λαμβάνεται καύσιμον ὑδρογόνον. Διὰ νὰ μὴ εἰσέρχεται κατὰ τὴν τροφοδότησιν ἀὴρ ἄλλος ἐκτὸς τοῦ τροφοδοτικοῦ, ἡ πλήρωσις τοῦ κλιβάνου γίνεται μέσω κωνικῶν πωμάτων. Ἡ σχηματιζομένη τέφρα προωθεῖται διὰ τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς ἐσχάρας εἰς τὸν ἐπίσης περιστροφικὸν ὑποδοχέα τέφρας, ἐκεῖ σβέννυται μὲ ὕδωρ καὶ ἀπομακρύνεται μὲ ξέστρα. Τὸ ὕδωρ ἐντὸς τοῦ ὑποδοχέως συντελεῖ συγχρόνως διὰ τὴν στεγάνωσιν τοῦ κλιβάνου πρὸς τὰ κάτω καὶ παρεμποδίζει καὶ ἀπὸ τοῦ σημείου αὐτοῦ τὴν ἀνεπιθύμητον εἰσροὴν ἀέρος. Τὸ εἰς τὸ ἄνω σημεῖον ἀπαγόμενον ἀέριον εἶναι τὸ ἀέριον τοῦ ἀεριογόνου. Τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, ὑδρογόνου, ἀζώτου, ὑδρογονανθράκων, διοξειδίου τοῦ



Σχ. 3.2β.

Ἀεριογόνον περιστροφικῆς ἑσχάρας.

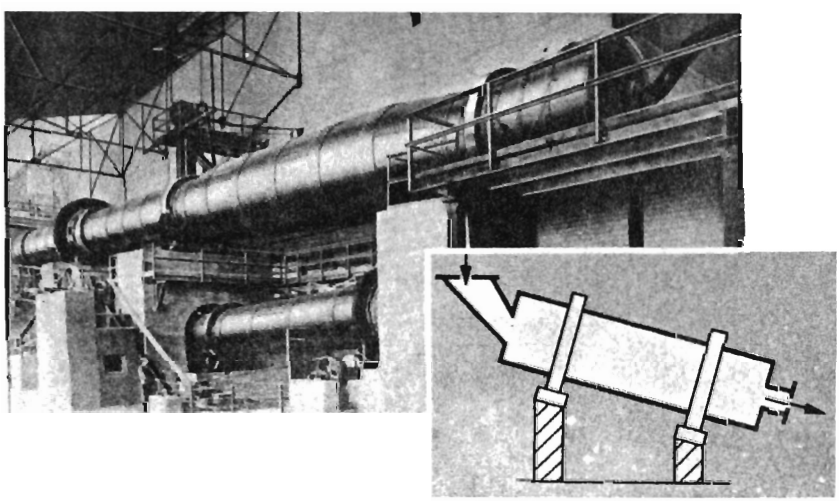
ἄνθρακος καὶ ὑδρατμῶν, ἐκ τῶν ὁποίων καύσιμα εἶναι μόνον τὸ μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, τὸ ὑδρογόνον καὶ οἱ ὑδρογονάνθρακες.

Ὁ κλίβανος πρέπει νὰ εἶναι πάντοτε καλῶς πληρωμένος διὰ νὰ σχηματίζεται κατὰ τὸ δυνατὸν μόνον CO. Ἐν τῇ πράξει ὅμως ὅλα τὰ ἀέρια ἀεριογόνου περιέχουν καὶ ὀλίγην ποσότητα διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος.

Ἐντὸς τοῦ ἀεριογόνου δύναται νὰ παραχθῇ καθαρὸν μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, ἂν διοχετευθῇ ἀντὶ ἀέρος ὀξυγόνον. Ἐπειδὴ εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἡ καῦσις εἶναι πολὺ ζωηρά, τὸ ἀεριογόνον πρέπει νὰ ψύχεται ἔξωθεν ἰσχυρῶς διὰ καταιονισμοῦ ὕδατος. Τὸ ἀέριον μονοξείδιον ἐκπλύνεται ἀκολούθως καλῶς μὲ ἀσβέστιον γάλα πρὸς ἀπομάκρυνσιν τοῦ H_2S καὶ τοῦ CO_2.

3) Περιστροφικοὶ κλίβανοι.

Οἱ περιστροφικοὶ κλίβανοι (σχ. 3 · 2 γ) ἔχουν μεγάλην σημασίαν ἰδίως εἰς τὴν ἀνόργανον χημικὴν βιομηχανίαν.



Σχ. 3·2 γ.
Περιστροφικὸς κλίβανος.

Οἱ κλίβανοι αὐτοὶ εἶναι μεγάλοι χαλύβδινοι σωλῆνες, τῶν ὁποίων τὸ μῆκος φθάνει ἐνίοτε μέχρι 160 m, ἡ δὲ διάμετρος μέχρι 4 m, παρου-

σιάζουν μικρὰν κλίσιν καὶ ἑδράζονται ἐπὶ τροχαλιῶν. Διὰ κιβωτίου μεταδόσεως ταχύτητος οἱ κλίβανοι αὐτοὶ τίθενται εἰς βραδεῖαν περιστροφὴν ὑπὸ ἑνὸς ἠλεκτροκινητῆρος (1-2 περιστροφαὶ ἀνὰ λεπτὸν) καὶ ἐργάζονται συνεχῶς.

Ὅταν κατὰ τὴν ἀντίδρασιν σχηματίζεται θερμότης, ὅπως π.χ. εἰς τοὺς περιστροφικοὺς κλιβάνους φρύξεως, τότε αὐτοὶ θερμαίνονται ἔξωθεν μόνον κατὰ τὴν στιγμὴν ποὺ τίθενται εἰς λειτουργίαν.

Ἀντιθέτως, ἂν ἡ ἀντίδρασις ἀπαιτῇ συνεχῶς προσαγωγὴν θερμότητος, ἐμφυσῶνται δι' ἑνὸς ἀνεμιστῆρος τὰ θερμὰ καυσαέρια ἑνὸς καυστῆρος ἀερίου, πετρελαίου ἢ κόνεως ἄνθρακος ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω εἰς τὸ ὑλικὸν ἀντιδράσεως ἐντὸς τοῦ τυμπάνου, ὡς εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ κλιβάνου παραγωγῆς τοῦ κλίνκερ εἰς τὴν βιομηχανίαν τοῦ τσιμέντου.

4) Κλίβανοι μορφῆς σήραγγος.

Οἱ κλίβανοι μορφῆς σήραγγος εἶναι ἐπιμήκεις σήραγγες μήκους μέχρι 50 m ἢ καὶ περισσοτέρων. Ἀναλόγως τοῦ προϊόντος, τῆς μεθόδου καὶ τῆς διαρκείας τῆς ἀντιδράσεως, τὸ πρὸς ἀντίδρασιν ὑλικὸν ὁδηγεῖται συσκευασμένον εἴτε ἐντὸς κυλιομένων ἐπὶ σιδηροτροχιῶν βαγονίων μέσω τοῦ κλιβάνου (σχ. 3 · 2 δ) εἴτε ἐντὸς κυλιομένων ἐπὶ τεταμένων συρματοσχοίνων βαγονίων.



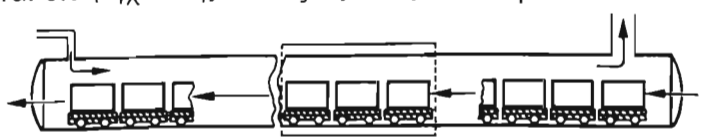
Σχ. 3·2 δ.
Κλίβανος μορφῆς σήραγγος.

Ὁ χρησιμοποιούμενος ἀκόμη καὶ σήμερον εἰς τὰ κεραμοποιεῖα δακτυλιοειδὴς κλίβανος εἶναι κλίβανος μορφῆς σήραγγος μὲ τὴν διαφορὰν ὅτι ἐντὸς αὐτοῦ δὲν μετακινεῖται τὸ προϊὸν ἀλλὰ τὰ καυσαέρια.

Ὁ δακτυλιοειδὴς κλίβανος περιέχει πλῆθος θαλάμων διατεταγμένων ἀλληλοδιαδόχως, ἕκαστος τῶν ὁποίων δύναται νὰ συνδεθῇ μὲ κεντρικὴν καπνοδόχον μέσω αὔλακος καπναερίων δι' ἀνοίγματος μιᾶς βαλβῖδος. Οἱ θάλαμοι γεμίζονται μὲ τὸ πρὸς ὄπτησιν ὑλικόν, π.χ. κέραμον, ἀσβεστόλιθον, ἐν μίγματι μὲ κὼκ ἢ ἄνθρακα. Ἐξ ὅλων τῶν θαλάμων μόνον ἕνας εὑρίσκεται ἑκάστοτε εἰς πλήρη λειτουργίαν

καὶ συγκεκριμένως: ὁ συνδεδεμένος μὲ τὴν καπνοδόχον. Ἐντὸς αὐτοῦ γίνεται ὄπτησις. Ὅταν ἡ ὄπτησις περατωθῆ, συνδέεται ὁ ἑπόμενος θάλαμος μὲ τὴν καπνοδόχον, ὁπότε τὰ θερμὰ καυσαέρια εἰσέρχονται ἐντὸς τοῦ θαλάμου αὐτοῦ, ἀνάπτουν τὸ κῶκ καὶ τοιουτοτρόπως ἀρχίζει ἡ διαδικασία τῆς ὀπτήσεως ἐντὸς τοῦ θαλάμου αὐτοῦ. Τοῦτο συνεχίζεται ἀλληλοδιαδόχως. Τὸ ἕτοιμον ὑλικὸν ἐντὸς τῶν πρώτων θαλάμων ψύχεται διὰ τῆς διόδου τοῦ καυσιγόνου ἀέρος, ὁ ὁποῖος προορίζεται διὰ τοὺς θαλάμους ὀπτήσεως καὶ οὕτω προθερμαίνεται.

Ὁ κλίβανος μορφῆς σήραγγος καὶ ὁ δακτυλιοειδὴς κλίβανος χρησιμοποιοῦνται καὶ εἰς τὴν βιομηχανίαν τῶν πυριμάχων πλίνθων (ἀντοχὴ εἰς θερμοκρασίας 1500^0 C καὶ μεγαλυτέρας). Ἐνταῦθα ὅμως ἡ θέρμανσις δὲν γίνεται δι' ἄνθρακος ἀλλὰ δι' ἀερίου. Τὸ ὑλικὸν εἶναι συσσωρευμένον ἐπὶ βαγονίων ἐκ πυριμάχου ὑλικοῦ, τὰ ὁποῖα μεταφέρονται διὰ μηχανικῆς διατάξεως ἐντὸς τοῦ κλιβάνου.



Σχ. 3·2 ε.
Κλίβανος μορφῆς σήραγγος.

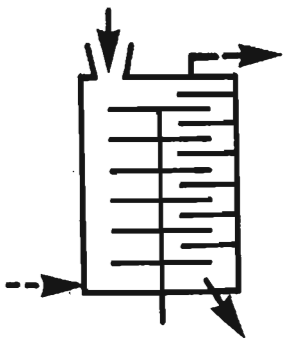
Ἀπὸ τὴν πλευρὰν ἐξόδου τοῦ κλιβάνου εἰσρέει ὁ ἀήρ, ὁ ὁποῖος ἀπαιτεῖται διὰ τὴν καῦσιν τοῦ ἀερίου τοῦ ἀεριογόνου, ψύχει τὸ ὑλικὸν ἐπὶ τοῦ βαγονίου, τὸ ὁποῖον προχωρεῖ πρὸς τὴν ἔξοδον βραδέως καὶ προθερμαίνεται συνεχῶς ἕως τὴν ζώνην καύσεως οὕτως, ὥστε ἐκεῖ νὰ ἐπιτυγχάνωνται ὑψηλαὶ θερμοκρασίαι. Τὰ ἐκ τῆς ζώνης καύσεως ἐρχόμενα θερμὰ καυσαέρια ρέουν ἀκολούθως μέσω τοῦ προσφάτως πληρωθέντος διὰ πλίνθων βαγονίου καὶ ἀποδίδουν εἰς αὐτὰς τὴν θερμότητά των. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἀξιοποιεῖται ὅσον τὸ δυνατὸν περισσότερον ἡ ἐκ τῆς καύσεως τοῦ ἀερίου τοῦ ἀεριογόνου ἀποδιδομένη θερμότης (σχ. 3 · 2 ε).

5) Κλίβανοι κατ' ὀρόφους.

Εἰς τοὺς κλιβάνους κατ' ὀρόφους (σχ. 3 · 2 στ) τὸ ὑλικὸν ποὺ ἀντιδρᾶ εὑρίσκεται εἰς λεπτὰς στιβάδας ἐπὶ πολλῶν ὀρόφων, ὅπου κινεῖται δι' ἀναδευτήρων καὶ προωθεῖται ἐκ τοῦ ἀνωτέρου πρὸς τὸν κατώτερον ὄροφον.

Τὸ ἀπαιτούμενον ἀέριον ἀντιδράσεως (ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἀήρ) εἰσρέει ἐκ τῶν κάτω καὶ διέρχεται μέσω τοῦ λεπτοαλεσθέντος ὑλικοῦ. Οἱ κλίβανοι κατ' ὀρόφους παλαιότερον ἐχρησιμοποιοῦντο διὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ θειικοῦ ὀξέος.

Σήμερον ἔχουν ἐκτοπισθῆ ὑπὸ τῶν περιστροφικῶν κλιβάνων φρύξεως,οἱ ὁποῖοι ἔχουν πολὺ μεγαλυτέραν παραγωγικὴν ἱκανότητα καὶ χρησιμεύουν ἐπίσης καὶ ὡς κλίβανοι ξηράνσεως.



Σχ. 3·2 στ.
Κλίβανος κατ' ὀρόφους.

6) Θέρμανσις τοῦ κλιβάνου.

Εἰς τὰς μεθόδους ποὺ περιεγράψαμεν ἀνωτέρω, ἡ ἀπαιτουμένη διὰ τὴν ἀντίδρασιν θερμότης παράγεται ἐκ τῆς θερμότητος ἀντιδράσεως. Ὑπάρχει ὅμως πλῆθος μεθόδων, κατὰ τὰς ὁποίας τὸ πρὸς ἀντίδρασιν ὑλικὸν πρέπει νὰ θερμανθῆ δι' ἔξωθεν προσφερομένης θερμότητος.

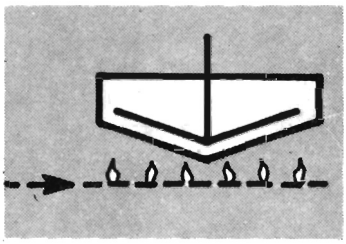
Ἡ μορφὴ τῶν κλιβάνων αὐτῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ὕψους τῶν ἀπαιτουμένων θερμοκρασιῶν, ἐκ τοῦ ἀντιδρῶντος ὑλικοῦ, ἐκ τῆς ἀπαιτουμένης κινήσεως τοῦ ὑλικοῦ καὶ ἐκ τοῦ εἴδους τῆς θερμάνσεως.

Ἡ θέρμανσις δύναται νὰ γίνη διὰ τῶν καυσαερίων στερεῶν, ὑγρῶν ἢ ἀερίων καυσίμων καὶ εἰς μικροτέραν κλίμακα δι' ὑπερθέρμου ἀτμοῦ ἢ δι' ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας. Ἡ θέρμανσις εἶναι ἄμεσος, ὅταν τὰ διάπυρα ἀέρια ἔρχωνται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ ἀντιδρῶν ὑλικόν, ὅπως π.χ. εἰς τὸν περιστροφικὸν κλίβανον (σχ. 3·2γ) καὶ εἰς τὸν κλίβανον μορφῆς σήραγγος (σχ. 3·2δ). Ἐμμέσως θερμαίνονται οἱ κλίβανοι μορφῆς κωνικοῦ δοχείου μὲ τάρακτρον (σχ. 2·9ια), οἱ κλίβανοι τήξεως (σχ. 3·2ζ), οἱ κλίβανοι πήξεως (σχ. 3·2η), αἱ μυφλοκάμινοι, οἱ κλίβανοι σχήματος κάψης κ.ἄ.

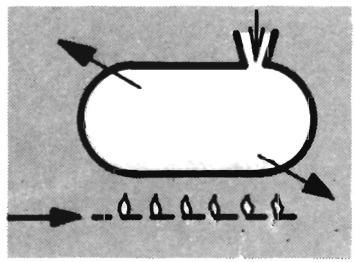
7) Ἠλεκτρικοὶ κλίβανοι.

Εἰς πολλὰς περιπτώσεις χρησιμοποιεῖται ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια διὰ τὴν θέρμανσιν τῶν κλιβάνων ἀντιδράσεως. Οἱ ἠλεκτρικοὶ κλίβανοι, δηλαδὴ κλίβανοι θερμαινόμενοι δι' ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, χρησιμοποιοῦνται εἰς χώρας μὲ εὐθηνὴν ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν, εἰς περιπτώσεις

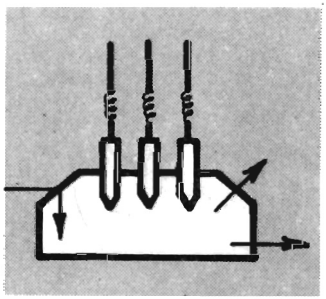
κατὰ τὰς ὁποίας ἀπαιτοῦνται πολὺ ὑψηλαὶ θερμοκρασίαι. Εἰς τοὺς ἠλεκτρικοὺς κλιβάνους (σχ. 3 · 2 θ) δύναται νὰ ἐπιτευχθῆ θερμοκρασία μέχρι 3000^0 C.



Σχ. 3·2 ζ.
Λέβης τήξεως λειτουργῶν δι' ἀερίου.



Σχ. 3·2 η.
Κλίβανος ἀποστάξεως.



Σχ. 3·2 θ.
Ἠλεκτρικὸς κλίβανος χαλυβουργίας.



Σχ. 3·2 ι.
Κλίβανος βολταϊκοῦ τόξου.

Οἱ κλίβανοι αὐτοὶ ἀναλόγως τοῦ τρόπου τῆς μεταδόσεως τῆς θερμότητος διακρίνονται εἰς κλιβάνους: α) βολταϊκοῦ τόξου καὶ ἠλεκτροδίων, β) ἀντιστάσεως καὶ γ) ἐπαγωγῆς.

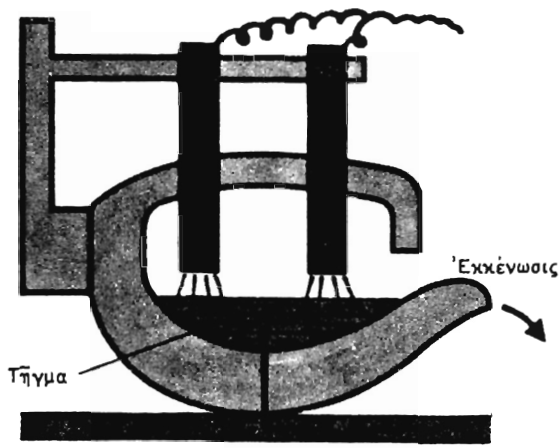
Εἰς τοὺς κλιβάνους *βολταϊκοῦ τόξου* (σχ. 3 · 2 θ, 3 · 2 ι, 3 · 2 ια) παράγεται μεταξὺ δύο ἠλεκτροδίων βολταϊκὸν τόξον, τὸ ὁποῖον ἀποδίδει μεγάλην ποσότητα θερμότητος δι' ἀκτινοβολίας εἰς τὸ περιβάλλον.

Καλυτέρα θερμικὴ ἀπόδοσις ἐπιτυγχάνεται εἰς τὰ ἀπ' εὐθείας βολταϊκὰ τόξα, ὅπως τὰ χρησιμοποιούμενα κατὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ χάλυβος. Ἐντὸς τοῦ κλιβάνου εἰσχωροῦν δύο ἢ τρία ἠλεκτρόδια καὶ ὁ χάλυψ χρησιμεύει ὡς ἀντιηλεκτρόδιον (σχ. 3 · 2 ια).

Μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τῶν ἄλλων ἠλεκτροδίων σχηματίζεται τὸ βολταϊκὸν τόξον. Ἡ θέρμανσις διὰ βολταϊκοῦ τόξου ἐφαρμόζεται

ἐπίσης καὶ εἰς τὴν πετροχημείαν συνεχῶς περισσότερον (παραγωγὴ αἰθάλης) καὶ εἰς τὴν παραγωγὴν ἀκετυλενίου.

Οἱ κλίβανοι βολταϊκοῦ τόξου πρὸς τὸ παρὸν ἐργάζονται μὲ τάσιν μεταξὺ 50 καὶ 300 V καὶ κατασκευάζονται διὰ παραγωγὴν ἀπὸ 0,5 ἕως 100 τόννων προϊόντος.



Σχ. 3·2 ια.
Ἠλεκτρικὸς κλίβανος ἀπ' εὐθείας θερμάνσεως.

Εἰς τοὺς κλιβάνους *ἠλεκτρικῆς ἀντιστάσεως* ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια μετατρέπεται δι' ἀντιστάσεων εἰς θερμότητα. Εἰς μικροτέρους κλιβάνους χρησιμοποιοῦνται σύρματα ἀντιστάσεως (κράματα χρωμίου - νικελίου, μολυβδαινίου - βολφραμίου), τὰ ὁποῖα εἴτε εἶναι τυλιγμένα πέριξ τῶν δυσθερμαγωγῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου (π.χ. κεραμικοὶ σωλῆνες), εἴτε εἶναι τοποθετημένα ἐντὸς τῶν τοιχωμάτων. Εἰς μεγαλυτέρους κλιβάνους ἀντιστάσεως χρησιμοποιοῦνται ράβδοι ἄνθρακος ἢ πυριτίου ἢ τὸ τοίχωμα τοῦ κλιβάνου ἔχει ἐπικαλυφθῆ εἰς τὸ ἐσωτερικὸν μὲ ὑλικόν, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει ἀντίστασιν εἰς τὴν δίοδον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. (Οἱ κλίβανοι αὐτοὶ χρησιμοποιοῦνται ὡς ἐργαστηριακοὶ κλίβανοι, διὰ τὴν παρασκευὴν χαλαζιακῆς ὑάλου, ὡς κλίβανοι ἐφυαλώσεως κ.ἄ.).

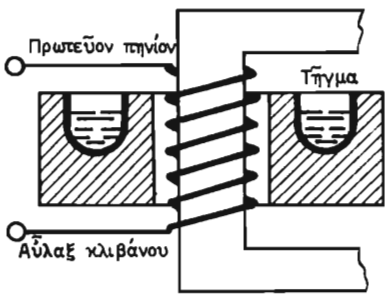
Εἰς τοὺς προαναφερθέντας κλιβάνους ἀντιστάσεως ἡ ἀντίστασις, δηλαδὴ ἡ πηγὴ θερμότητος, εἶναι κεχωρισμένη ἀπὸ τὸ πρὸς θέρμανσιν προϊόν. Ὑπάρχει ἐπίσης μέγας ἀριθμὸς μεθόδων, εἰς τὰς ὁποίας

τὴν ἐνέργειαν διὰ τὴν παραγωγὴν τῆς θερμότητος τὴν παρέχει τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἀλλὰ τὸ πρὸς ἀντίδρασιν ὑλικὸν τετηγμένον χρησιμεύει ὡς ἀντίστασις. Π.χ. ὁ κλίβανος ἀνθρακασβεστίου καὶ ὁ κλίβανος παραγωγῆς φωσφόρου λειτουργοῦν ὡς κλίβανοι ἀντιστάσεως.

Ἐπίσης εἰς τὰς ἠλεκτρολύσεις ἐν τήγματι (ἠλεκτρολύσεις τήγματος) χρησιμοποιεῖται ἡ ἀντίστασις τοῦ τήγματος κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ρεύματος πρὸς παραγωγὴν θερμότητος (βιομηχανία ἀλουμινίου).

8) Κλίβανοι ἐπαγωγῆς.

Οἱ κλίβανοι ἐπαγωγῆς (σχ. 3 · 2 ιβ) χρησιμεύουν κυρίως διὰ τὴν τῆξιν τῶν μετάλλων. Ἡ λειτουργία των στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ὅτι πηνίον διαρρεόμενον ὑπὸ ἐναλλασσομένου ρεύματος παράγει συνεχῶς ἐναλλασσόμενον μαγνητικὸν πεδίον. Τὸ πεδίον αὐτὸ προκαλεῖ τὴν τῆξιν οὐσιῶν ἐντὸς αὐλακος, ἡ ὁποία περιβάλλει τὸ πηνίον, διότι διὰ τῆς *ἐπαγωγῆς* προκαλεῖται ἐντὸς τῆς αὐλακος βραχυκύκλωμα, τὸ ὁποῖον δίδει ταχέως ὑψηλὰς θερμοκρασίας.



Σχ. 3·2 ιβ.
Κλίβανος ἐπαγωγῆς.

Ἐπίσης καὶ μὴ ἀγώγιμοι ὕλαι τήκονται, ἂν τεθῆ ἐντὸς τῆς αὐλακος κλειστὸς σιδηροῦς δακτύλιος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου προκαλεῖται ἡ δρᾶσις τοῦ ρεύματος ἐπαγωγῆς.

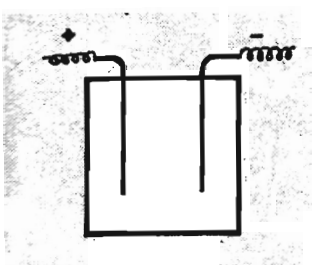
3 · 3 Μέθοδοι ἀντιδράσεως δι' ἠλεκτρολύσεως.

Ἡ ἠλεκτρόλυσις εἶναι μετατροπὴ τῆς ὕλης, προκαλουμένη ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ συνεχοῦς ρεύματος. Αἱ πρὸς τοῦτο ἀπαιτούμεναι συσκευαὶ ὀνομάζονται συσκευαὶ ἠλεκτρολύσεως. Ἡ μετατροπὴ γίνεται ἐπὶ τῶν ἠλεκτροδίων, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ θετικὸν χαρακτηρίζεται ὡς ἄνοδος καὶ τὸ ἀρνητικὸν ὡς κάθοδος. Μεταξὺ τῶν δύο πρέπει νὰ εὑρίσκεται ἕνας ἠλεκτρολύτης διὰ τὴν μεταφορὰν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἂν αὐτὸς εἶναι διάλυμα, τὸ φαινόμενον χαρακτηρίζεται ὡς ἠλεκτρόλυσις διαλύματος. Ἂν ὅμως εἶναι τῆγμα, χαρακτηρίζεται ὡς ἠλεκτρόλυσις τήγματος.

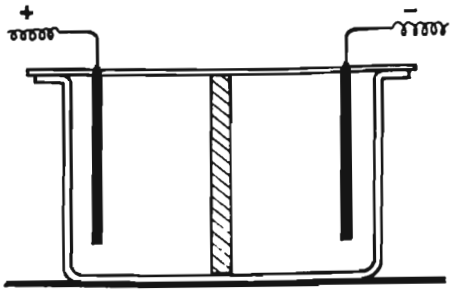
Τομεῖς ἐφαρμογῆς τῆς ἠλεκτρολύσεως εἶναι ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ ὕδατος καὶ διαφόρων ἁλάτων, ἡ παραγωγὴ καθαρῶν μετάλλων, ἡ ἐπιφανειακὴ κατεργασία μετάλλων, ἡ ἐπιχρωμίωσις κ.λπ.

3.4 Μέθοδοι ὀξειδώσεως καὶ ἀναγωγῆς. Ἠλεκτρόλυσις χλωριούχων ἀλκαλίων.

Ἡ κυρία συσκευὴ ἠλεκτρολύσεως εἶναι ἕνα μεμονωμένον δοχεῖον (*κελλίον*) ἠλεκτρολύσεως (σχ. 3·4α) μικρῶν σχετικῶς διαστάσεων. Τοῦτο περιέχει ὅλα τὰ ἀπαιτούμενα διὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν μέρη: ἄνοδον, κάθοδον καὶ ἠλεκτρολύτην. 50 ἕως 100 κελλία ἀποτελοῦν συνδεόμενα μεταξύ των μίαν σειράν. Πολλαὶ σειραὶ ἀποτελοῦν μίαν ἐγκατάστασιν ἠλεκτρολύσεως. Ὁ τρόπος κατασκευῆς τῶν δοχείων ἠλεκτρολύσεως ἐξαρτᾶται ἐξ ὁλοκλήρου ἐκ τῆς πρὸς διεξαγωγὴν χημικῆς ἀντιδράσεως.



Σχ. 3·4α.
Κελλίον ἠλεκτρολύσεως.



Σχ. 3·4β.
Κελλίον μὲ διάφραγμα.

Οὕτω τὸ ὑλικόν, ἐκ τοῦ ὁποίου κατασκευάζονται τὰ ἠλεκτρόδια, δύναται νὰ εἶναι ποικίλον: α) Κατὰ τὴν ἠλεκτρολυτικὴν κάθαρσιν τῶν μετάλλων χρησιμοποιεῖται κάθοδος ἐκ καθαροῦ μετάλλου καὶ ὡς ἄνοδος ῥάβδοι ἀκαθάρτου μετάλλου. β) Πολὺ συχνὰ χρησιμοποιοῦνται ἠλεκτρόδια ἄνθρακος (γραφίτου) π.χ. κατὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ ἀλουμινίου καὶ γ) κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν χλωριούχων ἀλκαλίων χρησιμοποιοῦνται κάθοδοι ἐξ ὑδραργύρου. Ἐὰν ἐπιδιώκεται τέλειος διαχωρισμὸς τῶν προϊόντων τῆς ἠλεκτρολύσεως ἀπ' ἀλλήλων, πρέπει νὰ διαχωρισθοῦν τὰ κελλία εἰς τὸν χῶρον τῆς καθόδου καὶ εἰς τὸν χῶρον τῆς ἀνόδου δι' ἑνὸς διαχωριστικοῦ τοιχώματος (σχ. 3·3β). Τὸ πορῶδες αὐτὸ διαχωριστικὸν τοίχωμα, τὸ ὁποῖον εἶναι περατὸν

μόνον ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, χαρακτηρίζεται ὡς διάφραγμα.

Τὰ διαφράγματα ἔχουν ἰδιαιτέρως μεγάλην σημασίαν κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν ὑδατικῶν διαλυμάτων ἑνὸς ἠλεκτρολύτου.

3 · 5 Μέθοδοι καταλύσεως - καταλύται.

Καταλύται καλοῦνται οὐσίαι, αἱ ὁποῖαι ἐπηρεάζουν τὴν πορείαν μιᾶς χημικῆς ἀντιδράσεως, ἐνῶ οἱ ἴδιοι οὐδεμίαν ὑφίστανται χημικὴν ἢ φυσικὴν μεταβολήν. Οἱ καταλύται ὀνομάζονται ἐπίσης καὶ *ὕλαι ἐπαφῆς*, ἐπειδὴ συντελοῦν εἰς τὸ νὰ ἔλθουν εἰς καλυτέραν μεταξύ των ἐπαφὴν αἱ ἀντιδρῶσαι οὐσίαι.

Εἰς τὴν τεχνικὴν χρησιμοποιοῦνται καταλύται δι' ἀντιδράσεις συνθέσεως καὶ ἀποσυνθέσεως καὶ ἐπὶ πλέον εἰς ὀξειδώσεις, ὑδρογονώσεις, χλωριώσεις, ἀποσπάσεις ὕδατος, κ.λπ. Ὡς οὐσίαι ἐπαφῆς χρησιμοποιοῦνται ὀξέα, βάσεις, μέταλλα, μεταλλοξείδια, ἅλατα, ἰώδιον, θεῖον, ἄνθραξ κ.λπ., συχνὰ λεπτομερῶς μεμερισμένα ἢ ἀποτεθειμένα ἐπὶ ὑλικῶν φορέων. Ὑλικοὶ φορεῖς εἶναι ἀδρανῆ ὑλικὰ χρησιμοποιούμενα ὡς φορεῖς.

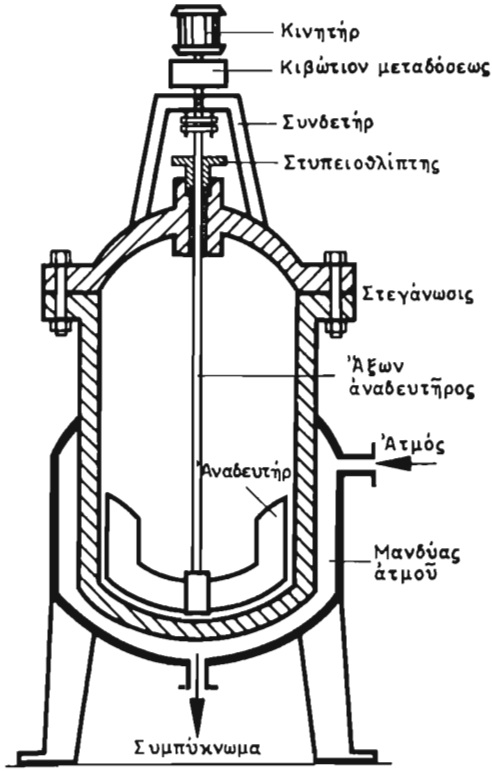
Ὡρισμένοι καταλύται ἔχουν περιωρισμένην περιοχὴν δράσεως καὶ δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν μόνον δι' ὀλίγας εἰδικὰς ἀντιδράσεις, ἐνῶ ἄλλοι καταλύται χρησιμοποιοῦνται διὰ περισσοτέρας ἀντιδράσεις.

Γενικῶς οἱ καταλύται πρέπει νὰ πληροῦν τοὺς κάτωθι ὅρους: νὰ ἔχουν μεγάλην δραστικότητα, σταθερὰν ἱκανότητα καταλύσεως, μακρὸν χρόνον ζωῆς καὶ εὐχερῆ τρόπον ἀναγεννήσεως.

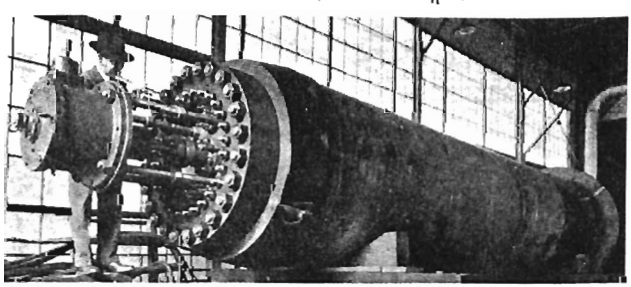
Διὰ τὸν μεταβολισμὸν ἐπὶ ἀνθρώπων, ζώων καὶ φυτῶν οἱ ὀργανικοὶ βιολογικοὶ καταλύται, τὰ *ἔνζυμα*, ἔχουν μεγάλην σημασίαν. Μερικὰ ἐξ αὐτῶν, ὡς ἡ διαστάση (ἐπὶ τῆς βλαστανούσης κριθῆς) ἢ τὰ ἔνζυμα τῆς ζύμης, ἔχουν πολὺ μεγάλην σημασίαν εἰς τὴν ζυμοτεχνίαν.

3 · 6 Μέθοδοι ἀντιδράσεως ὑπὸ ηὐξημένην πίεσιν.

Αἱ ἀντιδράσεις, αἱ ὁποῖαι γίνονται ὑπὸ πίεσιν, πρέπει νὰ διεξάγωνται ἐντὸς συσκευῶν πιέσεως, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται *αὐτόκλειστα* (σχ. 3 · 6 α). Αἱ συσκευαὶ αὐταὶ ἀποτελοῦνται, ὅπως καὶ ὅλα τὰ δοχεῖα πιέσεως, ἐξ ὑλικοῦ μεγάλης ἀντοχῆς καὶ ἔχουν παχέα τοιχώματα (σχ. 3 · 6 β).



Σχ. 3·6 α.
Αὐτόκλειστον μὲ ἀναδευτῆρα.

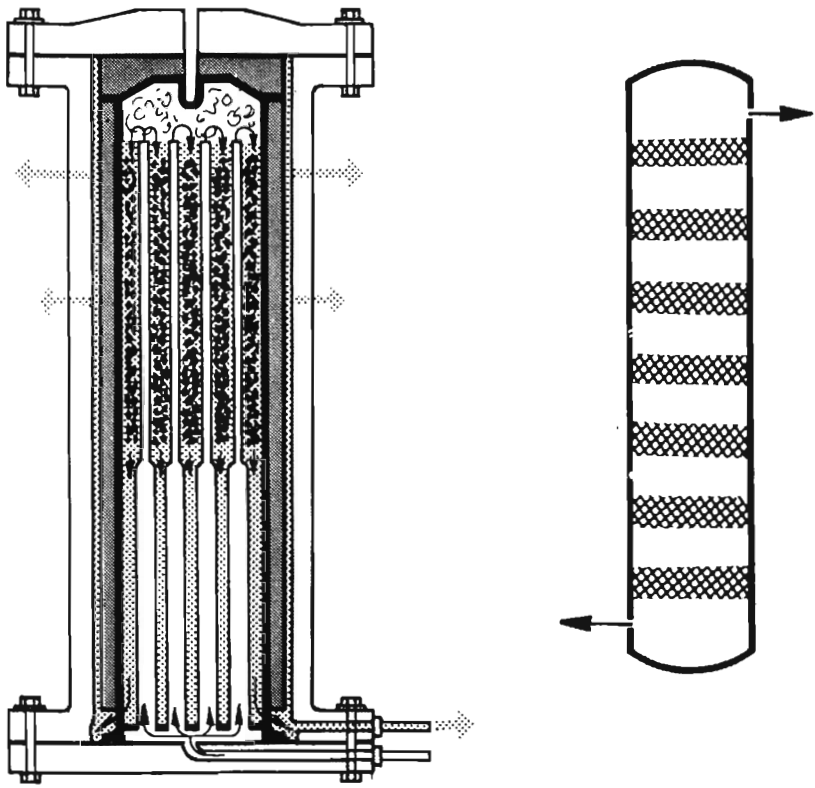


Σχ. 3·6 β.
Δοχεῖα λίαν ὑψηλῆς πιέσεως.

3 . 7 Κλίβανος καταλύσεως ὑπὸ ὑψηλὴν πίεσιν.

Ἡ σύγχρονος χημεία ἐφαρμόζει μεθόδους, αἱ ὁποῖαι ἀπαιτοῦν

πιέσεις καὶ θερμοκρασίας ὑψηλάς. Μέθοδοι αὐτοῦ τοῦ εἴδους εἶναι π.χ. ἡ σύνθεσις τῆς ἀμμωνίας, ἡ ὑδρογόνωσις τῶν ἀνθράκων καὶ τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, ὁ πολυμερισμὸς ὑπὸ ὑψηλὴν πίεσιν, ἡ σύνθεσις μεθανόλης κ.ἄ. Αἱ συνθέσεις διεξάγονται εἰς θερμοκρασίας μεταξὺ



Σχ. 3·7.
Κλίβανος μεγάλης πιέσεως.

200⁰ C καὶ 600⁰ C καὶ εἰς πιέσεις ἕως 1000 ἀτμοσφαιρῶν καὶ μάλιστα πολὺ συχνὰ παρουσία καταλυτῶν. Συχνὰ αἱ ἀντιδράσεις πρέπει νὰ διεξαχθοῦν μετὰ προηγουμένην προθέρμασιν εἰς τὴν ἀπαιτουμένην θερμοκρασίαν ἀντιδράσεως.

Εἰς τὸ σχῆμα 3 · 7 παρίσταται σχηματικῶς κλίβανος συνθέσεως ἀμμωνίας.

Τὸ ἀέριον συνθέσεως εἰσάγεται εἰς τὸ 1 καὶ προθερμαίνετο·

ἐντὸς τῶν σωλήνων 2 δι' ἀερίου ἀντιδράσεως, τὸ ὁποῖον ρέει ἐκ τῶν ἔξω κατ' ἀντιρροήν. Ἀφοῦ τὸ ἀέριον συνθέσεως φθάση ἐντὸς τῶν θαλάμων 3, οἱ ὁποῖοι εἶναι πλήρεις καταλύτου, ἀντιδρᾷ ἐκεῖ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς πιέσεως, τῆς θερμοκρασίας καὶ τοῦ καταλύτου, ἐνῶ συγχρόνως ἐκλύεται σημαντικὴ ποσότης θερμότητος. Ἡ θερμότης αὐτὴ ἀποδίδεται κατὰ τὴν κατ' ἀντιρροὴν κίνησιν ἐντὸς τῶν σωλήνων 2 εἰς τὸ προσερχόμενον ψυχρὸν νέον ἀέριον. Τὸ ἕτοιμον προϊὸν ἐγκαταλείπει εἰς τὸ 4 τὸν κλίβανον.

Διὰ τὴν ἔναρξιν τῆς ἀντιδράσεως, ὅταν τίθεται εἰς λειτουργίαν ὁ κλίβανος, χρησιμοποιεῖται ἠλεκτρικὴ *ἀντίστασις*, 5, ἡ ὁποία περιβάλλει τὸν χῶρον ἀντιδράσεως. Ἡ θερμοκρασία μετρεῖται διὰ τοποθετημένων θερμοστοιχείων, 6, καὶ παρακολουθεῖται συνεχῶς. Ὁ κλίβανος φέρει ἔσωθεν ἐπένδυσιν ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, 9.

Ἡ ἐπένδυσις αὐτὴ εἰς τὰς ὑψηλὰς πιέσεις καὶ θερμοκρασίας ἐπιτρέπει τὴν διάχυσιν ὀλίγου ὑδρογόνου οὕτως, ὥστε τοῦτο νὰ ἐξέρχεται τῆς συσκευῆς. Ἡ ἐπένδυσις περιβάλλεται ἔξωθεν ὑπὸ εἰδικοῦ χρωμιονικελιούχου χάλυβος, 7. Μεταξὺ τῆς ἐπενδύσεως καὶ τοῦ μανδύου ἐκ χρωμιονικελιούχου χάλυβος εἶναι διατεταγμέναι αὔλακες, διὰ τῶν ὁποίων τὸ ἀέριον ὑδρογόνον, ποὺ διαχέεται μέσω τῆς ἐπενδύσεως, ἐκλύεται ὑπὸ κανονικὴν πίεσιν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 4

ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ

4 · 1 Γενικά.

Ὁ *αὐτοματισμὸς* ἔχει τεραστίαν σημασίαν διὰ τὴν ρύθμισιν τῆς πορείας μιᾶς ἐργασίας, τὴν διασφάλισιν τῆς καταλλήλου ποιότητος τοῦ προϊόντος καὶ τὴν ἐπίτευξιν οἰκονομίας εἰς τὰ ὑλικά· ἐξ ἄλλου συμβάλλει σημαντικῶς εἰς τὴν ἀσφάλειαν τοῦ ἐργοστασίου, εἰς τὸν ὀρθὸν ὑπολογισμὸν τῆς δαπάνης παραγωγῆς, εἰς τὴν ἐπιτυχίαν ἐρευνητικῶν ἐργασιῶν καὶ εἰς τὴν ἐπιτυχῆ λειτουργίαν τῶν βιομηχανικῶν ἐγκαταστάσεων.

Ἡ θερμοκρασία, ἡ πίεσις, ἡ ροή, τὸ pH καὶ ἡ σύνθεσις ἀερίων περιλαμβάνονται μεταξὺ τῶν πλέον σημαντικῶν μεταβλητῶν εἰς τὰς βιομηχανικὰς κατεργασίας καὶ διὰ τοῦτο πρέπει νὰ μετρηθοῦν καὶ νὰ ρυθμισθοῦν.

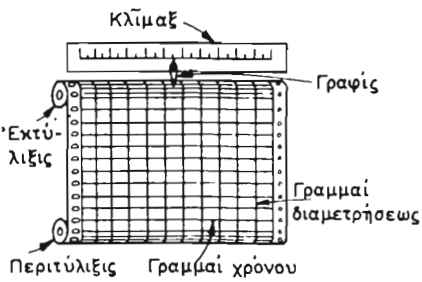
Διὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ ἐργοστασίου τὰ πλέον χρήσιμα ὄργανα εἶναι ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα δεικνύουν καὶ καταγράφουν τὰ μεγέθη αὐτά. Συχνὰ τὸ αὐτὸ ὄργανον καὶ δεικνύει καὶ καταγράφει· δηλαδὴ μία ἀκὶς καταγραφῆς τελειῶν κινεῖται κατὰ μῆκος μιᾶς κλίμακος θερμοκρασίας, ἐνῶ συγχρόνως μία γραφὶς χαράσσει καὶ καταγράφει ἐπὶ μιᾶς κυκλικῆς ἐπιφανείας χάρτου ἢ μιᾶς ἐκτυλισσομένης λωρίδος χάρτου. Τὸ ὄργανον ἐνδείξεως ἢ καταγραφῆς συνεργάζεται μὲ ἄλλας συσκευάς, διὰ τῶν ὁποίων ἐλέγχεται ὁ χειρισμός, π.χ. ὅταν εἰς μίαν θερμαινομένην συσκευὴν ἡ θερμοκρασία κατέρχεται δι' οἱονδήποτε λόγον, παρέχεται περισσότερον πετρέλαιον ἢ ἀτμὸς εἰς τὴν θερμαντικὴν μονάδα δι' αὐτομάτου ἀνοίγματος μιᾶς ἠλεκτρικῶς λειτουργούσης βαλβῖδος.

Τὸ ροόμετρον εἶναι παράδειγμα ὀργάνου, τὸ ὁποῖον δύναται ἢ νὰ δεικνύῃ ἕνα μέγεθος, δηλαδὴ τὴν ροήν, ἢ νὰ τὸ καταγράφῃ ἢ καὶ τὰ δύο. Εἶναι δυνατὸν ἐπίσης τὸ ὄργανον αὐτὸ νὰ εἶναι συνδεδεμένον πρὸς μίαν πρόσθετον συσκευήν, ἡ ὁποία διορθώνει αὐτομάτως οἱανδήποτε μεταβολὴν εἰς τὴν ροὴν διὰ μεταβολῆς τῆς θέσεως μιᾶς κυρίας βαλβῖδος, ποὺ ρυθμίζει τὴν ροήν.

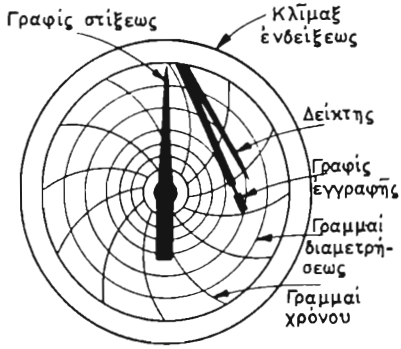
Εἰς τὸ σχῆμα 4 · 1 α δίδονται τὰ βασικὰ στοιχεῖα ἑνὸς καταγραφέως ἐκτυλισσομένης λωρίδος χάρτου.

ΔΡΑΧΜΑ ΣΥΓΓΕΝΕΙΑΣ 1954

Εἰς τὸ σχῆμα 4 · 1 β δίδονται τὰ βασικὰ στοιχεῖα ἑνὸς καταγραφέως κυκλικοῦ τεμαχίου χάρτου.



Σχ. 4·1 α.
Βασικὰ μέρη συσκευῆς καταγραφῆς ἐκτυλισσομένης ταινίας.



Σχ. 4·1 β.
Κυκλικὸς χάρτης καταγραφῆς.

4 · 2 Αἱ μεταβληταὶ τῆς κατεργασίας.

Μεταβλητὴ κατεργασίας καλεῖται ἡ ποσότης ἢ ἡ συνθήκη, ἡ ὁποία σχετίζεται μὲ τὴν κατεργασίαν καὶ ἡ τιμή της ὑπόκειται εἰς μεταβολὴν μετὰ τοῦ χρόνου. Ἐὰν αἱ ποσότητες αὐταὶ ἢ αἱ συνθῆκαι δὲν μετεβάλλοντο μὲ τὸν χρόνον, δὲν θὰ ὑπῆρχεν ἀνάγκη μετρήσεως, ἐνδείξεως, καταγραφῆς ἢ ἐλέγχου των καὶ ἑπομένως οὐδεμία ἀνάγκη αὐτοματισμοῦ. Ἐν τούτοις ἀποτελεῖ γεγονὸς ὅτι εἰς τὴν πρᾶξιν οὐδεμία βιομηχανικὴ κατεργασία ὑπάρχει, ἡ ὁποία νὰ μὴ ἔχη ἀνάγκην αὐτομάτου ἐλέγχου.

Κατωτέρω δίδονται διάφοροι μεταβληταὶ ἐνδεικτικῶς.

— *Μεταβληταὶ ἐνεργείας:*

α) Θερμότης. β) Πίεσις. γ) Ἀκτινοβολία.

— *Μεταβληταὶ ποσότητος καὶ ταχύτητος:*

α) Ροή. β) Στάθμη ὑγρῶν καὶ στερεῶν. γ) Βάρος. δ) Δύναμις. ε) Θέσις καὶ μετάθεσις. στ) Ταχύτης καὶ ἐπιτάχυνσις.

— *Μεταβληταὶ ἰδιοτήτων τῆς ὕλης:*

α) Εἰδικὸν βάρος, πυκνότης. β) Ὑγρασία καὶ σημεῖον ὑγροποιήσεως. γ) Περιεκτικότης ὑγρασίας. δ) Ἰξῶδες καὶ ὑφή. ε) Θερμογόνος δύναμις. στ) Ἀνάκλασις. ζ) Χρῶμα καὶ διαφάνεια. η) Θόλωμα, πυκνότης καπνῶν. θ) Ἠλεκτρικὴ ἀγωγιμότης, pH. ι) Χημικὴ σύνθεσις. ια) Δυναμικὸν ἀναγωγῆς ὀξειδώσεως.

— *Ἠλεκτρικαὶ μεταβληταί.*

α) Δυναμικόν. β) Ἔντασις. γ) Ἰσχύς. δ) Ἀντίστασις.

4 · 3 Εἴδη μηχανισμῶν μετρήσεως.

Εἰς τὴν Χημικὴν βιομηχανίαν τὸ μέγιστον μέρος τῶν μετρήσεων ἔχουν ὡς σκοπὸν τὴν αὐτόματον ρύθμισιν τῶν μεταβλητῶν τῆς κατεργασίας. Τὸ ἀξίωμα συμφώνως πρὸς τὸ ὁποῖον *ὅ,τι δύναται νὰ μετρηθῇ, δύναται νὰ ρυθμισθῇ*, εἶναι ἀπολύτως ἀληθές. Εἰς σπανιωτάτας περιπτώσεις, ὁ αὐτόματος ἔλεγχος δὲν εἶναι πρακτικῶς δυνατός, ἀλλὰ αἱ περιπτώσεις αὐταὶ ἐλαττοῦνται συνεχῶς, ἐφ' ὅσον ἀναπτύσσονται καλύτεροι καὶ τελειότεροι αὐτοματισμοὶ ἢ μηχανισμοὶ αὐτομάτου ἐλέγχου.

Χρησιμοποιοῦνται τρεῖς κυρίως μέθοδοι λειτουργίας διὰ τοὺς μηχανισμοὺς αὐτομάτου ρυθμίσεως. Ὑπάρχουν μηχανισμοί: 1) Δι' ἀέρος (πνευματικοί). 2) Ἠλεκτρικοὶ καὶ 3) ὑδραυλικοί.

Ἑκάστη μέθοδος ἔχει τὰ ἰδικά της σχετικὰ πλεονεκτήματα καὶ περιορισμούς, αἱ δύο πρῶται ὅμως χρησιμοποιοῦνται περισσότερον εἰς τὰς χημικὰς βιομηχανίας παρ' ὅσον ἡ τελευταία.

— Εἰς τοὺς μηχανισμοὺς ποὺ λειτουργοῦν δι' ἀέρος χρησιμοποιεῖται πεπιεσμένος ἀήρ, εἶναι δυνατὸν δὲ νὰ ἐφαρμοσθοῦν σχεδὸν εἰς ὅλους τοὺς τύπους βιομηχανικῶν ὀργάνων ἐλέγχου.

Λειτουργοῦν βάσει τῆς ἀρχῆς κατὰ τὴν ὁποίαν, πίεσις ἀέρος ἐπὶ μιᾶς βαλβῖδος μὲ διάφραγμα, λειτουργούσης διὰ κινητῆρος, καθορίζει τὸ ἄνοιγμα τῆς βαλβῖδος. Ἡ πίεσις αὐτὴ μεταβάλλεται ὑπὸ τοῦ ρυθμιστικοῦ ὀργάνου ἀναλόγως πρὸς τὰς μεταβολὰς ποὺ παρουσιάζει τὸ μετρούμενον μέσον.

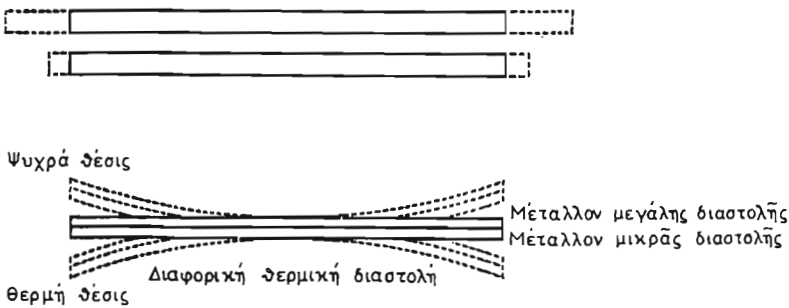
— Ὑπάρχει μεγάλη ποικιλία μετρητικῶν συστημάτων, ὡς π.χ. διατάξεις διὰ τὸν χειρισμὸν ἠλεκτρικῶν κινητήρων, διὰ τὴν ρύθμισιν διαφόρων μεταβλητῶν εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν. Πολλὰ ἠλεκτρικὰ ὄργανα ἐλέγχου ἔχουν ὑδραργυρικὸν διακόπτην ἢ ἐπαφὰς μετάλλου πρὸς μέταλλον (σχ. 4 · 3).

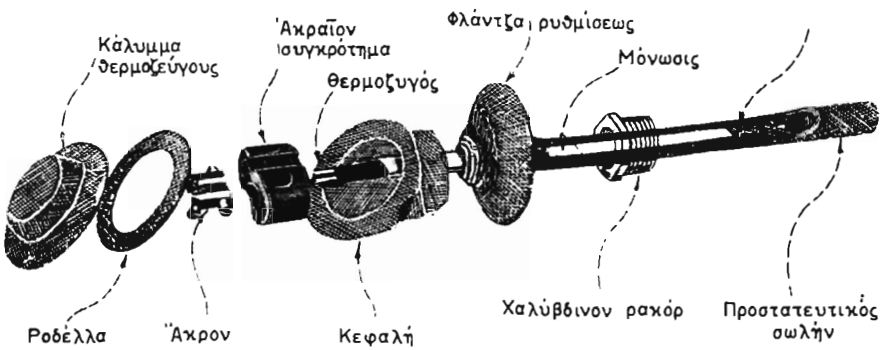
Τὸ μετρητικὸν ὄργανον παρακολουθήσεως τῆς μεταβλητῆς ἀντὶ κατὰ τὰς μεταβολὰς τῆς παρακολουθουμένης τιμῆς νὰ προκαλῇ διὰ πεπιεσμένου ἀέρος τὸ ἄνοιγμα ἢ τὸ κλείσιμον μιᾶς βαλβῖδος μετὰ διαφράγματος, προκαλεῖ ἠλεκτρικῶς διὰ τοῦ ἀνοίγματος ἢ τοῦ κλεισί-

ματος τοῦ διακόπτου τὴν μετακίνησιν (ἄνοιγμα ἢ κλείσιμον) τῆς βαλβῖδος.

— Ἡ μέτρησις τῆς ροῆς καὶ ἡ ρύθμισίς της εἶναι σημαντικὴ εἰς τὰς χημικὰς κατεργασίας διὰ τοὺς ἑξῆς λόγους:

α) Ἐπιτυγχάνομεν τὴν διατήρησιν τῶν ἐπιθυμουμένων μεγεθῶν εἰς τὰς συσκευὰς τῆς κατεργασίας, ὡς π.χ. τῆς ταχύτητος ροῆς εἰς μίαν στήλην κλασματώσεως ἢ ἕνα ξηραντῆρα.





Σχ. 4·3.

Τεμαχισθὲν θερμοζεῦγος βιομηχανικῆς χρήσεως μετὰ προστατευτικοῦ σωλῆνος.

β) Γίνεται ἀνάμιξις δύο ἢ περισσοτέρων ὑλικῶν: εἰς ἕνα ἀντιδραστῆρα, πρὸς διατήρησιν μιᾶς ἀναλογίας ἀποστάξεως κατὰ τὴν ἀπόσταξιν ἢ πρὸς τήρησιν ὀρθῆς ἀναλογίας καυσίμου - ἀέρος κατὰ τὴν καῦσιν.

γ) Ἡ μέτρησις καὶ ἡ ρύθμισις τῆς ροῆς τέλος ἔχει μεγάλην σημασίαν διὰ δεδομένα κοστολογήσεως δι' οἰκονομικοὺς ὑπολογισμούς.

Ἐπειδὴ τὸ ἰσοζύγιον τῶν ὑλικῶν ἔχει μεγάλην σημασίαν διὰ

τὸν σχεδιασμὸν καὶ τὴν λειτουργίαν ἑνὸς χημικοῦ ἐργοστασίου καὶ ἐπειδὴ τὰ ροόμετρα διὰ τὰ ρευστὰ καὶ οἱ ζυγοὶ διὰ τὰ στερεὰ εἶναι τὰ κύρια ἐργαλεῖα τοῦ χημικοῦ διὰ τὴν μέτρησιν τῶν ὑλικῶν, δὲν δύναται νὰ ἀγνοηθῇ ἡ σημασία τῶν ὀργάνων αὐτῶν.

Τὰ ὄργανα μετρήσεως τῆς ροῆς ὑποδιαιροῦνται εἰς δύο εὐρείας κατηγορίας:

α) Μετρητὰς ποσότητος, εἰς τοὺς ὁποίους τὸ ρευστὸν μετρεῖται κατὰ βάρος ἢ κατ' ὄγκον καὶ

β) μετρητὰς ταχύτητος ροῆς, εἰς τοὺς ὁποίους ἡ ποσότης τοῦ ὑγροῦ συμπεραίνεται ἐκ τῆς δράσεως τοῦ ρέοντος ρευστοῦ ἐπὶ μιᾶς μετρητικῆς διατάξεως, ὡς π.χ. ἐπὶ μιᾶς ὀπῆς (μετρητὴς Venturi).

Αἱ μετρήσεις τῆς τελευταίας κατηγορίας χρησιμοποιοῦνται εὐρύτερον διὰ τὴν ρύθμισιν τῆς παραγωγῆς.

Διὰ τὴν μέτρησιν ροῆς κονιοποιημένων στερεῶν χρησιμοποιεῖται γενικῶς ὄργανον ζυγίσεως.

4 · 4 Εἰδικὸν μέρος τοῦ αὐτοματισμοῦ.

Ὡς ἀνεφέρθη, ἐπιδίωξις τοῦ αὐτοματισμοῦ εἶναι νὰ δοθοῦν εἰς ὡρισμένα μεγέθη, ὡς π.χ. θερμοκρασίαν, ἀριθμὸν στροφῶν, πίεσιν κ.λπ., τιμαὶ ἐκ τῶν προτέρων καθορισθεῖσαι καὶ νὰ διατηρηθοῦν αἱ τιμαὶ αὐταὶ σταθεραὶ παρ' ὅλας τὰς ἐνδεχομένας ἐπιδράσεις. Κατ' ἄλλην διατύπωσιν ὁ αὐτοματισμὸς εἶναι μία διαδικασία κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ἐκ τῶν προτέρων διδομένη τιμὴ ἑνὸς μεγέθους διαμορφοῦται συνεχῶς καὶ διατηρεῖται σταθερὰ διὰ χειρισμοῦ γινομένου βάσει τῶν μετρήσεων τοῦ μεγέθους τούτου.

Τὸ μέγεθος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ διατηρηθῇ εἰς τὴν ἐκ τῶν προτέρων καθορισθεῖσαν τιμήν, εἶναι τὸ *ρυθμιστέον μέγεθος*.

Ρυθμιστέα μεγέθη εἶναι π.χ. ἡ θερμοκρασία, ὁ ἀριθμὸς τῶν στροφῶν, ἡ στάθμη ὑγροῦ ἐντὸς δοχείου κ.λπ. Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω μεγεθῶν εἰς τὴν τεχνικὴν ἔχομεν καὶ πλῆθος ἄλλων μεγεθῶν. Εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν τὰ συνηθέστερον παρουσιαζόμενα πρὸς ρύθμισιν μεγέθη εἶναι:

— ἡ θερμοκρασία	0^0 C
— ἡ πίεσις	kg/cm^2
— ἡ ροὴ	kg/s, Nm^3/h κ.λπ.
— ἡ σχέσις ἀναμίξεως ἢ σχέσις ροῆς	%

— ἡ στάθμη m
— ἡ συγκέντρωσις ἰόντων pH
— ἡ ἠλεκτρικὴ ἀγωγιμότης ὑγρῶν μs/cm
— ἡ διαπερατότης ὑπὸ τοῦ φωτὸς %
— ἡ σύστασις ἀερίων %
— ἡ θερμογόνος δύναμις kcal/kg

Διὰ τὴν ἐπίλυσιν οἱουδήποτε προβλήματος αὐτοματισμοῦ πρέπει πάντοτε νὰ γνωρίζωμεν: ποῖος ὁ ἐπιδιωκόμενος σκοπός, ποῖον εἶναι τὸ ρυθμιστέον μέγεθος, πῶς δύναται τὸ ρυθμιστέον μέγεθος νὰ ἐπηρεασθῇ, ποῖον εἶναι τὸ πλέον κατάλληλον ἐπηρεάζον μέγεθος καὶ ποῖα παρενοχλοῦντα μεγέθη ὑπάρχουν καὶ πῶς θὰ ἐπιδράσουν αὐτά.

Ποῖον εἶναι τὸ ρυθμιστέον μέγεθος σχεδὸν πάντοτε εἶναι σαφές, ἀλλὰ τὸ πλέον κατάλληλον ἐπηρεάζον μέγεθος δὲν εἶναι πάντοτε εὔκολον νὰ καθορισθῇ.

Τὰ παρενοχλοῦντα μεγέθη συχνὰ καθορίζονται ἐν τῇ πράξει.

4 · 5 Ἡ ἔκτασις τοῦ αὐτοματισμοῦ.

Τὸ τμῆμα τῆς αὐτοματοποιουμένης ἐγκαταστάσεως, ἐντὸς τοῦ ὁποίου πρέπει νὰ διατηρηθῇ σταθερὸν τὸ ὁρισθὲν μέγεθος καὶ εἰς τὸ ὁποῖον ρυθμίζονται τὸ ἐπηρεάζον μέγεθος καὶ τὰ παρενοχλοῦντα μεγέθη, χαρακτηρίζεται ὡς *ἔκτασις* (περιοχὴ) αὐτοματοποιήσεως. Εἰς τὸ παράδειγμα ἑνὸς κλιβάνου διὰ καύσεως ἀερίου μὲ ρυθμιζομένην θερμοκρασίαν, ἡ περιοχὴ αὐτοματισμοῦ εἶναι ὁ κλίβανος. Εἰς ἕνα κινητῆρα μὲ ρυθμιζόμενον ἀριθμὸν στροφῶν ὁ κινητὴρ ὁμοῦ μετὰ τῆς μετ' αὐτοῦ συνδεδεμένης μηχανῆς εἶναι ἡ ρυθμιζομένη περιοχή.

Εἰς τὴν τεχνικὴν τοῦ αὐτοματισμοῦ χαρακτηρίζομεν τὸ ρυθμιστέον μέγεθος διὰ X, τὸ ἐπηρεάζον μέγεθος διὰ Y καὶ τὰ παρενοχλοῦντα μεγέθη διὰ $Z \ldots . Z_v$.

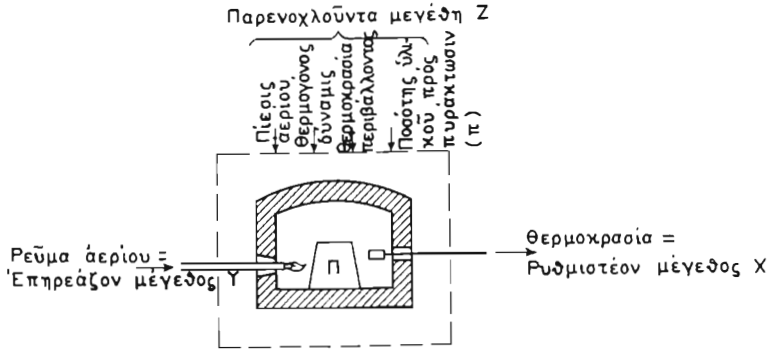
Παράδειγμα ἐκτάσεως αὐτοματισμοῦ θερμοκρασίας.

Ἡ θερμοκρασία εἰς ἕνα κλίβανον θερμαινόμενον δι' ἀερίου πρέπει νὰ διατηρηθῇ σταθερά. Τὸ σχῆμα 4 · 5 δεικνύει ἐντὸς πλαισίου τὴν περιοχὴν τοῦ αὐτοματισμοῦ.

Τὸ ρυθμιστέον μέγεθος εἶναι ἡ θερμοκρασία εἰς ^0C, τὸ ἐπηρεάζον μέγεθος εἶναι τὸ ρεῦμα τοῦ ἀερίου, m^3/h, τὰ παρενοχλοῦντα μεγέθη εἶναι ἡ μεταβαλλομένη πίεσις τοῦ ἀερίου, kg στήλης ὕδατος,

ἡ μεταβαλλομένη θερμογόνος ἀξία τοῦ ἀερίου, kg/Nm³ καὶ ἰδιαιτέρως αἱ μεταβληταὶ ἀνάγκαι εἰς θερμότητα τοῦ κλιβάνου, kcal/h.

Εἰς τὸ σχῆμα 4 · 5 εἰκονίζεται ὁ θερμαινόμενος δι' ἀερίου κλίβανος ὡς περιοχὴ αὐτοματισμοῦ τῆς θερμοκρασίας.



Σχ. 4·5.
Κλίβανος θερμαινόμενος δι' ἀερίου ὡς ἔκτασις αὐτοματισμοῦ θερμοκρασίας.
Π πυρακτούμενον ὑλικόν.

Τὸ Π εἶναι τὸ πυρακτούμενον ὑλικόν.

Τὸ ρεῦμα ἀερίου εἶναι τὸ ἐπηρεάζον μέγεθος Υ.

Τὰ παρενοχλοῦντα μεγέθη Ζ εἶναι: ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου, ἡ θερμογόνος δύναμις, ἡ θερμοκρασία τοῦ περιβάλλοντος καὶ ἡ ποσότης τοῦ ὑλικοῦ Π.

Διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ ἡ ρύθμισις τῆς θερμοκρασίας, ἡ ὁποία εἶναι τὸ ρυθμιστέον μέγεθος, πρέπει ἀναλόγως νὰ μεταβάλλεται τὸ ἐπηρεάζον μέγεθος.

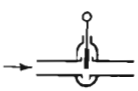
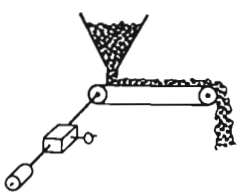
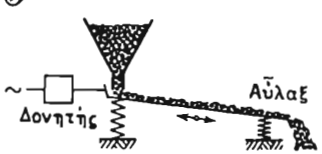
Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιεῖται ἰδιαίτερον ὄργανον, τὸ ὁποῖον καλεῖται *ὄργανον ἐπηρεασμοῦ*. Τὸ ὄργανον ἐπηρεασμοῦ ἔχει τὴν ἀποστολὴν νὰ ρυθμίζῃ ἕνα ρεῦμα μάζης ἢ ἐνεργείας. Τὰ ρεύματα μάζης εἶναι εἴτε ἀέρια, εἴτε ὑγρά, εἴτε στερεά. Παραδείγματα ρευμάτων μάζης εἶναι καύσιμον ἀέριον, ἀτμοί, πετρέλαιον, ὕδωρ, ἄνθραξ κ.λπ.

Τὰ ρεύματα ἐνεργείας εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἠλεκτρικὰ ρεύματα καὶ σπανίως ρεύματα μηχανικῆς ἐνεργείας.

Εἰς τὸν Πίνακα 4 · 5 · 1 παρατίθενται διάφορα ὄργανα ἐπηρεασμοῦ διὰ ρεύματα μάζης.

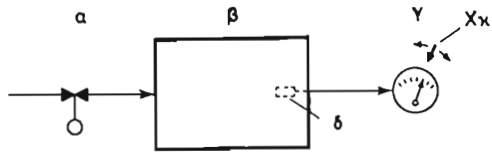
ΠΙΝΑΞ 4·5·1

Ὄργανα ἐπηρεασμοῦ διὰ ρεύματα μάζης

Εἶδος τοῦ ρεύματος μάζης	Ὄργανον ἐπηρεασμοῦ	Σχηματικῶς
ἀέριον	κλαπὲ	
	βαλβὶς	
	σύρτης	
ἀτμὸς	βαλβὶς	
	βαλβὶς	
ὑγρὸν	σύρτης	
	ἀντλία δοσιμετρήσεως	
	συρόμενος σύρτης	
στερεὸν χύδην	μεταφορικὸς ἱμὰς καὶ κατανομεὺς μὲ ρυθμιζόμενον μηχανισμὸν μεταδόσεως κινήσεως	
	δονουμένη αὔλαξ	

4 · 6 Ρύθμισις διὰ χειρός.

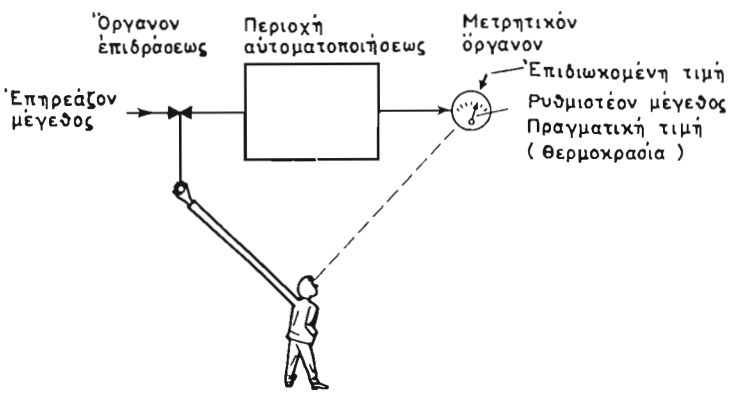
Διὰ νὰ παραμένῃ σταθερὸν τὸ ρυθμιστέον μέγεθος πρέπει νὰ μετρῆται συνεχῶς. Πρέπει ἑπομένως νὰ συνδεθῇ εἰς τὴν ἔξοδον τῆς περιοχῆς ρυθμίσεως ἕνα ὄργανον, τὸ ὁποῖον νὰ μετρῇ τὸ ρυθμιστέον μέγεθος. Εἰς τὸ σχῆμα 4 · 6 α εἰκονίζεται τὸ ὄργανον ἐπιδράσεως α, ἡ περιοχὴ αὐτοματοποιήσεως β, τὸ μετρητικὸν ὄργανον γ, τὸ αἰσθητήριον ὄργανον δ καὶ τὸ σημεῖον ρυθμίσεως Χκ.



Σχ. 4·6 α.

Ἔκτασις αὐτοματισμοῦ μετὰ ὀργάνου ἐπιδράσεως εἰς τὴν εἴσοδον καὶ ὀργανου μετρήσεως διὰ τὸ ρυθμιστέον μέγεθος εἰς τὴν ἔξοδον.

Ἐὰν ἡ ρύθμισις γίνεται διὰ χειρός, πρέπει νὰ γίνεται συνεχὴς παρατήρησις ἐπὶ τοῦ μετρητικοῦ ὀργάνου καὶ σύγκρισις διὰ νὰ εἴμεθα βέβαιοι ὅτι ἡ πραγματικὴ τιμὴ τοῦ μετρητικοῦ ὀργάνου συμπίπτει μὲ τὴν ἐπιδιωκομένην τιμήν.



Σχ. 4·6 β.

Κλίβανος πυρακτώσεως θερμαινόμενος δι' ἀερίου μὲ ρύθμισιν διὰ χειρός.

Ἡ πραγματικὴ τιμὴ εἰς τὴν τεχνικὴν τῶν αὐτοματισμῶν συμβολίζεται διὰ Χ καὶ ἡ ἐπιδιωκομένη τιμὴ διὰ Χκ. Εἰς τὸ σχῆμα 4 · 6 β

εἰκονίζεται ἡ διὰ χειρὸς ρύθμισις ἑνὸς κλιβάνου θερμαινομένου δι' ἀέρος.

4 · 7 Αὐτόματος ρύθμισις.

Ὁ αὐτοματισμὸς ἐπιτυγχάνει νὰ ἀπελευθερωθῇ ὁ ἄνθρωπος ἀπὸ τὴν παρακολούθησιν τῆς πορείας τῆς ἐργασίας καὶ νὰ ἀνατεθῇ εἰς αὐτὸν μόνον ἡ ἀποστολὴ τῆς ἐπαγρυπνήσεως καὶ τῆς συντηρήσεως.

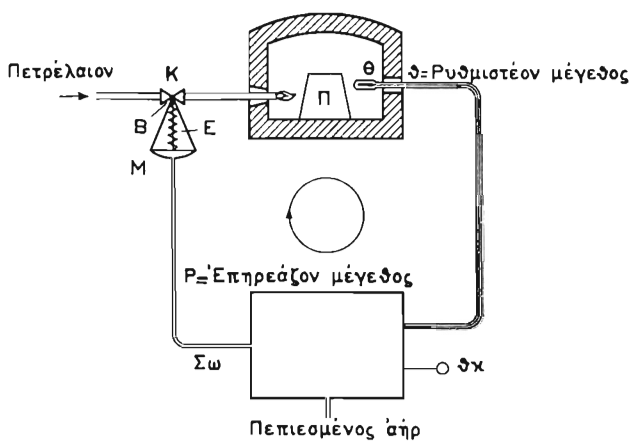
Πρέπει ἑπομένως εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ αὐτοματισμοῦ ὁ ἄνθρωπος νὰ ἀντικατασταθῇ δι' ἑνὸς αὐτομάτου ρυθμιστοῦ, δηλαδὴ ὀργάνου τὸ ὁποῖον θὰ λειτουργῇ ἄνευ τῆς συνεργασίας ἀνθρώπου.

Ἂν ὁ αὐτοματισμὸς ἐκλεγῇ καταλλήλως καὶ προσαρμοσθῇ πρὸς τὴν ἀποστολήν του ὀρθῶς, τότε ἐπιτελεῖ τὸ ἔργον του καλύτερον τοῦ ἀνθρώπου, διότι ἀντιδρᾷ ταχύτερον καὶ δὲν κουράζεται ποτέ.

Τὰ σημαντικώτερα μέρη ἑνὸς αὐτομάτου ρυθμιστοῦ εἶναι ἡ διάταξις *μετρήσεως*, ἡ διάταξις *καθορισμοῦ τῆς ἐπιδιωκομένης τιμῆς* καὶ ἡ διάταξις *συγκρίσεως*. Κατωτέρω δίδονται δύο παραδείγματα κυκλωμάτων αὐτοματοποιήσεως.

Παράδειγμα 1.

Ρύθμισις τῆς θερμοκρασίας εἰς κλίβανον θερμαινόμενον διὰ πετρελαίου (σχ. 4 · 7 α).

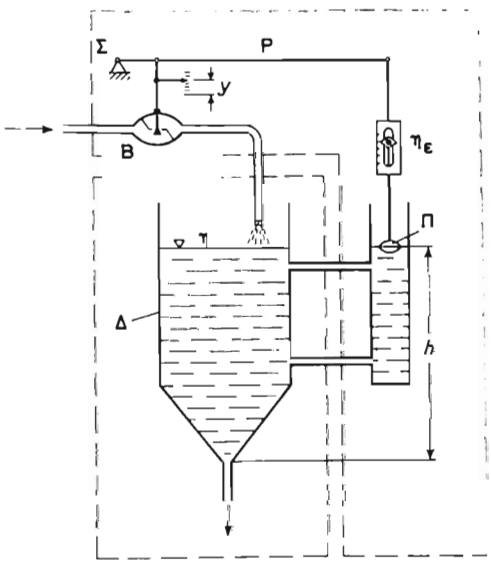


Σχ. 4·7 α.

Ἡ περιοχὴ τοῦ αὐτοματισμοῦ, εἰς τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ διατη-

ρηθῆ ἡ θερμοκρασία σταθερά, εἶναι ὁ κλίβανος μὲ τὸ πυρακτωμένον ὑλικὸν Π· τὸ ὑλικὸν αὐτὸ ἔχει τὴν ἐκ τῶν προτέρων καθορισθεῖσαν θερμοκρασίαν καὶ εἰς αὐτὴν πρέπει νὰ διατηρηθῆ.

Πρὸς καθορισμὸν τῆς πραγματικῆς θερμοκρασίας θ προβλέπεται ἕνα αἰσθητήριον ὄργανον, τὸ ὁποῖον εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν εἶναι ἕνα θερμόμετρον διαστολῆς ὑδραργύρου Θ, καὶ εἶναι συνδεδεμένον μὲ τὴν διάταξιν ρυθμίσεως μέσω μιᾶς τριχοειδοῦς σωληνώσεως. Διὰ καταλλήλου διατάξεως εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ρυθμιστοῦ, ἡ μετακίνησις τοῦ ὑδραργύρου προκαλεῖ μεταβολὴν εἰς τὴν πίεσιν κυκλώματος πεπιεσμένου ἀέρος· τὸ κύκλωμα διὰ τῆς σωληνώσεως Σω ἐπιδρᾶ ἐπὶ μιᾶς βαλβῖδος μεμβράνης καὶ προκαλεῖ κατάλληλον ἄνοιγμα ἢ κλείσιμον μιᾶς βαλβῖδος πρὸς μεταβολὴν τῆς ροῆς τοῦ πετρελαίου πρὸς τὸν καυστῆρα.



Σχ. 4·7 β.

Ρύθμισις τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος εἰς ἀνοικτὸν δοχεῖον: Δ δοχεῖον. Π πλωτήρ. Β βαλβίς. η πραγματικὴ τιμὴ τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος. ηε ρύθμισις ἐπιδιωκομένης τιμῆς. Ρ ράβδος. Σ σημεῖον περιστροφῆς.

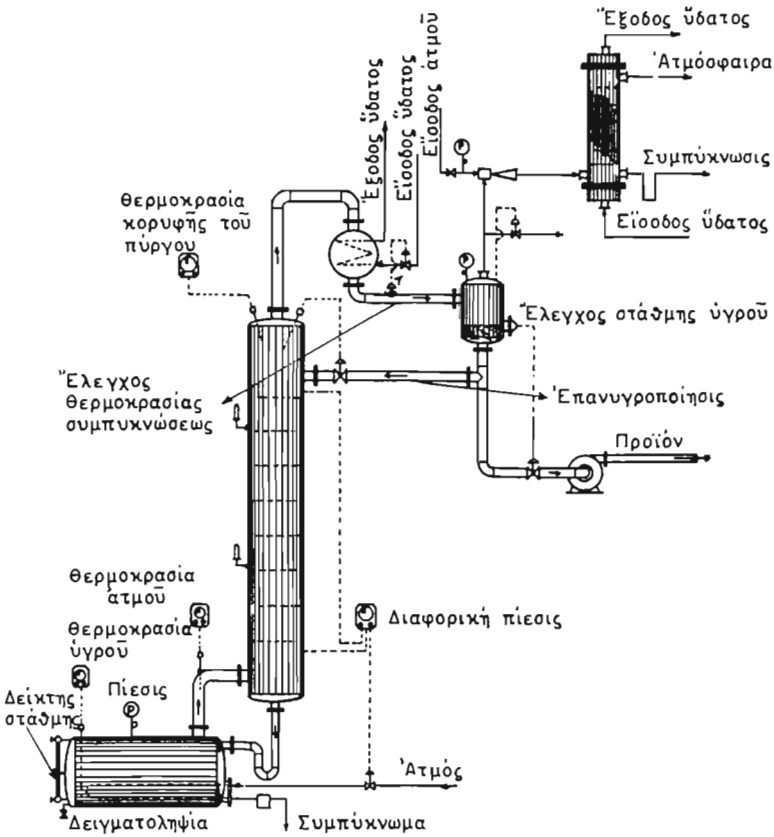
Τὸ κομβίον κ χρησιμεύει πρὸς ρύθμισιν τῆς ἐπιδιωκομένης θερμοκρασίας θκ. Ἡ δοσιμέτρησις τοῦ προσαγομένου πετρελαίου εἰς τὸν κλίβανον γίνεται διὰ τῆς βαλβῖδος μεμβράνης.



Σχ. 4·7 γ.

Ἡ βαλβὶς αὐτὴ μεμβράνης ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ κυρίως σώματος βαλβῖδος Β καὶ μιᾶς κινητηρίας μεμβράνης Μ. Ἡ μεμβράνη, ἡ ὁποία ὑφίσταται τὴν ἐπίδρασιν τοῦ πεπιεσμένου ἀέρος

διὰ τῆς σωληνώσεως Σω ἀπὸ τὸν ρυθμιστήν, μετακινεῖ διὰ τῆς δράσεως τοῦ ἐλατηρίου Εδ τὸν κῶνον τῆς βαλβῖδος Β. Ὡς ἐπηρεάζον μέγεθος εἶναι δυνατὸν νὰ θεωρηθῆ εἴτε τὸ ρεῦμα τοῦ πετρελαίου ἐντὸς τῆς σωληνώσεως εἴτε ἐπίσης καὶ ἡ ὑπὸ τοῦ ρυθμιστοῦ προκαλουμένη πίεσις ἐπηρεασμοῦ Ρ, διότι εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῆ οἱονδήποτε μέγεθος, διὰ τοῦ ὁποίου δύναται νὰ ἐπηρεασθῆ τὸ ρυθμιστέον μέγεθος.



Σχ. 4·7 δ.

Παράδειγμα 2.

Ρύθμισις τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος ἐντὸς ἀνοικτοῦ δοχείου (σχ. 4 · 7 β).

Περιοχὴ ρυθμίσεως εἶναι τὸ δοχεῖον Δ, καὶ ρυθμιστέον μέγεθος ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος, ἡ ὁποία πρέπει νὰ διατηρηθῆ σταθερά. Πρὸς μέτρησιν τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος χρησιμεύει ὁ πλωτὴρ Π.

Εἰς τὸ σχῆμα 4 · 7 δ εἰκονίζεται διάταξις αὐτοματισμοῦ εἰς ἐγκατάστασιν καθαρισμοῦ διὰ κλασματώσεως ἀσυνεχοῦς λειτουργίας.

Εἰς τὸ σχῆμα 4 · 7 γ παρουσιάζονται αἱ βασικαὶ ἀρχαὶ τῆς ἠλεκτρικῆς μεθόδου μετρήσεως τοῦ pH.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 5

Υ Δ Ω Ρ

5 · 1 Γενικά.

Τὸ ὕδωρ ἔχει μεγάλην ἐξάπλωσιν εἰς τὴν φύσιν καὶ κατατάσσεται εἰς τὰ πετρώματα. Παρουσιάζεται ὑπὸ τρεῖς μορφάς:

— Ὡς ὑγρὸν (θάλασσαι, λίμναι, ἕλη, ποταμοί, πηγαί).

— Ὡς στερεὸν (χιών, πάγος).

— Ὡς ἀέριον (ὑδρατμοί).

Ἐπὶ πλέον ὑπάρχει ὑπὸ διαφόρους μορφὰς εἰς τὰ ὀρυκτά. Τὸ εἰς τὰ ὀρυκτὰ δεσμευμένον ὕδωρ διακρίνεται εἰς τρεῖς κατηγορίας:

α) Τὸ *ὑγροσκοπικὸν* ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐνυπάρχει εἰς ὅλα τὰ ὀρυκτὰ καὶ τὰ πετρώματα ὑπὸ μορφὴν ὑγρασίας. Τοῦτο ἀποβάλλεται, ὅταν τὸ ὀρυκτὸν θερμανθῇ εἰς τοὺς 105⁰ C, χωρὶς νὰ ἀλλοιωθῇ καθόλου οὔτε ἡ κρυσταλλικὴ μορφὴ τοῦ ὀρυκτοῦ οὔτε αἱ ἄλλαι φυσικαὶ ἰδιότητες αὐτοῦ.

β) Τὸ *κρυσταλλικὸν* ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται εἰς μοριακὴν ἕνωσιν μετὰ τοῦ ὀρυκτοῦ καὶ ἐκ τῆς παρουσίας του ἐξαρτᾶται καὶ ἡ κρυσταλλικὴ μορφὴ τοῦ ὀρυκτοῦ. Τὸ κρυσταλλικὸν ὕδωρ ἀποβάλλεται, ὅταν τὸ ὀρυκτὸν θερμανθῇ εἰς θερμοκρασίαν ἄνω τῶν 105⁰ C. Ὅταν ὅμως τὸ ὀρυκτὸν χάσῃ τὸ κρυσταλλικόν του ὕδωρ, χάνει συγχρόνως καὶ τὸ κρυσταλλικόν του σχῆμα. Ἡ κρυσταλλικὴ γύψος ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) π.χ., θερμαινομένη ἄνω τῶν 105⁰ C μεταπίπτει εἰς ἄμορφον κόνιν.

γ) Τὸ *χημικὸν* ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ μέρος τῆς χημικῆς συστάσεως τοῦ ὀρυκτοῦ καὶ ἀποβάλλεται, ὅταν τοῦτο πυρωθῇ. Ὅταν τὸ χημικὸν ὕδωρ ἑνὸς ὀρυκτοῦ ἀποβληθῇ, ἡ ἀπουσία του καταστρέφει ἢ μεταβάλλει ὄχι μόνον τὸ κρυσταλλικὸν σχῆμα, ἀλλὰ καὶ τὸ εἶδος τοῦ ὀρυκτοῦ. Ὁ λειμονίτης ($2Fe_2O_3 + 3H_2O$) π.χ. πυρούμενος μεταβάλλεται εἰς αἱματίτην (Fe_2O_3).

δ) Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον περιέχει ἢ στερεὰς ἀνοργάνους οὐσίας ἐν διαλύσει εἰς ποσότητα μεγαλυτέραν τοῦ 1 g ἀνὰ kg ἢ διάφορα ἀέρια (διοξείδιον ἄνθρακος, ὑδρόθειον, ραδόνιον) ἢ καὶ τὰ δύο, καλεῖται *μεταλλικόν*. Πολλὰ μεταλλικὰ ὕδατα ἔχουν θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 20⁰ C ἢ τῆς μέσης θερμοκρασίας τοῦ τόπου ὅπου ἀναβλύζουν καὶ καλοῦνται *θερμομεταλλικὰ* ὕδατα.

Χημικῶς καθαρὸν ὕδωρ δὲν ὑπάρχει εἰς τὴν φύσιν. Ἀκόμη καὶ τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς ἔχει συστατικὰ τοῦ ἀέρος καὶ μικρὰς ποσότητας χλωρίου, θειικοῦ ἀμμωνίου, νιτρικοῦ ὀξέος κ.λπ.· καθὼς δὲ ρέει καὶ διαποτίζει τὰ ἐδάφη, διαλύει καὶ παραλαμβάνει πολλὰς ἄλλας ὕλας ἐκ τοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς, ἐκ τῶν ὁποίων τὰ ἅλατα τῶν ἀλκαλίων καὶ ἡ ἀμμωνία ἀποτελοῦν σπουδαῖα συστατικὰ πρὸς θρέψιν τῶν φυτῶν.

Μὲ βάσιν τὴν ἀναλογίαν, ὑπὸ τὴν ὁποίαν περιέχονται τὰ ἐν διαλύσει

ἅλατα, τὰ ὕδατα αὐτὰ χαρακτηρίζονται ὡς *μαλακὰ* (μὲ περιεκτικότητα ἁλάτων κάτω τοῦ 0,6 g ἀνὰ λίτρον) ἢ ὡς *σκληρὰ* (μὲ μεγαλυτέραν περιεκτικότητα εἰς ἅλατα). Μεταλλικὰ ὕδατα χαρακτηρίζονται ὅσα περιέχουν ἀξιόλογον ποσότητα ἁλάτων μὲ θεραπευτικὰς ἰδιότητας.

Τὸ ὕδωρ ἀκόμη καὶ ἄνευ τῶν ἐν διαλύσει καὶ αἰωρήσει θρεπτικῶν οὐσιῶν ποὺ περιέχει, εἶναι ἀπαραίτητον διὰ τὴν ζωὴν καὶ ἀνάπτυξιν τῶν φυτῶν. Βροχὴ ἑνὸς μόνον χιλιοστοῦ ὕψους (1 mm), ἐὰν ἐλαμβάνετο ὁλόκληρος ὑπὸ τῶν φυτῶν, θὰ ἔδιδεν ἐτησίως 13 kg δημητριακῶν ἢ 8 kg ἐλαιούχων καρπῶν ἢ 10 kg ψυχανθῶν ἀνὰ στρέμμα καλλιεργουμένης γῆς.

Πλὴν ὅμως, ἐκ τῆς συνολικῶς πιπτούσης βροχῆς λαμβάνεται μικρὸν μέρος μόνον καὶ ὡς ἐκ τούτου ἀπαιτοῦνται πολὺ μεγαλύτεραι βροχοπτώσεις εἰς μίαν χώραν διὰ νὰ διασφαλισθῇ καλὴ παραγωγή. Ἡ πλέον εὐνοϊκὴ ἀναλογία ὕδατος πρὸς ἀνάπτυξιν τῶν φυτῶν εἶναι 15% ἕως 23% τοῦ βάρους τοῦ ἐδάφους. Μεγαλυτέρα ἀναλογία ἐπιβάλλει τὴν ἀποστράγγισιν τοῦ ἐδάφους, ἐνῶ μικροτέρα προκαλεῖ τὴν ἀποξήρανσιν. Ἐπίσης ἔχει σημασίαν καὶ ἡ σύστασις τοῦ ἐδάφους: εἰς ἀμμώδες ἔδαφος τὸ ὕδωρ διαρρέει πρὸς τὸ ἐσωτερικόν, ἐνῶ εἰς ἀργιλώδες συγκρατεῖται. Ἐξ ἄλλου τὸ ὕδωρ μὲ τὴν συνδρομὴν τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἀποσυνθέτει καὶ διαλύει σὺν τῷ χρόνῳ τὰ πετρώματα, ἐκ τῶν ὁποίων λαμβάνει πολὺ χρήσιμα συστατικὰ διὰ τὴν ἀνάπτυξιν τῆς βλαστήσεως.

Τὸ ὕδωρ εἶναι τὸ περιβάλλον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ζοῦν ὅλοι οἱ ὀργανισμοί, δεδομένου ὅτι ἡ ζῶσα ὕλη ἀποτελεῖται ἐκ κολλοειδῶν (ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται τὸ πρωτόπλασμα)· εἰς αὐτὰ ἡ παρουσία τοῦ ὕδατος εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὴν διατήρησιν τῶν ἰδιοτήτων των· τὸ σῶμα τοῦ ἐνηλίκου ἀνθρώπου περιέχει κατὰ μέσον ὅρον 60% ὕδατος· ἡ ἀναλογία αὐτὴ ποικίλλει εἰς τοὺς διαφόρους ἱστούς (10% εἰς τὰ ὀστᾶ, 99,5% εἰς τὸν σίελον καὶ τὸν ἱδρῶτα). Τὸ ὕδωρ ἔχει κατ' ἀρχὴν τὴν ἰδιότητα διαλυτικοῦ μέσου, διότι μεταφέρει εἰς τοὺς διαφόρους ἱστοὺς τὰς διαλυτὰς οὐσίας, ἰονιζομένας ἢ μή. Ἐξ ἄλλου εἶναι ἀναγκαῖον εἰς τὰς διαφόρους ἀντιδράσεις τῶν ἐνζύμων. Ἐπίσης ὁ μεταβολισμὸς τοῦ ὕδατος σχετίζεται μὲ τὸν μεταβολισμὸν τῶν διαλυτῶν ὑλῶν, ἰδιαιτέρως τῶν ἁλάτων.

5 · 2 Θαλάσσιον ὕδωρ.

Τὰ κύρια συστατικὰ τοῦ θαλασσίου ὕδατος, εἰς ἀναλογίας κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον σταθερᾶς, εἶναι κατὰ μέσον ὅρον ἀνὰ 1000 g ὕδατος: χλωριοῦχον νάτριον 27,3 g (150 g εἰς τὴν Νεκρὰν θάλασσαν), χλωριοῦχον μαγνήσιον 3,4 g, θειϊκὸν μαγνήσιον 2 g, θειϊκὸν ἀσβέστιον 1,3 g, χλωριοῦχον κάλιον 0,6 g καὶ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον 0,1 g. Ἐν τούτοις ἴχνη ἐξ ὅλων τῶν γνωστῶν σωμάτων ὑπάρχουν εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ.

Περιεκτικότης εἰς ἅλας. Ἐκτὸς τῶν κλειστῶν θαλασσῶν ἡ περιεκτικότης ἁλατος τῶν μεγάλων ὠκεανῶν εἶναι κατὰ μέσον ὅρον 35 $^0/_{00}$. Εἰς τοὺς τροπικούς, ὑπερβαίνει τὰ 36 $^0/_{00}$ λόγω τῆς ἐπιδράσεως τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ τῆς σημαντικῆς κατὰ συνέπειαν ἐξατμίσεως. Πρὸς τὸν ἰσημερινόν, αἱ βροχοπτώσεις καταβιβάζουν τὸν μέσον ὅρον εἰς 34,8 $^0/_{00}$. Εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον ἡ περιεκτικότης εἰς ἅλας μειοῦται σημαντικῶς πρὸς τὸν πόλον συνεπείᾳ τῆς εἰσροῆς τῶν γλυκέων ὑδάτω···

τῶν μεγάλων ποταμῶν καὶ τῶν τηκομένων πάγων τῆς Γροιλανδίας: τὸ ποσοστὸν κυμαίνεται μεταξὺ 33,5 ‰ μεταξὺ 40° καὶ 50° γεωγραφικοῦ πλάτους καὶ 30,40 ‰ μεταξὺ 60° καὶ 70° γεωγραφικοῦ πλάτους. Εἰς τὰ αὐτὰ γεωγραφικὰ πλάτη τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τὸ ποσοστὸν εἶναι ὀλίγον ἀνώτερον.

Θερμοκρασία. Εἰς τὰς ἀνοικτὰς θαλάσσας, περὶ τὸν ἰσημερινόν, ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος ὑπερβαίνει τοὺς 27° C. Εἰς τὰς κλειστὰς θαλάσσας καὶ παρὰ τὰς ἀκτάς, παρετηρήθησαν πολὺ ὑψηλότεραι θερμοκρασίαι: 34° C εἰς τὴν Ἐρυθρὰν θάλασσαν, 35° C εἰς τὸν Περσικὸν κόλπον.

Πρὸς τοὺς πόλους αἱ θερμοκρασίαι εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος πίπτουν ταχέως καὶ φθάνουν τὸ σημεῖον πήξεως. Εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον αἱ θερμοκρασίαι κατέρχονται ταχύτερον, δεδομένου ὅτι ὁ Ἀνταρκτικὸς Ὠκεανὸς καταλαμβάνει μεγάλην ἔκτασιν. Κατὰ κανόνα εἰς τὰς ἀνοικτὰς θαλάσσας ἡ θερμοκρασία κατέρχεται ἀναλόγως τοῦ βάθους ταχέως μέχρι τῶν 200 m μὲ μικροτέραν ταχύτητα ἀπὸ τοῦ βάθους τούτου καὶ τέλος πολὺ ἀργὰ κάτω τῶν 1000 m. Εἰς τὸ βάθος αὐτὸ ἡ θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξὺ +4° C καὶ +8° C. Ἡ διαφορὰ εἶναι ἐλαχίστη ἐν συγκρίσει μὲ τὰς διαφόρους θερμοκρασίας τῶν ὑδάτων τῆς ἐπιφανείας· καθίσταται ἔτι μικροτέρα εἰς τὰ μεγάλα βάθη, εἰς τὰ ὁποῖα αἱ θερμοκρασίαι κυμαίνονται ἀπὸ 0° C μέχρι +4° C. Τὰ μεγάλα ρεύματα τῶν ὠκεανῶν μεταβάλλουν ἐνίοτε τὴν τάξιν αὐτὴν τῶν θερμοκρασιῶν.

Πυκνότης. Ἡ περιεκτικότης εἰς ἅλας καταβιβάζει τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἀνωτάτης πυκνότητος τοῦ ὕδατος, ἡ ὁποία παρουσιάζεται εἰς τοὺς 4° C. Εἰς περιεκτικότητα ἅλατος 10 ‰ ἀντιστοιχεῖ θερμοκρασία ἀνωτάτης πυκνότητος 0° C. Εἰς τὰς ἀνοικτὰς θαλάσσας τὸ ὕδωρ εἶναι πυκνότερον, ὅταν εἶναι ψυχρότερον. Ἡ παρουσία ψυχρῶν ὑδάτων εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης εἰς τὰ πλησίον τῶν πόλων πλάτη ἀποτελεῖ κύριον παράγοντα τῆς γενικῆς κυκλοφορίας τῶν ὠκεανῶν.

5 · 3 Φυσικὴ ἀνακύκλωσις τοῦ ὕδατος.

Ἡ ἐξάτμισις τοῦ ὕδατος τῶν θαλασσῶν, τῶν ποταμῶν, τῶν λιμνῶν κ.λπ. παράγει τοὺς ὑδρατμούς, διὰ τῆς συμπυκνώσεως τῶν ὁποίων σχηματίζονται τὰ νέφη. Ἀπὸ τὰ νέφη ἐπανέρχεται τὸ ὕδωρ εἰς τὴν γῆν ὑπὸ μορφὴν βροχῆς ἢ χιόνος καὶ εἴτε παραμένει ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ἀνακτώμενον ὑπὸ τῶν ποταμῶν καὶ τῶν λιμνῶν εἴτε διεισδύει ἐντὸς τοῦ ἐδάφους καὶ ἀναβλύζει διὰ τῶν πηγῶν. Τὰ ὕδατα αὐτὰ ἐπιδροῦν ἐπὶ τῶν πετρωμάτων, τῶν ὁποίων διαλύουν τὰ διαλυτὰ συστατικά, καὶ ἐμπλουτίζονται κυρίως εἰς ἀνθρακικὸν καὶ θειικὸν ἀσβέστιον.

5 · 4 Φυσιολογικαὶ ἰδιότητες.

Τὸ ὕδωρ εἶναι ἀπαραίτητον διὰ τὴν ζωὴν τῶν ζωικῶν καὶ φυτικῶν κυττάρων. Ἀρκεῖ γενικῶς νὰ κατέλθῃ ἡ περιεκτικότης τῶν κυττάρων εἰς ὕδωρ κάτω τοῦ 20% διὰ νὰ ἐπέλθῃ ὁ θάνατος αὐτῶν.

Α. Ὕδωρ πόσιμον.

Τὸ πόσιμον ὕδωρ πρέπει νὰ εἶναι διαυγές, ἄχρουν, ἄοσμον, νὰ δημιουργῇ εὐκόλως ἀφρὸν (σαπουνάδα) καὶ νὰ βράζῃ τὰ λαχανικά, χωρὶς νὰ τὰ σκληρύνῃ· ἡ περιεκτικότης του εἰς ὀργανικὰς οὐσίας καὶ χλωριοῦχα πρέπει νὰ εἶναι

μικρὰ καὶ νὰ μὴ περιέχη ἀζωτούχους ἢ ἀμμωνιακὰς ἑνώσεις οὔτε παθογόνα μικρόβια. Ἡ ἐξέτασις τοῦ ὕδατος γίνεται διὰ χημικῆς ἀναλύσεως, ὑπολογίζεται δὲ ἡ περιεκτικότης του εἰς ἀσβέστιον, μαγνήσιον, χλώριον, ἄζωτον ἐκ τοῦ ἰζήματος αὐτοῦ, ἀποξηραινομένου εἰς τοὺς 180° C. Δι' ὑπερμαγγανικοῦ καλίου ἀνιχνεύεται ἡ παρουσία ὀργανικῶν ὑλῶν (μέθοδος Α. Λεβύ). Ἐπίσης κατόπιν καλλιεργείας ὑπολογίζονται μικροσκοπικῶς τὰ περιεχόμενα εἰς τὸ ὕδωρ μικρόβια καὶ διαγιγνώσκονται τὰ παθογόνα διὰ προσδιορισμοῦ τοῦ κολλοβακτηριδιακοῦ δείκτου. Τὸ πόσιμον ὕδωρ πρέπει νὰ εἶναι ἀναψυκτικὸν (θερμοκρασίας 7° C ἕως 12° C) καὶ νὰ περιέχη τουλάχιστον 2 mg ὀξυγόνου ἀνὰ λίτρον ἐν διαλύσει.

Ἡ σκληρότης του πρέπει νὰ εἶναι κατωτέρα τῶν 30 γαλλικῶν βαθμῶν (ἀντιστοιχούντων μὲ 170 mg CaO ἀνὰ λίτρον). Ἡ περιεκτικότης εἰς χλώριον καὶ θειικὰ δὲν πρέπει νὰ εἶναι ἀνωτέρα τῶν 30 καὶ 60 mg ἀντιστοίχως ἀνὰ λίτρον.

Ὡς πρὸς τοὺς περιεχομένους μικροοργανισμούς, ἂν τὸ ὕδωρ περιέχη ἄνω τῶν 1000 μικροοργανισμῶν ἀνὰ cm^3, εἶναι μέτριον καὶ ἂν περιέχη ἄνω τῶν 10 000 μικροοργανισμῶν ἀνὰ cm^3, εἶναι ἀκατάλληλον. Ἄριστον εἶναι τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον περιέχει κάτω τῶν 1000 μικροοργανισμῶν ἀνὰ cm^3.

Κατὰ τὴν διατροφὴν χρησιμοποιεῖται ὕδωρ βρόχινον, φρεάτων, πηγῶν, ποταμῶν ἢ λιμνῶν. Καλύτερον εἶναι τὸ ὕδωρ τῶν πηγῶν καὶ τὸ λαμβανόμενον ἐκ φρεάτων τροφοδοτουμένων ὑπὸ πηγῆς, ἐφ' ὅσον δὲν μολύνεται ἐκ διαφόρων ἑστιῶν (σωρῶν κόπρου, βόθρων κ.λπ.).

Β. **Ἰαματικὰ ὕδατα.**

Τὰ ὕδατα αὐτά, καλούμενα καὶ *μεταλλικὰ* ἢ *ὀρυκτὰ* ὕδατα, περιέχουν ἐν διαλύσει διαφόρους οὐσίας, στερεὰς ἢ ἀεριώδεις, εἰς ποσότητας κατὰ κανόνα σημαντικὰς καὶ παρουσιάζουν συχνὰ ἰαματικὰς ἰδιότητας.

Ἐπὶ τῇ βάσει τῆς χημικῆς φύσεως τῶν κυρίων συστατικῶν των διαιροῦνται εἰς πολλὰς ὁμάδας, ἐκ τῶν ὁποίων αἱ σπουδαιότεραι εἶναι αἱ ἑξῆς:

α) Ὕδατα *ὄξινα* ἢ *ἀεριοῦχα*. Αὐτὰ εἶναι πλούσια εἰς διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, τὸ ὁποῖον ἀποβάλλουν ἀφθόνως δι' ἀναταράξεως καὶ ἔχουν ὡς ἐκ τούτου γεῦσιν ἀσθενῶς ὑπόξινον καὶ πιπερίζουσαν.

β) Ὕδατα *ἀλκαλικά*. Ἔχουν γεῦσιν ἀλκαλικήν, δηλαδὴ ἐλαφρῶς σαπωνοειδῆ, ὀφειλομένην εἰς τὸ ἐν διαλύσει περιεχόμενον ὄξινον ἀνθρακικὸν νάτριον, ποὺ περιέχουν διαλελυμένον.

γ) Ὕδατα *(ὑδρο)θειοῦχα*. Περιέχουν ἐν γένει θειονάτριον ἢ θειασβέστιον, ὡρισμένα δὲ καὶ ἐλεύθερον ὑδρόθειον.

δ) Ὕδατα *σιδηροῦχα*. Περιέχουν ἑνώσεις τοῦ σιδήρου.

ε) Ὕδατα *ἀρσενικοῦχα*. Αὐτὰ εἶναι πλούσια εἰς ἀρσενικὸν νάτριον.

στ) Ὕδατα *ἁλατοῦχα*. Ἡ ὁμὰς αὐτὴ περιλαμβάνει ὅλα τὰ ὕδατα, ποὺ ἔχουν γεῦσιν ἁλμυρὰν ἢ πικράν, ἡ ὁποία ὀφείλεται εἴτε εἰς τὸ χλωριονάτριον, τὸ ὁποῖον συνοδεύεται ὑπὸ βρωμιούχων καὶ ἰωδιούχων ἁλάτων, εἴτε εἰς τὸ χλωριονάτριον καὶ τὸ θειικὸν νάτριον εἴτε εἰς τὸ θειικὸν μαγνήσιον. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τῶν ἰαματικῶν ὑδάτων ὑπερβαίνη τοὺς 30° C, τότε αἱ πηγαὶ ἐκ τῶν ὁποίων ἀναβλύζουν χαρακτηρίζονται ὡς θερμαί.

5·5 Χρήσεις τοῦ ὕδατος.

Τὸ ὕδωρ εἶναι ἀπαραίτητος παράγων τῆς ζωῆς τῶν ὀργανικῶν ὄντων. Ἄνευ ὕδατος δὲν ὑπάρχει ζωή. Ἡ ἐκτονωτικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ του ἐξ ἄλλου χρησιμεύει πρὸς ἐκτέλεσιν μηχανικοῦ ἔργου καὶ ὁ πάγος χρησιμοποιεῖται πολυειδῶς ὡς μέσον ψυκτικόν.

Πλὴν τούτων ὅμως οἱ ποταμοὶ καὶ οἱ καταρράκται εἶναι φορεῖς μηχανικῆς ἐνεργείας, τὴν ὁποίαν ἐκμεταλλευόμεθα εὐρέως.

Τέλος ἡ χρῆσις τοῦ ὕδατος εἰς τὴν παρασκευὴν χημικῶν ἐνώσεων καὶ ὡς μέσου διαλυτικοῦ εἶναι σπουδαιοτάτη.

5·6 Ἡ προετοιμασία (προπαρασκευὴ) τοῦ βιομηχανικοῦ ὕδατος.

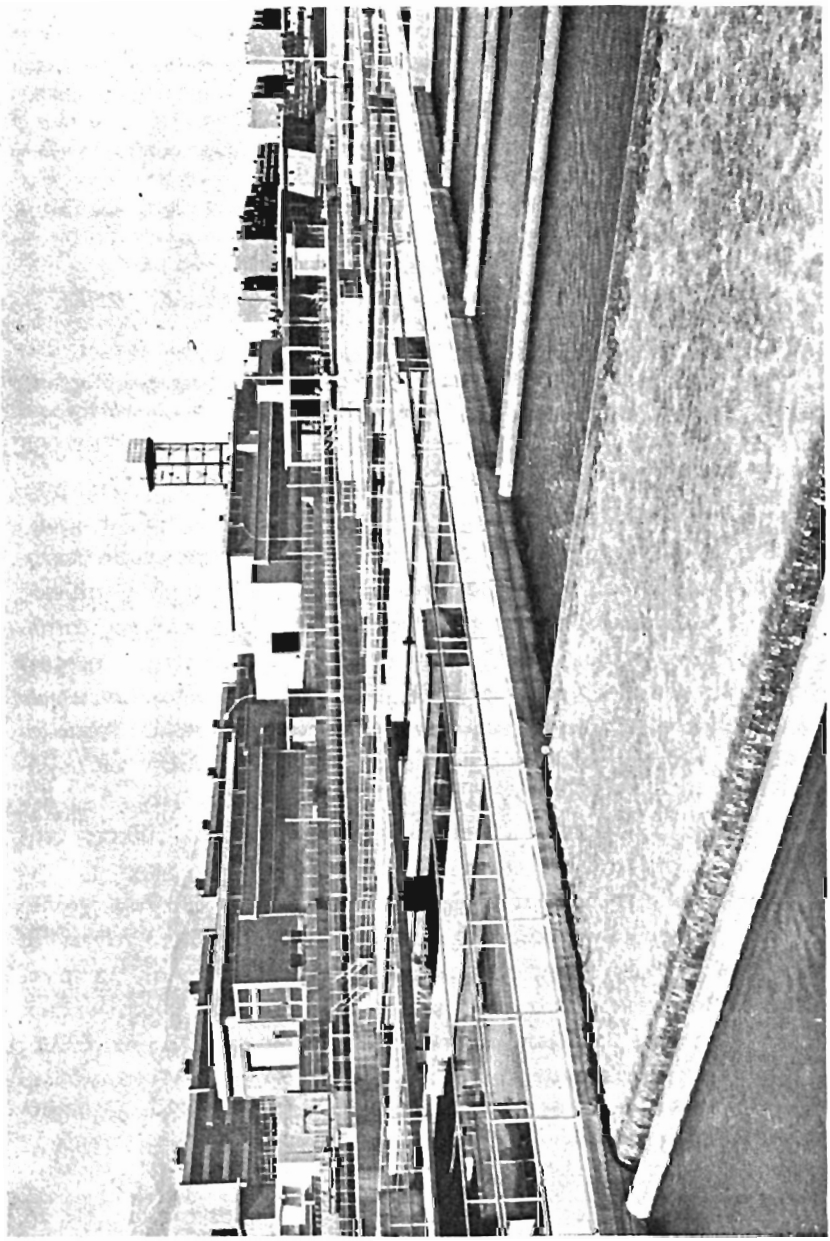
Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται εἰς τὰς διαφόρους βιομηχανίας, πρέπει συνήθως νὰ ὑποστῇ πρὸ τῆς χρήσεως ὡρισμένην προετοιμασίαν, διότι ἄλλως εἶναι ἀκατάλληλον.

Πολλὰ ἐργοστάσια π.χ. ἔχουν ἀνάγκην ἀπεσκληρυμένου ὕδατος, ὅπως τὰ ἐργοστάσια κλωστοϋφαντουργίας, τὰ βαφεῖα, τὰ βυρσοδεψεῖα, τὰ πλυντήρια, αἱ βιομηχανίαι ἀναψυκτικῶν, πολλαὶ γεωργικαὶ βιομηχανίαι καὶ γενικῶς ὅλα τὰ ἐργοστάσια, τὰ ὁποῖα καταναλίσκουν ἀτμὸν καὶ ἔχουν ἰδίαν ἀτμοπαραγωγὴν χαμηλῆς πιέσεως.

Εἰς ἄλλα ἐργοστάσια χρησιμοποιεῖται ὕδωρ πλήρως ἀπηλλαγμένον τῶν ἰόντων *(ἀφαλατωθέν)*, π.χ. εἰς τὰ ἀτμοηλεκτρικὰ ἐργοστάσια κλασικῶν ἢ πυρηνικῶν καυσίμων περιλαμβανομένων τῶν μεγάλων ἐγκαταστάσεων κεντρικῆς θερμάνσεως, ὡς νοσοκομειακῶν συγκροτημάτων, οὐρανοξυστῶν κ.λπ., ἀτμολεβήτων μεγάλων πλοίων, ποὺ λειτουργοῦν ὑπὸ ὑψηλὴν πίεσιν (σχ. 5·6 β). Εἰς τὸ σχῆμα 5·6 α εἰκονίζεται διυλιστήριον ποσίμου ὕδατος τῆς Τεχεράνης παραγωγικῆς ἱκανότητος 14 400 m^3 ἀνὰ ὥραν.

Ἐπὶ πλέον εἰς τὴν κατηγορίαν αὐτὴν ἀνήκουν αἱ βιομηχανίαι παραγωγῆς χημικῶν προϊόντων, αἱ φαρμακευτικαὶ βιομηχανίαι, αἱ ἠλεκτρονικαὶ βιομηχανίαι, αἱ ἠλεκτροχημικαὶ βιομηχανίαι, τὰ ἐργοστάσια ὑαλοπινάκων, πάγου κ.ἄ. Τὸ βιομηχανικὸν ὕδωρ ψύξεως ἐπίσης ὑφίσταται συνήθως διήθησιν καὶ κατεργασίαν, διότι ἄλλως θὰ προκαλέσῃ διάβρωσιν τῶν μετάλλων. Ἐπίσης τὸ πόσιμον ὕδωρ ἀπαιτεῖ συνήθως πολλὰς τῶν ἀκολούθων κατεργασιῶν: διήθησιν, ἀπομάκρυνσιν CO_2, ἀπομάκρυνσιν σιδήρου, ἀπομάκρυνσιν μαγγανίου, ἀπολύμανσιν, ἀπομάκρυνσιν χλωρίου.

Ἀναφέρεται τέλος ἡ περίπτωσις τῶν κολυμβητηρίων, εἰς τὰ



Σχ. 5·6 α.

Σχ. 5·6 β. Ἐγκατάστασις ἀποσκληρύνσεως ὕδατος διὰ τροφοδοσίαν λεβήτων θερμοηλεκτρικοῦ ἐργοστασίου.

ὁποῖα πρὸς ἐξοικονόμησιν ὕδατος ἐφαρμόζεται ἀνακύκλωσις, μετὰ κολλάρισμα (προσθήκη κολλοειδῶν οὐσιῶν καὶ διήθησις πρὸς συγκράτησιν τῶν αἰωρουμένων ὑλῶν) καὶ ἀπολύμανσις.

5·7 Προπαρασκευὴ ὕδατος τροφοδοσίας λεβήτων.

Ἂν ἕνας λέβης τροφοδοτηθῇ μὲ ἀκατάλληλον ὕδωρ, εἰς τὰς πλείστας περιπτώσεις μετ' ὀλίγον χρόνον σχηματίζεται λεβητόλιθος ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ λέβητος ποὺ ἔρχονται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ ὕδωρ. Αἱ ἀποθέσεις εἶναι μεγαλύτεραι εἰς τὰς ἰσχυρότερον θερμαινομένας θέσεις, ὡς π.χ. εἰς τοὺς λέβητας μὲ φλογαυλούς, ἐπὶ τῶν φλογαυλῶν ὑπεράνω τῆς ἐσχάρας. Ἀποθέσεις αὐτοῦ τοῦ εἴδους, εἰς τὰς ὁποίας συγκαταλέγεται ἐπίσης καὶ ἰλύς, ἡ ὁποία ἐστερεοποιήθη δι' ὀπτήσεως, δροῦν ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον λίαν *θερμομονωτικῶς*. Ὑπέρμετρος θερμικὴ καταπόνησις εἶναι δυνατὸν τότε νὰ ἔχῃ ὡς συνέπειαν δημιουργίαν ὀπῶν ἐντὸς τῶν φλογαυλῶν ἢ ὀπῶν καὶ ρωγμῶν εἰς τοὺς ὑδραυλοὺς τῶν λεβήτων. Ἂν αἱ ἀποθέσεις λεβητολίθου καὶ ἰλύος ἀπομακρυνθοῦν, ἐμφανίζονται κάτωθεν αὐτῶν τοπικαὶ διαβρώσεις βαθεῖαι συνήθως, εἴτε ὁμοιόμορφοι καθ' ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν εἴτε ἀνομοιόμορφοι.

Ἀλλὰ ἐπίσης καὶ εἰς τὸν χῶρον τοῦ ἀτμοῦ τοῦ λέβητος, ὁ ὁποῖος δὲν ἔρχεται οὐδόλως εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ ὕδωρ, εὑρίσκονται συχνὰ διαβρώσεις· ἐπίσης τὰ τοιχώματα τοῦ λέβητος προσβάλλονται ἀκόμη καὶ ἂν δὲν σχηματίζεται λεβητόλιθος, ὡς συμβαίνει πολλάκις ὅταν τροφοδοτῆται μὲ ὕδωρ βροχῆς καὶ ὕδωρ ἐκ συμπυκνώσεως ἀτμοῦ.

Ἡ προπαρασκευὴ τοῦ ὕδατος τροφοδοσίας τῶν λεβήτων ἔχει ὡς ἐκ τούτου πολλοὺς σκοποὺς νὰ ἐκπληρώσῃ:

α) Ἀποσκλήρυνσιν πρὸς ἀποφυγὴν σχηματισμοῦ λεβητολίθων.

β) Ἀπομάκρυνσιν διαβρωτικῶν ὀξέων καὶ ἀερίων ἐκ τοῦ ὕδατος.

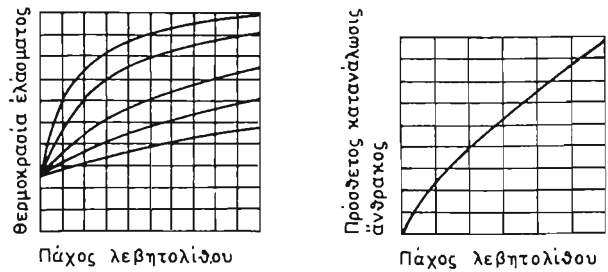
γ) Ἀπομάκρυνσιν ὅλων τῶν ὑλῶν, αἱ ὁποῖαι αὐξάνουν τὴν πυκνότητα τοῦ ὕδατος καὶ ἔχουν ὡς συνέπειαν τὸν σχηματισμὸν ἰλύος ἐντὸς τοῦ λέβητος.

Τὸ τελευταῖον πρόβλημα ἐπιλύεται ἄνευ πολὺ μεγάλων δαπανῶν ἀλλὰ ἐν μέρει μόνον.

Εἰς μεγαλυτέρας ἐγκαταστάσεις λεβήτων ἡ προετοιμασία τοῦ τροφοδοτικοῦ ὕδατος διὰ τοὺς λέβητας ἐπιτελεῖται ἐντὸς μιᾶς ἐγκαταστάσεως καθαρισμοῦ πρὸ τῆς τροφοδοσίας τοῦ λέβητος. Ἡ προετοιμασία ἐντὸς τοῦ ἰδίου τοῦ λέβητος εἶναι δυνατὴ μόνον διὰ μικροὺς

λέβητας λειτουργοῦντας μὲ χαμηλὴν πίεσιν καὶ δι' ὕδωρ ὄχι πολὺ σκληρόν.

Γνωμάτευσις περὶ τῆς καταλληλότητος ἢ ὄχι τοῦ ὕδατος διὰ τὴν τροφοδότησιν τῶν λεβήτων καθὼς καὶ περὶ τῆς μεθόδου ἀποσκληρύνσεως ἢ προετοιμασίας αὐτοῦ, γίνεται μόνον βάσει ἀναλύσεως τοῦ ὕδατος. Ἡ ἀνάλυσις πρέπει νὰ εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἐπιδιωκομένου σκοποῦ, διότι διαφορετικὰ δὲν θὰ δώσῃ ὅλα τὰ ἀπαιτούμενα στοιχεῖα διὰ τὸν καταρτισμὸν τῆς γνωματεύσεως.



Σχ. 5·7.

Κατὰ τὴν μελέτην τῆς προετοιμασίας τοῦ ὕδατος πρέπει ἐπίσης νὰ ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν αἱ συνθῆκαι λειτουργίας τοῦ λέβητος. Ἡ μονωτικὴ δρᾶσις ἐξαρτᾶται εἰς μεγάλον βαθμὸν ἐκ τοῦ εἴδους τοῦ λεβητολίθου. Ὅσον περισσότερον πορῶδες εἶναι τὸ ἐπίστρωμα λεβητολίθου, τόσον δυσχερέστερον ἀπάγεται ἡ θερμότης ἀπὸ τῶν τοιχωμάτων τοῦ λέβητος καὶ τόσον ὑψηλοτέρα εἶναι ἡ κατανάλωσις καυσίμου.

Διὰ τὸν λεβητόλιθον ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου καὶ γύψου, ὁ ὁποῖος ἐμφανίζεται εἰς τὰς περισσοτέρας περιπτώσεις, δύναται νὰ ὑπολογισθῇ ἡ κατὰ προσέγγισιν πρόσθετος κατανάλωσις καυσίμου συναρτήσει τοῦ πάχους λεβητολίθου ἐκ τῶν παρατιθεμένων διαγραμμάτων (σχ. 5 · 7).

Εἰς περίπτωσιν σχηματισμοῦ λεβητολίθου μὲ πολὺ πυριτικὸν ὀξὺ καὶ ἐπίστρωσιν ἐλαίου, αἱ συνθῆκαι μεταδόσεως τῆς θερμότητος εἶναι σημαντικῶς δυσμενέστεραι. Ὁ λεβητόλιθος καὶ τὸ ἔλαιον προκαλοῦν, λόγω τῆς μονωτικῆς των δράσεως, ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας εἰς τὸ θερμαινόμενον ἔλασμα τοῦ λέβητος. Ὅσον περισσότερον πορώδης εἶναι ὁ λεβητόλιθος καὶ μικρότερον τὸ εἰδικὸν βάρος γ αὐτοῦ, τόσον χαμηλοτέρα καθίσταται ἡ θερμικὴ ἀγωγιμότης καὶ τόσον ὑψη-

λοτέρα ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐλάσματος καὶ ἡ κατανάλωσις τοῦ ἄνθρακος.

ΠΙΝΑΞ 5·7·1

Θερμικῶν ἀγωγιμοτήτων διαφόρων εἰδῶν λεβητολίθων

Γύψος, ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον	$\gamma = 2$	gr/cm³	λ = 1-2 kcal/mh⁰C
Πορώδης λεβητόλιθος	$\gamma = 1{,}0 - 1{,}5$	»	$\lambda = 0{,}2 - 0{,}5$ »
Πυριτικὸς λεβητόλιθος	$\gamma = 0{,}3 - 1{,}2$	»	$\lambda = 0{,}1 - 0{,}5$ »
Ἐπίστρωσις ἐλαίου			

5·8 Εἴδη τῶν φυσικῶν ὑδάτων, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν τροφοδοσίαν λεβήτων.

Διὰ τὴν τροφοδοσίαν λεβήτων χρησιμοποιοῦνται κυρίως ὑπόγειον, πηγαῖον καὶ ἐπιφανειακὸν ὕδωρ.

Τὸ *ὑπόγειον* καὶ τὸ *πηγαῖον* ὕδωρ εἶναι συνήθως σκληρὰ ὕδατα καὶ περιέχουν ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον πολὺ ἐλεύθερον ἀνθρακικὸν ὀξύ, ἐνῶ ἀντιθέτως περιέχουν ὀλίγον ὀξυγόνον. Τὰ ὕδατα αὐτὰ ἔχουν τὸ πλεονέκτημα ὅτι ἡ σύνθεσίς των μεταβάλλεται ὀλίγον καὶ δὲν περιέχουν φερτὰς ὕλας, ἢ περιέχουν ἐλαχίστας.

Ὡς *ἐπιφανειακὸν* ὕδωρ χαρακτηρίζεται τὸ ὕδωρ τῶν ποταμῶν, τῶν λιμνῶν καὶ τῶν ὑδατοφραγμάτων. Τὰ ὕδατα αὐτὰ ρυπαίνονται πολλάκις δι' ἀπονέρων, τὰ ὁποῖα ἀποχύνονται ἐντὸς αὐτῶν. Ἡ περιεκτικότης τῶν ἐπιφανειακῶν ὑδάτων εἰς συστατικά, τὰ ὁποῖα δημιουργοῦν σκληρότητα καὶ εἰς οὐδέτερα ἅλατα συχνὰ μεταβάλλεται συνεπεία τῶν ἀπονέρων αὐτῶν.

Ὡς *ἀκατέργαστον* ὕδωρ ἐννοεῖται πᾶν ὕδωρ, τὸ ὁποῖον δὲν ἔχει ὑποστῆ εἰδικὴν κατεργασίαν διὰ νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν τροφοδότησιν λεβήτων. Τὸ ὕδωρ αὐτὸ δύναται νὰ εἶναι ἀπὸ φρέαρ, ἀπὸ πηγὴν ἢ νὰ εἶναι ἐπιφανειακὸν ὕδωρ ἢ καὶ ὕδωρ ἐκ τοῦ δημοσίου δικτύου ὑδρεύσεως.

Ὕδωρ τροφοδοσίας λεβήτων εἶναι τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον τελικῶς τροφοδοτεῖ τοὺς λέβητας. Δύναται νὰ εἶναι ὕδωρ κατειργασμένον, ἀκατέργαστον, ὕδωρ ἐξ ὑγροποιήσεως ἀτμῶν ἢ μῖγμα τῶν δύο προηγουμένων περιπτώσεων.

Ὡς *ὕδωρ λέβητος* χαρακτηρίζεται τέλος τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ λέβητος καὶ συνεπεία τῆς ἐπιδράσεως πιέσεως καὶ θερμοκρασίας ἔχει ὑποστῆ μεταβολὰς δι' ἀποβολῆς λεβητολίθου καὶ συμπυκνώσεως κατὰ τὴν ἐξάτμισιν.

5·9 Σκληρότης καὶ συστατικὰ δημιουργοῦντα σκληρότητα.

Σκληρότητα δημιουργοῦν μόνον τὰ ἐντὸς τοῦ ὕδατος διαλελυμένα ἅλατα ἀσβεστίου καὶ μαγνησίου, τὰ ὁποῖα ἀποτίθενται κατὰ τὴν ἐξάτμισιν τοῦ ὕδατος ὡς στερεὰ συνήθως ἐπιστρώματα (λεβητόλιθος) ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ λέβητος.

Εἰδικώτερον διακρίνονται τὰ ἀκόλουθα εἴδη σκληρότητος:

α) Συνολικὴ σκληρότης ΣΣ
β) Ἀνθρακικὴ σκληρότης ΑΣ
γ) Μὴ ἀνθρακικὴ σκληρότης ΜΑΣ
δ) Σκληρότης ὀξειδίου τῆς ἀσβέστου ΣCa
ε) Σκληρότης ὀξειδίου τοῦ μαγνησίου ΣMg

Ἡ *συνολικὴ* σκληρότης εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν δημιουργουμένων ἐπὶ μέρους σκληροτήτων ἐξ ἁλάτων ἀσβεστίου καὶ μαγνησίου.

Ὡς *ἀνθρακικὴ* σκληρότης χαρακτηρίζονται ὅλαι αἱ ὑπὸ μορφὴν ὀξίνων ἀνθρακικῶν ἁλάτων εὑρισκόμεναι ἑνώσεις ἀσβεστίου καὶ μαγνησίου· ἡ *μὴ ἀνθρακικὴ* σκληρότης περιλαμβάνει ὅλας τὰς λοιπὰς ἑνώσεις ἀσβεστίου καὶ μαγνησίου, ὡς θειικὸν ἀσβέστιον καὶ θειικὸν μαγνήσιον (ἅλατα θειικοῦ ὀξέος), χλωριοῦχον ἀσβέστιον καὶ χλωριοῦχον μαγνήσιον (ἅλατα τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος) καθὼς καὶ πυριτικὸν ἀσβέστιον καὶ πυριτικὸν μαγνήσιον (ἅλατα τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος). Τὸ θειικὸν ἀσβέστιον εἶναι γενικῶς γνωστὸν ὡς γύψος καὶ ἀποτελεῖ ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον τὸ κύριον συστατικὸν τῆς μὴ ἀνθρακικῆς σκληρότητος. Τοῦτο ἀποβάλλεται ἐκ τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ λέβητος σχετικῶς βραδέως μετὰ μεγάλην συμπύκνωσιν καὶ εἰς θερμοκρασίας ἀπὸ 140° C καὶ ἄνω, πλὴν ὅμως, ὅταν ἀποτεθῇ, εἶναι λίαν στερεὸν καὶ ἀπομακρύνεται δυσχερῶς. Τὰ ἀνθρακικὰ ἅλατα ἀποβάλλονται ἐνωρίτερον καὶ μάλιστα τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον μεταξὺ 60° C καὶ 100° C καὶ τὸ ἀνθρακικὸν μαγνήσιον εἰς 120° C ἕως 140° C. Ὡς ἐκ τούτου διὰ θερμάνσεως εἰς τὸ σημεῖον ζέσεως εἶναι δυνατὴ μερικὴ ἀποσκλήρυνσις.

Ἡ ἀνθρακικὴ σκληρότης ὡς ἐκ τούτου χαρακτηρίζεται καὶ ὡς παροδικὴ σκληρότης ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὴν *μὴ ἀνθρακικὴν* σκληρότητα, ἡ ὁποία χαρακτηρίζεται ὡς μόνιμος σκληρότης. Ἐπὶ τῆς ἀποβολῆς λεβητολίθου, ἐκτὸς τῆς θερμοκρασίας, ἐπιδρᾷ ἐπίσης καὶ ἡ συγκέντρωσις τῶν οὐσιῶν ποὺ δημιουργοῦν σκληρότητα.

Κατὰ τὰ προηγουμένως λεχθέντα ἡ συνολικὴ σκληρότης εἶναι:

Συνολικὴ σκληρότης ΣΣ = Σκληρότης Ca + Σκληρότης Mg ἢ
ΣΣ = Ἀνθρακικὴ σκληρότης + Μὴ Ἀνθρακικὴ Σκληρότης

Μονὰς μετρήσεως τῆς σκληρότητος εἶναι ὁ βαθμὸς σκληρότητος. Ὑπάρχουν ὁ γερμανικός, ὁ ἀγγλικὸς καὶ ὁ γαλλικὸς βαθμὸς σκληρότητος. Τὸ ὕδωρ εἶναι σκληρότητος ἑνὸς γερμανικοῦ βαθμοῦ, ὅταν 1 m^3 αὐτοῦ περιέχῃ 10 g ὀξειδίου τοῦ ἀσβεστίου, CaO, ἢ 7,14 g ὀξειδίου τοῦ μαγνησίου, MgO.

Διὰ τὸν γαλλικὸν καὶ ἀγγλικὸν βαθμὸν σκληρότητος ὑφίσταται ἡ σχέσις:

1^0 γερμανικὸς βαθμὸς = $1{,}79^0$ γαλλικοὶ βαθμοὶ = $1{,}25^0$ ἀγγλικοί.

5 · 10 Κλιμάκωσις τῆς σκληρότητος.

Ἀναλόγως τῆς συνολικῆς σκληρότητος τὸ ὕδωρ διακρίνεται ὡς ἀκολούθως:

0^0	ἕως	4^0 d	= πολὺ μαλακὸν ὕδωρ.
4^0	ἕως	8^0 d	= μαλακὸν ὕδωρ
8^0	ἕως	12^0 d	= μέσης σκληρότητος ὕδωρ.
12^0	ἕως	18^0 d	= ἀρκετὰ σκληρὸν ὕδωρ.
18^0	ἕως	30^0 d	= σκληρὸν ὕδωρ
ἄνω τῶν		30^0 d	= λίαν σκληρὸν ὕδωρ.

5 · 11 Πυριτικὸν ὀξύ.

Ἰδιαιτέραν προσοχὴν ἀπαιτεῖ τὸ πυριτικὸν ὀξύ, ποὺ εἶναι διαλελυμένον ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Τοῦτο δὲν δύναται νὰ ἀπομακρυνθῇ δι' οὐδεμιᾶς μεθόδου ἀποσκληρύνσεως. Εἰς λέβητας ποὺ ἔχουν πίεσιν λειτουργίας ἕως 40 ἀτμοσφαίρας, τὸ πυριτικὸν ὀξὺ δὲν εἶναι ἐπικίνδυνον, ἐκτὸς ἐὰν τὸ ὕδωρ τοῦ λέβητος εἶναι σκληρόν· εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν σχηματίζεται λεβητόλιθος ἀποτελούμενος ἐκ πυριτικοῦ ἀσβεστίου καὶ πυριτικοῦ μαγνησίου, ὁ ὁποῖος εἶναι ἐξαιρετικῶς θερμομονωτικὸς καὶ συγκρατεῖται ἰσχυρῶς ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ λέβητος. Εἰς λέβητας μὲ φλογαυλοὺς σχηματισμὸς λεβητολίθου αὐτοῦ τοῦ εἴδους πάχους 1 ἕως 2 mm δύναται νὰ προκαλέσῃ ρωγμάς.

Εἰς τοὺς λέβητας μὲ ὑδραυλοὺς καὶ μικρότερα ἀκόμη πάχη πυρι-

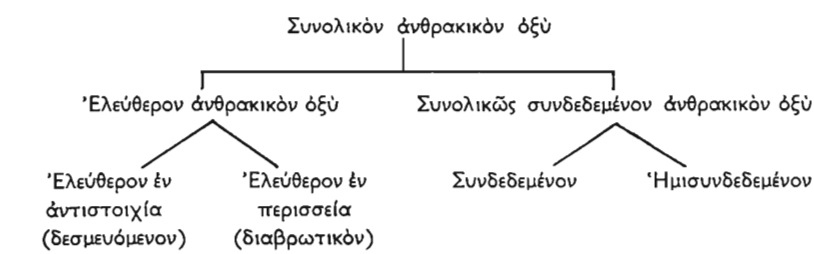
τικοῦ λεβητολίθου προκαλοῦν ρωγμὰς εἰς τοὺς σωλῆνας. Ἡ ὕπαρξις μεγαλυτέρας σκληρότητος θὰ ἀπέτρεπε τὸν σχηματισμὸν τοῦ πυριτικοῦ λεβητολίθου. Ἀπὸ τῆς ἀπόψεως αὐτῆς εἶναι ἐπικίνδυνα τὰ πολὺ μαλακὰ ὕδατα μὲ πολὺ πυριτικὸν ὀξύ. Αὐτὰ λόγω τῆς μικρᾶς των ἱκανότητος σχηματισμοῦ λεβητολίθων προκαλοῦν εἰς τοὺς μὴ εἰδικοὺς συχνὰ τὴν ἐντύπωσιν, ὅτι δὲν εἶναι ἀπαραίτητος ἡ προετοιμασία τοῦ ὕδατος. Μικρὰ σκληρότης παραμένει ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον καὶ μετὰ τὴν ἀποσκλήρυνσιν. Ἡ σκληρότης αὐτή, ἐὰν ὑπάρχη ἐπαρκὴς ἀλκαλικότης, ἀποβάλλεται ἐντὸς τοῦ λέβητος, χωρὶς νὰ ἔχη ὡς συνέπειαν τὸν σχηματισμὸν πυριτικοῦ λεβητολίθου.

Ὅταν ὑπάρχη μεγάλη ποσότης πυριτικοῦ ὀξέος εἰς τὸ τροφοδοτικὸν ὕδωρ, ἡ ὁποία αὐξάνεται κατὰ τὴν συμπύκνωσιν τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ λέβητος, δὲν ἐπαρκεῖ ἡ ἀλκαλικότης μόνον τοῦ ὕδατος διὰ νὰ ἀποφευχθῆ ἡ ἀποβολὴ τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος ὑπὸ μορφὴν πυριτικοῦ ἀσβεστίου ἢ πυριτικοῦ μαγνησίου.

Ἡ προσθήκη φωσφορικοῦ νατρίου εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν εἶναι ἀπαραίτητος. Διὰ συνεχοῦς διατηρήσεως μιᾶς μετρίας περισσείας φωσφορικῶν ἀνιόντων ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ λέβητος ἀποτρέπεται ὁ κίνδυνος σχηματισμοῦ πυριτικοῦ λεβητολίθου.

5 · 12 Ἀνθρακικὸν ὀξύ.

Εἰς ὅλα τὰ φυσικὰ ὕδατα περιέχεται ἀνθρακικὸν ὀξὺ ἐλεύθερον ἢ συνδεδεμένον. Τὸ *ἐλεύθερον* ἀνθρακικὸν ὀξὺ εὑρίσκεται κυρίως ἐντὸς ὑδάτων φρεάτων καὶ πηγῶν, ἐνῶ τὰ ἐπιφανειακὰ ὕδατα λόγω τοῦ συνεχοῦς ἀερισμοῦ δὲν περιέχουν ἢ περιέχουν ὀλίγον ἀνθρακικὸν ὀξύ. Εἰς τὸ κατωτέρω σχεδιάγραμμα παρατίθενται αἱ δυναταὶ περιπτώσεις παρουσίας τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἐντὸς τοῦ ὕδατος:



Ὡς *συνδεδεμένον* χαρακτηρίζεται τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, τὸ ὁποῖον σχηματίζει οὐδέτερα ἀνθρακικὰ ἅλατα (ἀνθρακικὴ σκληρότης). Ὡς *ἡμισυνδεδεμένον* χαρακτηρίζεται ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον σχηματίζει *δισανθρακικὰ* ἅλατα.

Συνεπεία τοῦ χαλαροῦ δεσμοῦ τῶν δισανθρακικῶν ἁλάτων δύναται τοῦτο νὰ ἀποσπασθῇ διὰ θερμάνσεως σχετικῶς εὐκόλως. Ἐκ τῶν δισανθρακικῶν ἑνώσεων σχηματίζονται τοιουτοτρόπως οὐδέτεραι ἀνθρακικαὶ ἑνώσεις. Ἐκ τῶν δισανθρακικῶν ἑνώσεων ἀποσπᾶται διοξείδιον ἐντὸς τοῦ ἀπαερωτῆρος τοῦ τροφοδοτικοῦ ὕδατος, ὅταν ἡ θερμοκρασία φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον ζέσεως. Εἰς τὰς ἀνθρακικὰς ἑνώσεις ὅμως ἡ ἀπόσπασις ἀνθρακικοῦ ὀξέος γίνεται μεγαλυτέρα, ὅσον αὐξάνει ἡ πίεσις καὶ ἡ θερμοκρασία ἐντὸς τοῦ ἰδίου τοῦ λέβητος. Τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ ἀκολουθεῖ τὸν ἀτμόν. Ὡς ἐκ τούτου ἐντὸς τοῦ κυρίως λέβητος δὲν ὑπάρχει κίνδυνος διαβρώσεως ἐκ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος. Ἀντιθέτως εἰς τὰς σωληνώσεις ποὺ περιέχουν ὕδωρ ἐξ ὑγροποιήσεως ἀτμοῦ, πρέπει νὰ λαμβάνεται πάντοτε ὑπ' ὄψιν ὅτι διὰ συγχρόνου ἐπιδράσεως τυχὸν ὑπαρχόντων ἀνθρακικοῦ ὀξέος καὶ ὀξυγόνου δύναται νὰ προκληθοῦν σημαντικαὶ διαβρώσεις. Τὸ ἐλεύθερον ἀνθρακικὸν ὀξὺ διακρίνεται εἰς τὸ *ἐλεύθερον δεσμευόμενον* καὶ εἰς τὸ *ἐλεύθερον ἐν περισσείᾳ* (διαβρωτικὸν ἀνθρακικὸν ὀξύ).

Τὸ πρῶτον ἀπαιτεῖται εἰς ἐντελῶς ὡρισμένην ποσότητα διὰ νὰ διατηρῇ τὴν σκληρότητα ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἐν διαλύσει ὑπὸ μορφὴν δισανθρακικῶν διαλυτῶν ἁλάτων. Ἂν τοῦτο ἀπομακρυνθῇ, ἀποβάλλονται τὰ ἐν διαλύσει δισανθρακικὰ ἅλατα ὡς οὐδέτερα ἀδιάλυτα ἀνθρακικὰ ἅλατα.

Ἡ διαδικασία αὐτὴ γίνεται π.χ. ἐντὸς τοῦ οἰκιακοῦ μαγειρείου κατὰ τὸν βρασμὸν τοῦ ὕδατος δι' οἰκιακὴν χρῆσιν καὶ ὁδηγεῖ εἰς τὸν σχηματισμὸν λεβητολίθου ἐντὸς τοῦ μαγειρικοῦ σκεύους.

Κατὰ τὴν προετοιμασίαν τοῦ ὕδατος τροφοδοσίας τῶν λεβήτων χρησιμοποιοῦμεν τὴν ἰδιότητα αὐτὴν διὰ θερμικὴν προαποσκλήρυνσιν.

Τὸ ἐν περισσείᾳ ἐλεύθερον ἀνθρακικὸν ὀξὺ *ἐν ψυχρῷ* προσβάλλει τὸν σίδηρον καὶ χαρακτηρίζεται ἐπομένως ὡς διαβρωτικὸν ἀνθρακικὸν ὀξύ.

Ὕδατα μὲ μικρὰν ἀνθρακικὴν σκληρότητα εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον πολὺ διαβρωτικά, διότι ἡ μικρὰ ποσότης οὐδετέρων ἀνθρα-

κικῶν ἁλάτων ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἔχει περιωρισμένην ἱκανότητα νὰ δεσμεύῃ τυχὸν ἐλεύθερον CO_2 πρὸς διαλυτὰ δισανθρακικὰ ἅλατα. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς ἡ ἀπομάκρυνσις τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος εἶναι ἀπαραίτητος διὰ νὰ μὴ προκληθῇ ρύπανσις τῶν σωληνώσεων ἐκ τοῦ σχηματισμοῦ σκωρίας καὶ διάβρωσις τῶν σωλήνων.

5 · 13 Οὐσίαι προκαλοῦσαι αὔξησιν τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος.

Εἰς τὸ τροφοδοτικὸν ὕδωρ ποὺ ὑπέστη κατεργασίαν καὶ μετὰ τὴν ἀποσκλήρυνσιν, εὑρίσκονται εἰσέτι διαλελυμένα ἅλατα, τὰ ὁποῖα μάλιστα ἐσχηματίσθησαν κατὰ τὴν διαδικασίαν τῆς ἀποσκληρύνσεως. Ἐπειδὴ αὐτὰ δὲν σχηματίζουν λεβητόλιθον καὶ δὲν προσβάλλουν τὸ κατασκευαστικὸν ὑλικὸν τοῦ λέβητος, χαρακτηρίζονται ὡς οὐδέτερα ἅλατα. Εἰς αὐτὰ πρέπει νὰ προστεθοῦν ἐπίσης καὶ τὰ ἐν περισσείᾳ ἀλκάλεα. Ὅλαι αὐταὶ αἱ ἐντὸς τοῦ ὕδατος διαλελυμέναι ὕλαι ἐξαιρέσει τῶν ἀερίων, ὡς τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, χαρακτηρίζονται ὡς οὐσίαι προκαλοῦσαι αὔξησιν τῆς πυκνότητος.

Συνεπείᾳ τῆς παρουσίας τῶν οὐσιῶν αὐτῶν 1 m^3 ὕδατος λεβήτων ἔχει μεγαλύτερον βάρος ἀπὸ ὅσον ἔχει 1 m^3 χημικῶς καθαροῦ ὕδατος.

Τὸ εἰδικὸν βάρος εἶναι ἐπομένως μέτρον διὰ τὴν συνολικὴν ποσότητα τῶν ὑπαρχουσῶν ἐν διαλύσει οὐσιῶν. Εἰς τὸ ὕδωρ τροφοδοσίας τῶν λεβήτων ὁ προσδιορισμὸς τῆς πυκνότητος γίνεται δι' ἀραιομετρήσεως.

Ἀλκαλικότης.

Ὡρισμένη περίσσεια ἀλκαλίων ἐντὸς τοῦ ὕδατος λεβήτων προσφέρει ὡρισμένην προστασίαν ἐναντίον τοῦ σχηματισμοῦ λεβητολίθων καὶ τῶν διαβρώσεων τοῦ κατασκευαστικοῦ ὑλικοῦ τοῦ λέβητος. Ἡ προστατευτικὴ δρᾶσις ἐπιτυγχάνεται διὰ καυστικοῦ νατρίου καὶ φωσφορικοῦ νατρίου. Ἡ ἀλκαλικότης μετρεῖται δι' ἀριθμοῦ, ὁ ὁποῖος καλεῖται *ἀριθμὸς ἀλκαλικότητος*.

Ὁ ἀριθμὸς ἀλκαλικότητος, ΑΑ, ὑπολογίζεται ὡς ἀκολούθως:

$$\mathbf{AA = 40 \cdot \Phi \qquad (ὅταν\ \Phi = M)}$$

καὶ δι' ἀκριβεστέρας μετρήσεις:

$$\mathbf{AA = 40 \cdot (2\Phi - M) \quad (ὅταν\ 2\Phi > M)}$$

Διὰ τοῦ γράμματος Μ χαρακτηρίζεται ἡ διὰ δείκτου ἡλιανθίνης μετρηθεῖσα ἀλκαλικότης καὶ διὰ τοῦ γράμματος Φ ἡ μετρηθεῖσα διὰ δείκτου φαινολοφθαλεΐνης.

5 · 14 Ἀπαιτήσεις διὰ τὴν σύστασιν τοῦ τροφοδοτικοῦ ὕδατος τῶν λεβήτων.

Τὸ τροφοδοτικὸν ὕδωρ τῶν λεβήτων πρέπει νὰ εἶναι διαυγές, νὰ μὴ ἔχη ὕλας ἐν αἰωρήσει καὶ νὰ περιέχη ὅσον τὸ δυνατὸν ὀλιγώτερον ἔλαιον (ὀλιγώτερον τῶν 5 mg/λίτρον).

Μὴ ἀπαεριωθὲν ὕδωρ τροφοδοσίας λεβήτων πρέπει ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω, πρὸ τῆς εἰσαγωγῆς του ἐντὸς τοῦ λέβητος νὰ διοχετεύεται διὰ διατάξεων καταρράκτου ἢ ἐλασματίνων ἐμποδίων διὰ νὰ δίδεται ἡ εὐκαιρία ἀπαεριώσεως τοῦ ὕδατος.

5 · 15 Διατάξεις δοσιμετρήσεως.

Εἰς ὅλας τὰς μεθόδους προετοιμασίας τοῦ ὕδατος ἀπαιτοῦνται διατάξεις δοσιμετρήσεως, αἱ ὁποῖαι ρυθμίζουν τὰς ποσότητας τῶν ἀπαιτουμένων διὰ τὴν προετοιμασίαν ὑλῶν. Τοῦτο ἰσχύει τόσον δι' ἐγκαταστάσεις χημικῆς ἀποσκληρύνσεως, ὅσον ἐπίσης καὶ δι' ἐγκαταστάσεις ἐναλλαγῆς ἰόντων καὶ ἐξατμίσεως καθὼς καὶ διὰ διαφόρους μεθόδους κατεργασίας ὕδατος τροφοδοσίας λεβήτων ἢ ὕδατος διὰ τὸ δίκτυον τῆς πόλεως. Διὰ τὴν χημικὴν ἀποσκλήρυνσιν ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον προστίθενται μεγάλαι ποσότητες χημικῶν οὐσιῶν. Βασικῶς μία καλὴ συσκευὴ δοσιμετρήσεως χημικῶν οὐσιῶν διὰ τὴν προετοιμασίαν τοῦ ὕδατος πρέπει νὰ ἀνταποκρίνεται εἰς τὰς ἀκολούθους ἀπαιτήσεις:

α) Νὰ ἐπιτρέπη ἁπλῆν καὶ ἀσφαλῆ ρύθμισιν τῶν ποσοτήτων τῶν προστιθεμένων οὐσιῶν.

β) Νὰ ἐπιτρέπη συνεχῶς ἀνάλογον προσθήκην χημικῶν οὐσιῶν εἰς περίπτωσιν σταθερᾶς παροχῆς ὕδατος, ἐνδεχομένως δὲ καὶ αὐτόματον προσαρμογὴν εἰς περίπτωσιν μεταβαλλομένων ποσοτήτων ὕδατος.

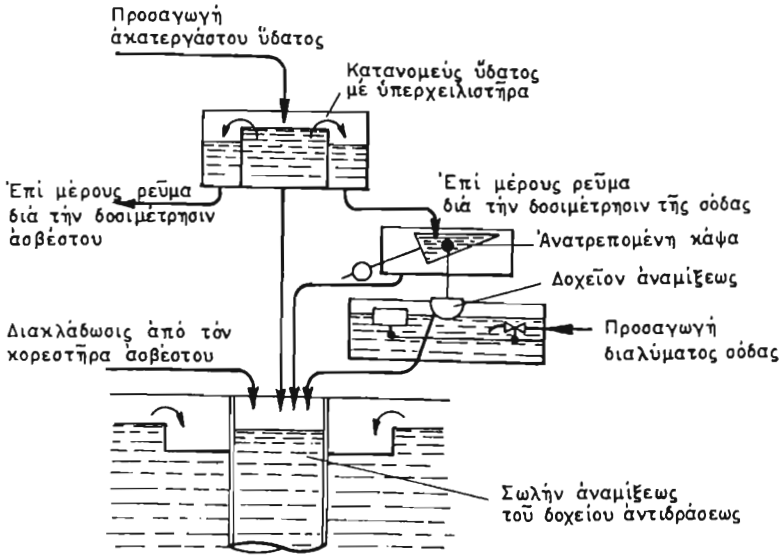
γ) Νὰ εἶναι ἀσφαλὴς κατὰ τὴν λειτουργίαν, νὰ μὴ παρουσιάζη δηλαδὴ εὐαισθησίαν εἰς διαβρώσεις ὑπὸ τῶν ἐν διαλύσει χημικῶν οὐσιῶν, εἰς ἀποφράξεις κ.λπ.

Αἱ δοσομετρικαὶ συσκευαὶ διαιροῦνται εἰς τὰς ἀκολούθους δύο κατηγορίας:

— Διατάξεις δοσιμετρήσεως τροφοδοτοῦσαι δοχεῖα ἀποσκληρύνσεως ὕδατος ἢ σωληνώσεις ἄνευ ὑπερπιέσεως.

— Διατάξεις δοσιμετρήσεως χημικῶν οὐσιῶν εἰς δοχεῖα εὑρισκόμενα ὑπὸ πίεσιν ἢ ἀντιστοίχως εἰς σωληνώσεις εὑρισκομένας ὑπὸ πίεσιν.

Αἱ συσκευαὶ τῆς πρώτης κατηγορίας χρησιμοποιοῦνται εἰς ἐγκαταστάσεις καταβυθίσεως. Τὸ σχῆμα 5·15α δεικνύει μίαν διάταξιν

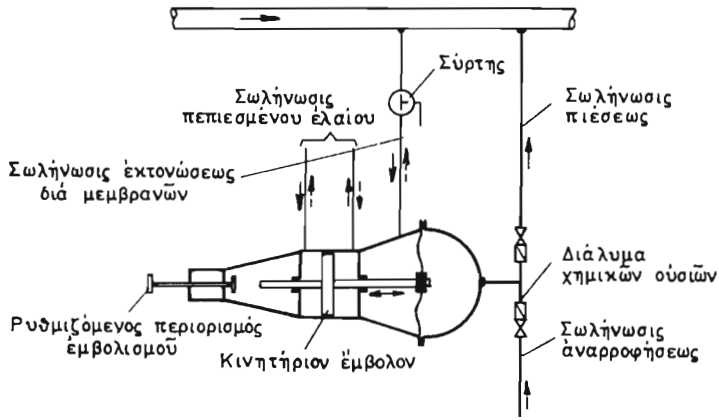


Σχ. 5·15α.

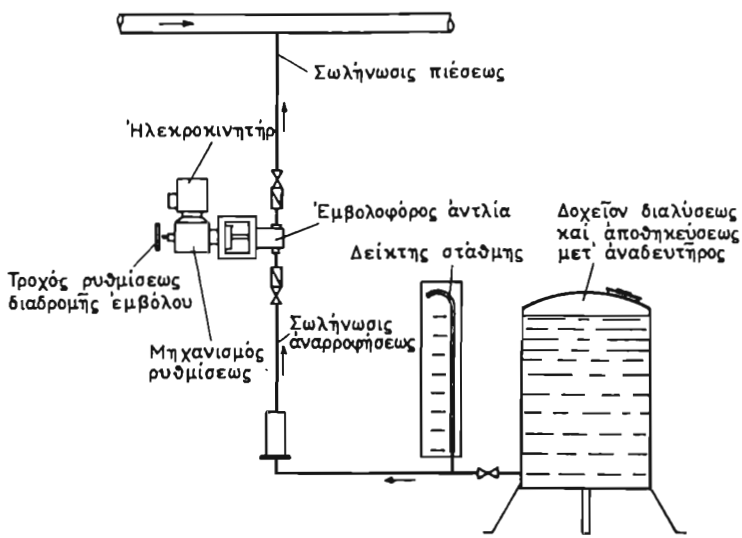
δοσιμετρήσεως αὐτοῦ τοῦ εἴδους. Ἐξ ἑνὸς κατανομέως ἀκατεργάστου ὕδατος ρέει μέρος τοῦ ὕδατος ἀπ' εὐθείας ἢ μέσω τοῦ προθερμαντῆρος καταρρακτῶν ἐντὸς τοῦ δοχείου καταβυθίσεως, ἐνῶ ἕνα ἢ περισσότερα ἐπὶ μέρους ρεύματα ἐκτελοῦν τὴν δοσιμέτρησιν τῶν χημικῶν ἀντιδραστηρίων. Αἱ ποσότητες τῶν ἐπὶ μέρους ρευμάτων ρυθμίζονται εἰς τὸν κατανομέα τοῦ ἀκατεργάστου ὕδατος καὶ τότε μόνον μεταβάλλονται, ὅταν μεταβάλλεται ἡ σύστασις τοῦ ἀκατεργάστου ὕδατος. Ἡ μεταβολὴ ἐπιτυγχάνεται διὰ μετατροπῆς τοῦ εὔρους ὑπερεκχειλίσεως.

Διὰ μεγαλυτέρας ἐγκαταστάσεις καταβυθίσεως χρησιμοποιοῦνται σήμερον ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἀντλίαι δοσιμετρήσεως, ἀντλίαι μεμβράνης ἢ ἐμβολοφόροι ἀντλίαι (σχ. 5·15β καὶ σχ. 5·15γ).

Αἱ ἀντλίαι δοσιμετρήσεως χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν δευτέραν κατηγορίαν τῶν συσκευῶν δοσιμετρήσεως εἰς σωληνώσεις εὑρισκομένας ὑπὸ πίεσιν.



Σχ. 5·15 β.
Ἀντλία μεμβράνης (κίνησις διά πεπιεσμένου ἐλαίου).



Σχ. 5·15 γ.
Ἐγκατάστασις δοσιμετρήσεως μετ' ἐμβολοφόρου ἀντλίας (κίνησις δι' ἠλεκτροκινητῆρος).

Ἡ δοσιμέτρησις αὐτὴ χρειάζεται μεταξὺ ἄλλων καὶ ὅταν εἰς τὸ ὕδωρ γίνεται προσθήκη:

— φωσφορικοῦ νατρίου ἢ εἰδικῶν φωσφορικῶν ἐνώσεων μετὰ τοὺς ἐναλλακτῆρας βάσεων ἢ τοὺς ἀπαεριωτῆρας,
— χημικῶν οὐσιῶν πρὸς δέσμευσιν,
— χημικῶν οὐσιῶν τοῦ ὀξυγόνου πρὸς καταβύθισιν ἐλαίου καὶ ὀργανικῶν ἀκαθαρσιῶν καὶ
— γάλακτος ἀσβέστου εἰς ἐγκαταστάσεις ἀπαλλαγῆς ἐκ τῶν ἀνθρακικῶν ἐνώσεων.

5·16 Ἀνάλυσις τοῦ ὕδατος.

Ἡ σύνθεσις τοῦ ὕδατος διαπιστοῦται δι' ἀναλύσεως. Τὰ σημαντικώτερα δεδομένα μιᾶς ἀναλύσεως δίδονται κατωτέρω:

Ὄψις		
Ἐν αἰωρήσει οὐσίαι ἢ ἀντιστοίχως ἴζημα		
Ἀντίδρασις (τιμὴ pH)		
Συνολικὴ σκληρότης	$ΣΣ^{0}d$	
Ἀνθρακικὴ σκληρότης	$ΑΣ^{0}d$	
Μὴ ἀνθρακικὴ σκληρότης	$ΜΑΣ^{0}d$	
Σκληρότης ἀσβεστίου	$ΣΑ^{0}d$	
Χλωριόντα	Cl	mg/λίτρον
Θειικὰ	SO_4	»
Πυριτικὸν ὀξὺ	SiO_2	»
Σίδηρος	Fe^{++}	»
Κατανάλωσις ὑπερμαγγανικοῦ καλίου	$KMnO_4$	»
Μαγγάνιον	Mn^{++}	»
Ἐλεύθερον ἀνθρακικὸν ὀξὺ	CO_2	»
Διαβρωτικὸν ἀνθρακικὸν ὀξὺ	CO_2	»
Ὑπόλειμμα ἐξατμίσεως	ΥΕ	»
Ὑπόλειμμα πυρώσεως	ΥΠ	»

5·17 Μέθοδοι προετοιμασίας τοῦ ὕδατος τροφοδοσίας λεβήτων.

Α. Χημικαὶ μέθοδοι καταβυθίσεως.

α) *Γενικά.*

Βασικῶς διὰ τῶν χημικῶν μεθόδων καταβυθίσεως ἐπιδιώκεται μὲ τὴν προσθήκην χημικῶν οὐσιῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος νὰ μετατραποῦν

αἱ διαλελυμέναι οὐσίαι, ποὺ δημιουργοῦν σκληρότητα, εἰς ἀδιαλύτους ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἑνώσεις· ἔτσι θὰ ἀποβληθοῦν ἐντὸς δοχείου διαυγάσεως ἢ θὰ συγκρατηθοῦν ἐντὸς φίλτρων. Διὰ νὰ ἐπιτευχθῆ ὅσον τὸ δυνατὸν πληρέστερον ὁ σκοπὸς αὐτὸς ἀπαιτοῦνται κυρίως:

Ὑψηλὴ θερμοκρασία προετοιμασίας (80^0 C ἕως 95^0 C), ταχεῖα καὶ τελεία ἀνάμιξις τοῦ ὕδατος μὲ τὰς προστιθεμένας χημικὰς οὐσίας, μικρὰ ταχύτης ροῆς ἐντὸς τοῦ δοχείου διαυγάσεως (0,4 ἕως 0,6 mm/s) καὶ ἐπαρκὴς χρόνος διαυγάσεως (1,5 ἕως 2 ὧραι).

β) *Θερμοκρασία διεξαγωγῆς προετοιμασίας.*

Ἡ θέρμανσις τοῦ ἀκατεργάστου ὕδατος εἰς τὰς συγχρόνους ἐγκαταστάσεις ἐπιτυγχάνεται διὰ προθερμαντῆρος ἀναμίξεως. Τὸ ἀκατέργαστον ὕδωρ εἰσέρχεται ἄνωθεν ἐντὸς τοῦ προθερμαντῆρος (καταρράκτου), πίπτει μέσω παρεμβαλλομένων ἐλασμάτων λεπτομερισμένον πρὸς τὰ κάτω καὶ διὰ τοῦ ἐκ τῶν κάτω ἐντὸς τοῦ καταρράκτου διοχετευομένου ἀτμοῦ προθερμαίνεται· ἔτσι εἰς τὸ τέλος τοῦ καταρράκτου θὰ ἔχη φθάσει σχεδὸν εἰς θερμοκρασίαν βρασμοῦ.

Οὕτω τὰ ἐντὸς τοῦ ὕδατος διαλελυμένα ἀέρια (ὀξυγόνον καὶ ἀνθρακικὸν ὀξὺ) ἀπομακρύνονται ἐν μέρει καὶ ἐκλύονται ἐκ τοῦ καταρράκτου. Ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων καὶ ἐπὶ τῶν τοποθετημένων ἐλασμάτων ἀποτίθεται καὶ μέρος τῆς ἀνθρακικῆς σκληρότητος ὑπὸ μορφὴν χαλαροῦ λεβητολίθου.

Εἰς θερμοκρασίαν 70^0 C ἔχουν ἤδη ἀποβληθῆ περίπου τὰ 10 % ἐκ τῆς σκληρότητος ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου ἐντὸς τοῦ καταρράκτου καὶ εἰς 100^0 C περίπου 40 % τῆς σκληρότητος αὐτῆς.

Διὰ νὰ διατηρῆται ὑψηλὴ θερμοκρασία κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς διαδικασίας ἀποσκληρύνσεως, ἀπαιτεῖται ἡ ἀπομόνωσις τοῦ δοχείου ἀντιδράσεως.

γ) *Ρύθμισις τῆς παροχῆς τῶν χημικῶν οὐσιῶν.*

Ἡ προσθήκη τῶν χημικῶν οὐσιῶν γίνεται πάντοτε ἀναλόγως τῆς ποσότητος καὶ τῆς συστάσεως τοῦ ὕδατος, ὅσον ἀφορᾶ εἰς τὴν ἀνθρακικὴν καὶ τὴν μὴ ἀνθρακικὴν σκληρότητα (βλ. διατάξεις δοσιμετρήσεως).

δ) *Ἀνάμιξις.*

Διὰ τὴν καλὴν λειτουργίαν τῆς ἐγκαταστάσεως ἀποσκληρύνσεως ἀπαιτεῖται τελεία ἀνάμιξις τοῦ ἀκατεργάστου ὕδατος μὲ τὰς

χημικὰς οὐσίας, διότι μόνον τοιουτοτρόπως ἐπιτυγχάνεται ἡ πλήρης ἀντίδρασις τῶν οὐσιῶν, ποὺ δημιουργοῦν σκληρότητα μὲ τὰς χημικὰς οὐσίας. Ἡ ἀνάμιξις αὐτὴ γίνεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀναμίξεως, ὁ ὁποῖος εἶναι τοποθετημένος εἰς τὸ μέσον τοῦ δοχείου διαυγάσεως. Οἱ σωλῆνες ἀναμίξεως ἔχουν μικρὰν διάμετρον δημιουργοῦσαν μεγάλην ταχύτητα οὕτως, ὥστε νὰ γίνεται καλὸς στροβιλισμὸς τῶν εἰσαγομένων χημικῶν οὐσιῶν ἐντὸς τοῦ δοχείου διαυγάσεως.

ε) *Διαύγασις.*

Ἐντὸς τοῦ δοχείου διαυγάσεως πρέπει νὰ καθιζήσουν αἱ οὐσίαι ποὺ προκαλοῦν σκληρότητα, αἱ ὁποῖαι ἀποβάλλονται λόγω τῆς ἀντιδράσεως μὲ τὰ χημικὰ ἀντιδραστήρια. Διὰ τὴν καλὴν διαύγασιν ἀπαιτεῖται μικρὰ ταχύτης ροῆς (0,4 ἕως 0,6 mm/s). Τὸ δοχεῖον διαυγάσεως εἶναι ὡς ἐκ τούτου σχετικῶς μεγάλο οὕτως, ὥστε τὸ ὕδωρ ὑπὸ θερμοκρασίαν προετοιμασίας 90^0 C νὰ παραμένῃ ἐντὸς αὐτοῦ, ἕως ὅτου πληρωθῇ (ἐπὶ 1,5 ἕως 2 ὥρας). Ἡ διαύγασις γίνεται τόσον ταχύτερον, ὅσον πλέον ἁδραὶ εἶναι αἱ νιφάδες τῶν σχηματιζομένων ἰζημάτων.

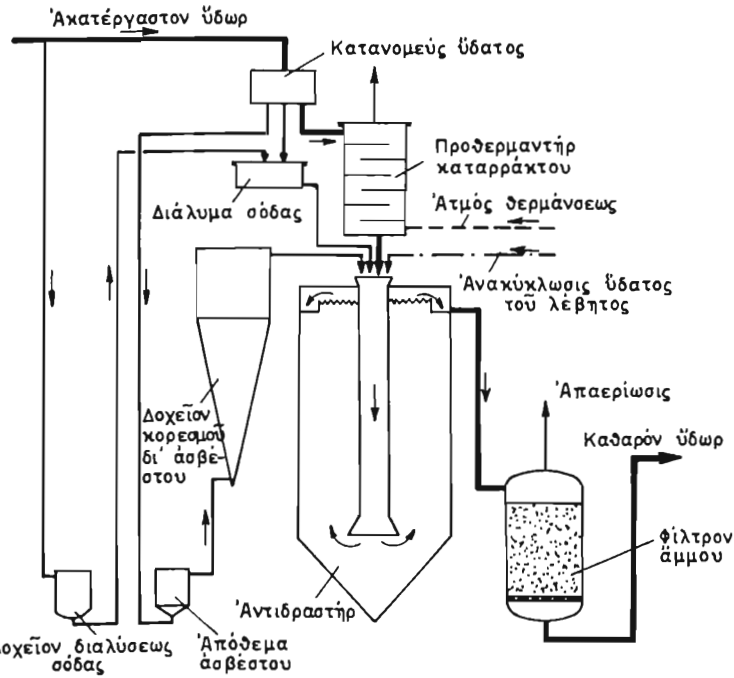
Ἡ ἀνθρακικὴ σκληρότης ἀποβάλλεται δι' ἀσβέστου καὶ καυστικοῦ νατρίου ἢ διὰ διαλύματος ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου καὶ ἡ μὴ ἀνθρακικὴ σκληρότης διὰ σόδας. Ἂν ὑπάρχῃ ἐν μέρει καὶ σκληρότης μαγνησίου, ἀπαιτεῖται πάντοτε προσθήκη καὶ καυστικοῦ νατρίου διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ τελεία ἀποσκλήρυνσις. Διὰ τοῦ οὐδετέρου φωσφορικοῦ νατρίου ἀποβάλλεται καὶ ἡ ἀνθρακικὴ καὶ ἡ μὴ ἀνθρακικὴ σκληρότης. Ὁ χρόνος ἀντιδράσεως εἶναι σημαντικῶς βραχύτερος παρ' ὅσον μὲ τὰς ἄλλας χημικὰς οὐσίας καὶ δύναται νὰ ἐπιτευχθῇ ἀποσκλήρυνσις περίπου εἰς 0^0 σκληρότητος. Ἐπειδὴ ὅμως τὸ φωσφορικὸν νάτριον εἶναι ἀκριβόν, ἡ πλήρης ἀποσκλήρυνσις διὰ φωσφορικοῦ νατρίου συμφέρει μόνον εἰς περιπτώσεις μαλακῶν ὑδάτων. Ἀντιθέτως εἰς τὰς συγχρόνους ἐγκαταστάσεις τὸ φωσφορικὸν νάτριον χρησιμεύει μόνον διὰ συμπληρωματικὴν ἀποσκλήρυνσιν μετὰ τὴν κυρίως ἀποσκλήρυνσιν, ἡ ὁποία διεξάγεται κατὰ τὴν μέθοδον ἀσβέστου - σόδας καὶ κατὰ παρομοίας μεθόδους. Μικρὰ ποσότης φωσφορικοῦ νατρίου εἰς τὸ ὕδωρ τροφοδοσίας τῶν λεβήτων ἀποτελεῖ ἑπομένως τὴν μεγαλυτέραν διασφάλισιν ὅτι, εἰς περίπτωσιν μὴ προσεκτικῶς διεξαχθείσης ἀποσκληρύνσεως, αἱ οὐσίαι σχηματισμοῦ σκληρότητος, ποὺ φθάνουν

ἐνδεχομένως εἰς τὸν λέβητα, θὰ ἀποβληθοῦν ὡς χαλαρὰ ἰλὺς μὴ σχηματίζουσα λεβητόλιθον.

Ἐπὶ πλέον τὸ φωσφορικὸν νάτριον σχηματίζει ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ λέβητος προστατευτικὴν στιβάδα φωσφορικοῦ σιδήρου· ἡ στιβὰς αὐτὴ ὁμοῦ μετὰ τῆς ἀλκαλικότητος τοῦ ὕδατος τοῦ λέβητος, εἰς πιέσεις ἕως 20 ἀτμοσφαιρῶν προσφέρει ὡρισμένην προστασίαν ἔναντι διαβρώσεων ὑπὸ τῶν διαβρωτικῶν ἀερίων, ὡς τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος, CO_2.

1) Μέθοδος ἀσβέστου - σόδας.

Ἡ μέθοδος αὐτὴ ἐνδείκνυται κυρίως δι' ὕδωρ μὲ μεγάλην ἀνθρα-



Σχ. 5·17 α.

κικὴν καὶ μὴ ἀνθρακικὴν σκληρότητα. Τὸ διάγραμμα τῆς ἐγκαταστάσεως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 5 · 17 α. Τὸ ἀκατέργαστον ὕδωρ φθάνει μέσω τοῦ κατανομέως ἀκατεργάστου ὕδατος καὶ τοῦ καταρράκτου εἰς τὸν σωλῆνα ἀναμίξεως τοῦ δοχείου ἀντιδράσεως. Ἐνταῦθα προσ-

τίθεται ἄσβεστος, ὑπὸ μορφὴν κεκορεσμένου ἀσβεστίου γάλακτος καὶ σόδας. Μετὰ τὴν ἔξοδον τοῦ ὕδατος ἐκ τοῦ σωλῆνος ἀναμίξεως ἀνέρχεται τοῦτο βραδέως πρὸς τὰ ἄνω, ὁπότε προκαλεῖται διαύγασις καὶ αἱ ἀποβληθεῖσαι οὐσίαι, ποὺ προκαλοῦν σκληρότητα, καθιζάνουν σχεδὸν πλήρως ἐντὸς τοῦ κωνικοῦ μέρους τοῦ δοχείου ἀντιδράσεως.

Τὸ ἐκ τοῦ δοχείου ἀντιδράσεως ἐξερχόμενον ὕδωρ ἐν συνεχείᾳ διοχετεύεται μέσω ἑνὸς φίλτρου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου συγκρατοῦνται τὰ λεπτότατα ἐν αἰωρήσει τεμαχίδια, ποὺ ὑπάρχουν εἰσέτι ἀδιάλυτα ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἐκτὸς τούτου ἐπιτυγχάνεται πολλάκις διὰ τῆς καταλυτικῆς δράσεως τῶν διηθητικῶν ὑλῶν, μία συμπληρωματικὴ ἀντίδρασις καὶ ἐπομένως μεγαλυτέρα ἐλάττωσις τῆς παραμενούσης σκληρότητος.

Δοχεῖον ἀσβεστίου γάλακτος.

Τὸ διαλελυμένον ὑδροξείδιον τοῦ ἀσβεστίου τίθεται ἐντὸς ἰδιαιτέρου δοχείου ἢ ἐπὶ τοῦ διατρήτου πυθμένος τοῦ δοχείου κορεσμοῦ τοῦ ἀσβεστίου γάλακτος καὶ ἀναμιγνύεται μὲ ψυχρὸν ὕδωρ, ἕως ὅτου ἡ ἄσβεστος καθιζήση τελείως ἐντὸς τοῦ κωνικοῦ δοχείου. Εἰς μεγαλυτέρας ἐγκαταστάσεις ἡ ἄσβεστος τίθεται ἐντὸς δοχείου εὑρισκομένου χαμηλότερον καὶ διὰ συνδέσεως μὲ τὴν σωλήνωσιν τοῦ ἀκατεργάστου ὕδατος ἢ μέσω ἀντλίας πιέζεται πρὸς τὸ δοχεῖον κορεσμοῦ τῆς ἀσβέστου. Τὸ εἰς τὴν ἄσβεστον προσαγόμενον ὕδωρ πρέπει νὰ ἔχῃ ὅσον τὸ δυνατὸν χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν, ἐπειδὴ ἡ ἐπιδιωκομένη ὑψηλὴ περιεκτικότης ἀσβεστίου κατὰ τὸν κορεσμὸν αὐξάνει, ὅσον ἐλαττοῦται ἡ θερμοκρασία. Ἔχομεν δηλαδὴ ἐνταῦθα ἀνώμαλον διαλυτότητα (σχ. 5 · 17 α).

2) Μέθοδος καυστικοῦ νατρίου - σόδας.

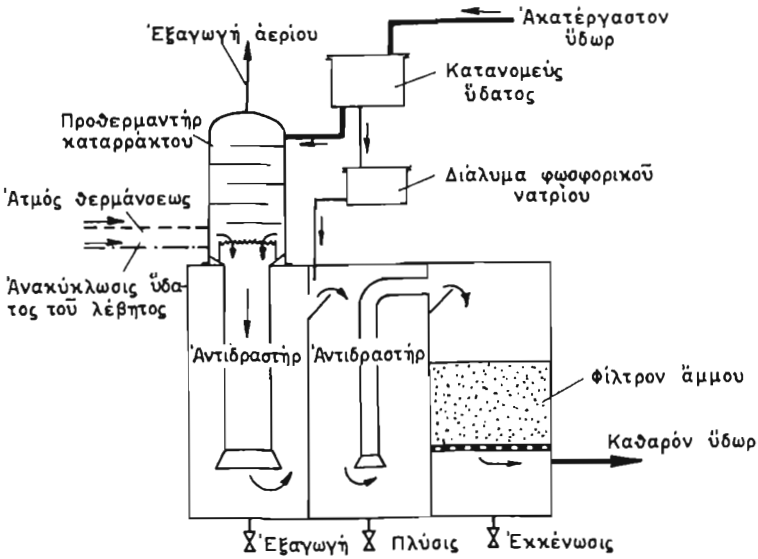
Ἡ μέθοδος αὐτὴ ἐνδείκνυται δι' ὕδατα μὲ μικρὰν ἀνθρακικὴν σκληρότητα καὶ ὑψηλὴν μὴ ἀνθρακικὴν σκληρότητα καὶ ἰδίως ὅταν ὑπάρχῃ μεγάλη σκληρότης μαγνησίου.

Κατὰ τὴν ἀντίδρασιν τοῦ καυστικοῦ νατρίου μὲ τὴν ἀνθρακικὴν σκληρότητα σχηματίζεται ἐν μέρει καὶ σόδα, ἡ ὁποία συμβάλλει εἰς τὴν ἀποβολὴν τῆς μὴ ἀνθρακικῆς σκληρότητος καὶ ἔτσι περιορίζεται ἡ προστιθεμένη ποσότης σόδας. Ἐπειδὴ ἡ τιμὴ τοῦ καυστικοῦ νατρίου εἶναι ὑψηλή, τὸ κόστος τῆς προετοιμασίας τοῦ ὕδατος διὰ τῆς μεθόδου αὐτῆς εἶναι ὑψηλότερον, παρ' ὅσον κατὰ τὴν μέθοδον

ἀσβέστου - σόδας. Τὸ δοχεῖον ἀντιδράσεως εἶναι τὸ ἴδιον ὡς καὶ εἰς τὴν μέθοδον ἀσβέστου - σόδας.

3) Μέθοδος φωσφορικοῦ τρινατρίου.

Ἡ μέθοδος αὐτὴ ἐνδείκνυται ἐξ ἴσου δι' ὕδατα μὲ ἀνθρακικὴν καὶ μὴ ἀνθρακικὴν σκληρότητα. Ἡ ἀντίδρασις μὲ τὰς οὐσίας ποὺ προκαλοῦν τὴν σκληρότητα γίνεται ταχύτερον, παρ' ὅσον μὲ τὰς ἄλλας χημικὰς οὐσίας καταβυθίσεως. Αἱ ἀποβαλλόμεναι νιφάδες φωσφορικῶν ἐνώσεων ἐγκλείουν καὶ τεμαχίδια ἐλαίου καθὼς καὶ ἄλλας ὀργανικὰς κολλοειδεῖς ἀκαθαρσίας καὶ τὰς συμπαρασύρουν εἰς καθίζησιν. Ἡ ἀποσκλήρυνσις γίνεται περίπου ἕως 0^0 γερμανικῶν βαθμῶν



Σχ. 5·17 β.

Ἐγκατάστασις ἀποσκληρύνσεως κατὰ τὴν μέθοδον φωσφορικοῦ τρινατρίου.

σκληρότητος. Περίσσεια φωσφορικῶν ἐντὸς τοῦ καθαροῦ ὕδατος, ὡς ἀνεφέραμεν, ἔχει πολλαπλῶς εὐνοϊκὴν ἐπίδρασιν. Ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν προστασίαν τὴν παρεχομένην ὑπὸ τοῦ φωσφορικοῦ νατρίου, εἶναι δυνατόν, εἰς περίπτωσιν ὑπάρξεως φωσφορικῶν εἰς τὸ τροφοδοτικὸν ὕδωρ τῶν λεβήτων, νὰ διατηρηθῇ μικρὰ ἡ ἀλκαλικότης. Εἰς τὸ σχῆμα 5 · 17 β εἰκονίζεται ἐγκατάστασις ἀποσκληρύνσεως κατὰ τὴν ὡς ἄνω μέθοδον.

Β. 'Ιοντοεναλλακτῆρες.

Κατὰ τὰ τελευταῖα 30 ἔτη ἀνεκαλύφθησαν πολυάριθμοι ἰοντοεναλλακτῆρες μὲ εἰδικὰς ἰδιότητας καὶ ποικίλας ἐφαρμογάς. Τὸ φαινόμενον εἰδικὸν βάρος ἑνὸς ἰοντοεναλλακτῆρος γενικῶς κεῖται μεταξὺ 0,65 καὶ 0,80 kg ἀνὰ λίτρον μὲ μέγεθος κόκκου 0,3 ἕως 2 mm. 'Εντὸς τοῦ ὕδατος ὁ ὄγκος αὐξάνεται, λόγω διογκώσεως, περίπου κατὰ 10%. 'Η μᾶζα ἰοντοεναλλαγῆς, ἡ ὁποία δὲν χρησιμοποιεῖται, πρέπει νὰ φυλάσσεται ἐν ὑγρῷ ἐντὸς διαλύματος μαγειρικοῦ ἅλατος 5%. 'Η ξήρανσις ἐπιφέρει ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον συντριβὴν τῶν κόκκων κατὰ τὴν ἐκ νέου διύγρανσιν, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον προκαλεῖ ἀποφράξεις. 'Η ἀντοχὴ ἔναντι τῆς θερμοκρασίας κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς χρησιμοποιήσεως πρέπει νὰ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν. Οἱ πλεῖστοι ἰοντοεναλλακτῆρες δὲν πρέπει νὰ θερμαίνωνται εἰς θερμοκρασίαν μεγαλυτέραν τῶν 30° C ἕως 40° C.'Εκλεκτῆς ποιότητος ἰοντοεναλλακτῆρες, μὲ ἀντοχὴν ἔναντι τῆς θερμοκρασίας μέχρι καὶ 115° C κατ' ἀνώτατον ὅριον, χρησιμοποιοῦνται εἰς εἰδικὰς περιπτώσεις ἀποσκληρύνσεως ὑδάτων ἐκ συμπυκνώσεως. Βεβαίως οἱ ἰοντοεναλλακτῆρες αὐτοὶ εἶναι πολὺ ἀκριβότεροι. 'Η ἀντοχὴ ἔναντι ἀλκαλικότητος ἔχει σημασίαν, ἐὰν ἔχῃ προηγηθῇ ἀποσκλήρυνσις διὰ καταβυθίσεως. Οἱ περισσότεροι ἰοντοεναλλακτῆρες εἶναι ἀνθεκτικοὶ ἔναντι τῶν ὀξέων. Τοῦτο καθιστᾶ δυνατὴν εἰς περίπτωσιν ἀνάγκης τὴν κατεργασίαν ἐκτὸς τοῦ φίλτρου, ἂν μεγάλη ρύπανσις ὑπὸ λάσπης ἢ ὀργανικῶν οὐσιῶν ἔχῃ ὡς συνέπειαν τὴν ἐλάττωσιν τῆς ἀποδόσεως. 'Η ἱκανότης ἰοντοεναλλαγῆς, χαρακτηριζομένη ὡς ἰσχὺς τοῦ ἰοντοεναλλακτῆρος, ἐκφράζεται εἰς g ὀξειδίου τοῦ ἀσβεστίου ἀνὰ λίτρον μάζης ἰοντοεναλλαγῆς καὶ ποικίλλει σημαντικῶς κειμένη μεταξὺ 10 καὶ 45. 'Επειδὴ 10 mg ὀξειδίου τῆς ἀσβέστου ἀνὰ λίτρον ὕδατος ἀντιστοιχεῖ εἰς 1° γερμανικὸν βαθμὸν σκληρότητος, ἕπεται ὅτι ἱκανότης π.χ. 20 σημαίνει ὅτι ἐξ ἑνὸς λίτρου μάζης ἰοντοεναλλαγῆς ἀποσκληρύνονται εἰς 0° γερμανικοὺς βαθμοὺς 1000 λίτρα ὕδατος συνολικῆς σκληρότητος 2° γερμανικῶν βαθμῶν ἢ 100 λίτρα ὕδατος σκληρότητος 20° γερμανικῶν βαθμῶν. 'Η συνολικὴ ἰσχὺς 1 λίτρου δύναται ἐνδεχομένως νὰ αὐξηθῇ δι' ἐκλογῆς ἰοντοεναλλακτῆρος μεγαλυτέρας ἰσχύος.

1) 'Εναλλακτῆρες κατιόντων.

'Υπάρχουν 5 οἰκογένειαι ἐναλλακτήρων κατιόντων.

α) *Πυριτιοαργιλικαὶ ἑνώσεις νατρίου* (περμουτῖται)· εἶναι κοκκώδη ὑλικὰ χρησιμοποιούμενα μόνον δι' ἀποσκλήρυνσιν ὕδατος, ἀλλὰ ἀντικαθίστανται ἀπὸ τὰ νεώτερα σουλφονωμένα πολυστυρένια. Χαρακτηρίζονται ἐκ σχετικῶς μεγάλης ἱκανότητος ἐναλλαγῆς καὶ ἔχουν καλὴν φυσικοχημικὴν ἀντοχήν.

β) *Σουλφονωμένα ἀνθρακοῦχα ὑλικά*· χαρακτηρίζονται ὑπὸ σχετικῶς ἀσθενοῦς ἱκανότητος ἐναλλαγῆς, εἶναι πολὺ πορώδη καὶ ἔχουν ἐξαιρετικὴν ἱκανότητα ἀναγεννήσεως.

γ) *Σουλφονωμένα πολυστυρένια*· ἔχουν μορφὴν σφαιριδίων, χρῶμα κίτρινον καὶ πολὺ μεγάλην ἱκανότητα ἐναλλαγῆς. Ἐπίσης παρουσιάζουν μεγάλην φυσικὴν καὶ χημικὴν ἀντοχὴν εἰς διάφορα pH καὶ θερμοκρασίας.

δ) *Καρβοξυλικαὶ ρητῖναι*· εἶναι ἰοντοεναλλακτῆρες ἀσθενοῦς ὀξέος καὶ παρουσιάζουν ἐξαιρετικὴν ἱκανότητα ἀναγεννήσεως, πολὺ μεγάλην ἐκλεκτικὴν ἱκανότητα, πολὺ μεγάλην ἱκανότητα ἐναλλαγῆς καὶ πολὺ καλὴν φυσικοχημικὴν ἀντοχήν.

ε) Αἱ *σουλφονωμέναι φαινολικαὶ ρητῖναι*· αὐταὶ δὲν χρησιμοποιοῦνται πλέον.

2) Ἐναλλακτῆρες ἀνιόντων.

Αὐτοὶ ταξινομοῦνται ἀναλόγως τῆς ἰσχύος των εἰς:

— Ἀσθενῶς βασικοὺς ἐναλλακτῆρας ἀνιόντων.
— Μετρίως βασικοὺς ἐναλλακτῆρας ἀνιόντων.
— Ἰσχυρῶς βασικοὺς ἐναλλακτῆρας ἀνιόντων.

Ἀπὸ ἀπόψεως συστάσεως οἱ ἐναλλακτῆρες ἀνιόντων, ἂν καὶ διαφέρουν ἀπὸ κατασκευαστοῦ εἰς κατασκευαστήν, θὰ ἠδύναντο νὰ ταξινομηθοῦν εἰς:

— Τεταρτοταγοποιηθείσας ἀλειφατικὰς πολυαμίνας.
— Ἀρωματικὰς πολυαμίνας μετὰ ριζικῶν τεταρτοταγοῦς ἀμμωνίου.
— Πολυστυρένια μετὰ ριζικῶν τεταρτοταγοῦς ἀμμωνίου.
— Τολουολοπολυβινύλια μετὰ ριζικῶν τεταρτοταγοῦς ἀμμωνίου.

Εἰς τὰ σχήματα 5 · 17 γ καὶ 5 · 17 δ εἰκονίζονται ὑλικὰ ἰοντοεναλλαγῆς ὑπὸ μορφὴν κόκκων ἢ σφαιριδίων.

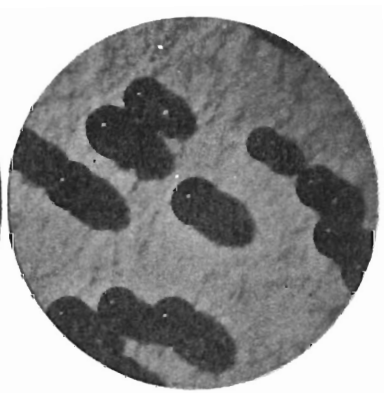
3) Μέθοδος ἰοντοεναλλαγῆς μὲ νάτριον.

α) *Περιγραφὴ τῆς μεθόδου.*

Κατὰ τὴν μέθοδον καταβυθίσεως αἱ οὐσίαι ποὺ προκαλοῦν σκληρότητα, ἀποβάλλονται ὡς ἑνώσεις ἀδιάλυτοι ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Κατὰ τὴν μέθοδον ἰοντοεναλλαγῆς βάσεως (μὲ νάτριον) ὅμως, γίνεται ἀντικατάστασις μόνον τοῦ ἀσβεστίου καὶ τοῦ μαγνησίου διὰ νατρίου. Δηλαδὴ ἀντὶ τῶν σχηματιζουσῶν σκληρότητα οὐσιῶν, εἰς τὸ ἀπεσκληρυμένον ὕδωρ ὑπάρχουν ἰσοδύναμοι ποσότητες οὐδετέρων ἁλάτων, τὰ ὁποῖα αὐξάνουν τὴν πυκνότητα.



Σχ. 5·17 γ.
Ὑλικὸν ἰοντοεναλλαγῆς ὑπὸ μορφὴν κόκκων.



Σχ. 5·17 δ.
Ὑλικὸν ἰοντοεναλλαγῆς ὑπὸ μορφὴν σφαιριδίων.

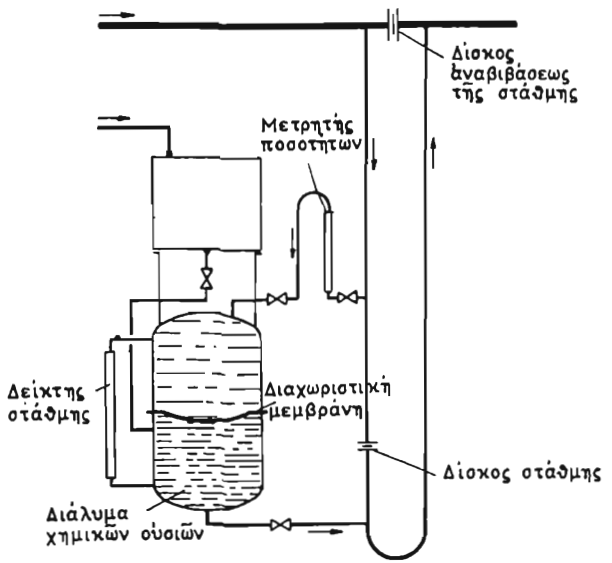
Τοῦτο ἰδίως εἰς ὕδατα μὲ μεγάλην ἀνθρακικὴν σκληρότητα ἔχει ὡς συνέπειαν ὅτι κατὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ λέβητος πρέπει ἑκάστοτε νὰ ἀπομακρύνεται πολὺ μεγαλυτέρα ποσότης ὕδατος πρὸς ἐλάττωσιν τῆς περιεκτικότητος εἰς οὐδέτερα ἅλατα, παρ' ὅσον, ἐὰν ἡ ἀποσκλήρυνσις εἶχε γίνει διὰ μεθόδων χημικῆς καταβυθίσεως.

Ἡ ἀποσκλήρυνσις, ἡ ὁποία δύναται νὰ ἐπιτευχθῇ διὰ τῶν ἰοντοεναλλακτήρων νατρίου, φθάνει περίπου ἕως 0^0 σκληρότητα. Οἱ ἰοντοεναλλακτῆρες νατρίου ἔχουν ἐπὶ πλέον τὸ πολὺ μεγάλο πλεονέκτημα, ὅτι δὲν εἶναι εὐαίσθητοι εἰς περίπτωσιν μεταβολῆς τῆς σκληρότητος εἰς τὸ ἀκατέργαστον ὕδωρ. Ἀντιθέτως ὅμως αἱ ὀργανικαὶ ἀκαθαρσίαι, ὁ σίδηρος καὶ τὸ μαγγάνιον, πρέπει νὰ ἀπομακρυνθοῦν διὰ

προηγουμένης διηθήσεως ἢ δι' ἀναλόγου προκατεργασίας πρὸ τῆς εἰσόδου των ἐντὸς τοῦ φίλτρου ἰοντοεναλλαγῆς νατρίου.

Ἡ περιεκτικότης σιδήρου δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνη τὰ 0,3 mg ἀνὰ λίτρον, καὶ τοῦ μαγγανίου τὸ 0,1 mg ἀνὰ λίτρον. Εἰς δυσμενεῖς περιπτώσεις χρειάζεται ἐκτεταμένη προκατεργασία διὰ μιᾶς τῶν χημικῶν μεθόδων.

Μετὰ τὸν ἰοντοεναλλακτῆρα νατρίου προστίθεται συχνὰ εἰς τὸ ὕδωρ μικρὰ ποσότης φωσφορικοῦ νατρίου, 10 ἕως 20 g ἀνὰ m^3. Τοιουτοτρόπως οὐσίαι προκαλοῦσαι σκληρότητα, αἱ ὁποῖαι ἐνδεχομένως παραμένουν καὶ αἱ ὁποῖαι δύνανται νὰ φθάσουν εἰς τὸν λέβητα, ἀποβάλλονται ὑπὸ μορφὴν ἰλύος. Ἐπὶ πλέον ἡ προστασία ἔναντι τῆς διαβρώσεως τοῦ λέβητος βελτιοῦται. Ἡ προσθήκη φωσφορικοῦ νατρίου δύναται νὰ γίνη κατὰ τρόπον ἁπλοῦν διὰ διατάξεως δοσολογήσεως ὡς ἡ παριστανομένη εἰς τὸ σχῆμα 5·17ε. Ἂν τὸ ὕδωρ

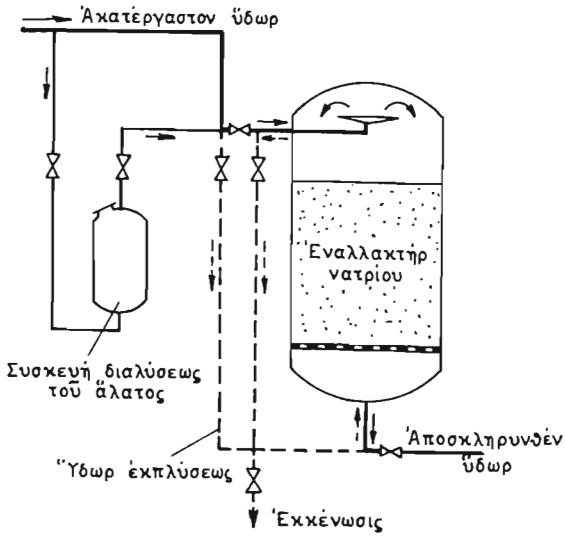


Σχ. 5·17ε.

ἀπαεριωθῇ θερμικῶς, πρέπει τότε τὸ φωσφορικὸν νάτριον νὰ προστεθῇ μετὰ τὴν ἀπαερίωσιν εἰς τὸ δοχεῖον τροφοδοτικοῦ ὕδατος, διὰ νὰ μὴ δεσμεύση προηγουμένως τὸ ἐλεύθερον ἀνθρακικὸν ὀξύ.

Προσθήκη φωσφορικῆς ἐνώσεως εἶναι ἀπαραιτήτως ἀναγκαία

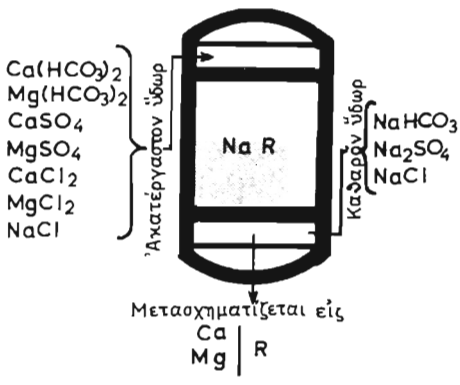
ἀκόμη καὶ εἰς περίπτωσιν μὴ εὐαισθήτων λεβήτων μὲ μεγάλους χώρους ὕδατος, ὅταν ὑπάρχη ἀκατέργαστον ὕδωρ μὲ μικρὰν ἀνθρακικὴν σκληρότητα καὶ πολὺ πυριτικὸν ὀξύ. Μικρὰ παραμένουσα σκληρότης ἔχει ὡς συνέπειαν σχηματισμὸν πυριτικοῦ λεβητολίθου, ὁ ὁποῖος παρουσιάζεται ὡς λεπτὴ ὑαλώδης ἰσχυρῶς θερμομονωτικὴ ἐπίστρωσις. Ἡ κατασκευὴ ἑνὸς φίλτρου ἰοντοεναλλακτῆρος νατρίου φαίνεται εἰς τὰ σχήματα 5 · 17 στ, 5 · 17 ζ καὶ 5 · 17 η. Εἰς τὸ σχῆμα 5 · 17 στ



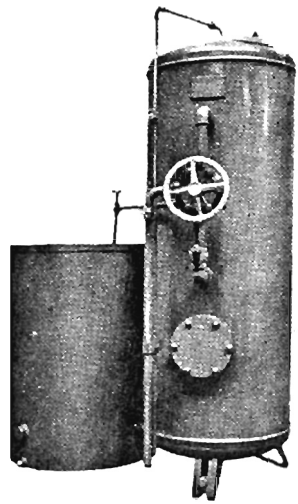
Σχ. 5·17 στ.

ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου πιέσεως εὑρίσκεται ἀντὶ ἄμμου μᾶζα ἰοντοεναλλακτῆρος (περμουτίτου, λεβοτίτου κ.λπ.). Τὸ ἀκατέργαστον ὕδωρ εἰσέρχεται ἐκ τῶν ἄνω ἐντὸς τοῦ φίλτρου καὶ ἐκρέει ἐκ τῶν κάτω ὡς μαλακὸν ὕδωρ. Ὁ χρόνος ἰοντοεναλλαγῆς εἶναι λίαν βραχὺς οὕτως, ὥστε ὑπὸ ταχύτητα διόδου 15 m^3 ἕως 25 m^3 ἀνὰ ὥραν νὰ ἀπαιτοῦνται σχετικῶς μικρὰ δοχεῖα διηθήσεως. Ἡ ταχύτης αὐτὴ διόδου ἢ ἡ ὡριαία ποσότης ροῆς δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνηται ἐν οὐδεμιᾷ περιπτώσει, διότι ἄλλως οἱ χρόνοι ἰοντοεναλλαγῆς θὰ εἶναι ἀνεπαρκεῖς καὶ κατὰ συνέπειαν ἡ ἀποσκλήρυνσις θὰ εἶναι ἐλλειπής. Ὁ κίνδυνος αὐτὸς ὑφίσταται ἰδιαιτέρως εἰς μικρὰ φίλτρα, τὰ ὁποῖα εἶναι συνδεδεμένα εἰς σωληνώσεις ὕδατος μὲ σχετικῶς μεγάλην διατομήν. Εἰς

διαφόρους περιπτώσεις ἐνδείκνυται ἡ τοποθέτησις στραγγαλιστικῆς φλάντζας, πρὸς ἐλάττωσιν τῆς ταχύτητος τοῦ διερχομένου ὕδατος.



Σχ. 5·17 ζ.
Ἀποσκλήρυνσις διὰ μετατροπῆς πρὸς κατειργασμένον ὕδωρ.



Σχ. 5·17 η.
Δοχεῖον ἀποσκληρύνσεως μὲ κεντρικὴν βαλβῖδα ἐλέγχου καὶ δοχεῖον ἅλατος.

β) *Ἀναγέννησις τῶν ἰοντοεναλλακτήρων νατρίου.*

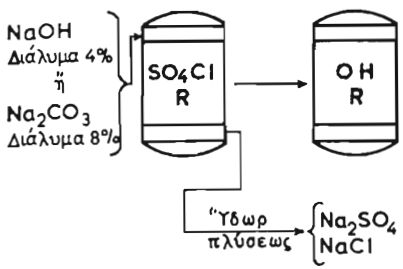
Μετὰ τὴν ἐξάντλησιν τῆς μάζης τοῦ ἰοντοεναλλακτῆρος γίνεται ἡ ἀναγέννησις. Πρὸς τοῦτο χρειάζονται:

— *Ἔκπλυσις* κατ' ἀντίθετον ροὴν μὲ ἀκατέργαστον ὕδωρ ἐπὶ 5 ἕως 10 λεπτὰ πρὸς ἀπομάκρυνσιν ἀκαθαρσιῶν καὶ πρὸς χαλάρωσιν τοῦ ὑλικοῦ τῆς διηθήσεως. Ἡ ταχύτης ἐκπλύσεως ἢ ἀντιστοίχως ἡ πίεσις τοῦ ὕδατος ἐκπλύσεως ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μεγέθους τῶν κόκκων τοῦ ὑλικοῦ διηθήσεως καὶ τοῦ βάρους του. Αἱ προδιαγραφαὶ τοῦ προμηθευτικοῦ οἴκου πρέπει νὰ τηροῦνται μετὰ σχολαστικότητος. Ὑπὸ πολὺ μεγάλην πίεσιν ὕδατος πλύσεως ὑφίσταται κίνδυνος νὰ ἀπομακρυνθοῦν οἱ λεπτότεροι ἐκ τῶν κόκκων τοῦ ἰοντοεναλλακτῆρος.

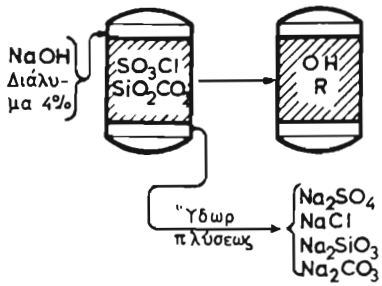
— *Ἰοντοεναλλαγὴ* μὲ διάλυμα μαγειρικοῦ ἅλατος 10% ἕως 15%. Ἡ ἀπαιτουμένη ποσότης μαγειρικοῦ ἅλατος τοποθετεῖται εἰς τὸ δοχεῖον διαλύσεως τοῦ ἅλατος καὶ πιέζεται εἰς τὸ φίλτρον, ὅπου ἀφήνεται νὰ ἐπιδράσῃ ἐπὶ 30 περίπου λεπτὰ ἐπὶ τοῦ ἰοντοεναλλακτῆρος.

Ἔτσι γίνεται κατ' ἀντίστροφον διεύθυνσιν ἡ ἰοντοεναλλαγὴ τοῦ ἀσβεστίου καὶ τοῦ μαγνησίου τοῦ ἰοντοεναλλακτῆρος διὰ νατρίου ἐκ τοῦ διαλύματος μαγειρικοῦ ἅλατος.

— *Ἐκκένωσις* τοῦ διαλύματος ἅλατος καὶ συμπληρωματικὴ ἔκπλυσις, ἕως ὅτου τὸ ἐξερχόμενον ὕδωρ εἶναι ἀπηλλαγμένον σκληρότητος. Ἀκολούθως δύναται ἡ ἐγκατάστασις νὰ τεθῇ καὶ πάλιν εἰς λειτουργίαν.



Σχ. 5·17 θ.
Ἀναγέννησις ἀσθενῶς βασικοῦ ἐναλλακτῆρος ἀνιόντων.

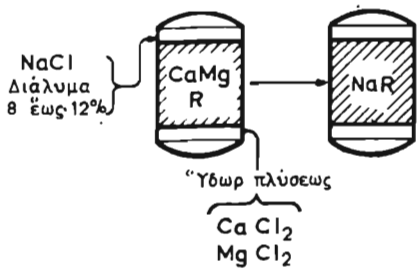


Σχ. 5·17 ι.
Ἀναγέννησις ἰσχυρῶς βασικοῦ ἐναλλακτῆρος ἀνιόντων.

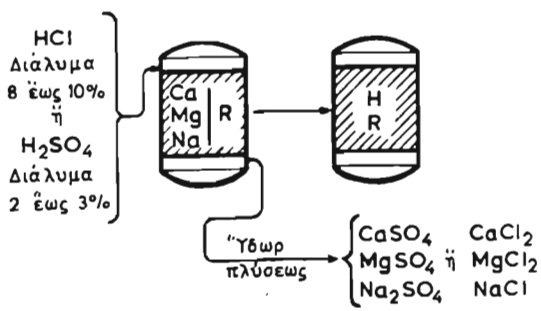
Ἡ ποσότης ὕδατος πλύσεως ἀνέρχεται περίπου εἰς τὸ τετραπλάσιον τῆς ποσότητος τοῦ ἰοντοεναλλακτῆρος. Ὁ μεταξὺ δύο ἀναγεννήσεων χρόνος χαρακτηρίζεται ὡς ὠφέλιμος χρόνος λειτουργίας. Τὸ μέγεθος τοῦ φίλτρου ἰοντοεναλλαγῆς νατρίου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς σκληρότητος τοῦ ἀκαθάρτου ὕδατος καὶ ἐκ τῆς ποσότητος τοῦ ἀπαιτουμένου μαλακοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ παραχθῇ κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς περιόδου λειτουργίας τῆς ἐγκαταστάσεως. Ἂν εἰς μίαν ἐγκατάστασιν αὐξηθῇ ἡ σκληρότης τοῦ ἀκαθάρτου ὕδατος πέρα τῆς ὑπολογισθείσης, ὑπάρχουν πάντοτε περιθώρια διὰ πλήρη ἀποσκλήρυνσιν. Ὁ χρόνος ὠφελίμου λειτουργίας καθίσταται ὅμως μικρότερος. Μετὰ τὴν δίοδον μιᾶς μικροτέρας ποσότητος ὕδατος πρέπει νὰ ἀναγεννηθῇ ἐκ νέου. Εἰς τὴν σωλήνωσιν ἐξόδου τοῦ ἀπεσκληρυμένου ὕδατος τοποθετεῖται πάντοτε μετρητὴς οὕτως, ὥστε νὰ γνωρίζωμεν πάντοτε τὴν ποσότητα τοῦ διερχομένου ὕδατος καὶ νὰ γίνεται πάντοτε ἐγκαίρως ἡ ἀναγέννησις τοῦ ἰοντοεναλλακτῆρος. Εἰς τὰ σχήματα 5·17 θ, 5·17 ι, 5·17 ια, 5·17 ιβ παριστάνεται ἡ ἀναγέννησις διαφόρων τύπων ἰοντοεναλλακτήρων.

γ) *Κατανάλωσις μαγειρικοῦ ἅλατος.*

Ἡ διὰ τὴν ἀναγέννησιν ἀπαιτουμένη ποσότης μαγειρικοῦ ἅλατος ἀνέρχεται εἰς 60 ἕως 70 g ἀνὰ βαθμὸν σκληρότητος τοῦ ὕδατος διὰ κάθε m^3 ὕδατος.



Σχ. 5·17 ια.
Ἀναγέννησις ρητίνης ἀποσκληρύνσεως.



Σχ. 5·17 ιβ.
Ἀναγέννησις ἐναλλακτῆρος κατιόντων.

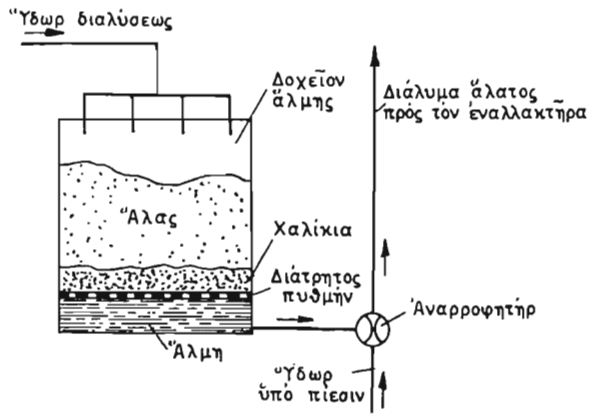
Παράδειγμα.

Συνολικὴ σκληρότης τοῦ ἀκατεργάστου ὕδατος: 20^0 d. Ποσότης μαγειρικοῦ ἅλατος $70 \times 20 = 1400$ g/m^3 = 1,4 kg/m^3.

δ) *Ἀποθήκευσις τοῦ μαγειρικοῦ ἅλατος.*

Τὸ διὰ τὴν ἀναγέννησιν ἀπαιτούμενον μαγειρικὸν ἅλας χορηγεῖται ὑπὸ τοῦ κρατικοῦ μονοπωλίου ἀφορολόγητον. Διὰ δὲ τὴν κατανάλωσίν του τηρεῖται εἰδικὸν βιβλίον, ὡς συμβαίνει εἰς ὅλα τὰ μονοπωλιακὰ εἴδη, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν βιομηχανίαν.

Ἡ ἀποθήκευσις τοῦ ἀποθέματος ἅλατος γίνεται εἰς μεγάλο δοχεῖον ἅλμης, ἡ μορφὴ τοῦ ὁποίου φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 5 · 17 ιγ. Διὰ τῆς στιβάδος ἄμμου 200 mm ὕψους συγκρατοῦνται αἱ ἀκαθαρσίαι τῆς ἅλμης. Κάτωθεν τοῦ διατρήτου δαπέδου εὑρίσκεται τὸ διαυγὲς διάλυμα ἅλατος σταθερᾶς κατὰ προσέγγισιν συγκεντρώσεως. Ἡ προσθήκη τοῦ ὕδατος διαλύσεως δύναται νὰ ρυθμίζεται δι' ἑνὸς πλωτῆρος εὑρισκομένου ἐντὸς τῆς ἅλμης οὕτως, ὥστε κατὰ τὴν κατανάλωσιν τῆς ἅλμης νὰ διαλύεται ἀμέσως νέα ποσότης ἅλατος.



Σχ. 5·17 ιγ.
Ἀναγέννησις δι' ἅλμης.

Διὰ νὰ διατηρῆται ἡ συγκέντρωσις τῆς ἅλμης σταθερὰ πρέπει νὰ περιέχεται πάντοτε ἐντὸς τῆς δεξαμενῆς ποσότης ἅλατος μεγαλυτέρα τοῦ ἑνὸς τρίτου τουλάχιστον τῆς χωρητικότητος τῆς δεξαμενῆς.

Διὰ μιᾶς ὑδραντλίας κενοῦ ἀναρροφεῖται ἡ ἅλμη, ἀραιοῦται διὰ τοῦ τροφοδοτικοῦ ὕδατος, διὰ νὰ φθάσῃ εἰς τὸν προκαθωρισμένον βαθμὸν συγκεντρώσεως, καὶ συμπιέζεται εἰς τὸν ἰοντοεναλλακτῆρα. Ἐπειδὴ ἡ ἀντίθλιψις τοῦ ἰοντοεναλλακτῆρος κατὰ κανόνα εἶναι σταθερά, ἂν ἡ πίεσις τοῦ ὕδατος τοῦ δικτύου εἶναι ἐπίσης σταθερά, τότε καὶ ἡ ποσότης τοῦ ὕδατος λειτουργίας τῆς ὑδραντλίας εἶναι ἡ ἰδία. Τοῦτο διασφαλίζει διὰ τὴν ἐγκατάστασιν σταθερὰν ὑποπίεσιν ἀναρροφήσεως.

Ἔτσι μὲ μικρὰν σχετικῶς δαπάνην δύναται νὰ ἐπιτευχθῆ αὐτο-

ματοποίησις τῆς διατάξεως ἀναγεννήσεως τοῦ ἰοντοεναλλακτῆρος δι' ἅλμης.

Ἡ χρησιμοποίησις ἅλμης ἔχει ἐπίσης τὸ πλεονέκτημα ὅτι εἰς τὸ τέλος τῆς διαδικασίας ἀναγεννήσεως ὑπάρχει ἀκόμη ὁ ἴδιος βαθμὸς συγκεντρώσεως τοῦ διαλύματος μαγειρικοῦ ἅλατος, ἐνῶ κατὰ τὴν διάλυσιν τοῦ ἅλατος εἰς τὸ δοχεῖον διαλύσεως τοῦ ἅλατος ἡ συγκέντρωσις καθίσταται μικροτέρα. Ὅμως διὰ τὴν ὅσον τὸ δυνατὸν πλήρη ἀναγέννησιν τοῦ ἰοντοεναλλακτῆρος ἀπαιτεῖται ἀκριβῶς κατὰ τὸ τέλος τῆς ἀναγεννήσεως μεγάλη συγκέντρωσις.

δ) Θέρμανσις τοῦ ἀποσκληρυνθέντος ὕδατος.

Ἡ ἀποσκλήρυνσις γίνεται ἄνευ θερμάνσεως τοῦ ὕδατος. Κατὰ τὴν ἀπ' εὐθείας εἰσαγωγὴν τοῦ ψυχροῦ ἀπεσκληρυμένου ὕδατος εἰς τὸν λέβητα, προκαλοῦνται διαβρώσεις ἐντὸς τοῦ λέβητος συνεπείᾳ τῆς ὑψηλῆς περιεκτικότητος εἰς ἀνθρακικὸν ὀξὺ καὶ ὀξυγόνον. Ὡς ἐκ τούτου ὕδωρ τροφοδοσίας λεβήτων ἀποσκληρυνόμενον ἐντὸς ἰοντοεναλλακτήρων, πρέπει πρὸ τῆς εἰσόδου εἰς τὸ δοχεῖον συλλογῆς τοῦ τροφοδοτικοῦ ὕδατος, νὰ θερμανθῇ τουλάχιστον εἰς ἕνα καταρράκτην, εἰς 95^0 C, ἐὰν δὲν ἔχῃ προβλεφθῇ πλήρης ἐγκατάστασις ἀπαεριώσεως.

ε) Οὐσίαι αὐξήσεως τῆς πυκνότητος καὶ ἀλκάλεα εἰς τὸ ἀπεσκληρυμένον ὕδωρ.

Κατὰ τὴν μέθοδον καταβυθίσεως διὰ χημικῆς ὁδοῦ τὸ ἀπεσκληρυμένον ὕδωρ πρέπει νὰ περιέχῃ ἀκόμη μικρὰν περίσσειαν χημικῶν οὐσιῶν, διὰ νὰ ὑπάρχῃ εἰς τὸ ὕδωρ τοῦ λέβητος ἡ ἀπαιτουμένη προστατευτικὴ ἀλκαλικότης. Κατὰ τὴν δοσιμέτρησιν τῶν χημικῶν οὐσιῶν εἶναι ἀπολύτως δυνατὸν νὰ ρυθμίζεται ἡ κατάλληλος ἀλκαλικότης εἰς τὸ ἀπεσκληρυμένον ὕδωρ. Εἰς τὴν μέθοδον ὅμως ἰοντοεναλλακτῆρος βάσεως τοῦτο δὲν εἶναι πάντοτε δυνατόν. Ἡ ἀλκαλικότης σχηματίζεται κατ' ἀνάγκην εἰς τὸν λέβητα διὰ τῆς ἀνωτέρω ἀναφερθείσης διασπάσεως τοῦ δισανθρακικοῦ νατρίου, ὁπότε ὑπὸ ἀπελευθέρωσιν ἀνθρακικοῦ ὀξέος, τὸ ὁποῖον ἐκλύεται μετὰ τοῦ ἀτμοῦ ἀναλόγως τῆς πιέσεως τοῦ λέβητος καὶ τῆς θερμοκρασίας, σχηματίζεται οὐδέτερον ἀνθρακικὸν νάτριον καὶ καυστικὸν νάτριον. Εἰς περίπτωσιν ὑψηλῆς ἀνθρακικῆς σκληρότητος τοῦ ἀκατεργάστου ὕδατος, τὸ ἀπεσκληρυμένον ὕδωρ παρουσιάζει πολὺ δισανθρακικὸν νάτριον οὕτως,

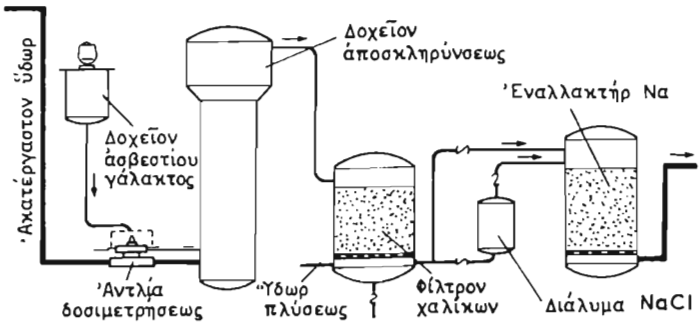
ὥστε ἡ ἀλκαλικότης ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ λέβητος νὰ ἀνέρχεται ταχέως καὶ νὰ μεταβαίνη πολὺ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος ἐντὸς τοῦ ἀτμοῦ. Τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος κατὰ τὴν συμπύκνωσιν τοῦ ἀτμοῦ διαλύεται καὶ προσδίδει εἰς τὸ συμπύκνωμα ὄξινον χαρακτῆρα. Εἰς ἐγκαταστάσεις μὲ μεγάλα δίκτυα ὕδατος ἐκ συμπυκνώσεως τοῦτο ἔχει ὡς συνέπειαν σημαντικὰς διαβρώσεις εἰς τὰς σωληνώσεις.

4) Συνδεδυασμένη μέθοδος ἀπαλλαγῆς ἐκ τῶν ἀνθρακικῶν καὶ ἐν συνεχεία πλήρους ἀποσκληρύνσεως δι' ἰοντοεναλλακτήρων νατρίου.

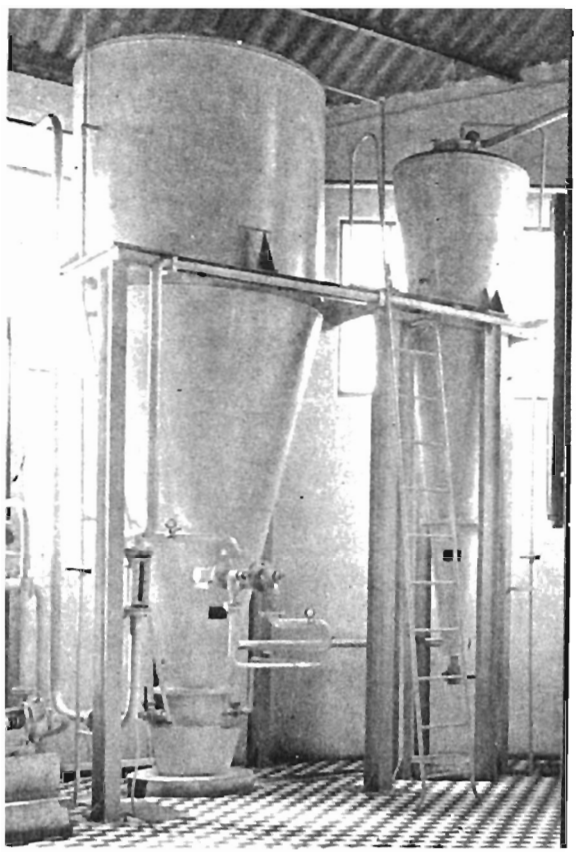
Πρὸς ἀποφυγὴν τῶν ἀνωτέρω ἀναφερθέντων μειονεκτημάτων τῆς μεθόδου ἰοντοεναλλακτήρων νατρίου εἶναι σκόπιμον εἰς ἀκατέργαστα ὕδατα μὲ ἀνθρακικὴν σκληρότητα ἄνω τῶν 6⁰ γερμανικῶν βαθμῶν νὰ γίνεται προαποσκλήρυνσις πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῆς ἀνθρακικῆς σκληρότητος. Τοιουτοτρόπως ἐλαττοῦται ἐπίσης καὶ ἡ περιεκτικότης εἰς οὐδέτερα ἅλατα, δηλαδὴ εἰς οὐσίας αἱ ὁποῖαι αὐξάνουν τὴν πυκνότητα τοῦ ὕδατος. Εἰς ἀκατέργαστα ὕδατα μὲ μεγάλην ἀνθρακικὴν σκληρότητα διὰ τοῦ συνδυασμοῦ ἀπομακρύνσεως τῶν ἀνθρακικῶν καὶ ἐν συνεχεία ἀποσκληρύνσεως μέσω ἰοντοεναλλακτήρων βάσεως παράγεται τροφοδοτικὸν ὕδωρ σχετικῶς πτωχὸν εἰς ἅλατα ἀπηλλαγμένον σκληρότητος. Τοῦτο εἰς τὰς πλείστας περιπτώσεις ἐνδείκνυται ἐπίσης καὶ ὡς ὕδωρ συμπληρώσεως διὰ λέβητας πιέσεων ἕως 64,5 ἀτμοσφαιρῶν. Ἕνα ἐπὶ πλέον πλεονέκτημα τῆς μεθόδου αὐτῆς εἶναι ὅτι αἱ ἐγκαταστάσεις δὲν καταλαμβάνουν μεγάλον χῶρον, ὁ χειρισμός των εἶναι ἁπλοῦς καὶ δὲν παρουσιάζουν εὐαισθησίαν καὶ εἰς περιπτώσεις ποὺ μεταβάλλεται ἡ σκληρότης τοῦ ἀκατεργάστου ὕδατος. Ὡς ἐκ τούτου ἡ μέθοδος αὐτὴ ἔχει εἰς τὰς πλείστας περιπτώσεις ἀντικαταστήσει τὰς μεθόδους ἀποσκληρύνσεως διὰ χημικῆς καταβυθίσεως. Ἐφ' ὅσον ἡ ἀπαλλαγὴ ἐκ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος γίνεται δι' ἀσβεστίου γάλακτος, ἡ δαπάνη διὰ χημικὰς οὐσίας εἶναι μικροτέρα παρ' ὅσον εἰς τὰς ἁπλᾶς μεθόδους ἰοντοεναλλακτήρων νατρίου. Τὸ σχῆμα 5 · 17 ιδ δεικνύει διάταξιν συνδεδυασμένης ἀποσκληρύνσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν ἀποβάλλονται πρῶτα τὰ ἀνθρακικὰ δι' ἀσβεστίου καὶ ἐν συνεχεία χρησιμοποιεῖται ἰοντοεναλλακτὴρ βάσεως.

5) Ἐγκατάστασις ταχείας ἀπαλλαγῆς ἐκ τῶν ἀνθρακικῶν μὲ στερεὸν προϊὸν καταβυθίσεως

Ἡ κατασκευὴ τῶν ἐγκαταστάσεων αὐτῶν φαίνεται εἰς τὰ σχή-

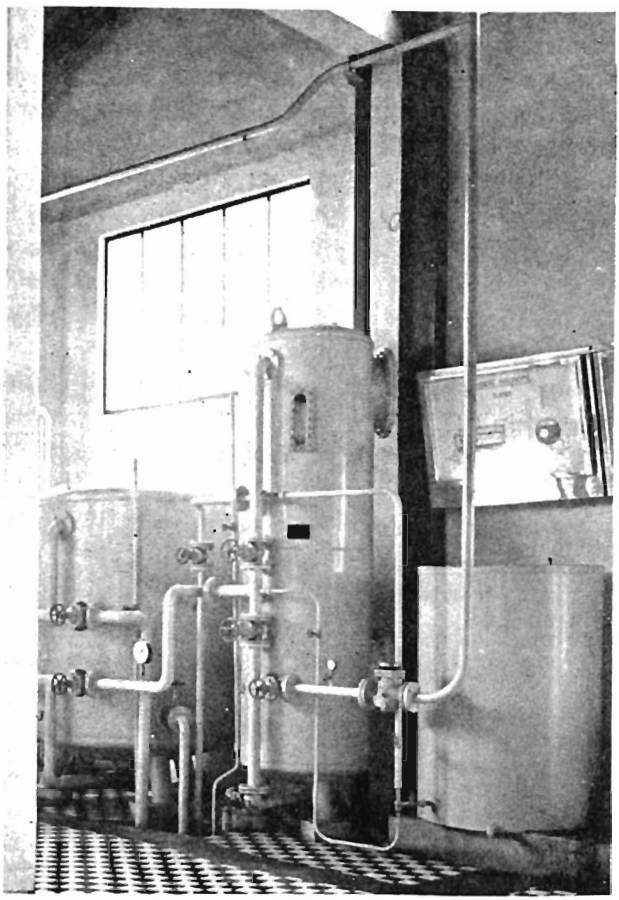


Σχ. 5·17 ιδ.



Σχ. 5·17 ιε.

ματα 5 · 17 ιε καὶ 5 · 17 ιστ. Ἀποτελοῦνται βασικῶς ἐκ τοῦ δοχείου ἀσβέστου, ἐκ τοῦ δοχείου κορεσμοῦ ἀσβεστίου γάλακτος, ἐκ τοῦ ἀντιδραστῆρος, ἐκ τοῦ φίλτρου καὶ ἐκ διατάξεως δοσολογήσεως ἢ ἀντλίας.



Σχ. 5·17 ιστ.

Ἐγκατάστασις κατεργασίας ὕδατος λεβήτων διὰ καταλυτικῆς ἀπομακρύνσεως τῶν ἀνθρακικῶν ἐνώσεων, διηθήσεως καὶ ἀποσκληρύνσεως. Παραγωγὴ 10 m^3 ἀνὰ ὥραν.

Εἰς μεγαλυτέρας ἐγκαταστάσεις χρησιμοποιεῖται ἀσβέστιον γάλα ἀντὶ κεκορεσμένου ἀσβεστίου ὕδατος.

Ἀποφεύγεται τοιουτοτρόπως τὸ μεγάλον δοχεῖον κορεσμοῦ δι'

ἀσβέστου καὶ ἀντικαθίσταται ὑπὸ ἑνὸς μικροῦ δοχείου διὰ τὸ ἀσβέστιον γάλα.

Αἱ συσκευαὶ ἀντιδράσεως κατασκευάζονται κυλινδρικαὶ μὲ κωνικὴν ἐπέκτασιν (σχ. 5 · 17 ιε).

Τὸ ἀκατέργαστον ὕδωρ εἰσέρχεται μὲ μεγάλην ταχύτητα εἰς τὸ κωνικὸν τμῆμα τοῦ ἀντιδραστῆρος. Διὰ καταλλήλου μορφοποιήσεως τοῦ ἀντιδραστῆρος ἢ δι' ἰδιαιτέρων κατασκευῶν, π.χ. ἀκροφυσίων, ἐπιτυγχάνεται καλὸς στροβιλισμὸς μετὰ τοῦ ἀσβεστίου γάλακτος ἢ τοῦ ἀσβεστίου ὕδατος, τὸ ὁποῖον εἰσέρχεται καὶ αὐτὸ ἐκ τῶν κάτω.

Εὐθὺς μετὰ τὴν ἀνάμιξιν ἡ σκληρότης ἀποβάλλεται καὶ τὸ εἰς μικρὰ τεμαχίδια ἀποβαλλόμενον ἵζημα σχηματίζει κέντρα κρυσταλλώσεως, τὰ ὁποῖα βαθμηδὸν μεγαλώνουν σχηματίζοντα πολὺ σκληρὰ σφαιρίδια. Πρὸς ἐπιτάχυνσιν τῆς ἀντιδράσεως εἰς μερικὰς ἐγκαταστάσεις προστίθεται λεπτὴ ἄμμος ἐντὸς τοῦ ἀντιδραστῆρος.

Μετ' ὀλίγας ἑβδομάδας ὁ ἀντιδραστὴρ ἔχει πληρωθῆ μὲ κοκκώδην ἀνθρακικὴν ἕνωσιν, ἡ ὁποία ἀναλόγως τῆς κατασκευῆς τῆς ἐγκαταστάσεως ἀπομακρύνεται ἐκ ὁλοκλήρου ἢ ἐν μέρει δι' εἰδικῶν σωληνώσεων ἐκκενώσεως.

Τὰ πλεονεκτήματα τῆς μεθόδου αὐτῆς ἔναντι τῶν ἁπλῶν μεθόδων καταβυθίσεως εἶναι τὰ ἑξῆς:

α) Ἐλάττωσις τοῦ χρόνου ἀντιδράσεως ἀπὸ 2 περίπου ὥρας εἰς 10 ἕως 15 λεπτά, χωρὶς νὰ ἐπηρεασθῆ ἡ διαύγασις.

β) Ἀπομάκρυνσις τῆς ἰλύος καὶ μικροτέρα ἀπώλεια ὕδατος διαλύσεως.

γ) Μικρότερον δοχεῖον, μικροτέρα βάσις καὶ ἐπομένως μικρότερος καταλαμβανόμενος χῶρος.

δ) Μικροτέρα κατανάλωσις ἀσβέστου, διότι εἰς τὰ περισσότερα ἀκατέργαστα ὕδατα ἡ σκληρότης τοῦ μαγνησίου ἐγκλείεται εἰς τοὺς κόκκους ποὺ σχηματίζονται ἐκ τῆς σκληρότητος ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου.

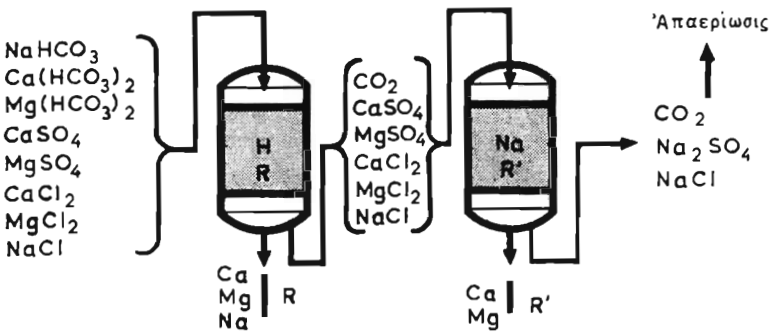
ε) Ἔγκλεισις σιδήρου καὶ ὀργανικῶν ἀκαθαρσιῶν εἰς τοὺς σχηματιζομένους κόκκους, ἐνῶ συγχρόνως οἱ λευκοὶ κόκκοι τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου προσροφοῦν καὶ ἐνδεχομένως ὑπάρχον χρῶμα.

6) Μέθοδος ἰοντοεναλλαγῆς ὑδρογόνου-νατρίου.

Ἡ ἰοντοεναλλαγὴ γίνεται ἐντὸς κλειστοῦ φίλτρου πιέσεως κατὰ

τρόπον παρόμοιον οὐσιαστικῶς μὲ τὴν μέθοδον ἰοντοεναλλακτήρων νατρίου. Ἀντὶ νατρίου ἡ μᾶζα τοῦ ἰοντοεναλλακτῆρος περιέχει ὑδρογόνον, τὸ ὁποῖον ἀποδίδεται εἰς τὸ ὕδωρ καὶ κατὰ τὴν ἀναγέννησιν πρέπει νὰ προσαχθῆ ἐκ νέου εἰς τὴν μᾶζαν. Ἡ ἀναγέννησις γίνεται μὲ ὀξέα (ὑδροχλωρικὸν καὶ θειικὸν ὀξύ), τὰ ὁποῖα ἀποσποῦν ὑδρογόνον.

Ἡ κατασκευὴ τοῦ φίλτρου εἶναι ἡ ἰδία ὡς καὶ εἰς τοὺς ἰοντοεναλλακτῆρας βάσεως. Ἡ ἔκπλυσις καὶ ἡ ἀναγέννησις γίνονται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον καὶ ἡ ἀναγέννησις μὲ τὸ ὀξὺ ἐπιτυγχάνεται ἐντὸς 20 ἕως 30 λεπτῶν.



Σχ. 5·17 ιζ.
Συστοιχία ἰοντοεναλλακτήρων.

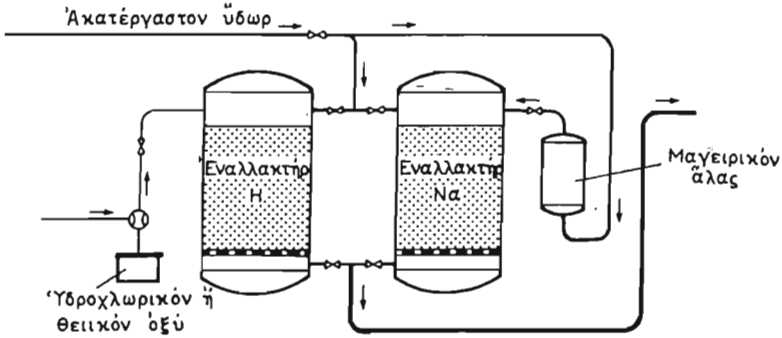
Τὰ δοχεῖα καὶ ἡ σωλήνωσις πρέπει νὰ ἀντέχουν εἰς τὴν ἐπίδρασιν ὀξέων (νὰ εἶναι ἐπενδεδυμένα δι' ἐλαστικοῦ ἢ διὰ μολύβδου). Ἐκτὸς τοῦ ἀσβεστίου καὶ τοῦ μαγνησίου κατὰ τὴν διέλευσιν μέσω τοῦ φίλτρου ἀντικαθίστανται ἐπίσης τὸ νάτριον καὶ τὰ οὐδέτερα ἅλατα δι' ὑδρογόνου. Ἐκ τῆς ἀνθρακικῆς σκληρότητος τοιουτοτρόπως σχηματίζεται διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, τὸ ὁποῖον περιέχεται εἰς τὸ ἐξερχόμενον ὕδωρ ὡς ἀέριον διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος. Τοῦτο δύναται νὰ ἀπομακρυνθῆ εἴτε δι' ἰσχυροῦ ἀερισμοῦ ἢ θερμικῶς ἐντὸς ἀπαεριωτήρων. Εἰς τὸ σχῆμα 5 · 17 ιζ εἰκονίζεται συστοιχία ἰοντοεναλλακτήρων ὑδρογόνου - νατρίου.

7) Σύνδεσις ἰοντοεναλλακτήρων.

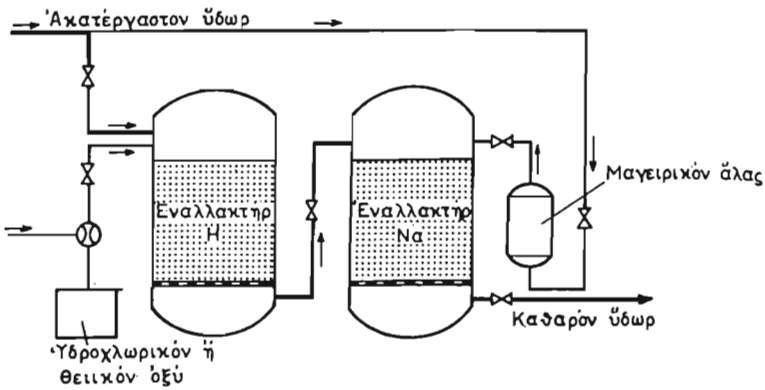
α) *Σύνδεσις ἐν παραλλήλῳ.*

Ἡ σύνδεσις αὐτὴ ἐνδείκνυται δι' ὕδωρ μὲ μεγάλην ἀνθρακικὴν σκληρότητα καὶ μικρὰν περιεκτικότητα χλωριόντων καὶ θειικῶν. Ἕνα

φίλτρον ἰοντοεναλλαγῆς ὑδρογόνου καὶ ἕνα νατρίου (κανονικὸν φίλτρον ἰοντοεναλλαγῆς βάσεων) ἔχουν συνδεθῆ παραλλήλως καὶ τροφοδοτοῦνται τὸ καθένα χωριστὰ μὲ ἀκατέργαστον ὕδωρ (σχ. 5·17 ιη).



Σχ. 5·17 ιη.
Ἐναλλακτῆρες ὑδρογόνου-νατρίου συνδεδεμένοι ἐν παραλλήλω.



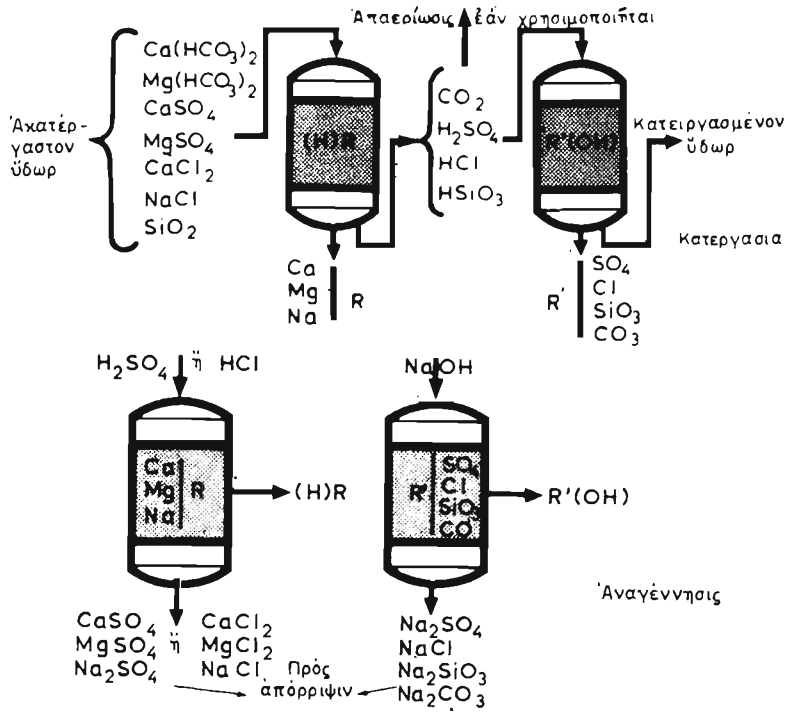
Σχ. 5·17 ιθ.
Ἐναλλακτῆρες ὑδρογόνου - νατρίου συνδεδεμένοι ἐν σειρᾷ.

Τὰ δύο ἐπὶ μέρους ρεύματα ἑνοῦνται μὲ τοὺς ἰοντοεναλλακτῆρας. Τὸ μετὰ τὸν ἰοντοεναλλακτῆρα ὑδρογόνου ἐκρέον ὄξινον ἀπεσκληρυμένον ὕδωρ ἐξουδετεροῦται διὰ τοῦ ἀλκαλικῶς ἀντιδρῶντος ἀπεσκληρυμένου ὕδατος ἐκ τοῦ ἰοντοεναλλακτῆρος νατρίου. Αἱ ποσότητες τῶν ἐπὶ μέρους ρευμάτων πρέπει νὰ ρυθμίζωνται διὰ καταλλήλως τοποθετουμένου μετρητοῦ ὕδατος οὕτως, ὥστε τὸ μικτὸν ὕδωρ νὰ

ἔχῃ μικρὰν παραμένουσαν ἀλκαλικότητα (κατάλληλος τιμὴ Μ) διὰ νὰ ἐξασφαλισθῇ ὅτι δὲν θὰ σχηματίσῃ ὄξινον τροφοδοτικὸν ὕδωρ διὰ τὸν λέβητα καὶ διὰ νὰ σχηματισθῇ ἡ ἀπαιτουμένη ἀλκαλικότης τοῦ ὕδατος τοῦ λέβητος.

β) *Σύνδεσις ἐν σειρᾷ.*

Ἡ σύνδεσις αὐτὴ εἶναι κατάλληλος δι' ὕδωρ μὲ ἴσον περίπου ποσοστὸν ἀνθρακικῆς καὶ μὴ ἀνθρακικῆς σκληρότητος ἢ μὲ ἀνθρακικὴν σκληρότητα μεγαλυτέραν τῆς μὴ ἀνθρακικῆς.



Σχ. 5·17 κ.

Ὁλικὴ ἀφαλάτωσις διὰ διπλῆς ἰοντοεναλλαγῆς (ἐντόνως βασικη ρητίνη ἀνιόντων).

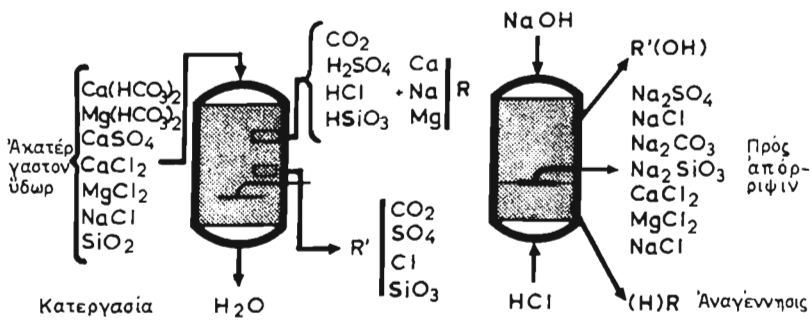
Κατὰ τὴν ἐν σειρᾷ σύνδεσιν τὸ ὕδωρ εἰς τὸν ἰοντοεναλλακτῆρα ὑδρογόνου ἀπαλλάσσεται μόνον τῶν ἀνθρακικῶν καὶ εἰς τὸν δεύτερον ἰοντοεναλλακτῆρα νατρίου ὑφίσταται τὴν συμπληρωματικὴν ἀποσκλήρυνσιν (σχ. 5·17ιθ καὶ 5·17κ). Τὸ πλεονέκτημα εἶναι ὅτι

ἀπαιτεῖται ὀλιγώτερον ὀξὺ διὰ τὴν ἀναγέννησιν. Ἡ κατανάλωσις μαγειρικοῦ ἅλατος εἶναι ὅση καὶ εἰς τὴν μέθοδον ἐν παραλλήλῳ.

Διὰ τὴν ἔκπλυσιν ὅμως καὶ τὴν ἀναγέννησιν τῶν δύο ἰοντοεναλλακτήρων πρέπει νὰ χρησιμοποιηθῇ ὕδωρ ἀπηλλαγμένον τῶν ἀνθρακικῶν ἢ ἀπεσκληρυμένον.

γ) *Ἐναλλακτὴρ ὑδρογόνου - νατρίου ἐντὸς ἑνὸς δοχείου.*

Ἡ μέθοδος αὐτὴ ἐνδείκνυται δι' ὕδωρ, τοῦ ὁποίου ἡ ἀνθρακικὴ σκληρότης εἶναι μικρὰ ἢ ὀλίγον μεγαλυτέρα τῆς μὴ ἀνθρακικῆς. Εἰς τὰς λοιπὰς περιπτώσεις ἡ κατανάλωσις ὀξέος καὶ ἅλατος διὰ τὴν ἀναγέννησιν αὐξάνει σημαντικῶς. Ὁ ἰοντοεναλλακτὴρ ὑδρογόνου καὶ ὁ ἰοντοεναλλακτὴρ νατρίου εἶναι τοποθετημένοι ἀλληλοδιαδόχως ἐντὸς ἑνὸς δοχείου καὶ μάλιστα εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος εὑρίσκεται ὁ ἰοντοεναλλακτὴρ ὑδρογόνου καὶ εἰς τὸ κατώτερον μέρος ὁ ἰοντοεναλλακτὴρ νατρίου (σχ. 5 · 17 κα, 5 · 17 κβ καὶ 5 · 17 κγ). Ἡ ἀναγέν-



Σχ. 5·17 κα.

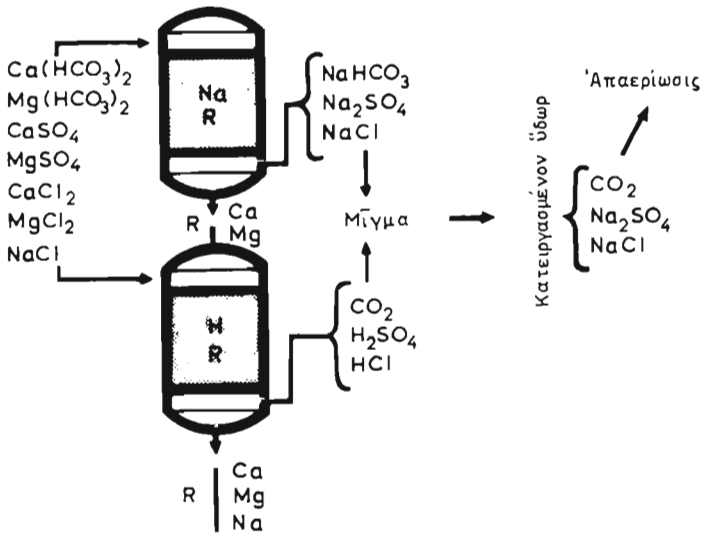
Ὁλικὴ ἀφαλάτωσις δι' ἑνὸς φίλτρου ἀναμεμιγμένων κατιοντοεναλλακτικῶν καὶ ἀνιοντοεναλλακτικῶν ρητινῶν.

νησις γίνεται ἀρχικῶς μὲ ὀξὺ καὶ ἀκολούθως μὲ ἅλας. Τὸ τέλος τοῦ χρόνου ζωῆς τοῦ ἰοντοεναλλακτῆρος προσδιορίζεται, ὅταν αὐξηθῇ ἡ τιμὴ Μ εἰς τὸ ἐξερχόμενον ὕδωρ.

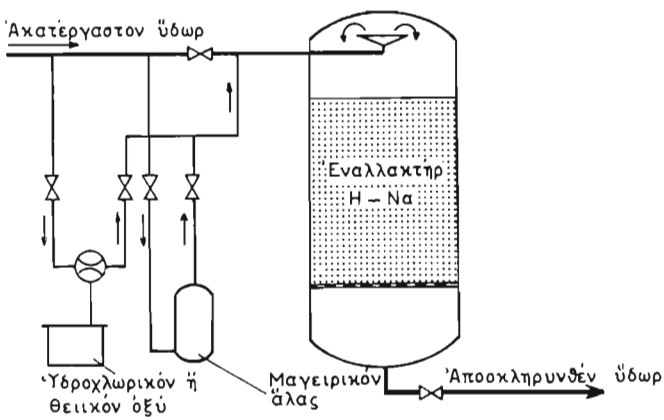
8) Ἀπαλλαγὴ ἐκ τῶν ὀξέων καὶ ἐκ τοῦ σιδήρου.

Ὕδωρ μὲ πολὺ διαβρωτικὸν ἀνθρακικὸν ὀξύ, π.χ. ὕδωρ φρέατος μὲ μικρὰν ἀνθρακικὴν σκληρότητα, προκαλεῖ ἀκόμη καὶ ἐν ψυχρῷ μεγάλην διάβρωσιν εἰς σωλῆνας ἐκ σιδήρου καὶ μολύβδου. Αἱ ἀποθέσεις ἐκ σκωρίας ἔχουν ὡς συνέπειαν περαιτέρω βλάβας εἰς τὰ δίκτυα

τῆς ὑδρεύσεως. Ὁ διαλυόμενος σίδηρος γίνεται πολλάκις αἰσθητός, διότι προκαλεῖ χρωματισμὸν τοῦ ὕδατος. Αἱ διαβρώσεις ποὺ προέρ-



Σχ. 5·17 κβ.
Μερικὴ ἀφαλάτωσις καὶ ἀποσκλήρυνσις διὰ μίγματος ἰοντοεναλλακτικῶν ρητινῶν.



Σχ. 5·17 κγ.
Μαγειρικὸν ἅλας.

χονται ἐκ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἐμφανίζονται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὑπὸ τὴν συνήθη μορφὴν τῆς ὁμοιομόρφου ἐπιφανειακῆς διαβρώσεως.

Κάτωθεν ὅμως ἀποθέσεων λεβητολίθου ἢ ἰλύος ἐμφανίζονται ἐπίσης καὶ περιωρισμέναι διαβρώσεις ἐν εἴδει φακίδων παρόμοιαι πρὸς τὰς διαβρώσεις τοῦ ὀξυγόνου.

α) *Ἀπαλλαγὴ ἐκ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος διὰ καταιονισμοῦ.*

Γίνεται εἰς τὸν ἀέρα διὰ δικτυωτῶν ἐκ ξύλου ἢ δι' ἐκτοξεύσεως δι' ἀκροφυσίων. Ἡ μέθοδος ἐνδείκνυται δι' ὕδατα μὲ ἀνθρακικὴν σκληρότητα τουλάχιστον 6^0 d γερμ. Ἡ ἀπαλλαγὴ ἐκ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος δὲν ἐπιτυγχάνεται πλήρως. Διὰ τοῦτο τὸ ὕδωρ διοχετεύεται εἰς φίλτρα μαγνησίου πρὸς πλήρη ἀπαλλαγὴν τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος.

β) *Ἀπαλλαγὴ ἐκ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος διὰ χημικῆς ὁδοῦ.*

— Μέθοδος ἀπαλλαγῆς ἐκ τοῦ CO_2 δι' ἀσβέστου:

Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιοῦνται αἱ ἴδιαι ἐγκαταστάσεις, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἀπαλλαγὴν ἐκ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος κατὰ τὴν δι' ἀσβέστου ἀποσκλήρυνσιν. Λόγω τοῦ μικροῦ κόστους τῆς ἀσβέστου ἡ μέθοδος εἶναι ἡ κατ' ἐξοχὴν χρησιμοποιουμένη διὰ τὰς μεγάλας ἐγκαταστάσεις.

— Διήθησις μέσω μάζης μαγνησίου (ὀπτηθέντος δολομίτου). Ἡ μέθοδος αὐτὴ ἔχει δώσει ἰδιαιτέρως καλὰ ἀποτελέσματα διὰ μικρὰς καὶ μέσας ἐγκαταστάσεις, διότι εἶναι ἁπλῆ κατὰ τὴν κατασκευὴν καὶ εὔχρηστος. Τὸ ὕδωρ διοχετεύεται μέσω ἑνὸς ἀνοικτοῦ ἢ κλειστοῦ φίλτρου κανονικῆς κατασκευῆς, τὸ ὁποῖον ἀντὶ ἄμμου διηθήσεως ἔχει πληρωθῆ δι' ὀπτηθέντος δολομίτου (μάζης μαγνησίου). Ἐκτὸς τοῦ CO_2, συγκρατοῦνται ἐπίσης καὶ μηχανικαὶ ἀκαθαρσίαι, αἱ ὁποῖαι διὰ τῆς κατ' ἀντιρροὴν ἐκπλύσεως ἀπομακρύνονται ἀπὸ τοῦ φίλτρου. Ἡ κατ' ἀντιρροὴν ἔκπλυσις γίνεται μὲ πεπιεσμένον ἀέρα (0,5 ἕως 0,8 ἀτμ.) καὶ ὕδωρ.

Ὁ χρόνος χρησιμοποιήσεως τοῦ φίλτρου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ εἴδους καὶ τῆς ποσότητος τῶν ἀκαθαρσιῶν καὶ πρέπει νὰ προσδιορίζεται πειραματικῶς. Διὰ τῆς δεσμεύσεως ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἡ μᾶζα μαγνησίου ἀλλοιοῦται βαθμηδὸν καὶ ὡς ἐκ τούτου πρέπει νὰ ἀντικατασταθῆ.

Ἡ κατανάλωσις μαγνησίου ἀνέρχεται περίπου εἰς 1,3 g ἀνὰ 1 g μὴ συνδεδεμένου ἀνθρακικοῦ ὀξέος. Διὰ τῆς δεσμεύσεως τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος συμβαίνει συγχρόνως αὔξησις τῆς ἀνθρακικῆς σκληρότητος ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ μάλιστα περίπου κατὰ 1^0 d γερμ. ἀνὰ

10 g CO_2/m^3. Ἡ συμπλήρωσις τῆς μάζης μαγνησίου πρέπει νὰ γίνῃ εὐθὺς ὡς καταναλωθοῦν περίπου 10% αὐτῆς.

γ) *Ἀπαλλαγὴ ἀπὸ τοῦ σιδήρου.*

Κατὰ τὴν χημικὴν μέθοδον καταβυθίσεως πρὸς ἀποσκλήρυνσιν τοῦ ὕδατος ἀποφεύγεται κατὰ κανόνα ἡ εἰς ἰδιαιτέραν φάσιν ἀπαλλαγὴ ἐκ τοῦ σιδήρου, διότι ἀποβάλλεται συγχρόνως μὲ τὰς οὐσίας ποὺ δημιουργοῦν σκληρότητα.

Μόνον εἰς ἰδιαιτέρως δυσχερεῖς περιπτώσεις εἶναι ἀναγκαία προηγουμένη κατεργασία τοῦ ὕδατος, πρὸς ἀπαλλαγὴν αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ σιδήρου.

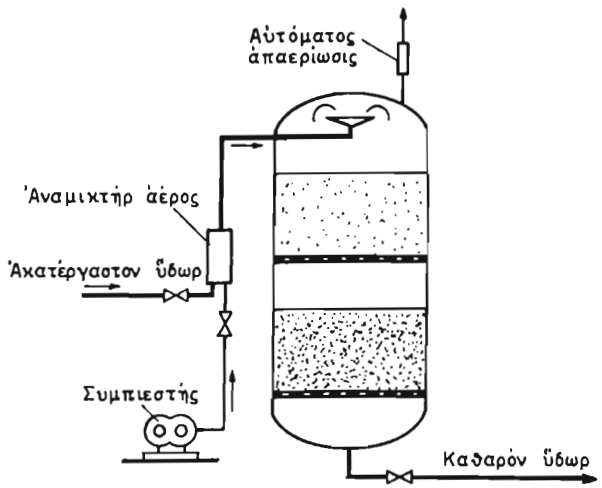
Διαφορετικὴ εἶναι ἡ κατάστασις κατὰ τὴν μέθοδον ἰοντοεναλλαγῆς βάσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν διὰ νὰ γίνῃ ἀρτία ἀποσκλήρυνσις πρέπει ἀπαραιτήτως νὰ ὑπάρχῃ ἀκατέργαστον ὕδωρ ἀπηλλαγμένον σιδήρου, ἄλλως ἡ μᾶζα ἰοντοεναλλαγῆς καθίσταται λίαν ταχέως μὴ χρησιμοποιήσιμος ἕνεκα τῶν ἀποθέσεων σιδήρου. Ὁ σίδηρος εἰς τὰ πλεῖστα ὕδατα, τὰ ὁποῖα περιέχουν σίδηρον, εὑρίσκεται ὑπὸ μορφὴν ὀξίνου ἀνθρακικοῦ σιδήρου. Ὡς καὶ κατὰ τὴν ἀπαλλαγὴν ἐκ τοῦ CO_2, δύναται ὁ σίδηρος νὰ ἀποβληθῇ δι' ἀερισμοῦ ὡς σκωρία ὑπὸ ἀδιάλυτον μορφὴν ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ νὰ διηθηθῇ. Ἂν ὁ σίδηρος εὑρίσκεται ὡς θειικός, πρᾶγμα ποὺ συμβαίνει ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἰς ὕδατα μὲ μεγάλην μὴ ἀνθρακικὴν καὶ μικρὰν ἀνθρακικὴν σκληρότητα, ἡ ὀξείδωσις δι' ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος γίνεται δυσχερέστερον. Ὅταν δὲν ὑπάρχῃ ἀνθρακικὴ σκληρότης, πρέπει πρὸ τοῦ ἀερισμοῦ νὰ προστεθῇ καυστικὸν νάτριον, διότι μόνον τότε μετατρέπει ὁ ἀερισμὸς τὸν σίδηρον εἰς ἀδιάλυτον ἴζημα ἐντὸς τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ διηθηθῇ.

Ἐφ' ὅσον ὁ σίδηρος εὑρίσκεται ὑπὸ μορφὴν ὀξίνων χοϊκῶν ἁλάτων, δὲν δύναται νὰ ἀπομακρυνθῇ δι' ἀερισμοῦ. Τότε πρέπει νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἰσχυρότερα μέσα θρομβώσεως καὶ ὀξειδώσεως (π.χ. θειικὸν ἀργίλιον καὶ ὑπερμαγγανικὸν κάλιον), τῶν ὁποίων ἡ ποσότης καὶ τὸ εἶδος δύναται νὰ προσδιορισθοῦν μόνον διὰ προηγουμένων ἐργαστηριακῶν πειραμάτων.

Διὰ τῶν προσθηκῶν χημικῶν οὐσιῶν ἡ ὀργανικὴ οὐσία, ἡ ὁποία συγκρατεῖ τὸν σίδηρον συνδεδεμένον, ἀποβάλλεται ἢ καταστρέφεται.

δ) *Ἀπομάκρυνσις τοῦ σιδήρου εἰς κλειστὸν σύστημα.*

Ἡ ἐγκατάστασις ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς φίλτρου καὶ ἑνὸς μικροῦ συμπιεστῆρος ὡς καὶ ἑνὸς ἀναμικτῆρος ἀέρος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἀναμιγνύεται τελείως τὸ ἀκατέργαστον ὕδωρ μετὰ τοῦ ἀέρος (σχ. 5 · 17 κδ).



Σχ. 5·17 κδ.

Φίλτρον δύο στιβάδων δι' ἀπαλλαγὴν ἀπὸ τοῦ σιδήρου καὶ ἀπὸ τοῦ μαγγανίου.

Τὸ φίλτρον εἶναι ὑποδιηρημένον εἰς δύο θαλάμους, ἐκ τῶν ὁποίων ὁ ἀνώτερος χρησιμεύει καὶ ὡς δοχεῖον καταιονισμοῦ καὶ εἶναι πεπληρωμένος διὰ χονδροῦ κώκ. Ἡ διαύγασις διὰ διηθήσεως γίνεται ἀρχικῶς εἰς τὸν κατώτερον θάλαμον, ὁ ὁποῖος εἶναι ἐστρωμένος δι' ἄμμου.

Ἡ ἔκπλυσις κατ' ἀντιρροὴν γίνεται μὲ ἀέρα καὶ ὕδωρ ὡς συνήθως. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς λειτουργίας, ἐκ τοῦ δοχείου καταιονισμοῦ ἐκλύεται μέσω μιᾶς διατάξεως ἀπαεριώσεως διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος καὶ ὁ ἐν περισσείᾳ ἀήρ.

Ἀνὰ γραμμάριον σιδήρου διαλελυμένου ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἀπαιτοῦνται τουλάχιστον 1 ἕως 1,5 *l* ἀέρος ἀνὰ m^3 ὕδατος.

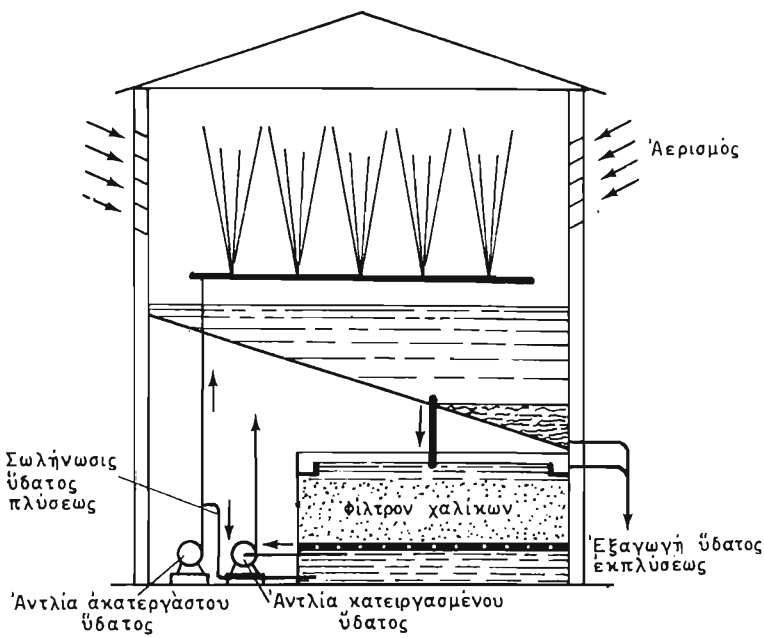
Ὅταν ἡ περιεκτικότης εἰς σίδηρον εἶναι μικρὰ (ἕως 2 mg/*l*), δύναται ἡ ἀπαλλαγὴ ἐκ τοῦ σιδήρου νὰ γίνῃ συγχρόνως μὲ τὴν ἀπαλλαγὴν ἐκ τῶν ὀξέων ἐντὸς ἑνὸς κανονικοῦ φίλτρου μαγνησίου.

Ὅταν ὅμως ἡ περιεκτικότης εἰς σίδηρον εἶναι μεγάλη, ἡ μέθοδος

αὐτὴ εἶναι ἀντιοικονομικὴ λόγω τῆς μεγάλης καταναλώσεως μαγνησίου.

ε) *Ἀπαλλαγὴ ἐκ τοῦ σιδήρου εἰς ἀνοικτὴν διάταξιν δι' ἐκτοξεύσεως.*

Τὸ ἀκατέργαστον ὕδωρ πιέζεται διὰ μιᾶς ἀντλίας εἰς μίαν ἐσχάραν κατανομῆς καὶ ἐκνεφοῦται ἐντὸς ἀκροφυσίων ἀναμιγνυόμενον τελείως μετὰ τοῦ ἀέρος. Τὸ ἀερισθὲν ὕδωρ πρέπει νὰ παραμείνῃ ἐπὶ 30 τουλάχιστον λεπτὰ ἐντὸς τοῦ δοχείου διαυγάσεως, ποὺ εὑρίσκεται κάτωθεν τῆς ἐσχάρας κατανομῆς, διὰ νὰ ἀποτεθῇ ὁ ἀποβληθεὶς σίδηρος καὶ νὰ μὴ φορτίζωνται τὰ ἐν συνεχείᾳ συνδεδεμένα φίλτρα ἄμμου ἢ μαγνησίου (σχ. 5 · 17 κε).



Σχ. 5·17 κε.

Τὰ ἀκατέργαστα ὕδατα περιέχουν ἐνίοτε καὶ μαγγάνιον, τὸ ὁποῖον εἰς ποσότητας ἄνω τοῦ 0,1 mg ἀνὰ λίτρον κατὰ τὴν ἀποσκλήρυνσιν μὲ ἰοντοεναλλακτῆρας βάσεων δρᾶ παρενοχλητικῶς. Εἰς τὰς πλείστας περιπτώσεις ἡ ἀπαλλαγὴ ἐκ τοῦ μαγγανίου δύναται νὰ

γίνη ὁμοίως δι' ἀερισμοῦ συγχρόνως μὲ τὴν ἀπαλλαγὴν ἐκ τοῦ σιδήρου ἢ μετ' αὐτήν.

Ἡ κατ' ἀντιρροὴν ἔκπλυσις γίνεται κατὰ συνήθη τρόπον μὲ ἀκατέργαστον ὕδωρ.

Πρὸ τῆς ἐκπλύσεως πρέπει νὰ γίνη, ἐὰν εἶναι δυνατόν, χαλάρωσις τῆς ἰλύος ἐπὶ τῆς ἄμμου δι' ἀέρος. Ἰδιαιτέραν σημασίαν ἔχει ὁ καλὸς ἀερισμὸς τοῦ χώρου ἐκνεφώσεως, διότι μόνον ἔτσι διασφαλίζεται τελεία ἀνάμιξις μετὰ τοῦ ἀέρος. Ὁ ἀὴρ πρέπει νὰ διαρρέη τὴν ἐσχάραν διανομῆς ὁριζοντίως διὰ νὰ ἀπομακρύνεται ἔτσι καὶ τὸ κάτωθεν συλλεγόμενον ἀνθρακικὸν ὀξύ, ποὺ ἔχει μεγαλύτερον εἰδικὸν βάρος.

Γ. Φίλτρα ὕδατος - πλύσις τῶν φίλτρων ὕδατος.

Ἡ διήθησις ἔχει σκοπὸν νὰ ἀπαλλάσση τὸ ὕδωρ ἐκ τῶν ἐν αἰωρήσει ὑλῶν. Κατὰ τὴν προετοιμασίαν τοῦ ὕδατος διὰ βιομηχανικὴν χρῆσιν γενικῶς μία προηγουμένη διήθησις εἶναι ἀπαραίτητος μόνον εἰς λίαν ρυπανθέντα ἀκατέργαστα ὕδατα (ὕδατα ἐπιφανειακὰ) δι' ἑνὸς φίλτρου ἰοντοεναλλακτῆρος βάσεως· ἐνῶ εἰς τὴν χημικὴν μέθοδον καταβυθίσεως αἱ ἐν αἰωρήσει ὕλαι ἀποβάλλονται κατὰ τὸ μέγιστον μέρος μετὰ τῆς ἀνθρακικῆς ἰλύος.

Τὸ ἀποσκληρυνθὲν τροφοδοτικὸν ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἔχει διαυγασθῆ ἐντὸς τοῦ ἀντιδραστῆρος ὅσον τὸ δυνατὸν περισσότερον, πρέπει ἐν συνεχείᾳ νὰ ἀπαλλαγῆ διὰ διηθήσεως ἐκ τῶν ὑπολοίπων ἐν αἰωρήσει ὑλῶν.

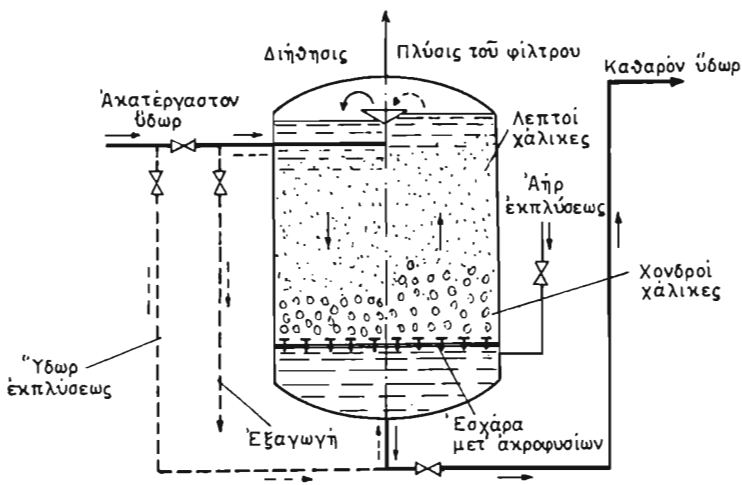
Τὰ διὰ τὸν προηγούμενον σκοπὸν χρησιμοποιούμενα φίλτρα, εἶναι φίλτρα ταχείας διηθήσεως εἰς τὰ ὁποῖα, ἀναλόγως τοῦ τρόπου κατασκευῆς καὶ τοῦ ὑλικοῦ διηθήσεως, δύνανται νὰ διηθοῦν ἀπὸ 5 ἕως 15 m^3 ἀνὰ ὥραν.

1) Φίλτρον παχείας στιβάδος διηθήσεως.

Ἡ στιβὰς διηθήσεως ἔχει ὕψος ἕως 2 m.

Ἐπειδὴ ἡ ἀντίστασις διόδου εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὰ φίλτρα μὲ στιβάδα μικροῦ πάχους, ἀπαιτεῖται μεγαλυτέρα πίεσις ὕδατος. Τὰ φίλτρα μὲ παχεῖαν στιβάδα ὡς·ἐκ τούτου εἶναι κλειστοῦ τύπου. Ἐπειδὴ εἰς τὰ φίλτρα αὐτὰ ἡ ἐπιφάνεια διηθήσεως εἶναι μεγαλυτέρα, ὁ χρόνος λειτουργίας των εἶναι μεγαλύτερος ἀπὸ τὰ φίλτρα μὲ στιβάδα μικροῦ πάχους καὶ ἐπιτυγχάνεται ἔτσι οἰκονομία εἰς ὕδωρ ἐκπλύσεως.

Εἰς τὰ φίλτρα μικροῦ πάχους στιβάδος ἐπὶ πλέον ὁ σχηματισμὸς στιβάδος διηθήσεως ὑπὸ μορφὴν στιβάδος ἰλύος εἶναι προϋπόθεσις διὰ τελείαν διήθησιν. Μεθ' ἑκάστην ἔκπλυσιν, πρὶν τὸ φίλτρον τεθῇ καὶ πάλιν εἰς λειτουργίαν, πρέπει νὰ ἀναμείνωμεν, ἕως ὅτου σχηματισθῇ ἡ ὡς ἄνω στιβὰς ἰλύος. Ἡ κατασκευὴ ἑνὸς φίλτρου μεγάλου πάχους στιβάδος φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 5 · 17 κστ. Ἄνωθεν τοῦ πυθμένος τοῦ φίλτρου εὑρίσκεται μία ἐσχάρα μὲ ἀκροφύσια ἢ ἕνα δάπεδον μὲ ἀκροφύσιον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἔχουν κοχλιωθῇ ἀκροφύσια ἐξ ἀνοξειδώτου ὑλικοῦ (πορσελάνης, βακελίτου). Παραλλήλως πρὸς τὸ δάπεδον μὲ ἀκροφύσιον πολλάκις εἶναι διατεταγμένη ἐπίσης καὶ ἰδιαιτέρα ἐσχάρα ἐκπλύσεως διὰ πεπιεσμένου ἀέρος.



Σχ. 5·17 κστ.

Ἐὰν δὲν ὑπάρχῃ ἡ ἐσχάρα αὐτή, ἡ ἔκπλυσις γίνεται διὰ τῶν κοχλιωθέντων ἀκροφυσίων. Ἡ στιβὰς χαλαζιακῆς ἄμμου ἔχει πάχος 20 ἕως 30 cm, μὲ κόκκους διαμέτρου 5 ἕως 7 mm. Ἄνωθεν αὐτῆς εὑρίσκεται ἡ κυρίως διηθητικὴ στιβὰς ἄμμου μεγέθους κόκκου 1 ἕως 2 mm. Ἡ διήθησις γίνεται πάντοτε ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Διὰ τὴν ἐξαγωγὴν τοῦ ὕδατος εἰς περίπτωσιν μεγάλης ἐπιφανείας διηθήσεως ἔχουν προβλεφθῇ ἰδιαίτεραι κατασκευαὶ κατανομῆς, αἱ ὁποῖαι διασφαλίζουν ὁμοιόμορφον φόρτισιν τῆς διηθητικῆς στιβάδος.

Ἡ ὁμοιόμορφος ἔξοδος τοῦ ὕδατος ἐπιτυγχάνεται διὰ τοῦ δαπέ-

δου μὲ ἀκροφύσια. Ἡ σωλήνωσις ἐξαγωγῆς καθαροῦ ὕδατος πρέπει νὰ εἶναι κατεσκευασμένη οὕτως, ὥστε ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος νὰ εὑρίσκεται περίπου εἰς 300 mm ὕψος ἄνωθεν τῆς στάθμης τῆς ἄμμου, διότι πρέπει πάντοτε ἡ ἄμμος νὰ εἶναι κεκαλυμμένη δι' ὕδατος.

Ἡ κάθαρσις τοῦ φίλτρου ἐπιτυγχάνεται διὰ πλύσεως κατ' ἀντιρροήν. Ἐὰν συντομευθῇ ὁ χρόνος ἐκπλύσεως, ἡ ταχύτης τοῦ ὕδατος ἐκπλύσεως ἀνέρχεται εἰς 15 ἕως 25 m/h. Πρὸς ἀποφυγὴν συσσωρεύσεως ὕδατος ἐντὸς τοῦ φίλτρου πρέπει ἡ σωλήνωσις ἐξαγωγῆς τοῦ ὕδατος ἐκπλύσεως νὰ ἔχῃ περίπου διπλασίαν διάμετρον ἀπὸ τὴν σωλήνωσιν εἰσαγωγῆς. Πρὸς ἀπαερίωσιν τοῦ φίλτρου ἰδίως μετὰ τὴν ἔκπλυσιν χρησιμεύει μία σωλήνωσις ἀπαεριώσεως.

2) Ἔκπλυσις τοῦ φίλτρου.

Διὰ νὰ εἶναι ἡ διακοπὴ τῆς λειτουργίας ὅσον τὸ δυνατὸν συντομωτέρα ἀπαιτεῖται ταχεῖα καὶ δραστικὴ ἔκπλυσις τοῦ φίλτρου. Ἐκτὸς τοῦ ἐπαρκοῦς ἀέρος ἐκπλύσεως καὶ τῆς ἐπαρκοῦς πιέσεως ὕδατος εἶναι ἀπαραίτητος κατάλληλος ἐξοπλισμός. Σύρται καὶ βαλβῖδες πρέπει μετὰ 2 ἕως 3 περιστροφὰς νὰ ἔχουν ἀνοιχθῆ τελείως.

Διὰ καταλλήλου χειρισμοῦ τῶν βαννῶν ἀέρος καὶ ὕδατος ἐπιτυγχάνεται χαλάρωσις τῆς στιβάδος τῆς ἄμμου καὶ ἀπομάκρυνσις τῆς ἰλύος.

Τὰ φίλτρα πρέπει νὰ ἔχουν διαστάσεις ἱκανάς, ὥστε νὰ μὴ χρειάζωνται ἔκπλυσιν πρὸ τῶν 24 ὡρῶν. Προϋποτίθεται ὅτι τὸ λαμβανόμενον διήθημα εἶναι ἀπολύτως διαυγές. Ἐν ἀνάγκῃ τὸ φίλτρον δύναται νὰ ἐκπλύνεται καὶ συχνότερα.

Δ. Ἀπαλλαγὴ ἐκ τῶν ἀερίων.

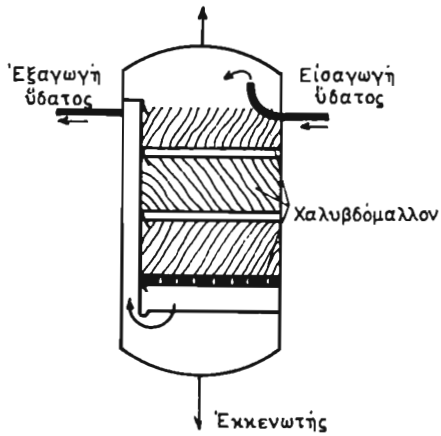
Τὰ ἐντὸς τοῦ ὕδατος διαλελυμένα ἀέρια, ὡς ὀξυγόνον καὶ ἀνθρακικὸν ὀξύ, προκαλοῦν διαβρώσεις εἰς τὸν λέβητα καθὼς καὶ εἰς τὴν σωλήνωσιν τοῦ τροφοδοτικοῦ ὕδατος, αἱ ὁποῖαι προχωροῦν λίαν ταχέως. Ἡ παρουσία των προκαλεῖ διαβρώσεις.

Ἡ ἀπαλλαγὴ ἐκ τῶν ἀερίων, ἐπειδὴ προϋποθέτει προσθέτους συσκευὰς καὶ δαπάνας, γίνεται μόνον ἐκεῖ ὅπου εἶναι ἀπαραίτητος πρὸς ἀποφυγὴν ζημιῶν εἰς τὸν λέβητα.

1) Ἀπαερίωσις διὰ φίλτρων μετὰ ρινισμάτων σιδήρου.

Τὸ σχῆμα 5 · 17 κζ δεικνύει φίλτρον ρινισμάτων σιδήρου. Τὸ

ὕδωρ ποὺ περιέχει ὀξυγόνον διοχετεύεται μέσω τοῦ φίλτρου, ὅπου τὸ ὀξυγόνον δι' ὀξειδώσεως τῶν ρινισμάτων τοῦ σιδήρου δεσμεύεται. Τὰ ρινίσματα τοῦ σιδήρου μετὰ τὴν ἐπικάλυψίν των διὰ στιβάδος σκωρίας καθίστανται ἀδρανῆ καὶ πρέπει νὰ ἀντικατασταθοῦν.



Σχ. 5·17 κζ.
Φίλτρον ρινισμάτων σιδήρου.

Τὸ φίλτρον τοποθετεῖται μετὰ τὸ δοχεῖον συλλογῆς τῶν συμπυκνωμάτων. Εἰς θερμοκρασίαν τοῦ συμπυκνώματος περίπου 80^0 C ἡ περιεκτικότης εἰς ὀξυγόνον ἀνέρχεται εἰς 3 mg ἀνὰ λίτρον. Ὑπὸ τὰς συνθήκας αὐτὰς εἰς 80 m^3 καταναλίσκεται περίπου 1 kg *χαλυβδομάλλου*. Ὡς ὕλη ἐμπλησμοῦ δύναται νὰ χρησιμοποιηθοῦν συνήθη ρινίσματα σιδήρου. Μὲ χρόνον διόδου τοῦ ὕδατος 3 ἕως 5 λεπτὰ ἐπιτυγχάνεται πλήρης δέσμευσις τοῦ ὀξυγόνου.

Εἰς χαμηλοτέρας θερμοκρασίας τῶν συμπυκνωμάτων ἀνέρχεται ἡ περιεκτικότης εἰς ὀξυγόνον καὶ ἀναλόγως ὁ ἀπαιτούμενος χρόνος παραμονῆς τοῦ συμπυκνώματος ἐντὸς τοῦ φίλτρου. Ἡ δρᾶσις ἀπαεριώσεως ἐπαρκεῖ δι' ἐγκαταστάσεις θερμάνσεως χαμηλῆς πιέσεως ἢ διὰ μὴ εὐαισθήτους λέβητας μὲ φλογαυλούς. Εἰς ὅλας τὰ ἄλλας περιπτώσεις ἀπαιτεῖται θερμικὴ ἀπαερίωσις.

2) Χημικὴ ἀπαερίωσις.

Ἡ δέσμευσις τοῦ ὀξυγόνου ἐπιτυγχάνεται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον διὰ προσθήκης θειώδους νατρίου ὑπὸ ὑγρὰν μορφὴν διαλύματος 2% ἕως 5%.

Μετὰ τὴν δέσμευσιν τοῦ ὀξυγόνου σχηματίζεται θειικὸν νάτριον, διὰ τοῦ ὁποίου προκαλεῖται ἀνεπιθύμητος αὔξησις τῶν οὐσιῶν ποὺ δημιουργοῦν πυκνότητα. Προσθήκη θειώδους ἅλατος πρέπει νὰ γίνεται μόνον μετὰ τὴν θερμικὴν ἀπαερίωσιν πρὸς δέσμευσιν τοῦ ὑπο-

λοίπου ὀξυγόνου ἢ διὰ τὴν προστασίαν ἔναντι ἐπαναπροσλήψεως ὀξυγόνου εἰς τὸ δοχεῖον συλλογῆς τοῦ τροφοδοτικοῦ ὕδατος τῶν λεβήτων. Ἐπίσης καὶ διὰ τὴν δέσμευσιν ὀξυγόνου εἰς ψυχρὰ ὕδατα πρὸς προετοιμασίαν τοῦ θερμοῦ ὕδατος ἀπέκτησεν σημασίαν ἡ χημικὴ δέσμευσις τοῦ ὀξυγόνου διὰ προσθήκης θειωδῶν ἁλάτων ἢ ἐνδεχομένως ἄλλων ἀναγωγικῶν οὐσιῶν, διότι ἄνευ τῆς δεσμεύσεως ταύτης θὰ προεκαλοῦντο ἰσχυραὶ διαβρώσεις εἰς τὰ δίκτυα ὑδρεύσεως ἢ τροφοδοσίας. Ἀνὰ γραμμάριον ὀξυγόνου θεωρητικῶς ἀπαιτοῦνται 8 g θειώδους νατρίου. Πρακτικῶς εἰς 80^0 C θερμοκρασίαν ὕδατος ἀπαιτεῖται περίσσεια 100 %, ἡ ὁποία διὰ θερμοκρασίας χαμηλοτέρας πρέπει νὰ εἶναι ἀκόμη μεγαλυτέρα. Ὁ ἀπαιτούμενος χρόνος τῆς ἀντιδράσεως ἀνέρχεται εἰς 15 ἕως 30 λεπτά. Ἡ προσθήκη τῆς θειώδους ἐνώσεως γίνεται εἰς τὴν σωλήνωσιν τροφοδοτήσεως τοῦ δοχείου τροφοδοτικοῦ ὕδατος διὰ μιᾶς δοσολογικῆς ἀντλίας ἢ μιᾶς ἄλλης ἀσφαλοῦς δοσολογικῆς διατάξεως.

Ὡς πρόσθετος ἀναγωγικὴ οὐσία ἔχει δώσει ἄριστα ἀποτελέσματα καὶ ἡ ὑδραζίνη. Αὐτὴ ἀντιδρᾶ ταχύτερον μετὰ τοῦ ὀξυγόνου καὶ ὡς ὑποπροϊόντα δίδει μόνον ὕδωρ καὶ μὴ ἐπιβλαβὲς ἄζωτον, ἤτοι δὲν δίδει οὐσίας αὐξανούσας τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὕδατος.

3) Θερμικὴ ἀπαερίωσις.

Αὐτὴ ἐπιτυγχάνεται διὰ θερμάνσεως τοῦ ὕδατος εἰς θερμοκρασίαν ζέσεως ὑπὸ σύγχρονον καταιονισμόν.

Προϋπόθεσις διὰ καλὴν ἀπαερίωσιν εἶναι:

α) Λεπτὴ κατανομὴ καὶ πραγματικὴ θέρμανσις εἰς θερμοκρασίαν ζέσεως.

β) Ἐπαρκὴς χρόνος διὰ τὴν ἀποβολὴν τῶν ἀερίων διὰ βραδέος καταιονισμοῦ.

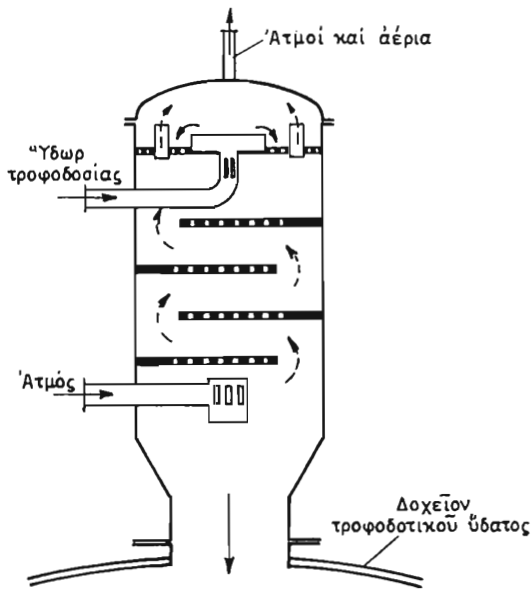
γ) Ἐπαρκὴς διατομὴ ἐξόδου διὰ τὴν ἔξοδον τοῦ ἀερίου ἐντὸς καὶ ἐκτὸς τοῦ ἀπαεριωτῆρος.

Οἱ ἀπαεριωτῆρες ἐργάζονται καλῶς, ἂν τὸ ὕδωρ εἰσέρχεται μὲ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἐντὸς τοῦ ἀπαεριωτῆρος. Ἡ θέρμανσις εἰς θερμοκρασίαν ζέσεως διεξάγεται ὑπὸ ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν καθὼς καὶ ὑπὸ πίεσιν κατωτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.

4) Καταρράκται καταιονισμοῦ.

Αὐτοὶ ἀποτελοῦνται ἐκ μιᾶς βαρομετρικῆς στήλης καὶ ἐλασμά-

των καταιονισμοῦ καὶ εἶναι ἀνοικτοί, λειτουργοῦν δὲ εἰς θερμοκρασίαν 90^0 C ἕως 100^0 C. Ἡ ρύθμισις τοῦ θερμαντικοῦ ἀτμοῦ ἐπιτυγχάνεται διὰ ρυθμιστῶν θερμοκρασίας. Δι' ἁπλᾶς ἐγκαταστάσεις λεβήτων ἡ δρᾶσις τῶν καταρρακτῶν εἶναι ἐπαρκής. Τὸ σχῆμα 5·17 κη δεικνύει ἕνα ἀπαεριωτῆρα αὐτοῦ τοῦ εἴδους.

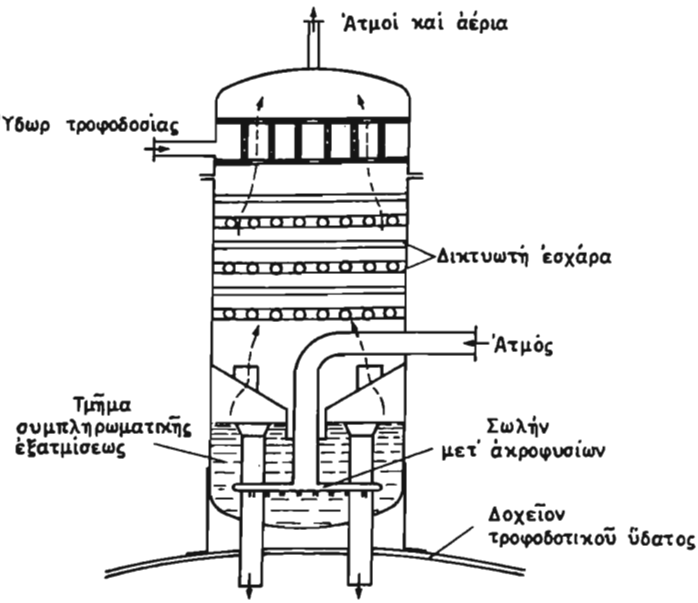


Σχ. 5·17 κη.
Καταρράκτης καταιονισμοῦ.

5) Ἀπαεριωτῆρες ὑπερπιέσεως.

Ἡ ἀπαερίωσις γίνεται γενικῶς εἰς θερμοκρασίας 102^0C ἕως 110^0C, αἱ ὁποῖαι ἀντιστοιχοῦν εἰς πίεσιν 0,1 ἕως 0,5 ἀτμοσφαιρῶν περισσότερον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Διὰ πολλῶν ἐν εἴδει κλίμακος ἐπαλλήλως διατεταγμένων παρεμβλημάτων, ὅπως π.χ. ἐλάσματα καταιονισμοῦ ἢ ἐσχάραι προσκρούσεως, ἐπιτυγχάνεται κατανομὴ καὶ καλὴ θέρμανσις τοῦ ὕδατος. Καὶ ἐνταῦθα ἰσχύουν αἱ αὐταὶ ἀρχαὶ λειτουργίας ὡς καὶ διὰ τὴν προηγουμένην ἐγκατάστασιν. Τὸ σχῆμα 5·17 κθ δεικνύει ἀπαεριωτῆρα μεγάλης ἀποδόσεως. Πρὸς ἐπαύξησιν τῆς ἱκανότητος ἀπαεριώσεως τοῦ ἀπαεριωτῆρος αὐτοῦ, τὸ ὕδωρ ὑγροποιεῖται καὶ συλλέγεται ἀρχικῶς ἐντὸς ἑνὸς χώρου συμπληρωματικοῦ βρασμοῦ.

Ὁ θερμαντικὸς ἀτμὸς εἰσέρχεται διὰ σωλήνων μὲ ἀκροφύσιον κάτωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος καὶ διὰ νέου ψεκασμοῦ τοῦ ὕδατος προκαλεῖ συμπληρωματικὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν ἀερίων.



Σχ. 5·17 κθ.
Ἀπαεριωτὴρ μετὰ τμήματος συμπληρωματικῆς ἐξατμίσεως.

6) Ἀπαεριωτὴρ ὑποπιέσεως.

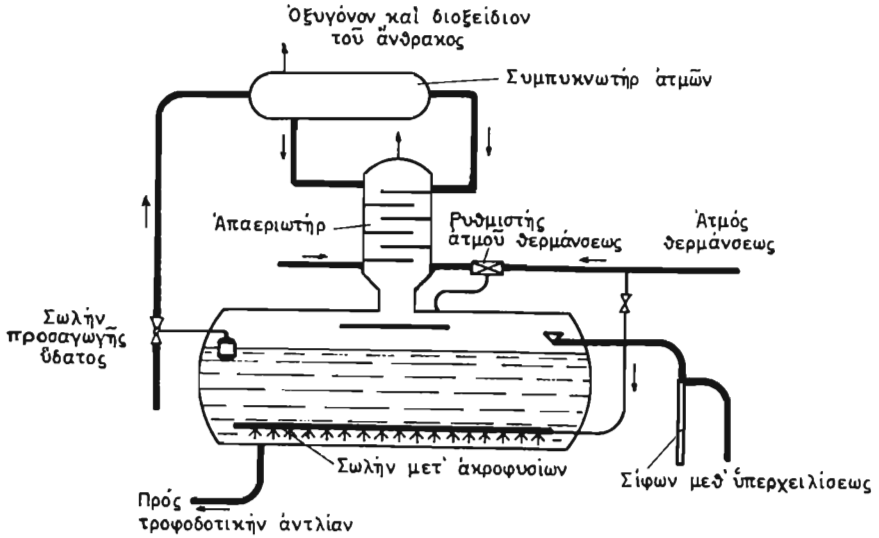
Ἡ κατασκευὴ ὁμοιάζει πρὸς τὴν τοῦ ἀπαεριωτῆρος ὑπερπιέσεως. Ἀπαιτεῖ ὅμως μίαν πρόσθετον ἀντλίαν ἀέρος. Ἐπὶ πλέον πρέπει νὰ ἔχουν ληφθῆ μέτρα προφυλάξεως πρὸς ἀποφυγὴν εἰσόδου ἀέρος μετὰ τὴν ἀπαερίωσιν τοῦ ὕδατος εἰς τὸ ἀπαεριωθὲν ὕδωρ.

Ε. Δοχεῖα τροφοδοτικοῦ ὕδατος.

Ἐντὸς τῶν δοχείων τροφοδοτικοῦ ὕδατος τὸ ἀπαεριωθὲν ὕδωρ προφυλάσσεται κατὰ κανόνα διὰ διοχετεύσεως ἀτμοῦ πρὸς ἀποφυγὴν ἐπαναπροσλήψεως ὀξυγόνου ἐκ τοῦ ἀέρος. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τίθεται ὁ ἀπαεριωτὴρ ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἐπὶ τοῦ δοχείου τροφοδοτικοῦ ὕδατος. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν διακοπῶν τῆς λειτουργίας τὸ

περιεχόμενον ὕδωρ δύναται νὰ διατηρῆται εἰς τὴν θερμοκρασίαν ζέσεως διὰ θερμαντικοῦ ἀτμοῦ.

Πρὸς ἐξασφάλισιν ἔναντι ὑπερπιέσεως τὸ δοχεῖον εἶναι συνδεδεμένον μὲ τὴν ἀτμόσφαιραν μέσω ἑνὸς κεκαμμένου σωλῆνος. Ἕνας πλωτὴρ ρυθμίζει τὴν προσαγωγὴν τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ ἀπαεριωτῆρος (σχ. 5 · 17 λ).



Σχ. 5·17 λ.
Δοχεῖον τροφοδοτικοῦ ὕδατος.

5 · 18 Προετοιμασία τοῦ ὕδατος ψύξεως.

Εἰς μικρὰς καὶ μέσας βιομηχανικὰς ἐγκαταστάσεις χρησιμοποιοῦνται συχνὰ μεγάλαι ποσότητες ὕδατος ψύξεως εἴτε διὰ τὸ λεβητοστάσιον εἴτε διὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ ἐργοστασίου. Ἡ σύστασις τοῦ ὕδατος ψύξεως ἐξαρτᾶται κυρίως ἐκ τῶν θερμοκρασιῶν τῶν τοιχωμάτων, μὲ τὰ ὁποῖα θὰ ἔλθη εἰς ἐπαφὴν τὸ ὕδωρ ψύξεως. Ἤδη εἰς θερμοκρασίαν 40^0 C μὲ σκληρότητα ὕδατος ἄνω τῶν 8^0 d ἀποβάλλεται λεβητόλιθος ἐξ ἀνθρακικῶν ἀδιαλύτων ἁλάτων.

Ἡ μὴ ἀνθρακικὴ σκληρότης δύναται τουναντίον εἰς μικρὰς θερμοκρασίας τοιχωμάτων νὰ εὑρίσκεται ὑπὸ πολὺ μεγαλυτέραν συγκέντρωσιν, χωρὶς νὰ ὑπάρχη κίνδυνος ἀποβολῶν. Ἡ προετοιμασία

τοῦ ὕδατος ψύξεως πρέπει ἑπομένως κατὰ πρῶτον λόγον νὰ ἀφορᾷ κυρίως εἰς τὴν ἀνθρακικὴν σκληρότητα. Χαμηλαὶ θερμοκρασίαι τοιχωμάτων συναντῶνται ἐπίσης εἰς τὰς περιπτώσεις τῶν ἐπιφανειακῶν συμπυκνωτήρων καὶ μεγαλύτεραι εἰς τὴν ψῦξιν συμπιεστῶν καὶ κινητήρων.

Εἰς τὴν παραγωγὴν συναντῶνται πολλάκις καὶ θερμοκρασίαι ἄνω τῶν 100^{0}C. Ἂν ὑπάρχη ἀφθονία ὕδατος ψύξεως, τοῦτο χρησιμοποιεῖται ἅπαξ πρὸς ψῦξιν καὶ ἀπορρίπτεται. Ἂν δὲν ὑπάρχη ἀφθονία ὕδατος ψύξεως, τοῦτο ἐπαναχρησιμοποιεῖται κατόπιν ἀνακυκλώσεως μέσω ψυκτικοῦ πύργου ἢ δεξαμενῆς ψύξεως. Εἰς τὸν Πίνακα 5·18·1 παρατίθενται μερικαὶ χαρακτηριστικαὶ τιμαὶ διὰ τὸ ὕδωρ ψύξεως.

ΠΙΝΑΞ 5·18·1

	Ψῦξις διόδου	Ψῦξις δι' ἀνακυκλώσεως	Ὕδωρ ἀνακυκλώσεως
Θερμοκρασία τοιχώματος ^{0}C	< 60 - 80	< 60 - 80	> 100
pH	> 7,0	> 7,0	> 7,0
ἐλεύθερον CO_2 mg/lit	< 20	< 3,0	> 3,0
ἀνθρακικὴ σκληρότης ^{0}d	8 - 15	4 - 15	< 1
μὴ ἀνθρακικὴ σκληρότης ^{0}d	< 50	< 80	< 1
συνδεδεμένον χλώριον mg/lit	< 1000	< 1000	< 1000
συνολικὴ περιεκτικότης ἅλατος mg/lit	< 3000	< 3000	< 3000
ἀνάπτυξις ἁλογόνου ἐπὶ προετοιμασίας τοῦ προστιθεμένου ὕδατος	ἀνεπίτρεπτος	ἀνεπίτρεπτος	ἀνεπίτρεπτος
συνολικὴ ἀλκαλικότης		< 15 - 50	< 15 - 40
συνολικὴ σκληρότης ^{0}d		< 1	< 0,1

Κατὰ τὴν ἐπανάψυξιν, λόγω τῆς ἐξατμίσεως, ἐλαττοῦται ἡ ποσότης τοῦ ὕδατος ψύξεως. Ἡ προετοιμασία κατὰ κανόνα περιορίζεται εἰς τὸ προστιθέμενον ὕδωρ. Τοῦτο πρέπει ἀναλόγως τῶν ἀπαιτήσεων νὰ ἀπαλλάσσεται τῶν ἀνθρακικῶν ἢ νὰ ἀποσκληρύνεται πλήρως.

Εἰς τὰς πλείστας περιπτώσεις ἀρκεῖ ἡ ἀπαλλαγὴ ἐκ τῶν ἀνθρακικῶν.

α) *Ἀπαλλαγὴ ἐκ τῶν ἀνθρακικῶν δι' ἀσβεστίου.*

Ἡ μέθοδος ἐκτὸς τῆς μικρᾶς δαπάνης διὰ τὰς χημικὰς οὐσίας

ἔχει καὶ τὸ πλεονέκτημα ὅτι ἡ τιμὴ τοῦ pH εὑρίσκεται ἄνω τοῦ 8,5 καὶ ἐπομένως δὲν ὑπάρχει κίνδυνος διαβρώσεως.

β) *Ἀπαλλαγὴ ἐκ τῶν ἀνθρακικῶν δι᾽ ἰοντοεναλλακτήρων ὑδρογόνου.*

Τὸ προστιθέμενον ὕδωρ πρέπει ἀρχικῶς νὰ διοχετευθῇ εἰς τὸν πύργον ψύξεως πρὸς ἐκδίωξιν τοῦ ἐλευθέρου ἀνθρακικοῦ ὀξέος. Λαμβανομένης ὑπ᾽ ὄψιν τῆς τιμῆς pH πρέπει νὰ ὑπάρχῃ περίπου 1^0 d ὑπολοίπου ἀνθρακικῆς σκληρότητος, δηλαδὴ 0,3 ἕως 0,4 cm^3 κατανάλωσις ὀξέος μὲ δείκτην ἐρυθρὸν τοῦ μεθυλίου.

γ) *Προσθήκη πολυμερῶν φωσφορικῶν ἐνώσεων.*

Κατάλληλος φωσφορικὴ ἕνωσις εἶναι τὸ τριπολυφωσφορικὸν νάτριον καὶ τὸ ἑξαμεταφωσφορικὸν νάτριον.

Διὰ συνεχοῦς προσθήκης φωσφορικῶν ἐνώσεων εἰς ποσότητας ἀπὸ 1 ἕως 2 g/m^3 ἀποφεύγεται ἡ ἀποβολὴ ἰζήματος, ἕως ὅτου ἡ τιμὴ τῆς ἀνθρακικῆς σκληρότητος ἀνέλθῃ εἰς 15^0 d περίπου.

δ) *Πλήρης ἀποσκλήρυνσις δι᾽ ἰοντοεναλλακτήρων βάσεως.*

Αὐτὴ γίνεται εἰς περιπτώσεις μεγάλης ἀνθρακικῆς σκληρότητος ἐν συνδυασμῷ μὲ ἀπαλλαγὴν ἐκ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος. Διαφορετικὰ ἡ διάσπασις τοῦ σχηματιζομένου ἐκ τῆς ἀνθρακικῆς σκληρότητος ὀξίνου ἀνθρακικοῦ νατρίου εἰς σόδαν καὶ ἀέριον διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος θὰ ἠδύνατο νὰ προκαλέσῃ εἰς τὸ κύκλωμα ὕδατος - ψύξεως δυσχερείας λόγω διαβρώσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 6

ΑΗΡ

'Ως εἶναι γνωστὸν ἐκ τῆς 'Ανοργάνου Χημείας, ἡ περιεκτικότης τοῦ ἀέρος εἰς ἄζωτον ἀνέρχεται εἰς 78,03 % κατ' ὄγκον, εἰς ὀξυγόνον εἰς 20,99 κατ' ὄγκον καὶ εἰς εὐγενῆ ἀέρια εἰς 0,9349 % κατ' ὄγκον. 'Η σύστασις αὐτὴ εἶναι εἰς ὅλα τὰ μέρη τῆς γῆς κατὰ προσέγγισιν ἡ ἰδία, ἐνῶ ἡ περιεκτικότης εἰς ὑδρογόνον, διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος καὶ ὑδρατμοὺς κυμαίνεται ἐντὸς ὡρισμένων ὁρίων καὶ ἐξαρτᾶται ἐκ μετεωρολογικῶν καὶ ἄλλων συνθηκῶν.

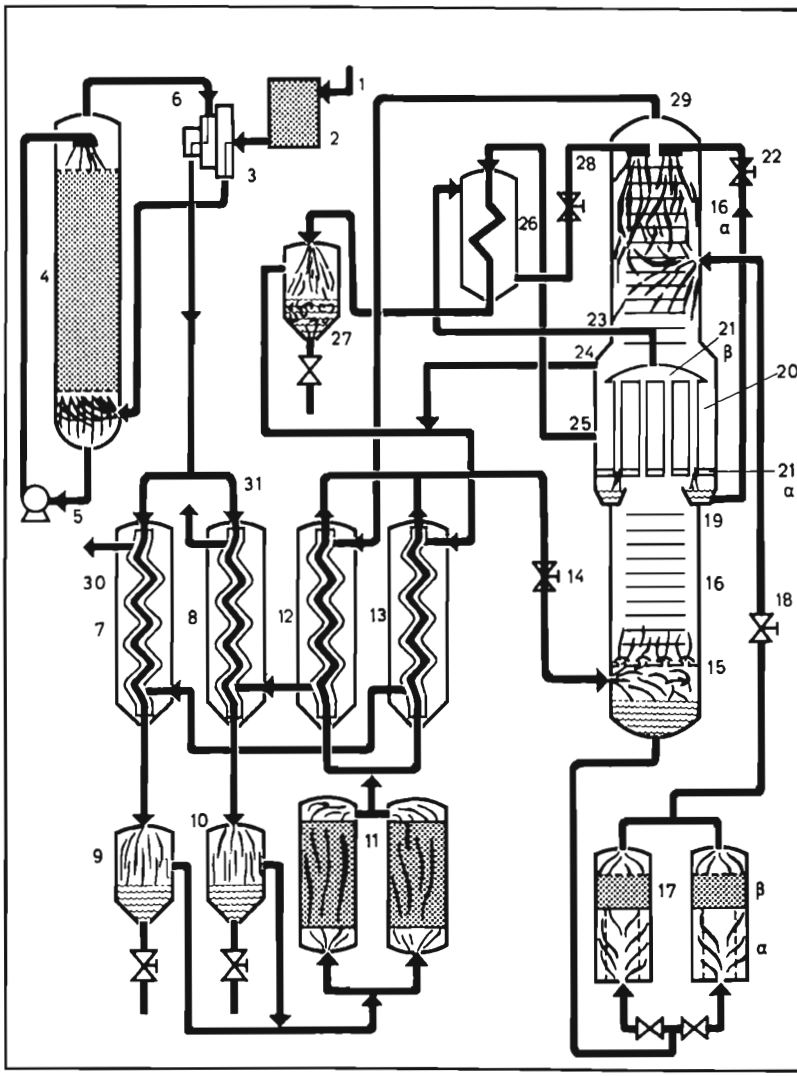
6 · 1 'Η ἀρχὴ τῆς ὑγροποιήσεως τοῦ ἀέρος.

'Η θεωρία τῶν ἀερίων τῶν Joule - Thomson βασίζεται ἐπὶ τοῦ ὅτι τὰ ἀέρια δὲν εἶναι ἰδανικά, ἀλλὰ πραγματικὰ ἀέρια, δηλαδὴ ἔχουν μᾶζαν. Κατὰ τὴν ἐκτόνωσιν ἑνὸς συμπιεσθέντος ἀερίου πρέπει τοῦτο, ἀκόμη καὶ ὅταν ἐκτονοῦται ἐντὸς κενοῦ χώρου, νὰ μεταθέση τὴν ἰδίαν μᾶζαν κατὰ ὡρισμένον δρόμον καὶ ἔτσι νὰ παραγάγη ἔργον. Αὐτὸ διὰ τὸ ἀέριον σημαίνει ἀπώλειαν ἐνεργείας, ἡ ὁποία ἐκδηλοῦται ὡς ἐλάττωσις τῆς θερμοκρασίας.

Τὴν ἐνεργειακὴν αὐτὴν ἀπώλειαν χρησιμοποιεῖ ἡ κλασσικὴ μέθοδος τῆς ὑγροποιήσεως τοῦ ἀέρος κατὰ Linde. 'Ο καθαρὸς ἀὴρ ἀρχικῶς συμπιέζεται καὶ ἀκολούθως διὰ ψύξεως ἀπαλλάσσεται τῆς ἀναπτυσσομένης θερμότητος. 'Ο συμπιεσθεὶς καὶ ψυχθεὶς ἀὴρ διοχετεύεται διὰ καταλλήλου διατάξεως κατ' ἀντιρροὴν πρὸς τὰ ἐκ τῆς στήλης τῆς ἀποστάξεως ἐρχόμενα ψυχρὰ ἀέρια, ὀξυγόνον καὶ ἄζωτον. Οὕτως ὁ καθαρὸς ἀὴρ ψύχεται, ὥστε νὰ φθάση πλησίον τῆς θερμοκρασίας ὑγροποιήσεως τῶν -183^0 C καὶ διοχετεύεται εἰς τὴν στήλην κλασματώσεως. 'Εντὸς τῆς στήλης κλασματώσεως γίνεται ὑγροποίησις καὶ κανονικὴ κλασμάτωσις τοῦ ἀζώτου καὶ τοῦ ὀξυγόνου.

6 · 2 'Ο διαχωρισμὸς τοῦ ἀέρος κατὰ τὴν μέθοδον τῆς ὑψηλῆς πιέσεως.

'Ο καθαρὸς ἀὴρ ἀναρροφεῖται ἐκ μιᾶς θέσεως, ἡ ὁποία εὑρίσκεται ὅσον τὸ δυνατὸν μακρύτερον τῆς βιομηχανικῆς περιοχῆς, διὰ νὰ μὴ περιέχη ἀπαέρια (σχ. 6 · 2).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
16 α
17
17 α
17 β
18
19
20
21
21 α
21 β
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

Σχ. 6·2.

Εἰς τὸ φίλτρον 2, ὁ ἀὴρ ἀπαλλάσσεται ἀπὸ ὅλας τὰς στερεὰς ἀκαθαρσίας. Ἀκολούθως φθάνει εἰς ἕνα συμπιεστὴν τριῶν βαθμίδων, 3. Εἰς τὴν πρώτην βαθμίδα συμπιέζεται εἰς 8 at καὶ ἀπὸ ἐκεῖ ὁδηγεῖται εἰς τὸν πύργον πλύσεως, 4, ὅπου ψεκάζεται διὰ διαλύματος καυστικοῦ νατρίου. Ἔτσι, ἀφ' ἑνὸς μὲν ἀπάγεται ἡ θερμότης συμπιέσεως, ἀφ' ἑτέρου δὲ δεσμεύεται ἀπὸ τὸ διάλυμα τοῦ καυστικοῦ ἀλκάλεως τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος τοῦ ἀέρος. Ὁ οὕτω προκαθαρισθεὶς ἀὴρ συμπιέζεται ἀκολούθως διὰ τῆς δευτέρας καὶ τῆς τρίτης βαθμίδος τελικῶς εἰς 80 at, ἐνῶ μεθ' ἑκάστην βαθμίδα ψύχεται πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῆς μεγάλης ποσότητος τῆς παραγομένης ἐκ τῆς συμπιέσεως θερμότητος. Συνεπεία τῆς συμπιέσεως καὶ τῆς ἐν συνεχείᾳ ψύξεως συμπυκνώνονται οἱ ἐντὸς τοῦ συστήματος ὑδρατμοὶ μεταβαλλόμενοι εἰς ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἀποβάλλεται εἰς ἰδιαιτέρας διατάξεις συγκρατήσεως (αἱ ὁποῖαι δὲν εἰκονίζονται εἰς τὸ σχῆμα). Ἐν συνεχείᾳ γίνεται πρόψυξις ἐντὸς συσκευῆς καταψύξεως δι' ἀμμωνίας. Ἀκολούθως ὁ συμπιεσθεὶς καὶ προψυχθεὶς ἀπηλλαγμένος ὕδατος καὶ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ἀὴρ φθάνει εἰς τὴν διάταξιν *ἀντιρροῆς* 3, 7 καὶ 8. Ὁ εἰσερχόμενος ἀὴρ ἐκ τοῦ 6 κατανέμεται καὶ εἰς τὰς δύο σωληνώσεις. Οἱ σωλῆνες διόδου εἰς τὰ 7 καὶ 8 εἶναι διαμορφωμένοι ὡς ὀφιοειδεῖς σωλῆνες. Περιβάλλονται ὅμως ὑπὸ μανδύου, διὰ τοῦ ὁποίου ὁ εἰσερχόμενος ἀὴρ κινεῖται κατ' ἀντιρροὴν εἰς τὸ 7 πρὸς ὀξυγόνον καὶ εἰς τὸ 8 πρὸς ἄζωτον, τὰ ὁποῖα ἔρχονται ἐκ τῆς συσκευῆς διαχωρισμοῦ, 15. Καὶ τὰ δύο ἀέρια εἰς τὴν εἴσοδον εἰς τὸ κάτω μέρος τῆς συσκευῆς διαχωρισμοῦ ἔχουν σχεδὸν τὴν θερμοκρασίαν ὑγροποιήσεως καὶ εἶναι λίαν καθαρά. Οἱ ὀφιοειδεῖς σωλῆνες ἐντὸς τῆς συσκευῆς περιβάλλονται ὑπὸ σκωριοβάμβακος καὶ εἶναι καλῶς μονωμένοι ἔναντι ἀπωλειῶν ψύχους. Ὁ εἰσερχόμενος προψυχθεὶς ἀὴρ ἔχει κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ψυχθῆ ἤδη εἰς σημαντικὸν βαθμόν, ἀκολούθως ἀπελευθεροῦται καὶ ἐκ τῶν τελευταίων ἰχνῶν ὑγρασίας, τὰ ὁποῖα ὑγροποιοῦνται ἐντὸς τῶν διατάξεων συγκρατήσεως, 9 καὶ 10.

Τώρα πλέον φθάνει ὁ ψυχρὸς καθαρὸς ἀὴρ εἰς τὰς δύο διατάξεις ἀντιρροῆς, 12 καὶ 13, αἱ ὁποῖαι εἶναι κατεσκευασμέναι ὅπως αἱ διατάξεις 7 καὶ 8· ἐντὸς αὐτῶν ὁ ἀὴρ ρέει ἀντιθέτως πρὸς ψυχρὸν ἄζωτον εἰς τὸ 12 καὶ πρὸς ψυχρὸν ὀξυγόνον εἰς τὸ 13, τὰ ὁποῖα ἔρχονται ἀπ' εὐθείας ἐκ τῆς συσκευῆς διαχωρισμοῦ. Εἰς τὸ τέλος τῶν δύο διατάξεων ἀντιρροῆς, ὁ εἰσερχόμενος ἀὴρ ἔχει φθάσει σχεδὸν εἰς τὴν

θερμοκρασίαν ὑγροποιήσεως, −183⁰ C. Εἰς τὴν κατάστασιν αὐτὴν διοχετεύεται εἰς τὴν συσκευὴν διαχωρισμοῦ 15, ἐντὸς τῆς ὁποίας ἐκτονοῦται μέσω τῆς βαλβῖδος ἐκτονώσεως 14 εἰς 5 at.

α) *Συσκευὴ διαχωρισμοῦ.*

Ἡ συσκευὴ διαχωρισμοῦ εἶναι μία στήλη ἀποστάξεως, ἡ ὁποία ὑποδιαιρεῖται εἰς τὸ μέσον δι' ἐνὸς ἰδιαιτέρου συμπυκνωτῆρος, 21, εἰς δύο χωριστὰς περιοχὰς πιέσεως. Ἡ συσκευὴ αὐτὴ διαχωρισμοῦ εἶναι τὸ κύριον σημεῖον πάσης ἐγκαταστάσεως διαχωρισμοῦ ἀέρος, ἐκ τῆς συσκευῆς διαχωρισμοῦ δὲ ὁ κύριος συμπυκνωτής, 21, εἶναι τὸ πλέον σημαντικὸν μέρος. Εἶναι κατεσκευασμένος κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον: Ἐντὸς μιᾶς διατρήτου πλακὸς βάσεως, 21α, ἀνθεκτικῆς ἔναντι τῆς πιέσεως, ἔχουν διανοιγῆ πολλαὶ στεναὶ ὀπαί, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἔχουν τοποθετηθῆ ἀντίστοιχοι σωλῆνες· αὐτοὶ ἐκβάλλουν εἰς τὴν πλάκα καλύψεως ἑνὸς περιβλήματος. Ἡ πλὰξ τῆς βάσεως διαχωρίζει τὴν στήλην πιέσεως εἰς τὸ σημεῖον, ὅπου εἶναι τοποθετημένη ἐντὸς τῆς στήλης τὸ κατώτερον μέρος αὐτῆς, ἀπὸ τοῦ ἀνωτέρου μέρους. Τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ κυρίως συμπυκνωτῆρος, δηλαδὴ οἱ σωλῆνες καὶ τὸ περίβλημα, ἐπικοινωνεῖ μετὰ τῆς στήλης πιέσεως εἰς τὸ κάτω μέρος. Οἱ σωλῆνες καὶ τὸ περίβλημα ὅμως περιβάλλονται ὑπὸ τοῦ χώρου τῆς ἀνωτέρας στήλης καὶ ἐκεῖ ψεκάζονται ὑπὸ ἀερίου καὶ ὑγροῦ ὀξυγόνου. Λόγω τοῦ μεγάλου ἀριθμοῦ τῶν σωλήνων ἐντὸς τοῦ συμπυκνωτῆρος ἐπιτυγχάνεται μεγάλη ἐπιφάνεια. Πρέπει ἐπίσης νὰ ἀναφερθῆ ὅτι οἱ σωλῆνες ἐπὶ τῆς βασικῆς πλακὸς εἶναι διατεταγμένοι ὁμοκέντρως.

Κάτωθεν τοῦ ἐξωτερικοῦ στεφάνου τῶν σωλήνων εἶναι τοποθετημένη ἐντὸς τῆς στήλης πιέσεως αὖλαξ, 19. Ἡ στήλη περιέχει καὶ εἰς τὰ δύο τμήματα διάτρητα δάπεδα πρὸς ἐπαύξησιν τῆς ἱκανότητος διαχωρισμοῦ.

Μόνον εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῆς στήλης πιέσεως, ὀλίγον ἄνω τοῦ ὑγροῦ ὀξυγόνου, εἶναι τοποθετημένη μία στήλη μὲ δάπεδα κώδωνος, ἡ ὁποία παρεμποδίζει τὸν ἀνεξέλεγκτον ἀναβρασμὸν τοῦ περιεχομένου τοῦ ἀποστακτῆρος, 15.

β) *Ἡ διαδικασία τοῦ διαχωρισμοῦ.*

Ὁ ἐκ τῆς βαλβῖδος ἐκτονώσεως ἐρχόμενος ἀὴρ ὑγροποιεῖται ἐντὸς τῆς στήλης πιέσεως, 16. Τὸ ἄζωτον, ποὺ ἔχει χαμηλότερον

σημεῖον ζέσεως,—195,8° C, ἐξατμίζεται κατὰ μέγιστον μέρος καὶ ἀνέρχεται πρὸς τὰ ἄνω, ἐνῶ ἀήρ ἐμπλουτισμένος εἰς ὀξυγόνον, 35%, παραμένει ὡς ὑγρὸν ἐντὸς τοῦ δοχείου ἀποστάξεως. Ὁ ἀήρ αὐτὸς ὁδηγεῖται μέσω τῶν δυναμένων νὰ ἀντικαθίστανται διαχωριστήρων ἀνθρακικοῦ ὀξέος, 17, διὰ τῆς βαλβῖδος ἐκτονώσεως 18, εἰς τὴν ἀνωτέραν στήλην, 16α, καὶ ἐκτονοῦται εἰς 0,5 at. Τοιουτοτρόπως ἐπιτυγχάνεται πρόσθετος ψῦξις τοῦ ἀέρος,ὁ ὁποῖος διαχωρίζεται εἰς ἄζωτον καὶ ὀξυγόνον. Τὸ ὀξυγόνον μετὰ ἰσχυρὰν ψῦξιν ἀποτίθεται ἐπὶ τῆς πλακὸς 21α ὑγρὸν καὶ περιβάλλει τοὺς σωλῆνας τοῦ συμπυκνωτῆρος. Τοιουτοτρόπως ὑγροποιεῖται τὸ συμπεπιεσμένον εἰσέτι, 5 at, ἄζωτον ἐντὸς τοῦ συμπυκνωτῆρος καὶ ρέει κατὰ ἕνα μέρος ἐντὸς τῆς αὔλακος 19 καὶ κατὰ τὸ ἄλλο μέρος ἐπὶ τοῦ διατρήτου πυθμένος, ὅπου χρησιμεύει ὡς ὑγρὸν ἐκπλύσεως διὰ τὸν πλήρη διαχωρισμὸν ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου. Τὸ ἄζωτον ἐντὸς τοῦ συμπυκνωτῆρος καὶ ἐντὸς τῆς αὔλακος εἶναι τελείως καθαρόν.

Πρὸς ἐπαύξησιν τῆς ἱκανότητος διαχωρισμοῦ τῆς ἀνωτέρας στήλης ὁδηγεῖται τώρα τόσον τὸ ὑγρὸν ἄζωτον ἐκ τῆς αὔλακος, ὅσον ἐπίσης καὶ τὸ ἀέριον ἐκ τοῦ περιβλήματος τοῦ συμπυκνωτῆρος, εἰς τὴν κεφαλὴν τῆς ἀνωτέρας στήλης. Τὸ ὑγρὸν ἄζωτον ὁδηγεῖται μέσω τῆς βαλβῖδος ἐκτονώσεως, 22, εἰς τὴν ἀνωτέραν στήλην, ὅπου γίνεται μία περαιτέρω κατάψυξις οὕτως, ὥστε νὰ ὑπάρχῃ τώρα καὶ εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς στήλης, εἰς τὴν κεφαλήν, καθαρὸν ἄζωτον. Ἡ δρᾶσις διαχωρισμοῦ ἐνισχύεται περισσότερον, ἂν ἀπαχθῇ ἐκ τοῦ περιβλήματος τοῦ κυρίως συμπυκνωτῆρος ἀέριον καθαρὸν ἄζωτον, 23, καὶ ἐκτονωθῇ μέσω τοῦ προσθέτου καταψύκτου, 26, εἰς τὸ 28 ἐπίσης εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς στήλης.

Τὸ καθαρὸν ἀέριον ἄζωτον ἐγκαταλείπει εἰς τὸ 29 τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς στήλης καὶ δρᾶ ἀλληλοδιαδόχως ἐντὸς τῶν ἐναλλακτήρων θερμότητος, 12, καὶ 8, ὡς ψυκτικὸν μέσον διὰ τὸν προσερχόμενον καθαρὸν ἀέρα. Εἰς τὴν ἔξοδον, 31, τὸ ἄζωτον ἔχει θερμανθῇ εἰς μεγάλον βαθμὸν καὶ ὁδηγεῖται εἰς τὸν προορισμόν του.

γ) *Ὀξυγόνον.*

Τὸ ὀξυγόνον, τὸ ὁποῖον ἔχει τὸ ὑψηλότερον σημεῖον ζέσεως ἐκ τῶν δύο ἀερίων, συλλέγεται ὑπὸ λίαν καθαρὰν μορφὴν εἰς τὴν πλευρὰν χαμηλῆς πιέσεως τοῦ κυρίως συμπυκνωτῆρος πέριξ τῶν σωλήνων αὐτοῦ.

Τὸ ἀέριον ὀξυγόνον ἀπάγεται εἰς τὸ 24 καὶ ὁδηγεῖται εἰς τοὺς ἐναλλακτῆρας θερμότητος, 13, καὶ ἐν συνεχείᾳ εἰς τὸ 7, ὅπου, ὡς περιεγράφη ἤδη διὰ τὸ ἄζωτον, χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν πρόψυξιν τοῦ κατ' ἀντιρροὴν κινουμένου καθαροῦ ἀέρος. Εἰς τὸ 30 τοῦτο ἐγκαταλείπει τὴν συσκευὴν καὶ ὁδηγεῖται ἐπίσης εἰς τὸν προορισμόν του.

Τὸ ὑγρὸν ὀξυγόνον ἀπάγεται ἐκ τοῦ κατωτέρου μέρους τοῦ συμπυκνωτῆρος, ψύχει εἰς τὸ 26 τὸ κατ' ἀντιρροὴν κινούμενον ἀέριον ἄζωτον ἐκ τοῦ περιβλήματος τοῦ συμπυκνωτῆρος, καὶ ἐκτονοῦται ἐντὸς τοῦ διαχωριστῆρος, 27, ἐκ τοῦ ὁποίου δύναται νὰ παραληφθῇ ὑγρὸν ὀξυγόνον. Τὸ ἐξατμιζόμενον ποσοστὸν ὁδηγεῖται ἐπίσης εἰς τὸν ἐναλλακτῆρα θερμότητος, 13, καὶ ἑνοῦται μετὰ τοῦ ἐκ τοῦ ἀνωτέρου μέρους τῆς στήλης προερχομένου ὀξυγόνου.

Τοιουτοτρόπως κλείει τὸ κύκλωμα τοῦ ἀέρος ἀπὸ τοῦ καθαροῦ ἀέρος ἕως τῶν διαχωρισθέντων ἀερίων ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου.

Ὡς φαίνεται, ἡ ὅλη μέθοδος χωρεῖ εἰς δύο φάσεις: Ἀρχικῶς ὁ καθαρὸς ἀὴρ συμπιέζεται εἰς ὑψηλὴν πίεσιν καὶ ἀπάγεται ἡ θερμότης. Ἀκολούθως ὁ ἀὴρ ψύχεται ἕως σχεδὸν τῆς θερμοκρασίας ὑγροποιήσεως διὰ ψυχροῦ ἀέρος κατ' ἀντιρροὴν κινουμένου ἐκ τῆς συσκευῆς διαχωρισμοῦ. Δι' ἐκτονώσεως εἰς 5 at ἐπιτυγχάνεται ἡ ὑγροποίησις. Εἰς τὴν δευτέραν φάσιν τὸ περιεχόμενον τῆς κατωτέρας στήλης πιέσεως ἐκτονοῦται πάλιν ἐντὸς τῆς ἀνωτέρας στήλης ἐκ τῶν 5 at εἰς τὰς 0,5 at. Συνεπείᾳ τούτου ἐπιτυγχάνεται νέα ψῦξις καὶ ὁ διαχωρισμὸς τῶν δύο ἀερίων.

δ) *Ἐφαρμογαὶ τοῦ ὀξυγόνου.*

Τὸ ὀξυγόνον χρησιμοποιεῖται εἰς μεγάλας ποσότητας εἰς τὴν τεχνικὴν τῆς κοπῆς καὶ τῆς συγκολλήσεως τῶν μετάλλων. Ἡ φλὸξ συντήξεως παράγεται ἐξ ἀκετυλενίου ὡς καυσίμου καὶ ὀξυγόνου, τὸ ὁποῖον συντηρεῖ τὴν καῦσιν. Διὰ τὴν κοπὴν διὰ φλογὸς ἀκετυλενίου θερμαίνεται τὸ ἀντικείμενον εἰς τὴν θερμοκρασίαν ἐναύσεως καὶ ἀκολούθως ἀνοίγεται ἡ βαλβὶς τοῦ ἀκετυλενίου.

Εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τοῦ ὀξυγόνου ὁ σίδηρος τήκεται εἰς τὸ προσβαλλόμενον ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου σημεῖον καὶ δημιουργεῖται λεία τομή. Μεγάλαι ποσότητες ὀξυγόνου χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν ὀξικοῦ ὀξέος ἐξ ἀκεταλδεΰδης. Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη αὐξάνεται ὁ ἀριθμὸς μεθόδων, εἰς τὰς ὁποίας τὸ ὀξυγόνον χρησιμοποιεῖται

διὰ κατευθυνομένην ὀξείδωσιν ὀργανικῶν ἐνώσεων, ἰδίως κεκορεσμένων καὶ ἀκορέστων ὑδρογονανθράκων. Μεγάλην σημασίαν ἔχει ἡ μερικὴ ὀξείδωσις τῶν ὑδρογονανθράκων πρὸς αἰθυλένιον καὶ ἀκετυλένιον. Ἐπίσης καὶ κατὰ τὸν ἐξευγενισμὸν τοῦ ἀκατεργάστου σιδήρου χρησιμοποιεῖται σήμερον ὀξυγόνον ἢ δι' ὀξυγόνου ἐμπλουτισθεὶς ἀὴρ εἰς τεραστίας ποσότητας.

ε) *Μέθοδος καθαρισμοῦ τοῦ ἀκατεργάστου χυτοσιδήρου δι' ὀξυγόνου.*

Ἐντὸς τοῦ τετηγμένου ἀκατεργάστου χυτοσιδήρου ἐμφυσᾶται πλούσιος εἰς ὀξυγόνον ἀὴρ οὕτως, ὥστε νὰ προκληθῇ ἐντὸς τῆς τετηγμένης μάζης ζωηρὰ ἀνακίνησις καὶ νὰ καοῦν αἱ ἀκαθαρσίαι φωσφόρου, θείου, πυριτίου καὶ ἄνθρακος (μέθοδος LD).

στ) *Ἐφαρμογαὶ τοῦ ἀζώτου.*

Τὸ ἄζωτον χρησιμοποιεῖται εἰς τεραστίας ποσότητας διὰ τὴν παρασκευὴν συνθετικῆς ἀμμωνίας, ἡ ὁποία ἐξ ἄλλου ἀποτελεῖ τὴν πρώτην ὕλην διὰ τὸ νιτρικὸν ὀξύ, τὸ θειικὸν ἀμμώνιον, τὴν οὐρίαν καὶ ἄλλα προϊόντα. Μὲ ἀνθρακασβέστιον τὸ ἄζωτον ἀντιδρᾷ εἰς 1000^0 C ἕως 1100^0 C πρὸς σχηματισμὸν ἀσβεστοκυαναμίδης. Ἐπίσης μεγάλη εἶναι ἡ σημασία τοῦ ἀζώτου εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν ὡς προστατευτικοῦ ἀερίου. Εὔφλεκτα καὶ εὐκόλως καιόμενα ὑγρὰ ἢ καὶ στερεὰ ἐνίοτε σώματα φυλάσσονται διὰ λόγους ἀσφαλείας κάτωθεν ἀτμοσφαίρας ἀζώτου. Τὸ ἄζωτον χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ὡς ἀέριον πληρώσεως τῶν ἠλεκτρικῶν λυχνιῶν, ὅπου προστατεύει τὰ διάπυρα νημάτια ἀπὸ τὴν ὀξείδωσιν καὶ τὴν φθοράν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 7

ΑΛΑΤΑ ΝΑΤΡΙΟΥ

7 · 1 Χλωριοῦχον νάτριον.

Εἰς τὴν 'Ελλάδα τὸ χλωριοῦχον νάτριον παράγεται ἀποκλειστικῶς δι' ἐξατμίσεως τοῦ θαλασσίου ὕδατος ἐντὸς τῶν ἁλυκῶν μὲ τὴν βοήθειαν τῆς ἡλιακῆς ἐνεργείας. Λόγω τῶν ἐκτεταμένων ἀκτῶν της καὶ τῆς μεγάλης της ἡλιοφανείας ἡ 'Ελλὰς κατατάσσεται μεταξὺ τῶν χωρῶν, εἰς τὰς ὁποίας ἡ παραγωγὴ τοῦ ἅλατος ἐπιτυγχάνεται ὑπὸ τοὺς πλέον συμφέροντας οἰκονομικῶς ὅρους.

'Εὰν ἀπαιτῆται χλωριοῦχον νάτριον τεχνικῆς καθαρότητος, 15, εἰς τὸ ὁποῖον προσμίξεις 3% ἕως 5% δὲν βλάπτουν, εἶναι ἀρκετὴ χονδροειδὴς μηχανικὴ κάθαρσις καὶ ἄλεσις, 10, τοῦ ἐκ τῶν ἁλυκῶν λαμβανομένου προϊόντος (σχ. 7 · 1).

Τουναντίον διὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ ἐπιτραπεζίου ἅλατος ἀπαιτεῖται τελεία κάθαρσις καὶ ἀπομάκρυνσις τῶν προσμίξεων. Αὐτὸ γίνεται, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 7 · 1, εἰς τὰς θέσεις 17 καὶ 18.

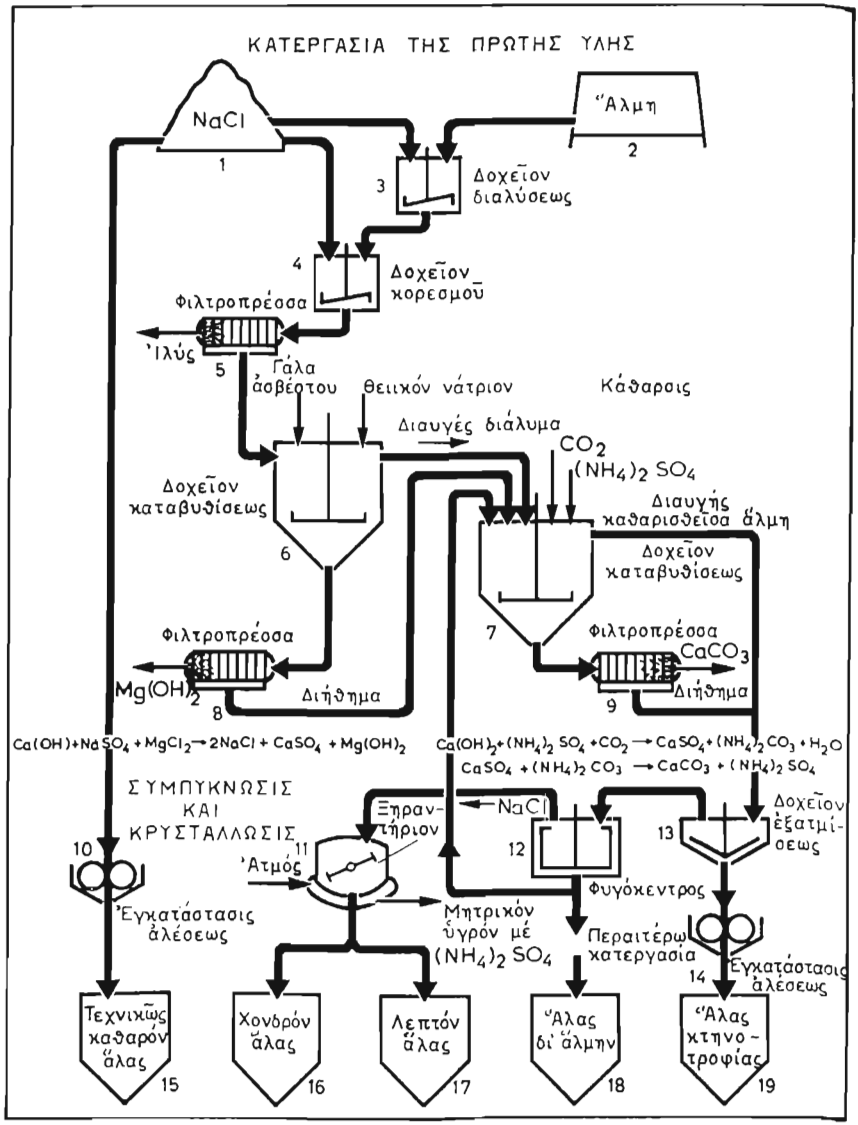
Τὸ ἀκάθαρτον χλωριοῦχον νάτριον μετατρέπεται ἐντὸς δοχείων διαλύσεως, 3, καὶ δοχείων κορεσμοῦ, 4, εἰς πυκνὰ διαλύματα χλωριούχου νατρίου καὶ διαχωρίζεται διὰ φιλτροπρεσσῶν, 5, ἀπὸ τὰ ἀδιάλυτα.

α) Καθαρισμός.

Τὸ διαυγὲς κεκορεσμένον διάλυμα χλωριούχου νατρίου φθάνει ἀκολούθως εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον καταβυθίσεως, 6, ὅπου ἀναμιγνύεται μετὰ ἀσβεστίου γάλακτος καὶ διαλύματος θειικοῦ νατρίου.

Τὸ ἀποβαλλόμενον ὀξείδιον τοῦ μαγνησίου καθιζάνει ἐπὶ τοῦ πυθμένος, ἐνῶ τὸ διαυγὲς ἀπηλλαγμένον μαγνησίου διάλυμα εὑρίσκεται ἄνωθεν τοῦ ἰζήματος καὶ ἐκρέει ἠρέμως ἐκ τοῦ δευτέρου δοχείου καταβυθίσεως, 7. Κατὰ καιροὺς τὸ θολὸν διάλυμα ἐξέρχεται ἐκ τῶν κάτω καὶ διὰ φιλτροπρεσσῶν, 8, ἀπαλλάσσεται τῆς ἰλύος. Τὸ διήθημα ἀντλεῖται ἐπίσης εἰς τὸ δοχεῖον 7. 'Εκεῖ τὸ διάλυμα τοῦ χλωριούχου

νατρίου ἀναμιγνύεται μετὰ θειικοῦ ἀμμωνίου καὶ διοχετεύεται ἀέριον διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, διὰ τοῦ ὁποίου τὰ ἐκ τοῦ ἀσβεστίου γάλα-



Σχ. 7·1.
Διάγραμμα κατεργασίας χλωριούχου νατρίου.

κτος προερχόμενα ἅλατα ἀσβεστίου καταβυθίζονται καὶ συγκρατοῦνται ἐντὸς τῆς φιλτροπρέσσας, 9.

β) Συμπύκνωσις καὶ κρυστάλλωσις.

Τὸ διαυγὲς καθαρὸν διάλυμα ἅλατος, τὸ ὁποῖον ἐκρέει ἐκ τοῦ ἄνω μέρους τοῦ δοχείου, 7, περιέχει μόνον χλωριοῦχον νάτριον καὶ τὸ εὐδιάλυτον θειικὸν ἀμμώνιον. Ἐντὸς ἑνὸς δοχείου ἐξατμίσεως, 13, συμπυκνοῦται τόσον πολύ, ὥστε τὸ μαγειρικὸν ἅλας νὰ κρυσταλλωθῇ, ἐνῶ τὸ θειικὸν ἀμμώνιον παραμένει εἰς τὸ διάλυμα. Κατὰ τὴν ἐξάτμισιν ὁ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων καθιζάνων λεβητόλιθος ἀπομακρύνεται κατὰ καιρούς, ἀλέθεται, 14, καὶ πωλεῖται ὡς ἅλας κτηνοτροφῆς, 12. Τὸ ἅλας τοῦτο χρησιμοποιεῖται ἐπίσης τὸν χειμῶνα καὶ διὰ τὴν τῆξιν τῶν χιόνων εἰς τὰς ὁδούς.

Οἱ κρύσταλλοι ἐκ τοῦ ἐξατμιστῆρος, 13, διαχωρίζονται διὰ φυγοκεντρήσεως, 12, εἰς ἅλας καὶ μητρικὸν ὑγρόν. Τὸ τελευταῖον, τὸ ὁποῖον ἐκτὸς τοῦ διαλελυμένου χλωριούχου νατρίου περιέχει καὶ τὸ σύνολον τῆς ποσότητος τοῦ $(NH_4)_2SO_4$ εἴτε ἐπαναφέρεται καὶ πάλιν εἰς τὸ δοχεῖον καταβυθίσεως, 7, ἢ, ἐὰν χρειάζεται, ὑφίσταται κατεργασίαν ὡς ἅλας διὰ τὴν βιομηχανίαν ψύξεως.

Οἱ ὑγροὶ εἰσέτι κρύσταλλοι χλωριούχου νατρίου ξηραίνονται ἐντὸς ξηραντήρων μὲ μανδύαν ἀτμοῦ, 11. Ἀναλόγως τῆς διεξαγωγῆς τῆς μεθόδου λαμβάνεται εἴτε χονδρὸν ἅλας, 16 (κατὰ τὴν ταχεῖαν ἐξάτμισιν εἰς 100^0 C) εἴτε λεπτὸν ἅλας, 17 (κατὰ τὴν βραδεῖαν ἐξάτμισιν εἰς 60^0 C).

7·2 Οὐδέτερον ἀνθρακικὸν νάτριον (σόδα).

α) Μέθοδος Solvay.

Σήμερον ἡ σόδα παράγεται ἀποκλειστικῶς κατὰ τὴν μέθοδον Solvay. Διὰ διοχετεύσεως ἀερίου ἀμμωνίας καὶ ἀερίου διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ἐντὸς κεκορεσμένου διαλύματος χλωριούχου νατρίου σχηματίζεται ἀδιάλυτον ὄξινον ἀνθρακικὸν νάτριον καὶ διαλυτὸν χλωριοῦχον ἀμμώνιον:

$$NaCl + NH_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow NaHCO_3 + NH_4Cl \qquad (1)$$

Τὸ ἀδιάλυτον ὄξινον ἀνθρακικὸν ἅλας διαχωρίζεται διὰ διη-

θήσεως ἐκ τοῦ διαλύματος καὶ διὰ θερμάνσεως (ὀπτήσεως) μετατρέπεται εἰς σόδαν:

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \qquad (2)$$

Μία οὐσιώδης προϋπόθεσις τῆς μεθόδου εἶναι ἡ ἀνάκτησις τῆς ἀμμωνίας ἐκ τοῦ χλωριούχου ἀμμωνίου (ἐξίσωσις 1) διὰ διαλελυμένου ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου:

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3 + 2H_2O + CaCl_2 \qquad (3)$$

Τὸ ἀπαιτούμενον ὑδροξείδιον τοῦ ἀσβεστίου παράγεται δι' ὀπτήσεως ἀσβεστολίθου ἐπὶ τόπου ὑπὸ τοῦ ἰδίου τοῦ ἐργοστασίου, διότι τοιουτοτρόπως παράγεται συγχρόνως τὸ διὰ τὴν πρώτην ἀντίδρασιν (ἐξίσωσις 1) ἀπαιτούμενον διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος:

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

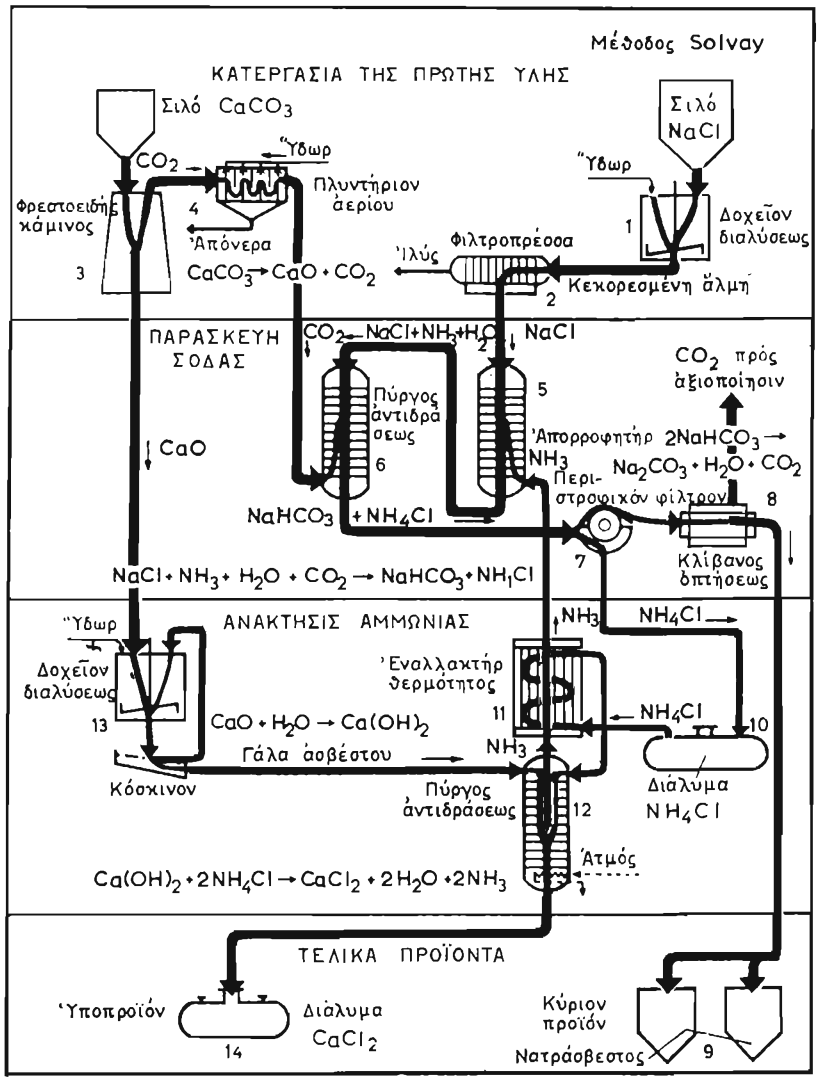
Ἂν χρειάζεται, εἶναι δυνατὸν νὰ ἀνακυκλοῦται ἐπίσης τὸ κατὰ τὴν ὄπτησιν τοῦ ὀξίνου ἀνθρακικοῦ νατρίου (ἐξίσωσις 2) ἐκλυόμενον διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος [σχ. 7 · 2 α (10)].

β) Τεχνικὴ τῆς ἐφαρμογῆς τῆς μεθόδου.

Ἐντὸς δοχείου διαλύσεως, 1, παρασκευάζεται ἐκ χλωριούχου νατρίου ψυχρὸν κεκορεσμένον διάλυμα, τὸ ὁποῖον περιέχει περίπου 300 kg NaCl ἀνὰ m^3. Τὸ διὰ τὴν διάλυσιν χρησιμοποιούμενον ὕδωρ περιέχει ἀκόμη, ἀναλόγως τῆς προελεύσεώς του, περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον, μεγάλας ποσότητας ἁλάτων, ὡς θειικὰ καὶ ὄξινα ἀνθρακικὰ ἅλατα μαγνησίου καὶ ἀσβεστίου [$MgSO_4Mg(HCO_3)_2$, $CaSO_4$, $Ca(HCO_3)_2$, $CaCl_2$]· συνεπῶς εἶναι ἑκάστοτε περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον σκληρόν. Τὰ ἅλατα αὐτὰ πρέπει νὰ ἀπομακρυνθοῦν, διότι διαφορετικὰ καταβυθίζονται ὡς ἀνθρακικὰ ἅλατα ἢ ὡς ὑδροξείδια, εὐθὺς ὡς προστίθεται ἡ ἀμμωνία. Πρὸς τοῦτο διοχετεύεται τὸ διάλυμα τοῦ ἅλατος ἐντὸς δοχείου καταβυθίσεως μὲ κωνικοὺς πυθμένας, ἐντὸς τῶν ὁποίων προστίθεται ὑδροξείδιον τοῦ ἀσβεστίου καὶ σόδα. Τοιουτοτρόπως αἱ ἑνώσεις ἀσβεστίου καὶ μαγνησίου μετατρέπονται εἰς δυσδιάλυτα ἀνθρακικὰ ἅλατα καὶ εἰς ὑδροξείδια:

$$Ca(HCO_3)_2 + Mg(HCO_3)_2 + CaCl_2 + 2\,Ca(OH)_2 + Na_2CO_3 \rightarrow 4\,CaCO_3 + Mg(OH)_2 + 2\,NaCl + 4\,H_2O$$

Ἀποβάλλονται ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον, ὑδροξείδιον τοῦ μαγνησίου καὶ βασικὸν ἀνθρακικὸν μαγνήσιον καὶ ἀποτίθενται ἐντὸς τοῦ



Σχ. 7·2α.
Διάγραμμα κατεργασίας διὰ τὴν παραγωγὴν σόδας.

κώνου τοῦ δοχείου καταβυθίσεως, ἐκ τοῦ ὁποίου ἀπάγονται εἴτε συνεχῶς, εἴτε κατὰ κανονικὰ χρονικὰ διαστήματα. Τὸ καθαρὸν διάλυμα τοῦ χλωριούχου νατρίου ἐκρέει ἐκ τοῦ ἄνω μέρους τοῦ δοχείου (δοχεῖον ἠρέμου ἀποχύσεως) καὶ διὰ τελείαν ἀπαλλαγὴν ἀπὸ τῶν στερεῶν ἀκαθαρσιῶν διέρχεται διὰ μιᾶς φιλτροπρέσσας, 2.

Τὸ καθαρὸν διάλυμα χλωριούχου νατρίου, ἀφοῦ διηθηθῇ, φθάνει ἀκολούθως ἐντὸς τοῦ ἀπορροφητῆρος ἀμμωνίας, 5. Αὐτὸς εἶναι ὑψηλὸν κυλινδρικὸν δοχεῖον ἐφωδιασμένον μὲ στήλην ἀποστάξεως μὲ διαφόρους διατάξεις κατανομῆς, ὡς π.χ. πυθμένας μὲ κώδωνας, διάτρητα δάπεδα, ἐλάσματα προσκρούσεως κ.λπ. ἢ ἐπίσης μὲ ἁπλᾶ σώματα πληρώσεως. Ἐκ τῶν ἄνω ρέει συνεχῶς τὸ κεκορεσμένον διάλυμα χλωριούχου νατρίου, ἐνῶ κατ' ἀντιρροὴν πρὸς τοῦτο ἐπίσης συνεχῶς ἀνέρχεται ἐκ τῶν κάτω ἀέριος ἀμμωνία.

Πρέπει ἀρχικῶς τὸ διάλυμα τοῦ χλωριούχου νατρίου νὰ κορεσθῇ δι' ἀμμωνίας, καθ' ὅσον ἡ ἀμμωνία εἶναι περισσότερον εὐδιάλυτος ἐντὸς τοῦ διαλύματος χλωριούχου νατρίου, παρ' ὅσον τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος.

Ἀπὸ τοῦ δοχείου κορεσμοῦ δι' ἀμμωνίας ἀκολούθως τὸ διάλυμα ($NaCl + NH_3$) διοχετεύεται ἐντὸς τοῦ ἀπορροφητῆρος, 6, ἐντὸς τοῦ ὁποίου εἰσάγεται συγχρόνως ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος. Ὁ ἀπορροφητὴρ αὐτὸς ὀνομάζεται ἐπίσης καὶ *πύργος καταβυθίσεως*. Πρέπει νὰ λαμβάνεται πρόνοια, ὥστε ἐντὸς τοῦ πύργου καταβυθίσεως ἡ θερμοκρασία νὰ διατηρῆται εἰς τοὺς 55° C, διότι ἡ θερμοκρασία αὐτὴ εἶναι ἰδιαιτέρως εὐνοϊκὴ διὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ ὀξίνου ἀνθρακικοῦ νατρίου.

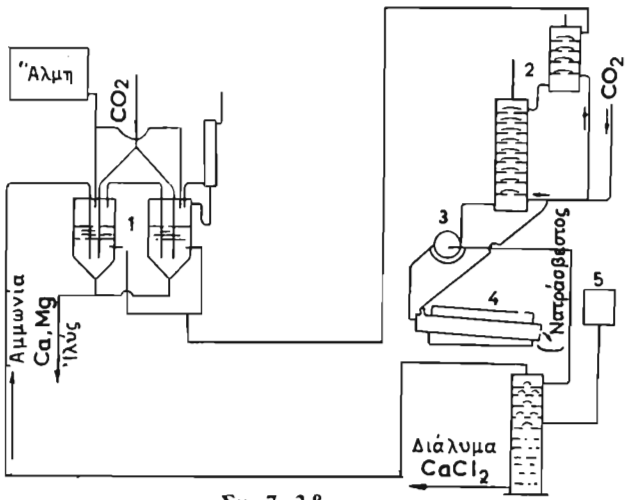
Εἰς τὸν πύργον καταβυθίσεως σχηματίζεται τὸ δυσδιάλυτον ὄξινον ἀνθρακικὸν νάτριον, τὸ ὁποῖον ἀκολούθως ἐντὸς περιστροφικῶν φίλτρων, 7, διαχωρίζεται ἀπὸ τὸ διάλυμα.

Τὸ διηθηθὲν ὄξινον ἀνθρακικὸν νάτριον μετὰ σύντομον ἔκπλυσιν δι' ὕδατος ὑφίσταται ὄπτησιν ἐντὸς τοῦ περιστροφικοῦ κλιβάνου, 8, (μήκους 15 m) δι' ἐξωτερικῆς θερμάνσεως εἰς θερμοκρασίαν 180° C, πρὸς ἄνυδρον ἀνθρακικὸν νάτριον. Τοιουτοτρόπως σχηματίζεται ἡ ἄνυδρος σόδα, ἡ ὁποία ἀποθηκεύεται εἰς σιλό, 9.

γ) Ἀνάκτησις τῆς ἀμμωνίας.

Τὸ ἐκ του περιστροφικοῦ φίλτρου, 7, ἐκρέον διάλυμα περιέχει

τὴν χρησιμοποιηθεῖσαν ἀμμωνίαν ὡς χλωριοῦχον ἀμμώνιον. Τὸ διάλυμα τοῦτο συλλέγεται εἰς τὸ δοχεῖον ἀποθηκεύσεως, 10. Ἐκ τοῦ διαλύματος τούτου ἀνακτᾶται (ἐξίσωσις 3) ἡ πολύτιμος ἀμμωνία.



Σχ. 7·2 β.

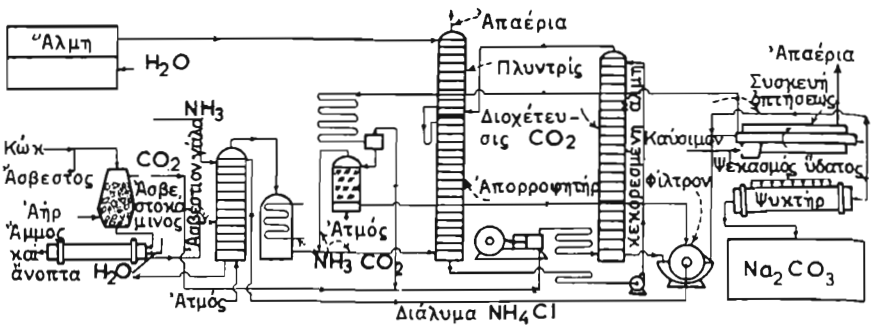
Ἁπλοποιημένον διαγραμματικὸν σχῆμα ροῆς παραγωγῆς σόδας κατὰ Solvay: 1. Δοχεῖον ἅλμης μὲ ἀπορρόφησιν ἀμμωνίας. 2. Πύργοι ἀντιδράσεως μὲ CO_2. 3. Περιστροφικὸν φίλτρον. 4. Κλίβανος ὀπτήσεως. 5. Γάλα ἀσβέστου δι' ἀνάκτησιν τῆς ἀμμωνίας. (Ἡ ἀσβεστοκάμινος δὲν φαίνεται. Αὕτη φαίνεται εἰς τὸ σχ. 7·2 γ).

Τὸ διάλυμα μέσω τοῦ ἐναλλακτῆρος θερμότητος, 11, ὁδηγεῖται εἰς τὸ δοχεῖον ἀποσυνθέσεως, 12. Ἐντὸς τούτου εἰσάγεται συγχρόνως ἀσβέστιον γάλα (= διάλυμα καὶ ἐναιώρημα ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου ἐντὸς ὕδατος) ἐκ τοῦ δοχείου διαλύσεως, 13. Τὸ περιεχόμενον τοῦ δοχείου θερμαίνεται δι' ὀφιοειδοῦς σωλῆνος ἀτμοῦ. Ἡ ἀέριος ἀμμωνία ἐκλύεται μέσω τοῦ ἐναλλακτῆρος θερμότητος, 11, καὶ ἀνακυκλοῦται εἰς τὸ κύκλωμα ἀντιδράσεως. Ἐκ τοῦ δοχείου ἀποσυνθέσεως, 12, ἐκρέει διάλυμα χλωριούχου ἀσβεστίου, 14. Εἰς τὸ σχῆμα 7·2 β φαίνονται μὲ μεγαλυτέραν λεπτομέρειαν ὅσα ἀνωτέρω ἐξετέθησαν εἰς τὸ σχῆμα 7·2 α.

δ) Τελικὰ προϊόντα.

Ἡ σόδα, ἡ ὁποία λαμβάνεται μετὰ τὴν ὄπτησιν, πωλεῖται ὡς

ἔχει ἡ διὰ διαλύσεως ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος μετατρέπεται ἀρχικῶς πρὸς διάλυμα σόδας καὶ ἀκολούθως διὰ συμπυκνώσεως, ψύξεως καὶ κρυσταλλώσεως μετατρέπεται εἰς κρυσταλλικὴν σόδα.



Σχ. 7·2γ.
Σχῆμα ροῆς διὰ τὴν παραγωγὴν σόδας.

Ἐκ τοῦ ἀραιοῦ διαλύματος χλωριούχου ἀσβεστίου, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται ἐντὸς τοῦ δοχείου ἀπομακρύνσεως τῆς ἀμμωνίας, δύναται, ἐὰν χρειάζεται, νὰ παραχθῆ στερεὸν χλωριοῦχον ἀσβέστιον ἢ πυκνὸν διάλυμα χλωριούχου ἀσβεστίου.

ε) Χρησιμοποίησις.

Ἡ σόδα εἶναι βασικὸν χημικὸν προϊὸν μὲ πολλὰς δυνατότητας χρησιμοποιήσεως. Κυρίως χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βιομηχανίαν τῆς ὑάλου, κατὰ τὴν παρασκευὴν σαπώνων ἐκ λιπαρῶν ὀξέων καὶ ἀπορρυπαντικῶν μέσων καθὼς καὶ ἀπ' εὐθείας εἰς τὰ πλυντήρια ἰδιαιτέρως πρὸς ἀποσκλήρυνσιν τοῦ ὕδατος.

Ἐπίσης καὶ εἰς τὴν Χημικὴν βιομηχανίαν χρησιμοποιοῦνται μεγάλαι ποσότητες σόδας, διὰ τὴν παρασκευὴν διαφόρων προϊόντων ὡς π.χ. καυστικοῦ νατρίου, βόρακος, ὑδρυάλου, φωσφορικῶν ἐνώσεων, ὀξαλικῶν ἐνώσεων, ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου, οὐλτραμαρίνου κ.λπ.

Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης καὶ εἰς ἄλλους κλάδους τῆς βιομηχανίας, ὡς π.χ. διὰ τὴν ἀποσκλήρυνσιν τοῦ ὕδατος, διὰ τὴν κατεργασίαν

τῆς ἐπιφανείας τῶν μετάλλων, εἰς τὴν βυρσοδεψίαν, εἰς τὴν χρωματουργίαν, εἰς τὴν βιομηχανίαν τοῦ χάρτου καὶ ἀλλοῦ.

στ) Ἀποθήκευσις.

Ἡ κρυσταλλικὴ σόδα πρέπει νὰ ἀποθηκεύεται ἐντὸς ὑγρῶν χώρων, διότι εἰς τὸν ξηρὸν ἀέρα ἀποδίδει κρυσταλλικὸν ὕδωρ καὶ ἀποσυντίθεται πρὸς λευκὴν κόνιν. Ἡ ὀπτηθεῖσα σόδα τουναντίον πρέπει νὰ φυλάσσεται εἰς ξηροὺς χώρους, διότι διὰ προσλήψεως ὕδατος ἐκ τοῦ ἀέρος μετατρέπεται εἰς μονοϋδρίτην $Na_2CO_3 \cdot H_2O$.

ζ) Οἰκονομικὴ σημασία.

Ἡ μέθοδος Solvay ἔχει ἐπικρατήσει παγκοσμίως, ἄνευ ἐξαιρέσεως, διότι εἶναι οἰκονομικῶς ἡ πλέον συμφέρουσα. Δὲν ἀπαιτεῖ θειικὸν ὀξὺ καὶ αἱ ἀνάγκαι εἰς ἄνθρακα (πρὸς παραγωγὴν ἐνεργείας διὰ τὴν ὄπτησιν) ἀνέρχονται εἰς 0,8 τόννους δι' ἕνα τόννον σόδας ἔναντι 3,5 τόννων κατὰ τὴν παλαιὰν μέθοδον Leblanc.

Διὰ τὴν παραγωγὴν σόδας αἱ ἀπαιτούμεναι πρῶται ὕλαι χρησιμοποιοῦνται, ἐξαιρέσει τῶν ἀναποφεύκτων ἀπωλειῶν βιομηχανοποιήσεως, σχεδὸν ἄνευ ἀπωλείας. Μόνον 0,5 ἕως 1 kg ἀμμωνίας καὶ περίπου 5 kg CO_2 χάνονται ἀνὰ τόννον σόδας.

Ἕνα ἰδιαίτερον πλεονέκτημα ἔναντι τῆς μεθόδου τοῦ Leblanc εἶναι ἡ ἀποφυγὴ σχηματισμοῦ θειούχου ἀσβεστίου, τὸ ὁποῖον ἐρρύπαινε τὸν περιβάλλοντα τοῦ ἐργοστασίου χῶρον διὰ δημιουργίας ὑδροθείου.

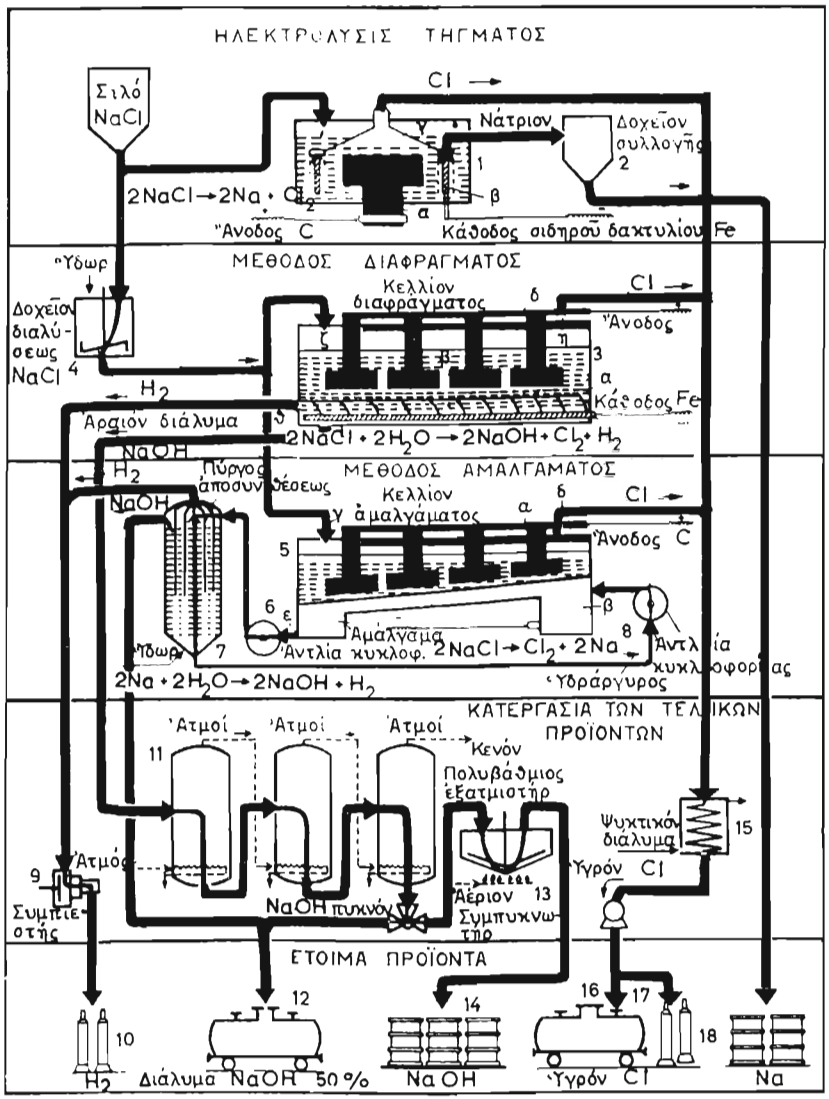
7·3 Ἠλεκτρόλυσις τοῦ χλωριούχου νατρίου.

1) Μέθοδος Downs.

Ἐντὸς κελλίου ἐπενδεδυμένου διὰ πυριμάχων πλίνθων ἐξ ἀργίλου, 1, εἰσάγεται ἐκ τῶν κάτω ἡ ἄνοδος τοῦ γραφίτου α, ἐνῶ ἡ ἐκ σιδήρου κάθοδος β περιβάλλει δακτυλιοειδῶς τὴν ἄνοδον (σχ. 7·3α).

Ὁ χῶρος τῆς καθόδου χωρίζεται ἀπὸ τοῦ ὑπολοίπου κελλίου δι' ἑνὸς πλέγματος μὲ μικρὰς ὀπὰς καὶ εἰς ἀμφοτέρας τὰς πλευράς. Ἄνωθεν τῆς ἀνόδου εὑρίσκεται μία διάταξις συλλογῆς ὑπὸ μορφὴν κώδωνος γ, ἡ ὁποία συλλέγει τὸ ἄφιον χλώριον δ οὕτως, ὥστε νὰ μὴ ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ τετηγμένον νάτριον εἰς τὸ β. Δύνανται

ἑπομένως νὰ διατηροῦν τὸ νάτριον ὡς τῆγμα καὶ τὸ χλώριον ὡς ἀέριον, χωρισμένα μεταξύ των.

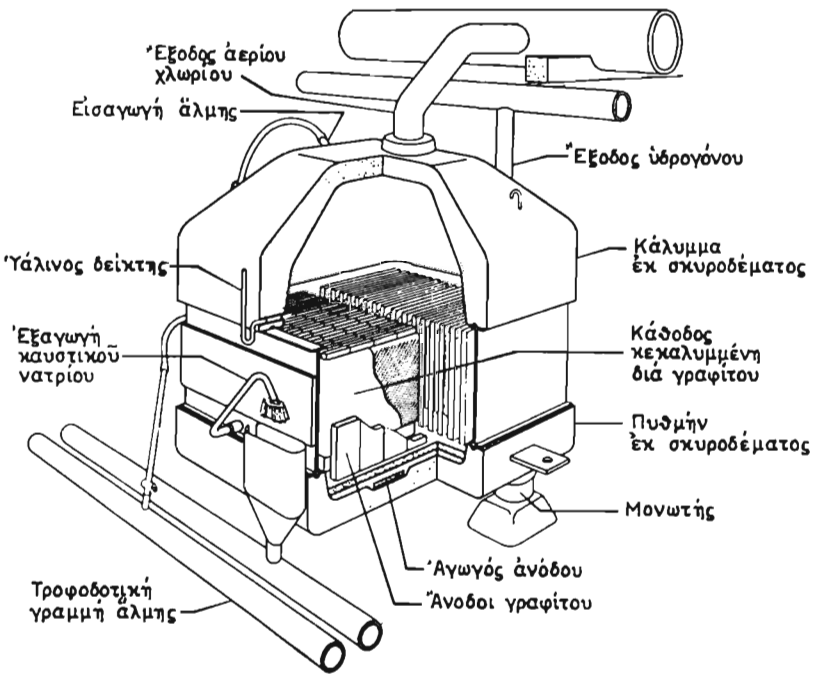


Σχ. 7·3 α.
Διάγραμμα ἠλεκτρολύσεως χλωριούχου νατρίου.

Τὸ χλώριον συλλέγεται ἄνωθεν τῆς ἀνόδου α καὶ ἀπάγεται εἰς τὸ δ. Τὸ νάτριον ἐπιπλέει ἐπὶ τοῦ τήγματος χλωριούχου νατρίου ἄνωθεν τῆς καθόδου καὶ ἐκεῖθεν εἰς τὸ ε ἀπάγεται καὶ προσάγεται εἰς ἕνα δοχεῖον συλλογῆς, 2. Τὸ τῆγμα σχηματίζεται ἐντὸς τοῦ χώρου ζ ἄνωθεν τοῦ κώδωνος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου προσάγεται συνεχῶς στερεὸν μαγειρικὸν ἅλας.

2) Μέθοδος τοῦ διαφράγματος.

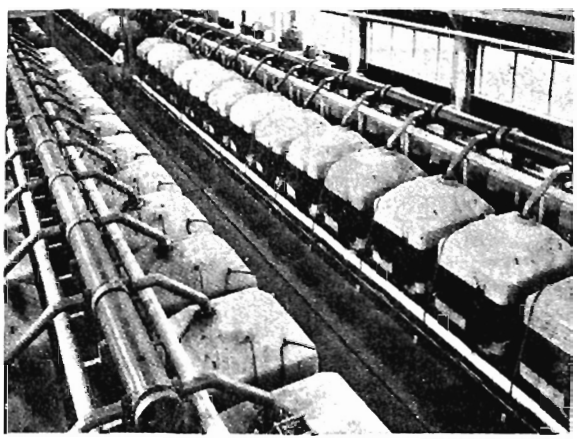
Κατὰ τὴν μέθοδον αὐτὴν τὰ ὁριζόντια κεχωρισμένα κελλία, 3,



Σχ. 7·3β.
Κελλίον τύπου Hooker.

διαχωρίζονται ὑπὸ τοῦ διαφράγματος α (πολλαὶ στρώσεις ἀμιάντου) εἰς χῶρον ἀνόδου β καὶ χῶρον καθόδου γ. Ὡς ἄνοδοι χρησιμεύουν ἐπίσης καὶ ἐδῶ ἠλεκτρόδια γραφίτου δ καὶ ὡς κάθοδοι σιδηραῖ ἐσχάραι ε. Ὁ ἠλεκτρολύτης εἶναι καθαρὸν κεκορεσμένον διάλυμα μαγειρικοῦ ἅλατος, 4, τὸ ὁποῖον προσάγεται ἐκ τοῦ ἄνω μέρους ζ συνεχῶς.

Κατὰ τὴν δίοδον συνεχοῦς ρεύματος τάσεως περίπου 4 Volt τὰ ἰόντα χλωρίου ὁδεύουν πρὸς τὴν ἄνοδον, ἐκφορτίζονται ἐκεῖ, ἑνοῦνται εἰς μόρια καὶ ἐγκαταλείπουν τὸν χῶρον τῆς ἀνόδου ὡς ἀέριον η. Ἐπὶ τῆς καθόδου ἐκ τῶν ὑπαρχόντων ἰόντων Na^+ καὶ ἰόντων H^+ ἐκφορτίζονται μόνον τὰ ἰόντα ὑδρογόνου H^+, καθ' ὅσον λόγω τοῦ πλέον θετικοῦ δυναμικοῦ των ἀποβολῆς, ἀντιδροῦν δυσκολώτερον ἀπὸ τὰ ἰόντα Na. Οὕτω τὸ ὑδρογόνον συλλέγεται κάτωθεν τοῦ διαφράγματος καὶ ἀπάγεται εἰς τὸ σημεῖον θ.



Σχ. 7 · 3 γ.
Ἄποψις κελλίων Hooker εἰς σειράς. Ἡμερησία ἱκανότης παραγωγῆς 110 τόννοι διαλυμάτων καυστικοῦ νατρίου 50% καὶ 73%, 100 τόννοι χλωρίου καὶ 27000 m^3 ὑδρογόνου.

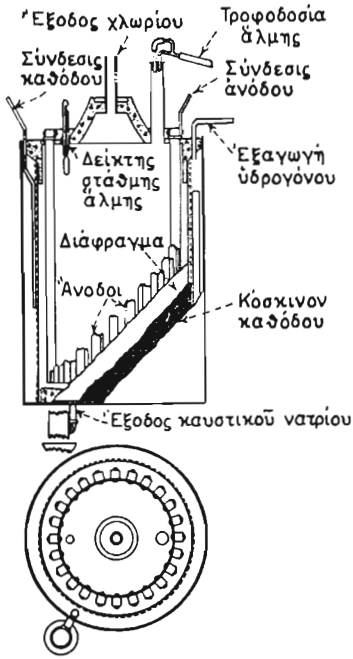
Εἰς τὸν χῶρον τῆς καθόδου παραμένει διάλυμα καυστικοῦ νατρίου, ἐντὸς ἀραιοῦ διαλύματος μαγειρικοῦ ἅλατος. Ἀνὰ λίτρον διαλύματος εἶναι διαλελυμένα περίπου 120 g NaOH καὶ 140 g NaCl. Τοῦτο εἰς τὸ ι ἀπάγεται. 50 ἕως 100 ἐπὶ μέρους κελλία ἀποτελοῦν μίαν συστοιχίαν.

Εἰς τὸ σχῆμα 7 · 3 β εἰκονίζεται κελλίον τύπου Hooker καὶ εἰς τὸ σχῆμα 7 · 3 δ ἄλλος τύπος κελλίου κυλινδρικῆς μορφῆς. Τὰ κελλία αὐτὰ λειτουργοῦν κατὰ τὴν μέθοδον διαφράγματος.

3) Μέθοδος τοῦ ἀμαλγάματος.

Ἐντὸς τοῦ κελλίου ἀμαλγάματος, 5, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει μι-

κρὰν κλίσιν πρὸς τὴν μίαν πλευράν, ἡ ἄνοδος ἀποτελεῖται ἐκ πολλῶν ἠλεκτροδίων γραφίτου α, ἐνῶ ἡ κάθοδος σχηματίζεται ὑπὸ ὑδραργύρου β ρέοντος βραδέως ἐπὶ τοῦ πυθμένος. Τὸ κελλίον δὲν περιέχει διάφραγμα. Ὁ ἠλεκτρολύτης εἶναι καὶ ἐδῶ κεκορεσμένον καθαρὸν διάλυμα μαγειρικοῦ ἅλατος, τὸ ὁποῖον προσάγεται συνεχῶς, γ. Κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν διὰ συνεχοῦς ρεύματος τάσεως περίπου 4,6 Volt σχηματίζεται χλώριον ἐπὶ τῆς ἀνόδου καὶ ἀπάγεται ὑπὸ μορφὴν ἀερίου δ. Τὰ ἰόντα νατρίου ἐκφορτίζονται ἐπὶ τῆς ἐξ ὑδραργύρου καθόδου καὶ σχηματίζουν μετὰ τοῦ ὑδραργύρου ἀμέσως ἀμάλγαμα νατρίου, τὸ ὁποῖον, ἐκρέει ἐκ τοῦ κελλίου ε, μὲ περιεκτικότητα εἰς νάτριον περίπου 0,2%. Διὰ μιᾶς ἀντλίας, 6, τὸ ἀμάλγαμα ἀντλεῖται ἐντὸς συσκευῆς ἀποσυνθέσεως, 7, ἑνὸς πύργου, ὁ ὁποῖος εἶναι πλήρης τεμαχιδίων γραφίτου· ἐντὸς αὐτοῦ τὸ ἀμάλγαμα ἀποσυντίθεται δι' ὕδατος εἰς ὑδράργυρον, διάλυμα καυστικοῦ νατρίου, 9, καὶ ὑδρογόνον ζ. Ὁ καθαρὸς ὑδράργυρος συλλέγεται ἐπὶ τοῦ πυθμένος τῆς συσκευῆς ἀποσυνθέσεως καὶ προσάγεται διὰ μιᾶς ἀντλίας, 8, πάλιν ἐντὸς τοῦ κελλίου ἠλεκτρολύσεως.



Σχ. 7·3 δ.
Πρόοψις καὶ κάτοψις κελλίου παραγωγῆς NaOH.

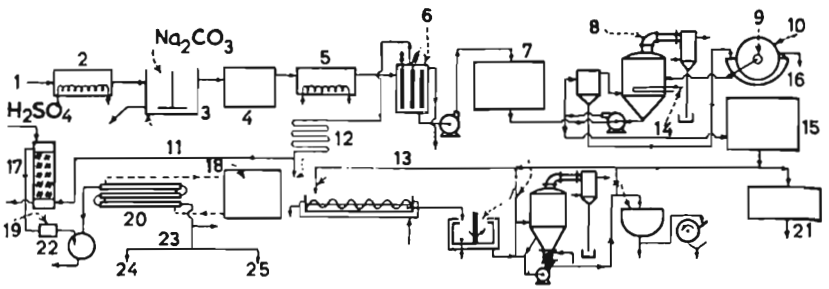
7·4 Κατεργασία τῶν προϊόντων τῆς ἠλεκτρολύσεως.

1) Ὑδρογόνον.

Τὸ ὑδρογόνον ποὺ λαμβάνομεν διὰ τῆς μεθόδου τοῦ διαφράγματος ἢ τοῦ ἀμαλγάματος εἶναι περίπου 95%. Ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ξηραίνεται μὲ πυκνὸν θειικὸν ὀξὺ καὶ συμπιέζεται διὰ συμπιεστῶν, 9, ἐντὸς χαλυβδίνων φιαλῶν, 10, ἢ ὑφίσταται περαιτέρω κατεργασίαν εἰς εἰδικὸν ἐργοστάσιον.

2) Καυστικὸν νάτριον.

Τὸ διάλυμα τοῦ καυστικοῦ νατρίου, ποὺ λαμβάνομεν διὰ τῆς μεθόδου τοῦ διαφράγματος, ἔχει περιεκτικότητα 12% περίπου καὶ περιέχει πολὺ μαγειρικὸν ἅλας. Τὸ διάλυμα τοῦ καυστικοῦ νατρίου συμπυκνοῦται ἰσχυρῶς ἐντὸς πολυβαθμίου ἐξατμιστῆρος, 11. Τοιουτοτρόπως τὸ μαγειρικὸν ἅλας ἀποβάλλεται ὡς ἀδιάλυτον κατὰ τὸ μέγιστον μέρος καὶ διαχωρίζεται διὰ φυγοκεντρήσεως (μὴ δεικνυομένης εἰς τὸ σχῆμα 7 · 3 α). Τὸ οὕτω καθαρισθὲν διάλυμα τοῦ καυστικοῦ νατρίου εἶναι περίπου 50% καὶ περιέχει ἀκόμη μόνον 2% NaCl. Ὅταν ἀπαιτῆται μεγάλη καθαρότης, πρέπει νὰ καθαρισθῇ δι' ἀνακρυσταλλώσεως.



Σχ. 7 · 4.

Σχῆμα ροῆς δι' ἠλεκτρολυτικὸν NaOH καὶ χλώριον: 1. Ἅλμη. 2. Συσκευὴ θερμάνσεως τῆς ἅλμης. 3. Καθαρισμὸς ἅλμης. 4. Ἀποθήκευσις ἅλμης. 5. Συσκευὴ θερμάνσεως τῆς ἅλμης. 6. Ἠλεκτρολυτικὸν κελλίον. 7. Ἀποθήκευσις ἁραιοῦ διαλύματος. 8. Πολλαπλοῖ συμπυκνωταί. 9. Φίλτρον. 10. Ὑγρὰ ἐκπλύσεως. 11. Ξηρὸν χλώριον. 12. Ψυγεῖον χλωρίου. 13. Ἐξαγωγὴ ὀλίγου H_2O. 14. Ἀτμοί. 15. Ἀποθήκευσις πυκνοῦ διαλύματος NOH. 16. Ἅλας δι' ἅλμην. 17. Πύργος ξηράνσεως. 18. Ψυγεῖον. 19. Ἀντλία. 20. Διάταξις ὑγροποιήσεως. 21. Πώλησις διαλύματος. 22. Τύμπανον ἐκτονώσεως. 23. Ὑγροποιηθὲν χλώριον. 24. Φιάλαι. 25. Αὐτοκίνητα δοχεῖα.

Εἰς τὴν μέθοδον τοῦ ἀμαλγάματος σχηματίζεται μεγάλης καθαρότητος διάλυμα καυστικοῦ νατρίου, πλήρως ἀπηλλαγμένου τοῦ μαγειρικοῦ ἅλατος ἢ ἄλλων ἀκαθαρσιῶν, περιεκτικότητος 50%. Εἶναι δυνατὸν ὅμως ἡ περιεκτικότης αὐτὴ νὰ αὐξηθῇ εὐχερῶς καὶ ἕως 75%.

Τὸ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου 50% φέρεται ὡς ἔχει εἰς τὸ ἐμπόριον, 12, ἢ ἐντὸς λεβήτων τήξεως, 13, συμπυκνοῦται πρὸς στερεὸν καυστικὸν νάτριον καὶ φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ἐντὸς βαρελίων,

14. Μικραὶ ποσότητες καυστικοῦ νατρίου λαμβάνονται καὶ σήμερον ἀκόμη διὰ θερμάνσεως διαλύματος σόδας μετὰ ἀσβεστίου γάλακτος, ὁπότε ἀποβάλλεται ἀδιάλυτον ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον.

Εἰς τὸ σχῆμα 7 · 4 εἰκονίζεται διάγραμμα ροῆς ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου.

3) Χλώριον.

Τὸ χλώριον ὑγροποιεῖται, 15, καὶ φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ἐντὸς βυτιοφόρων ὀχημάτων πιέσεως, 16, ἢ ἐντὸς χαλυβδίνων φιαλῶν, 17.

4) Νάτριον.

Τὸ ἐκ τῆς ἠλεκτρολύσεως πήγματος προερχόμενον νάτριον δύναται νὰ δοθῇ εἰς τὸ ἐμπόριον ἄνευ προσθέτου καθάρσεως συσκευασμένον ἀεροστεγῶς ἐντὸς βαρελίων, 18. (σχ. 7 · 3 α).

7 · 5 Ἄλλαι μέθοδοι παραγωγῆς χλωρίου.

Παρ' ὅλον ὅτι σήμερον διὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ χλωρίου κυριωτέρα μέθοδος εἶναι ἡ ἠλεκτρόλυσις τῶν χλωριούχων ἀλκαλίων, ἐπιχειρεῖται κατὰ διαφόρους τρόπους νὰ διαμορφωθοῦν καὶ ἄλλαι ἐπίσης μέθοδοι. Παράδειγμα πρὸς τοῦτο εἶναι ἡ μέθοδος τῶν Opppaner Deacon, κατὰ τὴν ὁποίαν ἀέριον ὑδροχλώριον ὀξειδοῦται δι' ὀξυγόνου εἰς 450^0 C ἐπὶ ἑνὸς καταλύτου (τετηγμένον NaCl) προς χλώριον. Ἡ μέθοδος αὐτὴ δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν ἀξιοποίησιν ὑδροχλωρίου τὸ ὁποῖον προκύπτει ὡς ὑποπροϊὸν ἐξ ἄλλων ἀντιδράσεων (βιομηχανία βινυλοχλωριδίου):

$$4HCl + O_2 \quad \text{καταλύτης} \quad 2Cl_2 + H_2O$$

Μία ἄλλη μέθοδος ἀνεπτύχθη εἰς τὰς Η.Π.Α. Κατ' αὐτὴν ὀξειδοῦται χλωριοῦχον νάτριον διὰ πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, ὁπότε λαμβάνεται μέσω νιτροξυλοχλωριδίου (NOCl) χλώριον καὶ νιτρῶδες ὀξύ.

Ἀξιόλογοι ποσότητες χλωρίου λαμβάνονται ἐπίσης καὶ κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν χλωριούχων ἁλάτων, ἀλκαλικῶν γαιῶν καὶ ἄλλων μετάλλων, ὡς π.χ. $MgCl_2$, $CaCl_2$, $TiCl_4$ κ.ἄ., ὁπότε ὡς ὑποπροϊὸν σχηματίζεται χλώριον.

7 · 6 Τὸ νάτριον ἐξ ἠλεκτρολύσεως τήγματος.

Διὰ τὴν βιομηχανικὴν παραγωγὴν τοῦ νατρίου τὸ ὑδροξεί-

διον αὐτοῦ δὲν εἶναι ἐνδεδειγμένον ὡς πρώτη ὕλη, διότι κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσίν του σχηματίζεται ὡς ὑποπροϊὸν ὕδωρ καὶ ὀξυγόνον. Τὸ ὕδωρ ἀντιδρᾶ μεθ' ἑνὸς μέρους τοῦ σχηματιζομένου νατρίου, ὁπότε ἐπανασχηματίζεται NaOH καὶ ἀπελευθεροῦται ὑδρογόνον:

$$4NaOH \rightarrow 4Na + 2H_2O + O_2$$

$$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$$

Ὡς ἐκ τούτου σήμερον χρησιμοποιεῖται σχεδὸν ἀποκλειστικῶς ἡ ἠλεκτρόλυσις τήγματος χλωριούχου νατρίου.

7 · 7 Ἐφαρμογαὶ καὶ ἀποθήκευσις τῶν προϊόντων ἠλεκτρολύσεως τοῦ NaCl.

α) Ἐφαρμογαὶ τοῦ χλωρίου.

Τὸ χλώριον εὑρίσκει εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν πολύπλευρον ἐφαρμογήν, π.χ. διὰ τὴν παρασκευὴν διαλυτῶν (χλωριωμένων ὑδρογονανθράκων), προσθηκῶν εἰς τὰ καύσιμα (μέσα ἐναντίον τοῦ «κτυπήματος», μέσα καταπολεμήσεως ἐπιβλαβῶν ὀργανισμῶν, πλαστικά, συνθετικαὶ ἶνες, ψυκτικὰ μέσα κ.ἄ.).

Ἐπίσης καὶ εἰς ἄλλους κλάδους τῆς βιομηχανίας χρησιμοποιεῖται τὸ χλώριον εὐρέως, π.χ. πρὸς λεύκανσιν, πρὸς ἀπολύμανσιν ποσίμου ὕδατος κ.λπ.

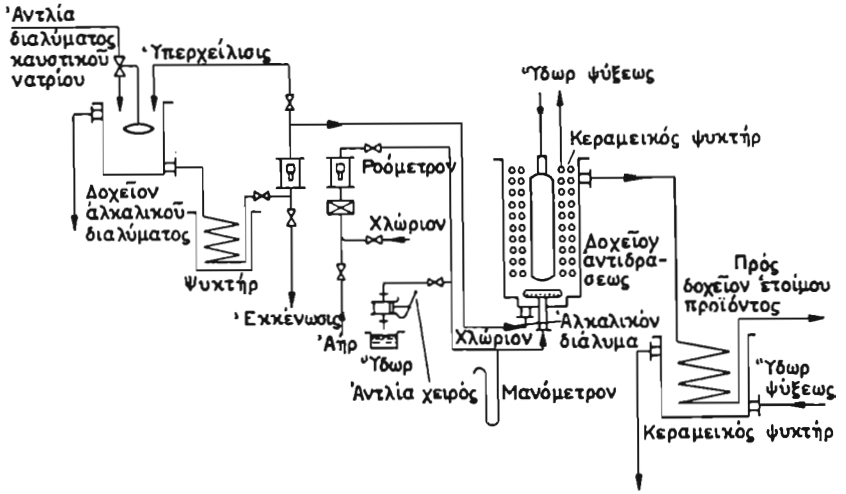
Εἰς τὸ σχῆμα 7 · 7 α εἰκονίζεται διάγραμμα παραγωγῆς κατὰ συνεχῆ τρόπον NaOCl (ὑποχλωριώδους νατρίου) δι' ἐπιδράσεως Cl ἐπὶ NaOH. Εἰς τὸ σχῆμα 7 · 7 β εἰκονίζεται διάγραμμα παραγωγῆς κατὰ συνεχῆ τρόπον $CaOCl_2$ (ὑποχλωριώδους ἀσβεστίου ἢ χλωρασβέστου) δι' ἐπιδράσεως Cl ἐπὶ CaO.

Πρὸ ὀλίγων δεκαετηρίδων ὑπῆρχε παγκοσμίως ὑπερπαραγωγὴ χλωρίου καὶ δὲν ἦτο δυνατὸν τὸ χλώριον, τὸ ὁποῖον ἐσχηματίζετο κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν τῶν χλωριδίων διὰ τὴν παραγωγὴν NaOH κυρίως, ὡς ὑποπροϊόν, νὰ ἀξιοποιηθῇ ἐπωφελῶς εἰς ὅλην του τὴν ποσότητα. Σήμερον ὅμως τὸ χλώριον εἶναι πρώτη ὕλη μὲ μεγάλην ζήτησιν, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ κατασκευάζωνται εἰς πολλὰς χώρας μεγάλα ἐργοστάσια διὰ τὴν παρασκευὴν χλωρίου, λόγω ἀνεπαρκείας τοῦ ὡς ὑποπροϊόντος παραγομένου.

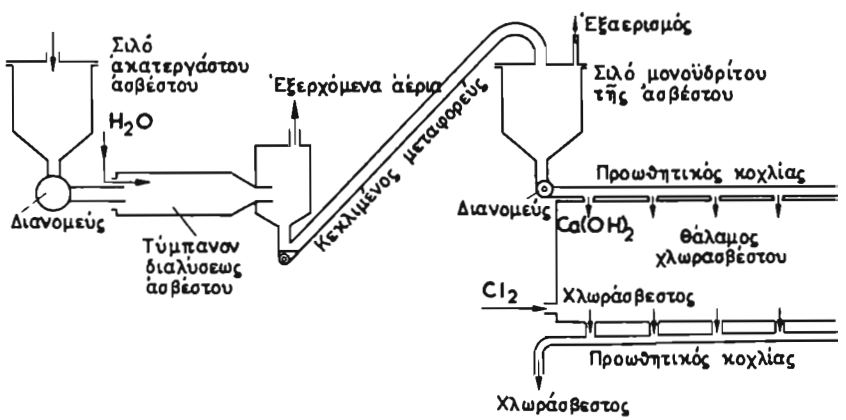
β) Ἀποθήκευσις καὶ μεταφορὰ τοῦ χλωρίου.

Ἐπειδὴ ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ χλωρίου εἶναι ὑψηλή, τὸ

χλώριον ὑγροποιεῖται εὐκόλως εἰς συνήθη θερμοκρασίαν καὶ ὑπὸ μετρίαν πίεσιν. Ὡς ἐκ τούτου διὰ τὴν ἀποθήκευσιν καὶ τὴν μεταφορὰν ἐκλέγεται ἡ ὑγρὰ κατάστασις.



Σχ. 7·7 α.
Ἐγκατάστασις συνεχοῦς παραγωγῆς ὑποχλωριώδους νατρίου.



Σχ. 7·7 β.
Μηχανικοὶ θάλαμοι παραγωγῆς ὑποχλωριώδους ἀσβεστίου (χλωρασβέστου).

Ἂν ἐπὶ πλέον τὸ ἀέριον πρὸ τῆς ὑγροποιήσεώς του ξηρανθῇ

τελείως, εἶναι δυνατὸν νὰ μεταφερθῆ ἄνευ οὐδενὸς κινδύνου ἐντὸς χαλυβδίνων φιαλῶν πιέσεως ἢ ἐντὸς σιδηρῶν δοχείων πιέσεως καὶ νὰ ἀποθηκευθῆ. Τὸ χλώριον, ὅταν εὑρίσκεται εἰς μεγάλας ποσότητας, μεταφέρεται καὶ διὰ σωληνώσεων. Ἡ πλήρωσις τῶν φιαλῶν γίνεται, ὅταν τὸ ἀέριον εὑρίσκεται ἐν καταψύξει (—50° C)

Εἰς 10,3° C ἡ πίεσις ἀνέρχεται εἰς 5 ἀτμοσφαίρας καὶ εἰς 35,6° C εἰς 10 ἀτμοσφαίρας.

γ) Ἐξέλιξις τῆς παραγωγῆς χλωρίου παγκοσμίως (εἰς ἑκατομμύρια τόννους).

Εἰς τὸν Πίνακα 7·7·1 φαίνεται ἡ ἐξέλιξις ἀπὸ τοῦ 1955 ἕως 1959 τῆς παγκοσμίου παραγωγῆς τοῦ χλωρίου.

ΠΙΝΑΞ 7·7·1

Παγκόσμιος παραγωγὴ χλωρίου ἐτῶν 1955 ἕως 1959

	1955	1956	1957	1958	1959
Η.Π.Α.	3,103	3,445	3,581	3,270	3,886
Ὑπόλοιπος Ἀμερική	0,219	0,246	0,253	0,309	0,339
Δυτικὴ Εὐρώπη πλὴν Δ. Γερμανίας	1,413	1,503	1,671	1,764	1,916
Δυτικὴ Γερμανία	0,404	0,461	0,520	0,538	0,592
Παγκόσμιος παραγωγὴ	5,550	6,123	6,509	6,440	7,505

Σήμερον ἡ παγκόσμιος παραγωγὴ χλωρίου ὑπολογίζεται ὅτι ὑπερβαίνει τὰ 20 ἑκατομμύρια τόννους.

δ) Ἐφαρμογαὶ τοῦ καυστικοῦ νατρίου.

Τὸ καυστικὸν νάτριον χρησιμοποιεῖται ποικιλοτρόπως εἰς τὴν Χημικὴν βιομηχανίαν κυρίως ὑπὸ μορφὴν διαλύματος καυστικοῦ νατρίου, τὸ ὁποῖον παρασκευάζεται ἐπὶ τόπου διὰ διαλύσεως στερεοῦ καυστικοῦ νατρίου ἐντὸς ὕδατος εἰς οἱανδήποτε ἐπιθυμουμένην πυκνότητα.

Μερικοὶ κύριοι τομεῖς ἐφαρμογῆς εἶναι: αἱ βιομηχανίαι συνθετικοῦ ἐρίου, τεχνητῆς μετάξης, συνθετικῶν ὑλῶν, ὑφαντουργίας, σαπωνοποιίας, χάρτου, παρασκευῆς διαφόρων χημικῶν ἀντιδραστηρίων κ.ἄ.

ε) Ἀποθήκευσις καὶ μεταφορὰ τοῦ καυστικοῦ νατρίου.

Ἐπειδὴ τὸ στερεὸν καυστικὸν νάτριον εἶναι λίαν ὑγροσκοπικὸν καὶ ἐκτὸς τούτου ἀντιδρᾷ ταχέως μετὰ τοῦ CO_2 τοῦ ἀέρος σχηματίζον ἀνθρακικὰς ἑνώσεις, συσκευάζεται ἀεροστεγῶς ἐντὸς βαρελίων, ὅπου φυλάσσεται καὶ μεταφέρεται. Ὡς κατασκευαστικὸν ὑλικὸν διὰ τὰ δοχεῖα καὶ τοὺς λέβητας μεταφορᾶς καυστικοῦ νατρίου ἐνδείκνυται ὁ σίδηρος. Τὸ ἀλουμίνιον ἀποκλείεται ἀπολύτως, διότι διαλύεται ὑπὸ τοῦ διαλύματος καυστικοῦ νατρίου σχηματίζον ἀργιλικὸν νάτριον. Πρὸς ἐπένδυσιν τῶν δοχείων μεταφορᾶς καυστικοῦ νατρίου δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν συνθετικαὶ ὕλαι. Κατὰ τὴν χρησιμοποίησιν καυστικοῦ νατρίου ἢ διαλύματος καυστικοῦ νατρίου πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦνται προστατευτικὰ ὀμματοϋάλια, καθ' ὅσον μικρὰ θραύσματα καυστικοῦ νατρίου καθὼς ἐπίσης καὶ σταγόνες διαλύματος καυστικοῦ νατρίου καταστρέφουν τοὺς ὀφθαλμοὺς ταχέως. Ἀπὸ τῆς ἀπόψεως προσβολῆς τῶν ὀφθαλμῶν τὸ NaOH δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν ὅτι εἶναι δραστικώτερον καὶ αὐτοῦ τοῦ H_2SO_4.

στ) Οἰκονομικὴ σημασία τοῦ καυστικοῦ νατρίου.

Ὁ Πίναξ 7·7·2 δεικνύει τὴν παγκόσμιον παραγωγὴν καυστικοῦ νατρίου δι' ἠλεκτρολύσεως τῶν ἁλάτων τοῦ νατρίου καὶ διὰ μετατροπῆς τοῦ ἀνθρακικοῦ νατρίου εἰς καυστικὸν νάτριον (καυστικοποίησις).

ΠΙΝΑΞ 7·7·2

Παραγωγὴ καυστικοῦ νατρίου δι' ἠλεκτρολύσεως καὶ διὰ καυστικοποιήσεως (εἰς ἑκατομμύρια τόννους)

	1950		1959	
	Ἠλεκτρόλυσις	Καυστικοποίησις	Ἠλεκτρόλυσις	Καυστικοποίησις
Η.Π.Α.	1,82	0,46	3,95	0,30
Λοιπαὶ χῶραι	1,20	2,5	4,1	2,0
Παγκοσμίως	3,02	2,98	8,0	2,3

Ἡ παγκόσμιος αὔξησις παραγωγῆς τοῦ καυστικοῦ νατρίου ἀπὸ τοῦ ἔτους 1929 ἕως 1970 εἶναι ἡ ἀκόλουθος:

1929	1,5	ἑκατομμύρια	τόννους
1950	6,0	»	»
1955	8,1	»	»
1960	11,2	»	»

1970 ἄνω τῶν 20 ἑκατομμυρίων τόννων.

ζ) Ἐφαρμογαὶ τοῦ νατρίου.

Περίπου 40% τῆς παραγωγῆς νατρίου ὑφίσταται περαιτέρω κατεργασίαν πρὸς κυανιοῦχον νάτριον καὶ ὑπεροξείδιον τοῦ νατρίου· 25% χρησιμοποιοῦνται διὰ σκοποὺς ἀναγωγῆς εἰς τὴν Ὀργανικὴν Χημείαν καὶ τὸ ὑπόλοιπον χρησιμοποιεῖται διὰ διαφόρους σκοπούς, ὡς π.χ. πρὸς ξήρανσιν αἰθέρος, βενζολίου, ἐλαίου μετασχηματιστῶν κ.ἄ., διὰ τὴν παρασκευὴν κραμάτων νατρίου, ἀμαλγαμάτων νατρίου, διὰ λυχνίας ἀτμῶν νατρίου κ.λπ.

Ἐσχάτως τὸ νάτριον χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ὡς μεταφορεὺς θερμότητος εἰς τοὺς πυρηνικοὺς ἀντιδραστῆρας.

η) Ἀποθήκευσις καὶ μεταφορὰ τοῦ νατρίου.

Τὸ ἠλεκτρολυτικῶς λαμβανόμενον νάτριον ἀνατήκεται ἀπουσίᾳ ἀέρος καὶ χυτεύεται εἰς ράβδους, αἱ ὁποῖαι σφραγίζονται ἐντὸς λευκοσιδηρῶν δοχείων καὶ αὐταὶ ἀπουσίᾳ ἀέρος καὶ διατίθενται εἰς τὴν κατανάλωσιν.

Μικρότεραι ποσότητες φυλάσσονται ἐντὸς ὑγρῶν ἀπηλλαγμένων ὀξυγόνου, ὡς π.χ. παραφινέλαιον, πετρέλαιον.

θ) Ἐφαρμογαὶ τοῦ ἐκ τῆς ἠλεκτρολύσεως παραγομένου ὑδρογόνου.

Τὸ δι' ἠλεκτρολύσεως παραγόμενον ὑδρογόνον ἀποτελεῖ ὅλως ἀσήμαντον ποσοστὸν τῆς συνολικῆς παραγωγῆς ὑδρογόνου, ἡ ὁποία σήμερον γίνεται μὲ πρώτην ὕλην ἄνθρακα καὶ κυρίως πετρέλαιον (Κεφάλ. 9).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 8

ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟΝ ΟΞΥ

8 · 1 Γενικά.

Τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, HCl, εἶναι διάλυμα ἀερίου ὑδροχλωρίου ἐντὸς ὕδατος.

Τὸ ὑδροχλώριον εἶναι ἄχρουν ἀέριον μὲ χαρακτηριστικὴν ἐρεθιστικὴν ὀσμήν, ἡ ὁποία προκαλεῖ βῆχα, ὑγροποιεῖται εἰς -83^0 C πρὸς ἄχρουν ὑγρὸν καὶ στερεοποιεῖται εἰς -112^0 C πρὸς ἀχρόους κρυστάλλους. Τὸ ἀέριον ὑδροχλώριον διαλύεται ἀφθόνως ὑπὸ μεγάλην ἔκλυσιν θερμότητος ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Εἰς 10^0 C διαλύονται 474 λίτρα ἀερίου ὑδροχλωρίου ἐντὸς ἑνὸς λίτρου ὕδατος. Τὸ διάλυμα αὐτὸ χαρακτηρίζεται ὡς πυκνὸν ὑδροχλωρικὸν ὀξύ.

Τὸ πλήρως κεκορεσμένον διάλυμα τοῦ ὑδροχλωρίου ἐντὸς ὕδατος περιέχει περίπου 40 % κατὰ βάρος ὑδροχλώριον καὶ εἶναι τὸ πλέον ἰσχυρὸν δυνατὸν ὑδροχλωρικὸν ὀξύ. Τοῦτο καπνίζει εἰς τὸν ἀέρα καὶ ὀνομάζεται ὡς ἐκ τούτου *καπνίζον ὑδροχλωρικὸν ὀξύ*. Τὸ χημικῶς καθαρὸν ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ εἶναι ἄχρουν διαυγὲς ὑγρόν, τὸ ὁποῖον καπνίζει τόσον περισσότερον, ὅσον περισσότερον πυκνὸν εἶναι. Εἰς συγκεντρώσεις ἄνω τοῦ 30 % κατὰ βάρος καπνίζει εἰς τὸν ὑγρὸν ἀέρα. Ὁ *καπνὸς* εἰς τὴν πραγματικότητα εἶναι *νέφος*, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται ἐκ λεπτοτάτων σταγονιδίων ὑγροῦ (ἀερίου ὑδροχλωρίου διαλελυμένου ἐντὸς ὕδατος) ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος.

Τὸ τεχνικῆς καθαρότητος ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ περιέχει ἀκαθαρσίας, ὡς χλωριοῦχον σίδηρον, χλωριοῦχον ἀρσενικὸν καὶ ἐνδεχομένως ὀργανικὰς οὐσίας. Ὡς ἐκ τούτου τὸ τεχνικὸν ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ ἔχει συνήθως ὑποκίτρινον χρῶμα.

Χημικῶς τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ ἀνήκει εἰς τὰ ἰσχυρὰ ὀξέα. Δύναται νὰ διαλύσῃ ὅλα τὰ μέταλλα, τὰ ὁποῖα εἶναι ἠλεκτραρνητικώτερα τοῦ ὑδρογόνου ὑπὸ ἔκλυσιν ὑδρογόνου. Τὰ μέταλλα χαλκός, ἀργίλιον, ψευδάργυρος, χρυσὸς καὶ τὰ μέταλλα τῆς ὁμάδος πλατίνης, τὰ ὁποῖα εἶναι ὅλα ἠλεκτροθετικώτερα τοῦ ὑδρογόνου, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ διαλυθοῦν ὑπὸ τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος.

Ἐν μίγματι μετὰ νιτρικοῦ ὀξέος ὅμως (ἕνα μέρος πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος καὶ 3 μέρη πυκνοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος) διαλύει τὸν χρυσὸν καὶ τὰ μέταλλα τῆς πλατίνης· τὸ μῖγμα αὐτὸ ὀνομάζεται *βασιλικὸν ὕδωρ*.

Τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ εἶναι δηλητήριον διὰ τοὺς ζῶντας ὀργανισμούς. Οἱ βλεννογόνοι τοῦ ἀνθρώπου καὶ τῶν ζώων προσβάλλονται ἰσχυρῶς ὑπὸ τοῦ ὑδροχλωρίου, ἐνῶ τὰ φυτὰ καταστρέφονται ταχέως τόσον ἐκ διαλυμάτων ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ὅσον καὶ ἐξ ἀερίου ὑδροχλωρίου.

Εἰς τὸ σχῆμα 8 · 1 α παριστάνεται διάγραμμα παραγωγῆς τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος.

Τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ ἀνήκει εἰς τὰ χημικὰ προϊόντα, τὰ ὁποῖα παράγονται εἰς μεγάλας ποσότητας. Μεγάλο μέρος τῆς παραγωγῆς τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἀποτελεῖ ὑποπροϊόν· ὑπάρχουν πολυάριθμοι μέθοδοι παραγωγῆς χημικῶν προϊόντων, εἰς τὰς ὁποίας τὸ ὑδροχλώριον σχηματίζεται εἰς μεγάλας ποσότητας ὡς ὑποπροϊὸν καὶ ἀπορροφεῖται ἐντὸς ὕδατος διὰ νὰ χρησιμοποιηθῇ περαιτέρω ὡς ὑδροχλωρικὸν ὀξύ. Π.χ. κατὰ τὴν παρασκευὴν θειικοῦ νατρίου ἐκ μαγειρικοῦ ἅλατος καὶ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος ἐντὸς τοῦ κλιβάνου παραγωγῆς θειικοῦ νατρίου, 1, σχηματίζεται ὡς ὑποπροϊὸν ἀέριον ὑδροχλώριον. Ἡ ἀντίδρασις αὐτὴ διεξάγεται εἰς δύο βαθμίδας. Εἰς τὴν πρώτην βαθμίδα σχηματίζεται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν ἐκ πυκνοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος καὶ μαγειρικοῦ ἅλατος ὄξινον θειικὸν νάτριον ὑπὸ ἔκλυσιν ἀερίου HCl. Τὸ ὄξινον θειικὸν νάτριον, $NaHSO_4$, ἐν συνεχείᾳ (2α βαθμὶς) ἀντιδρᾷ μετὰ ἰσοδυνάμου ποσότητος χλωριούχου νατρίου καὶ θερμαίνεται εἰς 300^0 C. Τοιουτοτρόπως σχηματίζεται οὐδέτερον θειικὸν νάτριον, Na_2SO_4, καὶ ἀέριον ὑδροχλώριον.

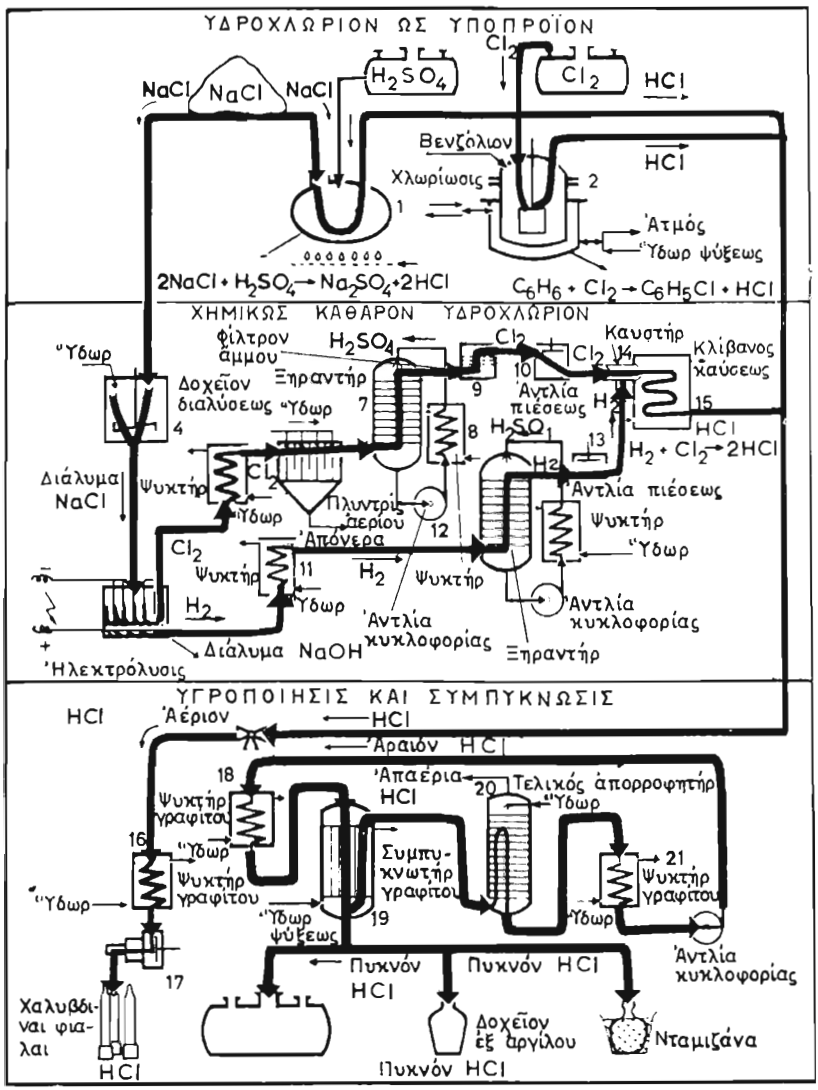
1η βαθμὶς $NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl$ (συνήθης θερμοκρασία)

2α βαθμὶς $NaCl + NaHSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + HCl$ (300^0 C).

Εἰς τὸ σχῆμα 8 · 1 β παριστάνεται μὲ μεγαλυτέρας λεπτομερείας ἡ παραγωγὴ ὑδροχλωρίου ἐκ χλωριούχου νατρίου καὶ θειικοῦ ὀξέος.

Μεγαλύτεραι ποσότητες ἀερίου HCl σχηματίζονται σήμερον ὡς ὑποπροϊὸν εἰς διαφόρους χλωριώσεις ὀργανικῶν ἐνώσεων διὰ χλω-

ρίου, όπότε τὸ ἐκτοπιζόμενον ἄτομον ὑδρογόνου συνδέεται μετὰ χλωρίου.



Σχ. 8·1α.

Τὸ μονοχλωριοξεικὸν ὀξὺ π.χ. παράγεται δι' ἐπιδράσεως χλωρίου ἐπὶ ὀξεικοῦ ὀξέος:

$$CH_3COOH + Cl_2 \rightarrow CH_2ClOOH + HCl$$

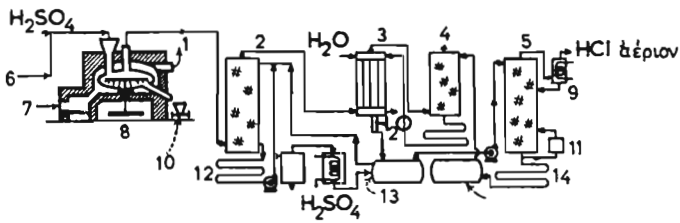
Τὸ χλωριοβενζόλιον παράγεται δι' ἐπιδράσεως χλωρίου ἐπὶ βενζολίου:

$$C_6H_6 + Cl_2 \rightarrow C_6H_5Cl + HCl$$

Τὸ βινυλοχλωρίδιον παράγεται δι' ἐπιδράσεως χλωρίου ἐπὶ αἰθυλενίου:

$$CH_2CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2ClCH_2Cl$$
$$CH_2ClCH_2Cl - HCl \rightarrow \text{βινυλοχλωρίδον}$$

Εἰς ὅλα τὰ ἀνωτέρω παραδείγματα παράγεται ὡς ὑποπροϊὸν ὑδροχλώριον.



Σχ. 8·1 β.

Σχῆμα ροῆς παραγωγῆς ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος.

1. Καπνοδόχος. 2. Πύργος ψύξεως. 3. Συσκευὴ ψύξεως καὶ ἀπορροφήσεως. 4. Ἀπαέρια. 5. Πύργος συγκρατήσεως ὑγρασίας. 6. Ἅλας. 7. Καύσιμος ὕλη. 8. Κλίβανος. 9. Συμπυκνωτής. 10. Ἀποθήκευσις πυκνοῦ ὀξέος. 11. Βοηθητικὸς λέβης. 12. Ψύκτης. 13. Ἀποθήκευσις πυκνοῦ ὀξέος. 14. Ψύκτης.

Αἱ χλωριώσεις αὐταὶ τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων ἄλλοτε μὲν εἶναι ἐξώθερμοι, ὁπότε ἡ πορεία τῆς χλωριώσεως πρέπει νὰ ρυθμίζεται διὰ ψύξεως, ἄλλοτε δὲ εἶναι ἐνδόθερμοι, ὁπότε πρέπει νὰ προσάγεται θερμικὴ ἐνέργεια. Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν ὁ λέβης χλωριώσεως εἶναι ἐπενδεδυμένος μὲ μανδύαν, ὁ ὁποῖος δύναται νὰ χρησιμεύσῃ τόσον διὰ θέρμανσιν ἔξωθεν ὅσον ἐπίσης καὶ διὰ ψῦξιν.

Πρέπει νὰ σημειωθῇ ὅτι, λόγω τῶν μεγάλων ποσοτήτων βινυλοχλωριδίου ἰδίως, ἀλλὰ καὶ ἄλλων χλωριωμένων ὑδρογονανθράκων, σήμερον τὸ ὑδροχλώριον, ποὺ παράγεται ἐκ τῆς χλωριώσεως

τῶν ὑδρογονανθράκων, ἀποτελεῖ σημαντικὸν μέρος τῆς ὅλης παγκοσμίου παραγωγῆς ἀερίου ὑδροχλωρίου.

8 · 2 Παραγωγὴ ὑδροχλωρίου ἐξ ἠλεκτρολυτικῶς ληφθέντος χλωρίου καὶ ὑδρογόνου.

Τὸ χλώριον καὶ τὸ ὑδρογόνον σχηματίζουν ἐκρηκτικὸν μῖγμα, τὸ ὁποῖον δι' ἑνὸς σπινθῆρος ἢ ἐπίσης καὶ δι' ἀκτινοβολίας ἡλιακοῦ φωτὸς δύναται νὰ ἐκραγῇ ἰσχυρῶς. Ἂν διοχετεύσωμεν ἀέριον χλώριον καὶ τὴν αὐτὴν ποσότητα ἀερίου ὑδρογόνου ἐντὸς εἰδικοῦ καυστῆρος καὶ προκαλέσωμεν ἔναυσιν εἰς τὴν θέσιν ἀναμίξεως, σχηματίζεται ὑπὸ σχηματισμὸν φλογὸς ἀέριον ὑδροχλώριον:

$$Cl_2 + H_2 \rightarrow 2HCl$$

Πρῶται ὕλαι πρὸς τοῦτο εἶναι τὰ κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν τοῦ NaCl λαμβανόμενα ἀέρια χλώριον καὶ ὑδρογόνον (σχ. 8 · 1 α, 3 καὶ 4).

Εἰς τὸ σχῆμα 8 · 2 παριστάνεται μὲ περισσοτέρας λεπτομερείας ὁ ὡς ἄνω τρόπος παραγωγῆς ὑδροχλωρίου.

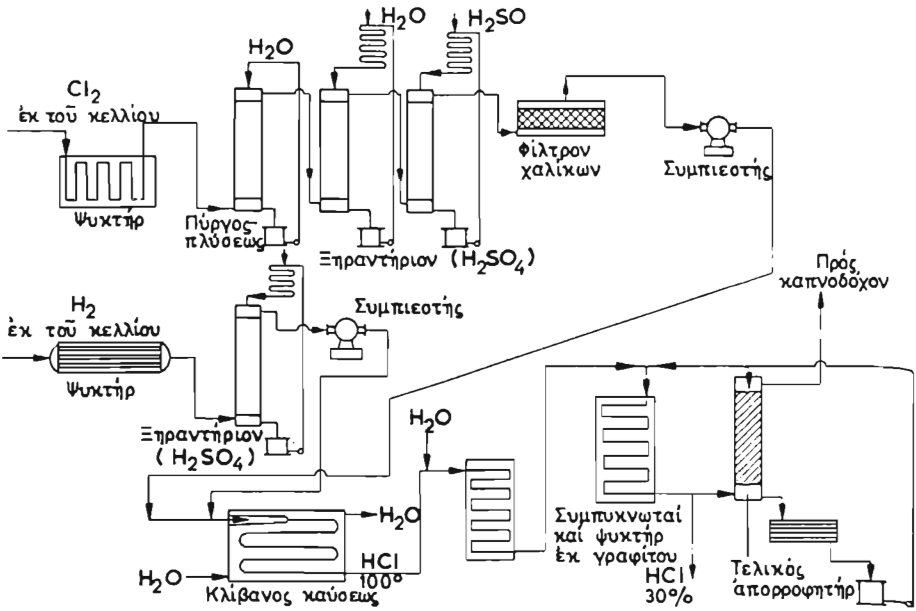
α) Προετοιμασία πρώτων ὑλῶν.

Τὸ χλώριον, τὸ ὁποῖον προέρχεται ἐκ τῆς ἠλεκτρολύσεως, κατ' ἀρχὰς ψύχεται, 5, καὶ πλύνεται δι' ὕδατος ἐντὸς πλυντρίδος ἀερίων, 6. Τὸ κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον διυγρανθὲν ἀέριον χλώριον ψεκάζεται ἐντὸς ἑνὸς ἀπορροφητῆρος, 7, μετὰ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος καὶ τοιουτοτρόπως ξηραίνεται. Τὸ θειικὸν ὀξὺ μετὰ ψῦξιν, 8, δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ καὶ πάλιν διὰ ξήρανσιν. Ἐν συνεχείᾳ γίνεται νέα κάθαρσις ἐντὸς φίλτρων ἄμμου, 9, καὶ συμπύκνωσις ἐντὸς ἀντλίας πιέσεως, 10.

Διὰ τὴν κάθαρσιν τοῦ ὑδρογόνου ἀρκεῖ μετὰ ψῦξιν, 11, ξήρανσις μετὰ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος, 12. Μία ἀντλία πιέσεως, 13, χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν πίεσιν τοῦ ὑδρογόνου.

Ἀντίδρασις. Ἡ ἕνωσις τοῦ χλωρίου καὶ τοῦ ὑδρογόνου πρὸς ὑδροχλώριον ἐπιτελεῖται μὲ μεγάλην ζωηρότητα (ἔκρηξις) καὶ ὑπὸ ἔντονον ἔκλυσιν θερμότητος. Ἡ ἀντίδρασις αὐτὴ δύναται νὰ ἀρχίσῃ καὶ μόνον διὰ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ἡλιακοῦ φωτός· λόγω τῆς μεγάλης ἱκανότητος ἐκρήξεως τοῦ μίγματος χλωρίου καὶ ὑδρογόνου, ἡ ἕνωσις τῶν δύο ἀερίων, δηλαδὴ ἡ καῦσις τοῦ χλωρίου ἐντὸς ὑδρογόνου, πρέπει νὰ διεξαχθῇ μὲ σύγχρονον λῆψιν ἰδιαιτέρων μέτρων ἀσφαλείας. Πολὺ καλὰ ἀποτελέσματα ἔδωσεν ὁ καυστὴρ χλωρίου-ὑδρογόνου,

14. Τὰ ἀέρια μετὰ τὴν ἔξοδον ἐκ τοῦ καυστῆρος ἑνοῦνται κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἀντιδράσεως. Παλινδρόμησις τῶν ἀερίων καὶ ἀνάμιξις πρὸς κροτοῦν μῖγμα χλωρίου καὶ ὑδρογόνου ἐντὸς τοῦ καυστῆρος



Σχ. 8·2.
Σχῆμα παραγωγῆς ὑδροχλωρίου ἐκ χλωρίου καὶ ὑδρογόνου προερχομένων ἐξ ἠλεκτρολύσεως.

παρεμποδίζεται διὰ συρματίνων δικτύων, τὰ ὁποῖα εἶναι καταλλήλως διατεταγμένα ἐντὸς τοῦ καυστῆρος. Λόγω τῆς μεγάλης ἱκανότητος διαβρώσεως τοῦ χλωρίου καὶ τοῦ ὑδροχλωρίου οἱ καυστῆρες εἶναι κατεσκευασμένοι ἀπὸ χαλαζίαν καὶ τὰ τοιχώματα τοῦ κλιβάνου καύσεως εἶναι ἐπενδεδυμένα διὰ κεραμεικῶν πλακῶν. Οἱ σύγχρονοι κλίβανοι καύσεως χλωρίου, 15, ἐντὸς ὑδρογόνου ἀποτελοῦνται ἐκ σωλήνων γραφίτου. Ἡ θερμότης ἀντιδράσεως ἀπάγεται δι' ὕδατος ψύξεως.

β) Ὑγροποίησις καὶ συμπύκνωσις.

Τὸ καθαρὸν ἀέριον ὑδροχλώριον σπανίως προσφέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον αὐτούσιον. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς διὰ καταψύξεως 16,

καὶ συμπιέσεως, 17, γεμίζεται ἐντὸς φιαλῶν πιέσεως. Ἡ χρῆσις καὶ ὁ χειρισμὸς ὑδροχλωρίου ἐντὸς χαλυβδίνων φιαλῶν πρέπει νὰ γίνεται μὲ πολὺ μεγάλην προσοχήν. Ἡ μεγαλυτέρα ποσότης τόσον τοῦ τεχνικοῦ ὅσον καὶ τοῦ καθαροῦ ὑδροχλωρίου μετατρέπεται δι' ἀπορροφήσεως ἐντὸς ὕδατος πρὸς ὑδροχλωρικὸν ὀξύ. Ἐπειδὴ ἡ ἀπ' εὐθείας ἀπορρόφησις ἐντὸς τοῦ ὕδατος συνοδεύεται ὑπὸ μεγάλης ἐκλύσεως θερμότητος, ὁπότε ἡ διαλυτότης λόγω τῆς αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας ἐλαττοῦται, ψύχομεν τὸ ἀέριον ὑδροχλώριον μετὰ ἀραιοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐντὸς ψυκτήρων γραφίτου, 18, καὶ ἀφήνομεν τοῦτο νὰ συμπυκνωθῇ ἐντὸς συμπυκνωτῆρος ἐκ γραφίτου, 19, ἐπίσης ὑπὸ ψῦξιν. Τὸ μὴ συμπυκνωθὲν καὶ μὴ διαλυθὲν ἀέριον ὑδροχλώριον ὑφίσταται καταιονισμὸν διὰ καθαροῦ ὕδατος εἰς τὸν τελικὸν ἀπορροφητῆρα, 20, καὶ σχηματίζεται ὑγρὸν ὑδροχλωρικὸν ὀξύ. Τὸ ὑγρὸν ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ ψύχεται, 21, καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς μέσον ἀπορροφήσεως δι' ἀέριον ὑδροχλώριον.

Τὸ ἐκ τοῦ συμπυκνωτῆρος ἐξερχόμενον πυκνὸν ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ διοχετεύεται εἰς δοχεῖα ἀποθηκεύσεως ἐξ ἀργίλου, ὑάλου ἢ ἔχοντα ἐπένδυσιν ἐξ ἐλαστικοῦ.

8 · 3 Τὰ ὑδροχλωρικὰ ὀξέα τοῦ ἐμπορίου.

Εἰς τὸ ἐμπόριον προσφέρονται ὑδροχλωρικὰ ὀξέα διαφόρων περιεκτικοτήτων καὶ καθαροτήτων. Ἡ περιεκτικότης ἐπὶ τοῖς % καὶ ὁ βαθμὸς καθαρότητος πρέπει νὰ δίδωνται πάντοτε δι' ἑκάστην ποσότητα ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος. Γενικῶς *ἀραιὸν* ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ εἶναι αὐτὸ ποὺ ἔχει ὀλιγώτερον τοῦ 12 % ὑδροχλώριον, *πυκνὸν* εἶναι αὐτὸ ποὺ ἔχει ἄνω τοῦ 24 % ὑδροχλώριον καὶ *καπνίζον*, ὅταν ἔχῃ περιεκτικότητα μεγαλυτέραν τοῦ 38 % εἰς ὑδροχλώριον.

8 · 4 Τὸ ἀζεότροπον ὑδροχλωρικὸν ὀξύ.

Ἂν θερμάνωμεν καπνίζον ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ ἕως βρασμοῦ, ἐκλύεται κατ' ἀρχὰς μόνον ὑδροχλώριον (σημεῖον ζέσεως HCl 38 % π.χ. 50° C). Ὅσον ἐλαττοῦται ἡ εἰς ὑδροχλώριον περιεκτικότης τοῦ καπνίζοντος ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, αὐξάνει τὸ σημεῖον ζέσεως τοῦ ὀξέος ταχέως, ἕως ὅτου τελικῶς ἡ περιεκτικότης φθάσῃ εἰς 20 % ἀέριον ὑδροχλώριον. Ἀπὸ αὐτοῦ τοῦ σημείου ἀποστάζει τὸ 20 % ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ ὡς σταθερὸν μῖγμα μὲ σταθερὸν σημεῖον ζέσεως 110° C ἄνευ περαιτέρω μεταβολῆς καὶ εἰς τὸν ὑποδοχέα ὑγροποιεῖται ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ 20 %.

Ἂν πάλιν ἀποστάξωμεν ἀραιὸν ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, π.χ. ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ 10%, τότε κατ' ἀρχὰς μὲν ἀποστάζει βραδέως καθαρὸν ὕδωρ, ἕως ὅτου ἡ συγκέντρωσις τοῦ ἀπομένοντος ὀξέος φθάση τὸ 20% εἰς ἀέριον HCl. Ἀπὸ τοῦ σημείου αὐτοῦ ἀποστάζει ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ 20% μὲ σταθερὸν σημεῖον ζέσεως 110^0 C (ἀζεότροπον μῖγμα).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 9

ΑΜΜΩΝΙΑ

9.1 Ἱστορικόν.

Αἱ ἑνώσεις NH_3 καὶ NH_4 ἦσαν ἤδη γνωσταὶ εἰς τοὺς Αἰγυπτίους καὶ τοὺς Ἄραβας. Τὸ ὄνομα *ἀμμωνία* εἶναι ἴσως αἰγυπτιακῆς προελεύσεως. (Ὁ θεὸς τοῦ ἡλίου Ρὰ - αμμών). Τὸ 1716 ἀνεφέρθη τὸ πρῶτον ὁ σχηματισμὸς ἀμμωνίας εἰς διαδικασίας ζυμώσεως, τὸ 1727 ἡ ἀμμωνία παρεσκευάσθη ἐξ ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου καὶ χλωριούχου ἀμμωνίου. Τὸ 1785 ἀνεκαλύφθη ἡ χημική της σύνθεσις καὶ ὁ χημικός της τύπος. Αἱ μοναδικαὶ πηγαὶ ἀμμωνίας ἕως τὸ ἔτος 1914 ἦσαν τὰ ἐργοστάσια παραγωγῆς ἀεριόφωτος καὶ κώκ. Αἱ ἐπιστημονικαὶ βάσεις διὰ τὴν μέθοδον «Haber-Bosch» ἐτέθησαν ἐν Γερμανίᾳ τὸ 1908 ὑπὸ τοῦ καθηγητοῦ Fritz Haber εἰς τὸ Πολυτεχνεῖον τῆς Καρλσρούης. Τὸ 1911 κατόπιν προσπαθειῶν τοῦ Carl Bosch ἡ μέθοδος ἐχρησιμοποιήθη ὑπὸ τῆς Τεχνικῆς καὶ κατεσκευάσθη τὸ πρῶτον πειραματικὸν ἐργοστάσιον, μὲ ἐτησίαν παραγωγικὴν ἱκανότητα 500 τόννων θειικῆς ἀμμωνίας.

9.2 Προέλευσις.

Ἀμμωνία σχηματίζεται εἰς τὴν φύσιν συνεχῶς κατὰ τὴν ἀποσύνθεσιν ἀζωτούχων οὐσιῶν ζωικῆς ἢ φυτικῆς προελεύσεως καὶ οὕτω φθάνει εἰς τὸ ἔδαφος ἢ τὸν ἀέρα. Ὡς ἐκ τούτου παλαιότερον ἐλαμβάνετο διὰ ξηρᾶς ἀποστάξεως ζωικῶν ἀπορριμμάτων (κεράτων, ὀστῶν κ.λπ.) καὶ σήμερον λαμβάνεται ἀκόμη ὡς ὑποπροϊὸν κατὰ τὴν ξηρὰν ἀπόσταξιν λιθανθράκων καὶ λιγνιτῶν.

Σημαντικῶς ἀφθονώτεραι τῆς ἐλευθέρας ἀμμωνίας εἶναι αἱ ἐξ αὐτῆς προερχόμεναι ἑνώσεις, ὡς αἱ ἑνώσεις ἀμμωνίου ($-NH_4$), αἱ ἀμῖναι ($-NH_2$) καὶ αἱ ἀμῖδαι ($R-CO-NH_2$).

9.3 Ἰδιότητες.

Εἰς θερμοκρασίαν περιβάλλοντος ἡ καθαρὰ ἀμμωνία, NH_3, εἶναι ἄχρουν δυσαρέστου νησσούσης ὀσμῆς ἀέριον, τὸ ὁποῖον εἰς $-33,5^0$ C ὑγροποιεῖται πρὸς ἄχρουν εὐκίνητον ὑγρὸν καὶ εἰς -78^0 C πήγνυται πρὸς ἀχρόους διαφανεῖς κρυστάλλους. Ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας (0^0 C καὶ 760 ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν) 1 λίτρον ἀμμωνίας ζυγίζει 0,7714 g (ἀὴρ 1,2929 g). Ἂν καὶ ἕνα μόριον ἀμμωνίας περιέχη 3 ἄτομα Η, ἐντὸς ἀέρος ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας ἀναφλέγεται δυσκόλως, ἐντὸς ὅμως καθαροῦ ὀξυγόνου εὐκόλως· μῖγμα ἀμμωνίας - ἀέρος μὲ 16% ἕως 25% NH_3 δύναται νὰ ἐκραγῇ διὰ θερμῶν φλογῶν.

Ἡ ἀμμωνία εἶναι εὐδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ καθὼς καὶ εἰς μερικοὺς ὀργανικοὺς διαλύτας ὡς ἡ αἰθανόλη, χλωροφόρμιον, ἀκετόνη καὶ βενζόλιον. Ἡ εἰς τὸ ὕδωρ

διαλυτότης - ὅπως εἰς ὅλα τὰ ἀέρια - ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς ἐπικρατούσης πιέσεως. Καθίσταται μεγαλυτέρα, ὅσον αὐξάνει ἡ πίεσις καὶ ἐλαττοῦται ἡ θερμοκρασία.

Κατὰ τὴν διάλυσιν ἐντὸς ὕδατος ἕνα μέρος τῶν μορίων διαλύεται ὡς ἀέριον καὶ τὸ ἄλλο μέρος σχηματίζει μετὰ τῶν μορίων τοῦ ὕδατος ἕνωσιν:

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH \text{ (ὑδροξείδιον τοῦ ἀμμωνίου).}$$

Τὸ ὑδατικὸν διάλυμα λόγω διαστάσεως ἔχει βασικὸν χαρακτῆρα:

$$NH_4OH \rightleftarrows NH_4 + OH^-$$

Ἡ NH_4OH δηλαδὴ εἶναι βάσις (κατὰ τὴν θέρμανσιν ὑγρᾶς ἀμμωνίας ἐκλύεται NH_3). Ὡς βάσις ἡ ἀμμωνία σχηματίζει μὲ ὅλα τὰ ὀξέα ἅλατα ἀμμωνίου, ἐκ τῶν ὁποίων μερικὰ εἶναι σημαντικὰ ὡς συνθετικὰ λιπάσματα.

Ὅλως διαφόρους ἰδιότητας ἔχει ἡ ὑγροποιηθεῖσα ἀμμωνία.

Ὡς πρὸς τὰς ἰδιότητάς της δύναται νὰ συγκριθῇ μὲ τὸ ὕδωρ, διότι π.χ. ὡς καὶ αὐτὸ ὑπὸ καθαρὰν κατάστασιν εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ διὰ πολλὰς οὐσίας καλὸς διαλύτης. Ἐνῶ μερικὰ ἅλατα κρυσταλλοῦνται ἐξ ὑδατικῶν διαλυμάτων μὲ σχηματισμὸν ὑδριτῶν, ὡς π.χ. $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, ἐκ τῆς ὑγρᾶς ἀμμωνίας ἀποβάλλονται, μετὰ τὴν ἐξάτμισιν τοῦ διαλύτου, κρύσταλλοι, οἱ ὁποῖοι ἀντὶ κρυσταλλικοῦ ὕδατος περιέχουν *κρυσταλλικὴν ἀμμωνίαν*. Οἱ κρύσταλλοι αὐτοὶ εἶναι διπλᾶ ἅλατα ἀμμωνίας, ὡς π.χ. $FeSO_4 \cdot 6NH_3$.

Ἡ ἀμμωνία ἔχει ἐπιβλαβεῖς διὰ τὴν ὑγείαν ἰδιότητας. Ἡ εἰσπνοὴ ἀτμῶν ἀμμωνίας αὐξάνει τὴν πίεσιν τοῦ αἵματος καὶ ἐπὶ παρατεταμένης δράσεως ἢ καὶ κατὰ λάθος λαμβανόμενον ἀπὸ τοῦ στόματος πυκνὸν διάλυμα ὑδατικῆς ἀμμωνίας δύναται νὰ ὁδηγήσῃ εἰς τὸν θάνατον. Ψεκάδες ἐπὶ τοῦ δέρματος προκαλοῦν ἐρεθισμούς. Οἱ ὀφθαλμοὶ ἔναντι τῆς ἀμμωνίας εἶναι λίαν εὐπαθεῖς.

9 · 4 Παραγωγὴ ἀμμωνίας κατὰ τὴν μέθοδον τῶν Haber καὶ Bosch.

Ἡ σύνθεσις τῆς ἀμμωνίας ἐκ τῶν στοιχείων ἀζώτου καὶ ὑδρογόνου κατὰ τὴν ἐξίσωσιν: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ εἶναι δυνατὴ διὰ χρησιμοποιήσεως διαφόρων καταλυτῶν. Ἡ κατάλυσις εὐνοεῖται ὑπὸ χαμηλῶν θερμοκρασιῶν καὶ ὑψηλῶν πιέσεων. Ἀφ' ἑτέρου ἡ ταχύτης ἀντιδράσεως αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας· κάτω τῶν 400^0 C εἶναι πολὺ μικρὰ καὶ ὡς ἐκ τούτου πρέπει νὰ ἐργαζώμεθα ἄνω τῆς θερμοκρασίας αὐτῆς. Ἡ διὰ τῆς ὑψηλῆς θερμοκρασίας προκαλουμένη μικροτέρα ἀπόδοσις δύναται νὰ ἐξισορροπηθῇ διὰ μεγαλυτέρων πιέσεων, διαφορετικὰ ἀρκούμεθα εἰς αὐτὴν καὶ ἀνακυκλοῦμεν τὸ μὴ ἀντιδρᾶσαν μῖγμα ἀζώτου - ὑδρογόνου.

Οἱ πολυάριθμοι τρόποι ἐκτελέσεως τῆς συνθέσεως τῆς ἀμμωνίας διαφέρουν κατὰ τὰς ἐφαρμοζομένας πιέσεις (μεταξὺ 100 καὶ 1000 ἀτμοσφαιρῶν) καὶ τὰς θερμοκρασίας (μεταξὺ 400^0 C καὶ 600^0 C). Ἐκτὸς

τούτου ἡ παραγωγὴ εὐθηνοῦ ὑδρογόνου καὶ ἀζώτου δύναται νὰ ἐπιτευχθῆ κατὰ πολὺ διαφορετικοὺς τρόπους. Ὅλαι αἱ μέθοδοι ὅμως, αἱ ὁποῖαι ἐφαρμόζονται, βασίζονται ἐπὶ τῆς μεθόδου Haber - Bosch.

Τὸ ἀέριον συνθέσεως, τὸ ὁποῖον εἶναι μῖγμα ἀζώτου καὶ ὑδρογόνου, μέχρι πρὸ ὀλίγων ἐτῶν ἐλαμβάνετο ἐξ ἀεριογόνων, εἰς τὰ ὁποῖα ὡς πρώτη ὕλη ἐχρησιμοποιεῖτο ὁ ἄνθραξ. Σήμερον εἰς μεγάλον ἀριθμὸν ἐργοστασίων χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ ὑδρογόνου γηγενὲς ἀέριον ἢ πετρέλαιον ὡς πρώτη ὕλη. Πάντως θὰ περιγραφῆ πρῶτα ἡ *κλασικὴ μέθοδος* διὰ τὴν παραγωγὴν *ὑδρογόνου* καὶ *ἀερίου συνθέσεως*, διότι ἐξακολουθεῖ ἀκόμη νὰ χρησιμοποιῆται καὶ διότι αἱ νεώτεραι μέθοδοι χρησιμοποιοῦν τὰς βασικὰς ἐπὶ μέρους ἀντιδράσεις τῆς παλαιᾶς μεθόδου.

9·5 Παραγωγὴ ὑδρογόνου διὰ τοῦ ἀεριογόνου.

Ἐντὸς ἀεριογόνου (σχ. 9·5α καὶ 9·5β) διοχετεύεται ἀὴρ ὑπεράνω διαπύρου ἐν αἰωρήσει κώκ. Καταναλίσκεται ἔτσι τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος ὑπὸ σχηματισμὸν CO:

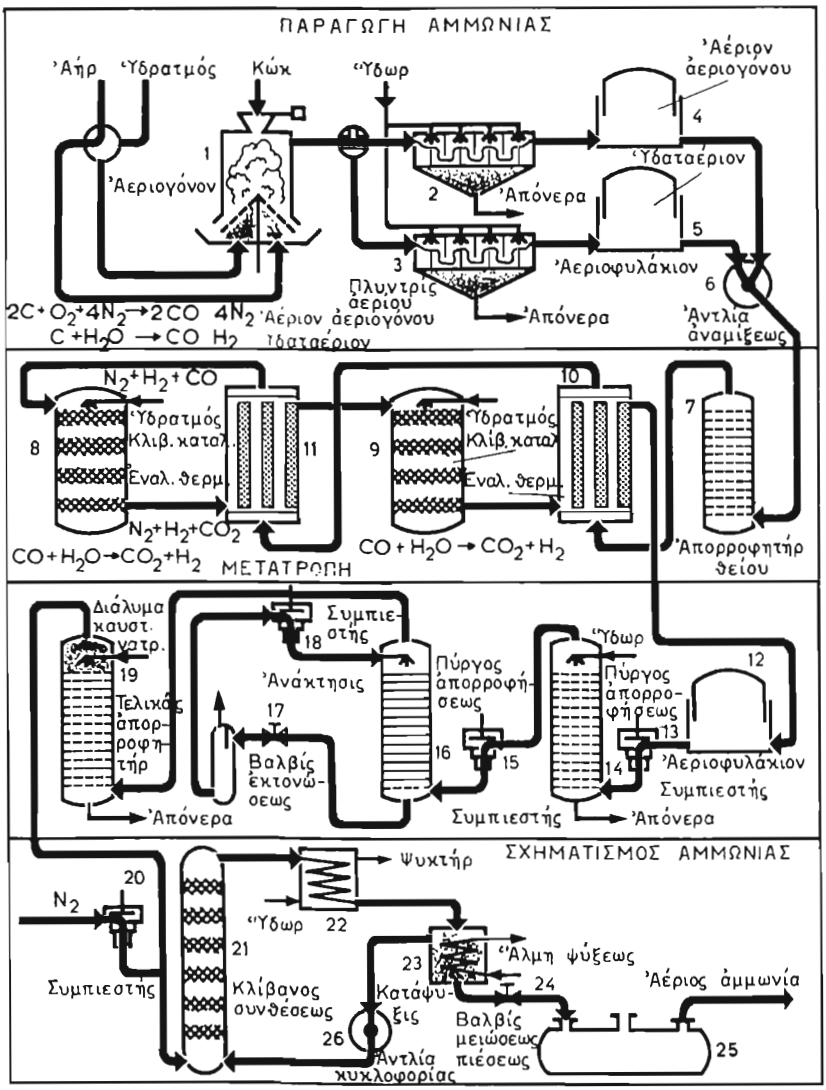
$$4N_2 + O_2 + 2C = 2CO + 4N_2 \quad \text{(ἀέριον ἀεριογόνου)}$$

Ὅταν τὸ κώκ καίεται μὲ φωτεινὴν φλόγα, διακόπτομεν τὴν προσαγωγὴν τοῦ ἀέρος καὶ ἐμφυσῶμεν ὑδρατμόν. Ὁ ἀτμὸς ἀντιδρᾶ μετὰ τοῦ διαπύρου κώκ πρὸς μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος καὶ ὑδρογόνον:

$$H_2O + C \rightarrow CO + H_2 \quad \text{(ὑδαταέριον)}.$$

Ἐνῶ ὁ σχηματισμὸς τοῦ ἀερίου ἀεριογόνου εἶναι ἐξώθερμος ἀντίδρασις, ἡ ἀντίδρασις τοῦ ὑδαταερίου καταναλίσκει μεγάλας ποσότητας θερμότητος. Πρέπει ἐπομένως νὰ φροντίζωμεν, ὥστε ἡ ἀντίδρασις ὑδαταερίου, δηλαδὴ ἡ ἐμφύσησις ἐντὸς τοῦ ἀεριογόνου ὑδρατμοῦ, νὰ διακόπτεται μετ' ὀλίγα λεπτὰ καὶ νὰ ἐμφυσᾶται πάλιν ἀὴρ πρὸς αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας. Τὸ κώκ θερμαίνεται μετὰ τοῦ ἀέρος εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ ἀκολούθως διοχετεύεται ὑδρατμός, ὁπότε σχηματίζεται ὑδαταέριον, ἀλλὰ ἡ θερμοκρασία τοῦ διαπύρου κώκ μειοῦται σημαντικῶς (*μαύρη μέθοδος*). Τὰ δύο ἀέρια παράγονται κεχωρισμένως καὶ κεχωρισμένως ἐπίσης ὑφίστανται τὴν περαιτέρω κατεργασίαν. Πλύνονται ἐντὸς τῶν πλυντηρίων ἀερίων, 2 καὶ 3, κεχωρισμένως καὶ ἀποθηκεύονται κεχωρισμένως ἐντὸς μετρητικῶν ἀεριο-

φυλακίων, 4 καὶ 5 (σχ. 9·5α). Τὸ μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, CO, ἀκολούθως παρουσία καταλύτου ὀξειδίου τοῦ σιδήρου, ὁ ὁποῖος

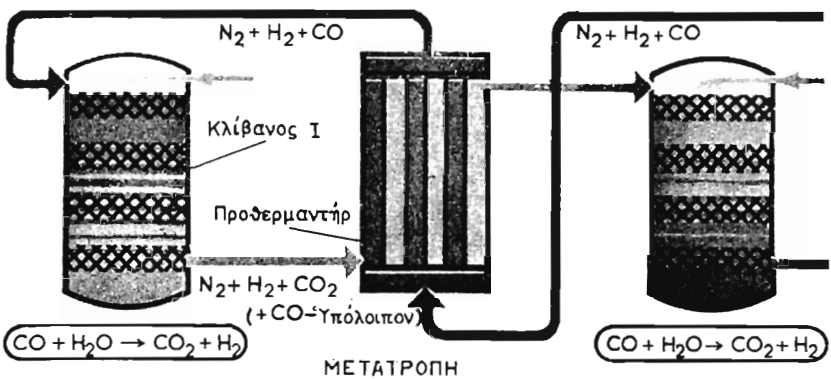


Σχ. 9·5α.
Σχηματικὴ παράστασις παραγωγῆς ἀμμωνίας.

περιέχει ὀλίγον ὀξείδιον τοῦ χρωμίου, ἀντιδρᾶ μεθ' ὑδρατμοῦ ἐντὸς δύο κλιβάνων καταλύσεως, 8 καὶ 9, ὁπότε σχηματίζεται διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος καὶ ὑδρογόνον:

$$CO + H_2O \xrightarrow[\text{καταλύτης}]{500^0\ C} CO_2 + H_2$$

Τὸ μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος διὰ τῆς ἀντιδράσεως αὐτῆς ἀπομακρύνεται κατὰ τὸ μεγαλύτερον μέρος ἐκ τοῦ μίγματος τοῦ ἀερίου, ἐνῶ ἡ περιεχομένη ἐντὸς αὐτοῦ ἐνέργεια ἀξιοποιεῖται διὰ τοῦ σχηματισμοῦ τῆς ἰσοδυνάμου ποσότητος ὑδρογόνου. Ἡ διαδικασία αὐτὴ ὀνομάζεται *μετατροπή*. Ἡ ποσότης τοῦ ὑδρογόνου κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον διπλασιάζεται ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν ἀρχικὴν ποσότητα.



Σχ. 9·5β.

Προηγουμένως πρέπει νὰ ἀπομακρυνθοῦν αἱ ἐκ τοῦ ἄνθρακος προερχόμεναι θειοῦχοι ἑνώσεις ἐντὸς τοῦ ἀπορροφητῆρος θείου, 7, διότι ἄλλως δροῦν δηλητηριωδῶς ἐπὶ τοῦ καταλύτου (τὸν ἀπενεργοποιοῦν). Μὲ τὴν κατὰ τὴν μετατροπὴν παραγομένην θερμότητα ἐντὸς τῶν ἐναλλακτήρων θερμότητος, 10 καὶ 11, προθερμαίνεται τὸ προσαγόμενον μῖγμα ἀερίου (σχ. 9·5α). Διὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν θειούχων ἑνώσεων (SO_2 καὶ ἰδιαιτέρως H_2S) χρησιμοποιοῦνται ἀλκαλικὰ διαλύματα. Ἡ μέθοδος *σουλφοσολβὰν* παρέχει πολλὰ πλεονεκτήματα. Διάλυμα ὀργανικῶν καρβονικῶν ὀξέων μετὰ ὑδροξει-

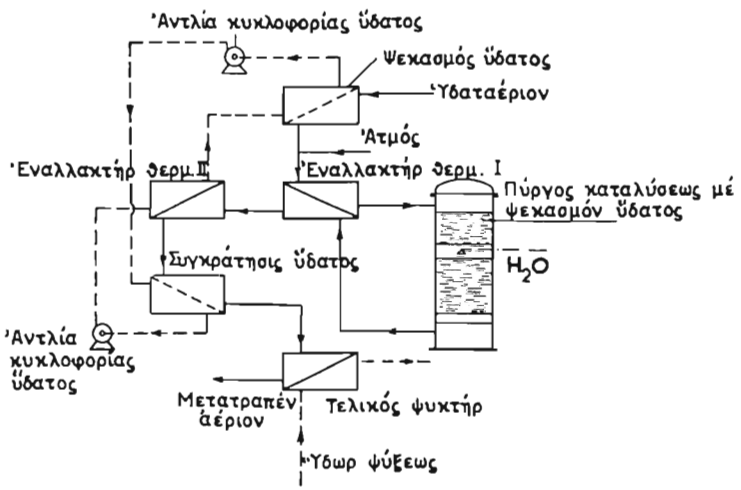
δίου τοῦ καλίου ἢ τοῦ νατρίου π.χ. δεσμεύει ἐν ψυχρῷ τὸ H_2S:

$$RCOOK + H_2S \rightarrow RCOOH + KHS$$

Τοῦτο γίνεται ἐντὸς ἀπορροφητῆρος, εἰς τὸν ὁποῖον τὸ ἀκάθαρτον ἀέριον εἰσέρχεται ἐκ τοῦ κάτω μέρους καὶ ἐκ τοῦ ἄνω μέρους ἀπάγεται ὡς καθαρὸν ἀέριον. Τὸ διάλυμα, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἐξ ἐλευθέρου ὀξέος καὶ ὀξίνου θειούχου καλίου, ἀπάγεται ἐκ τοῦ κάτω μέρους καὶ ὁδηγεῖται εἰς ἕνα θερμαντῆρα, εἰς τὸν ὁποῖον ἐξάγεται τὸ H_2S καὶ ἀναγεννᾶται τὸ διάλυμα:

$$RCOOH + KHS \rightarrow RCOOK + H_2S$$

Μετὰ τὴν «χονδροειδῆ κάθαρσιν» τὸ ἀέριον περιέχει μικρὰς εἰσέτι ποσότητας θειούχων ἑνώσεων (ἰδιαιτέρως ὀργανικὰς οὐσίας), αἱ ὁποῖαι ἀπομακρύνονται διὰ τῆς «τελείας καθάρσεως» ἐντὸς στήλης πλήρους ἐνεργοῦ ἄνθρακος.



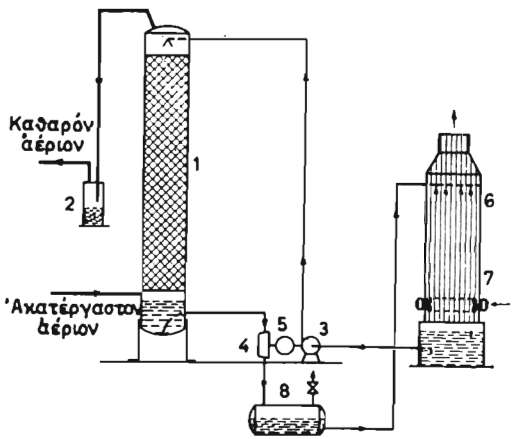
Σχ. 9·5γ.
Σχῆμα μετατροπῆς CO πρὸς CO_2.

Εἰς τὸ σχῆμα 9·5γ εἰκονίζεται λεπτομερέστερον ἡ μετατροπὴ τοῦ CO πρὸς CO_2 κατὰ τὴν ἀνωτέρω περιγραφεῖσαν μέθοδον.

9·6 Ἀπορρόφησις CO_2 + CO.

Τὸ ἐγκαταλεῖπον τὸν κλίβανον καταλύσεως ἀέριον ὑδρογόνου

ὀνομάζεται τώρα ἀέριον συνθέσεως (ἐπαφῆς). Ἀποτελεῖται κατὰ προσέγγισιν ἐκ 17% N_2, 49% H_2, 3% CO, 31% CO_2, 0,2% CH_4. Τὸ ἀέριον φυλάσσεται ἐντὸς τοῦ ἀεριοφυλακίου, 12. Εἰς τὸν συμπιεστήν, 13, συμπιέζεται εἰς 25 ἀτμοσφαίρας καὶ ἐντὸς τοῦ ἀπορροφητῆρος θειικοῦ ὀξέος, 14, ψεκάζεται μὲ ὕδωρ διὰ τοῦ ὁποίου ἐκπλύνεται τὸ CO_2 (σχ. 9 · 6 α).



Σχ. 9·6 α.

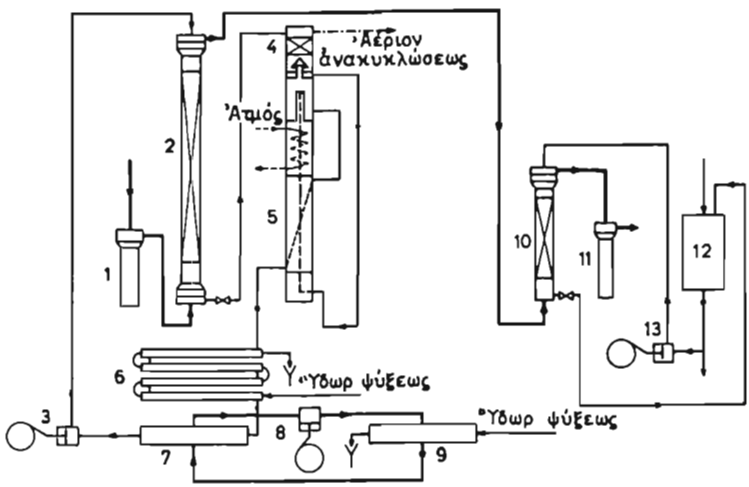
Σχῆμα πλυντρίδος πεπιεσμένου ὕδατος: 1. Πύργος πλύσεως. 2. Διαχωριστὴρ ὕδατος. 3. Φυγόκεντρος ἀντλία. 4. Ὑδροστρόβιλος. 5. Ἠλεκτροκινητήρ. 6. Πύργος ἀερισμοῦ. 7. Ἀνεμιστήρ. 8. Λέβης ἀπαεριώσεως.

Τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος ἔχει τὴν ἰδιότητα ὅτι μὲ τὴν αὔξησιν τῆς πιέσεως, ἡ διαλυτότης του ἐντὸς τοῦ ὕδατος αὐξάνει σημαντικῶς, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον δὲν συμβαίνει εἰς τὰ ἄλλα ἀέρια (CO, N_2, H_2). Οὕτω διαχωρίζεται τὸ CO_2 ἐκ τῶν ἄλλων ἀερίων. Αὐτὰ ἐγκαταλείπουν τὸν ἀπορροφητῆρα ἐκ τοῦ ἄνω μέρους, ἐνῶ τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος διαλελυμένον ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἐξέρχεται ἐκ τοῦ κάτω μέρους τοῦ ἀπορροφητῆρος. Τὸ ἀέριον κατόπιν αὐτῆς τῆς ὑπὸ πίεσιν ἐκπλύσεως ἔχει τὴν ἀκόλουθον περίπου σύνθεσιν:

24% N_2, 69% H_2, 4,6% CO, 1,7% CO_2 καὶ 0,7% CH_4

Ἡ ἔκπλυσις τῶν ὑπολοίπων τοῦ CO γίνεται ἐντὸς τοῦ ἀπορροφητῆρος CO, 16, μὲ διάλυμα χλωριούχου χαλκοῦ (I) ἢ ἐπίσης καὶ μὲ ἀμμωνιακὸν διάλυμα μυρμηκικοῦ χαλκοῦ, 1. Ἐπειδὴ ἡ ἀντί-

δρασις ἀπαιτεῖ ὑψηλὰς πιέσεις, τὸ ἀέριον συμπιέζεται ἀπὸ τοῦδε εἰς τὴν ἀπαιτουμένην ἐπίσης καὶ διὰ τὴν σύνθεσιν πίεσιν τῶν 200 ἀτμοσφαιρῶν, εἰς τὸν ἀεριοσυμπιεστήν, 15. Τὸ διὰ CO ἐμπλουτιζόμενον διάλυμα τοῦ χαλκοῦ ἐκτονοῦται, 17, ὁπότε τὸ CO ἐκλύεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Μετὰ νέαν συμπίεσιν εἰς 200 ἀτμοσφαίρας, 18, τὸ διάλυμα τοῦ χαλκοῦ ἀνακυκλοῦται (σχ. 9 · 6 α).



Σχ. 9·6 β.

Σχῆμα πλυντρίδων καυστικοῦ νατρίου καὶ χλωριούχου χαλκοῦ: 1. Διαχωριστὴρ ἐλαίων. 2. Πλυντρὶς διαλύματος χλωριούχου χαλκοῦ. 3. Ἀντλία πιέσεως διαλύματος χλωριούχου χαλκοῦ. 4. Πύργος ἀπορροφήσεως ἀτμῶν. 5. Ἀναγέννησις διαλύματος χλωριούχου χαλκοῦ. 6. Ψυκτὴρ διαλύματος χλωριούχου χαλκοῦ. 7. Ἐξατμιστὴρ NH_3. 8. Συμπιεστὴς NH_3. 9. Συμπυκνωτὴς NH_3. 10. Πλυντρὶς καυστικοῦ νατρίου. 11. Διαχωριστὴρ καυστικοῦ νατρίου. 12. Δοχεῖον ἀντλήσεως διαλύματος καυστικοῦ νατρίου. 13. Ἀντλία πιέσεως διαλύματος καυστικοῦ νατρίου.

Ἐντὸς ἑνὸς τελικοῦ ἀπορροφητῆρος, 19, τὸ ἐκ τοῦ ἀπορροφητῆρος CO ἐρχόμενον μὲ πίεσιν 200 ἀτμοσφαιρῶν ἀέριον, ψεκάζεται διὰ διαλύματος καυστικοῦ νατρίου πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῶν τελευταίων ἰχνῶν τοῦ CO_2.

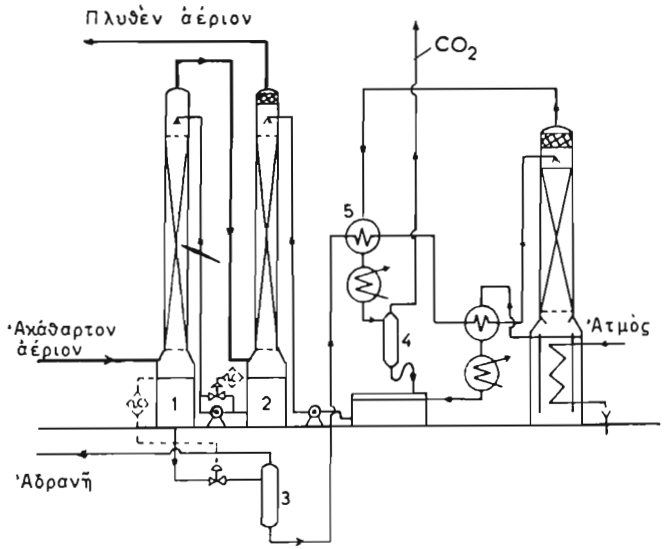
Εἰς τὸ σχῆμα 9 · 6 α δεικνύεται ἐγκατάστασις διαχωρισμοῦ τοῦ CO_2 διὰ καταιονισμοῦ διὰ πεπιεσμένου ὕδατος.

Εἰς τὸ σχῆμα 9 · 6 β δεικνύεται λεπτομερῶς ὁ διαχωρισμὸς τοῦ CO διὰ πλύσεώς του διὰ διαλύματος χλωριούχου χαλκοῦ.

9·7 Διαχωρισμὸς τοῦ CO_2 διὰ χημικῆς ὁδοῦ.

α) Πλυντήριον ἀνθρακικοῦ νατρίου ἢ ἀνθρακικοῦ καλίου.

Διαλύματα Na_2CO_3 καὶ K_2CO_3 ἀπορροφοῦν τὸ CO_2 εἰς χαμηλὴν θερμοκρασίαν καὶ ἐπαρκῆ μερικὴν πίεσιν CO_2 σχηματιζομένων ὀξίνων ἀνθρακικῶν ἐνώσεων. Τὸ δεσμευθὲν CO_2 διὰ θερμάνσεως καὶ ἐκτονώσεως ἀπελευθεροῦται ἐκ νέου (σχ. 9·7α). Αἱ δυνάμεναι νὰ χρησιμοποιηθοῦν συγκεντρώσεις τῶν ὡς ἄνω διαλυμάτων δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνουν ὡρισμένα ὅρια, διὰ νὰ μὴ δημιουργῆται κίνδυνος ἀποβολῆς ἀδιαλύτων ὀξίνων ἀνθρακικῶν ἀλκαλίων.



Σχ. 9·7α.

Πλυντρὶς ψυχροῦ διαλύματος Na_2CO_3: 1, 2. Πύργοι πλύσεως. 3, 4. Διαχωριστῆρες. 5. 'Εναλλακτῆρες θερμότητος ἀλκαλικοῦ διαλύματος CO_2.

Αἱ ἀντιδράσεις ποὺ γίνονται κατὰ τὴν ἀνωτέρω μέθοδον διαχωρισμοῦ τοῦ CO_2 εἶναι αἱ ἀκόλουθοι:

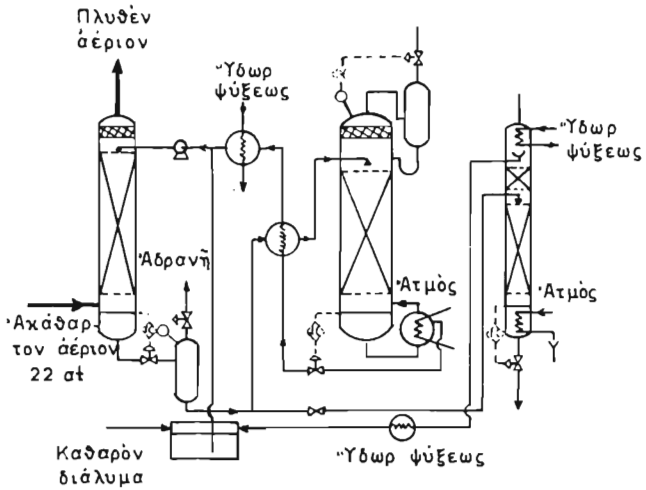
$$CO_2 + Na_2CO_3 + H_2O \rightleftarrows 2NaHCO_3 - 2{,}9.10^2\ kcal/Nm^3CO_2$$

$$CO_2 + K_2CO_3 + H_2O \rightleftarrows 2KHCO_3 - 2{,}8.10^2\ kcal/Nm^3CO_2$$

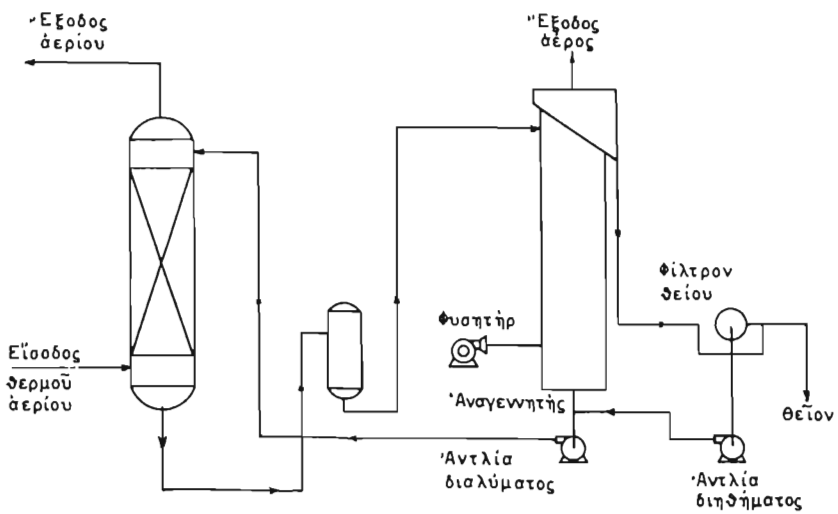
'Η ὡς ἄνω μέθοδος δὲν δύναται νὰ συναγωνισθῆ κατὰ οἰκονομικῶς συμφέροντα τρόπον τὴν πλυντρίδα ὕδατος.

β) Πλυντήριον αἰθανολαμίνης.

Ἡ ἐγκατάστασις τοῦ πλυντηρίου αἰθανολαμίνης [σχ. 9·7β



Σχ. 9·7β.



Σχ. 9·7γ.

Μέθοδος Giammarco Vetrocoke ἀπομακρύνσεως H_2S.

καὶ 9·7γ (μέθοδος Giammarco Vetrokoke)] εἶναι παρομοία πρὸς τὴν

τῆς πλύσεως διὰ ψυχροῦ διαλύματος Na_2CO_3. Ὅμως ἡ ἀπόδοσις CO_2 εἶναι καλυτέρα καὶ ἡ εἰδικὴ κατανάλωσις θερμότητος μικροτέρα. Ἡ μονοαιθανολαμίνη ἐπίσης εἶναι σταθερωτέρα ἔναντι τοῦ ὀξυγόνου παρ' ὅσον αἱ λοιπαὶ αἰθανολαμῖναι καὶ προπανολαμῖναι.

Λόγω τῶν ὡς ἄνω ἀναφερθέντων πλεονεκτημάτων ἡ ὡς ἄνω μέθοδος καθαρισμοῦ εἶναι εὐρύτατα διαδεδομένη εἰς τὰς Η.Π.Α. καὶ κερδίζει συνεχῶς ἔδαφος καὶ ἐν Εὐρώπῃ. Ἡ λαμβάνουσα χώραν ἀντίδρασις εἶναι ἡ ἀκόλουθος:

$$CO_2 + 2HOC_2H_4NH_2 + H_2O \rightleftarrows (HOC_2H_4NH_3)_2CO_3 - 765\ kcal/Nm^3CO_2.$$

Ἡ ὡς ἄνω μέθοδος παρέχει λίαν καθαρὸν CO_2 καὶ εἶναι ἰδιαιτέρως πολύτιμος δι' ἀπομάκρυνσιν μικρῶν ποσοτήτων CO_2 καὶ H_2S.

9·8 Σχηματισμὸς τῆς ἀμμωνίας.

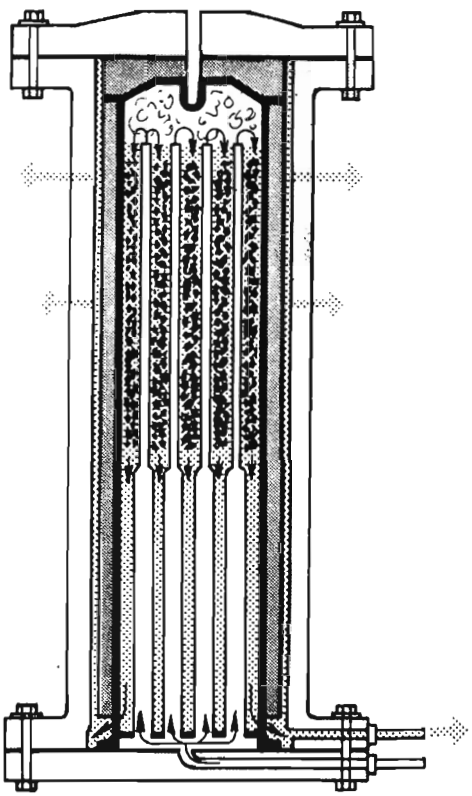
Τὸ μῖγμα ἀερίων περιέχει τώρα πλέον μόνον τὰ ἀέρια ὑδρογόνον καὶ ἄζωτον. Εἰς τοῦτο προσθέτομεν μέσω τοῦ συμπιεστοῦ 20, καθαρὸν ἄζωτον ὑπὸ πίεσιν 200 ἀτμοσφαιρῶν πρὸς ρύθμισιν τῆς σχέσεως ὄγκων $H_2:N_2 = 3:1$. Τὸ ἕτοιμον πλέον ἀέριον συνθέσεως προσάγεται εἰς τὸν κλίβανον καταλύσεως (κλίβανον συνθέσεως), 21. Ὁ κλίβανος περιέχει τὸν καταλύτην (σχ. 9·5 α).

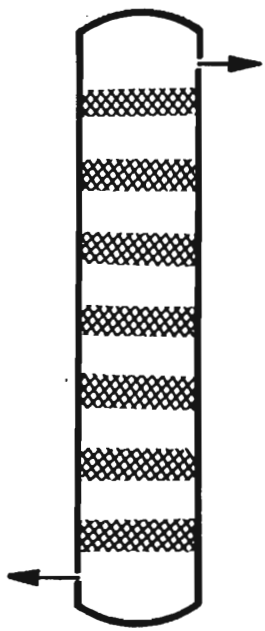
Αὐτὸς ἀποτελεῖται ἐκ στερεοποιηθέντος τήγματος κυρίως ἐκ στοιχειακοῦ σιδήρου μὲ μικροτέρας ποσότητας Al_2O_3, K_2O καὶ CaO.

Ἔναντι τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος καὶ τοῦ ὑδροθείου ὁ καταλύτης εἶναι λίαν εὐπαθής. Ὡς ἐκ τούτου τὸ ἕτοιμον ἀέριον συνθέσεως πρὸ τοῦ κλιβάνου συνθέσεως ὁδηγεῖται εἰς *προκλίβανον*, ὁ ὁποῖος εἶναι πλήρης ἐκ τοῦ ἰδίου καταλύτου ὡς καὶ ὁ κλίβανος συνθέσεως. Ἐπὶ τοῦ καταλύτου αὐτοῦ ἀπομακρύνονται τὰ ὑπόλοιπα τῶν θειούχων ἐνώσεων καθὼς ἐπίσης καὶ τὰ ὑπόλοιπα CO, ἐκ τοῦ ἀερίου. Τὸ στάδιον αὐτὸ τῆς μεθόδου δὲν περιέχεται εἰς τὸ σχῆμα 9·5 α. Αἱ θειοῦχοι ἑνώσεις δεσμεύονται ὑπὸ τοῦ σιδήρου ὡς θειοῦχος σίδηρος καὶ τὰ ὑπόλοιπα CO ὑδρογονοῦνται ὑπὸ τοῦ ὑδρογόνου πρὸς $CH_4 + H_2O$. Ἡ κάθαρσις αὐτὴ ἐκ τῶν ἰχνῶν ἐπιτυγχάνεται εἰς 200^0 C. Τοιουτοτρόπως δὲν λαμβάνει εἰσέτι χώραν σχηματισμὸς ἀμμωνίας.

Μετὰ τὸν προκλίβανον τὸ ἀέριον συνθέσεως εἶναι τόσον καθαρόν, ὥστε νὰ εἶναι κατάλληλον διὰ τὸν κλίβανον συνθέσεως καὶ ὁ

καταλύτης νὰ διατηρῆται ἐπὶ μακρὸν χρόνον ἐνεργός. Ἕνας κλίβανος συνθέσεως ἀμμωνίας εἶναι διαμορφωμένος οὕτως, ὥστε ὅταν τὸ πρῶτον τίθεται εἰς λειτουργίαν (ἢ μετὰ διακοπήν), νὰ δύναται νὰ θερμαίνεται, καὶ κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ χρόνου τῆς κανονικῆς λειτουργίας νὰ δύναται νὰ ψύχεται δι' ἀπαγωγῆς τῆς ἀπελευθερουμένης θερμότητος. Τὰ σχήματα 9·8α καὶ 9·8β δεικνύουν παραδείγματα

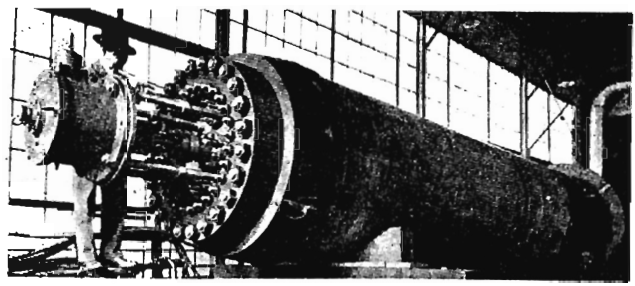




Σχ. 9·8 α.
Κλίβανος πιέσεως.

κατασκευῆς κλιβάνου. Κατὰ τὴν σύνθεσιν τῆς ἀμμωνίας, ὁ κλίβανος μετὰ τοῦ καταλύτου πρέπει νὰ θερμανθῆ εἰς 400^0 C ἕως 500^0 C περίπου. Ἀκολούθως ἀρχίζει ὁ σχηματισμὸς τῆς ἀμμωνίας καὶ περαιτέρω προχωρεῖ ἐξωθέρμως, δηλαδὴ μὲ ἔκλυσιν θερμότητος. Ἡ πλεονάζουσα καὶ ἐπιβλαβὴς θερμότης (διότι ἐπηρεάζει τὴν ἀντίδρασιν ἀντιστρό-

φως) παραλαμβάνεται ἐντὸς τοῦ κλιβάνου ὑπὸ τοῦ προσαγομένου ψυχροῦ νέου ἀερίου. Τοιουτοτρόπως τὸ ἀέριον ἀντιδράσεως ψύχεται, ἐνῶ τὸ νέον ἀέριον προθερμαίνεται. Κατὰ μίαν ἁπλῆν δίοδον τοῦ ἀερίου σχηματίζεται ἀμμωνία περίπου 8% ἕως 12% τοῦ συνόλου. Τὸ

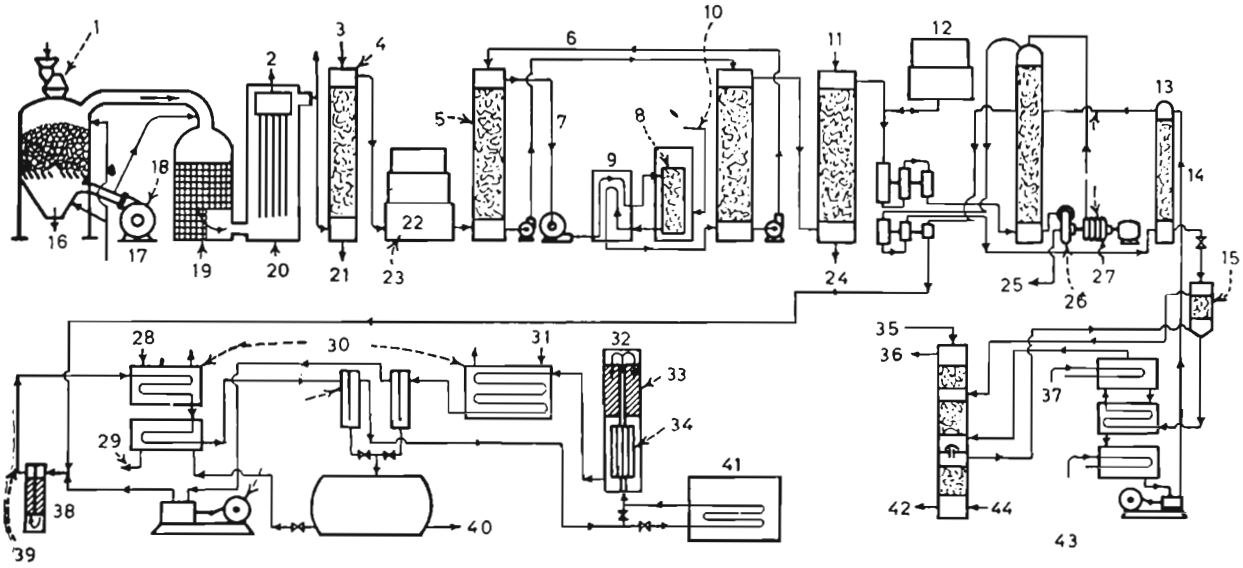


Σχ. 9·8β.
κλίβανος ἀντιδράσεως.

ἀέριον ἀντιδράσεως προψύχεται ἐντὸς ψυκτῆρος δι' ὕδατος, 22, καὶ ἀκολούθως ἐντὸς ψυκτῆρος βαθείας ψύξεως, 23, ἕως ὅτου ἡ ἐντὸς τοῦ ἀερίου περιεχομένη ἑτοιμος ἀμμωνία, μετὰ τὴν ἐκτόνωσιν εἰς τὴν βαλβῖδα μειώσεως τῆς πιέσεως, 24, νὰ ἐκρέῃ ὑγρὰ ἐντὸς τοῦ δοχείου ἀποθηκεύσεως, 25. Τὸ μὴ ἀντιδρᾶσαν μῖγμα $N_2 - H_2$ ἀπάγεται ὑπὸ τῆς ἀντλίας κυκλοφορίας, 26, ἐκ τοῦ ψυκτῆρος βαθείας ψύξεως, 23, καὶ ἐπαναφέρεται εἰς τὸ κύκλωμα (σχ. 9 · 5 α).

9 · 9 Ὁ κλίβανος συνθέσεως.

Ἡ συμπεριφορὰ τοῦ σκληροῦ χάλυβος περιεκτικότητος 1,5% περίπου C ἔναντι τοῦ ἀερίου ὑδρογόνου ὑπὸ ὑψηλὴν πίεσιν καὶ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἔχει βασικὴν σημασίαν διὰ τὴν κατασκευὴν κλιβάνου συνθέσεως, ἐντὸς τοῦ ὁποίου, ἀνεξαρτήτως τοῦ τελικοῦ προϊόντος, εὑρίσκεται ὑπὸ ὑψηλὰς θερμοκρασίας καὶ πιέσεις ἀέριον ὑδρογόνον, τὸ ὁποῖον λαμβάνει μέρος εἰς μίαν ἀντίδρασιν. Ὁ σίδηρος ὑπὸ ὑψηλὰς θερμοκρασίας εἶναι διαπερατὸς ὑπὸ τοῦ ὑδρογόνου. Ἡ ὑψηλὴ πίεσις ἐπιτείνει τὸ φαινόμενον τοῦτο. Ἐπὶ πλέον τὸ ὑδρογόνον ὑπὸ τὰς συνθήκας αὐτὰς ἀπομακρύνεται μὲ σχηματισμὸν ὑδρογονανθράκων καὶ παραλαμβάνει ἐκ τοῦ χάλυβος τὸν ἄνθρακα, ὁ ὁποῖος προκαλεῖ τὴν σκληρότητα αὐτοῦ. Ὁ πολύτιμος χάλυψ χάνει τοιουτοτρόπως τὴν σκληρότητά του καὶ τὴν ἱκανότητά του ἀντοχῆς καὶ μετὰ ὡρισμένον χρόνον ἐργασίας δημιουργοῦνται ρωγμαὶ εἰς τὸν κλίβανον



Σχ. 9·9. Σχῆμα ροῆς ἐργοστασίου ἀμμωνίας: 1. Ἀεριογόνον. 2. Ἀτμός. 3. Ὕδωρ. 4. Στήλη συγκρατήσεως καὶ ψύξεως. 5. Πύργος κορεσμοῦ 6. Θερμὸν ὕδωρ. 7. Ὕδωρ ψύξεως. 8. Καταλύτης ὀξειδίων τοῦ σιδήρου. 9. Ἐναλλακτὴρ θερμότητος. 10. Ἀέριον καύσιμον. 11. Ψυχρὸν ὕδωρ. 12. Ἀεριοφυλάκιον. 13. Πύργος μυρμηκικοῦ χαλκοῦ. 14. Ἀπορροφητὴρ CO. 15. Στραγγαλιστὴς πιέσεως. 16. Τέφρα. 17. Ἀτμός. 18. Ἀήρ. 19. Θάλαμος καύσεως. 20. Λέβης ἀτμοποιήσεως τῆς παραγομένης θερμότητος. 21. Ὕδωρ. 22. Ἀεριοφυλάκιον. 23. Μῖγμα CO, CO_2, H_2, N_2, O_2, H_2O. 24. Ὕδωρ. 25. Ἐξαγωγὴ ὕδατος καὶ CO_2. 26. Τουρμπίνα. 27. Εἰσαγωγὴ ὕδατος. 28. Ὕδωρ. 29. Ἐξαγωγὴ ἀερίου NH_3. 30. Ὑγροποιηταί. 31. Ὕδωρ. 32. Πύργος ἀντιδράσεως. 33. Τμῆμα καταλύτου. 34. Τμῆμα ἐναλλαγῆς θερμότητος. 35. Ὕδωρ. 36. Σύστημα ἐπαναφορᾶς CO. 37. Ἀτμός. 38. Φίλτρον (ἐλαίου). 39. Ἀνακυκλωθὲν ἀέριον. 40. Ὑγροποιηθεῖσα ἀμμωνία. 41. Θερμαντὴρ ἐνάρξεως. 42. Ὕδωρ. 43. Σύστημα ἀναγεννήσεως μυρμηκικοῦ χαλκοῦ (ἀτμ. πίεσις). 44. Ἀτμός.

Πρὸς ἀποφυγὴν αὐτοῦ ἐκλέγομεν διὰ τὸν κλίβανον πτωχὸν εἰς ἄνθρακα μαλακὸν σίδηρον. Αὐτὸς βεβαίως δὲν ἔχει ἀντοχὴν εἰς θλῖψιν καὶ δὲν δυνάμεθα νὰ παρεμποδίσωμεν δι' αὐτοῦ τὴν διάχυσιν τοῦ ὑδρογόνου. Ἀλλὰ δυνάμεθα νὰ ὑπερβῶμεν τὰς δυσχερείας αὐτάς, ἂν πέριξ τοῦ σωλῆνος αὐτοῦ θέσωμεν δεύτερον σωλῆνα ἐξ ἀνθεκτικοῦ εἰς θλῖψιν χρωμιονικελιοχάλυβας καὶ φροντίσωμεν συγχρόνως, ὥστε νὰ δύναται τὸ σχετικῶς ὀλίγον ὑδρογόνον, τὸ ὁποῖον διαχέεται μέσω τοῦ ἐσωτερικοῦ σωλῆνος, νὰ ἐκλύεται ἐκ τοῦ ἐνδιαμέσου χώρου μεταξὺ ἐσωτερικοῦ σωλῆνος καὶ ἐξωτερικοῦ μανδύου εὐκόλως καὶ ἄνευ πιέσεως. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται, ἂν δημιουργήσωμεν εἰς τὸν ἐξωτερικὸν χαλύβδινον σωλῆνα εἰς πολλὰς θέσεις ὀπὰς οὕτως, ὥστε τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον νὰ μὴ ἔχῃ πίεσιν. Εἰς ἄλλας περιπτώσεις ἐφοδιάζεται ὁ ἐσωτερικὸς σωλὴν μὲ αὔλακας, αἱ ὁποῖαι μεταξὺ ἐξωτερικοῦ καὶ ἐσωτερικοῦ σωλῆνος ἀποτελοῦν διέξοδον πρὸς τὸ περιβάλλον. Ἀντὶ σωλῆνος χρωμιονικελιούχου χάλυβος τυλίσσεται περὶ τὸν ἐσωτερικὸν σωλῆνα μία ταινία ἐκ χρωμιονικελιούχου χάλυβος. Ὁ ἐνδιάμεσος χῶρος μεταξὺ ἐσωτερικοῦ σωλῆνος καὶ χαλυβδίνου μανδύου χρησιμοποιεῖται ἐπίσης καὶ ὡς ἐναλλακτὴρ θερμότητος, π.χ. διοχετεύεται τὸ νέον ἀέριον οὕτως, ὥστε νὰ εἰσέλθῃ ἐκ τῶν κάτω διὰ τοῦ μανδύου ἐντὸς τοῦ ἐνδιαμέσου χώρου καὶ ἀκολούθως, ἐντὸς τοῦ ἐνδιαμέσου χώρου ἀνέρχεται πρὸς τὰ ἄνω, ἐνῶ παραλαμβάνει συγχρόνως τὴν θερμότητα ἐκ τοῦ σωλῆνος τοῦ καταλύτου. Τέλος εἰσέρχεται ἐκ τῶν ἄνω ἐντὸς τοῦ κλιβάνου καταλύσεως πρὸς τὴν τελικὴν σύνθεσιν.

Εἰς τὸ σχῆμα 9·9 εἰκονίζεται διάγραμμα ροῆς παραγωγῆς ἀμμωνίας μὲ χρησιμοποίησιν ὑδρογόνου λαμβανομένου ἐκ λιγνίτου.

9·10 Ἄλλαι πηγαὶ ὑδρογόνου.

Ἡ παρασκευὴ τοῦ ὑδρογόνου διὰ τὸ ἀέριον συνθέσεως κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη παρουσίασεν ἐπαναστατικὴν ἐξέλιξιν.

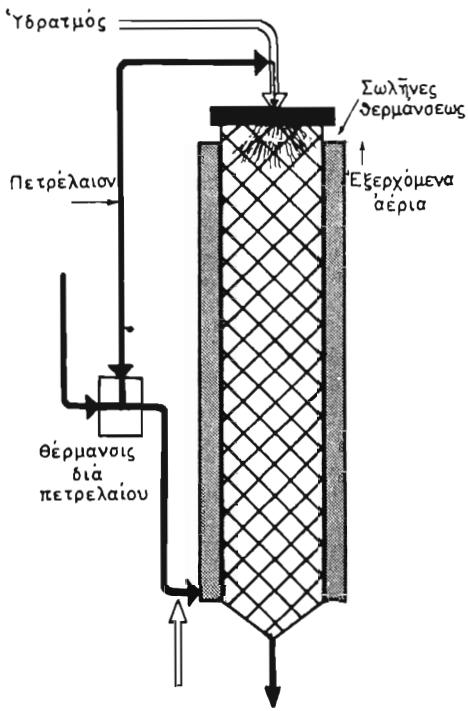
Ἱδρύονται συνεχῶς νέα ἐργοστάσια, τὰ ὁποῖα ὡς πρώτην ὕλην διὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ ὑδρογόνου ἀντὶ τοῦ κὼκ ἢ τοῦ λιγνίτου (ὑδαταέριον - ἀέριον ἀεριογόνου) χρησιμοποιοῦν προϊόντα πετρελαίου (ὑδρογονάνθρακας ἐν γένει) (σχ. 9·10).

Εἰς τὰς Η.Π.Α. ἀπὸ μακροῦ ἤδη χρόνου λαμβάνεται ἀέριον ὑδρογόνον δι' ἀντιδράσεως μεθανίου (γηγενοῦς ἀερίου) μεθ' ὑδρατμοῦ ἐπὶ ἑνὸς καταλύτου:

$$CH_4 + H_2O = CO + 3H_2$$

Κατὰ τὸ ἔτος 1960 εἰς τὰς Η.Π.Α. ἐκ τῆς συνολικῆς παραγωγῆς ὑδρογόνου, 77% προήρχοντο ἐκ τῆς μετατροπῆς γηγενοῦς ἀερίου, 8% ἐκ τῶν διυλιστηρίων πετρελαίου (μετατροπὴ τῶν ὑποπροϊόντων), 11% ἐκ χημικῶν διαδικασιῶν, ὅπως ἡ ἀφυδάτωσις ὑδρογονανθράκων, ἡ ἠλεκτρόλυσις χλωριούχων ἀλκαλίων καὶ ἄλλαι.

Κατὰ τὸ 1954 αἱ πρῶται ὕλαι διὰ τὴν παραγωγὴν ὑδρογόνου κατενέμοντο ὡς ἀκολούθως: Ὑδαταέριον 53%, γηγενὲς ἀέριον 18%, ἠλεκτρόλυσις 13%, ἀέριον κωκερίας 10%, ἄλλαι πηγαὶ 6%.



Σχ. 9·10.
Κλίβανος παραγωγῆς ὑδρογόνου ἐξ ὑδρογονανθράκων.

Σήμερον, ἡ χρησιμοποίησις παγκοσμίως ὑγρῶν προϊόντων πετρελαίου διὰ τὴν λῆψιν ὑδρογόνου, αὐξάνει σημαντικῶς. Αἰτία τούτου εἶναι αἱ ἀποτόμως αὐξανόμεναι ἀνάγκαι εἰς ὑδρογόνον καὶ ἐκτὸς τούτου ἡ συνεχῶς αὐξανομένη παραγωγὴ ὡς ὑγρῶν ὑποπροϊόντων πετρελαίου, τὰ ὁποῖα δὲν δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν κατ' ἄλλον οἰκονομικῶς συμφέροντα τρόπον.

Αἱ αὐξανόμεναι ἀνάγκαι εἰς ὑδρογόνον πρέπει νὰ ἀποδοθοῦν εἰς τὴν σημαντικὴν αὔξησιν τῆς συνθέσεως ἀμμωνίας εἰς πολλὰς χώρας διὰ τὴν παραγωγὴν λιπασμάτων, ἀλλὰ κυρίως εἰς τὴν συνεχῶς αὐξανομένην σημασίαν τῶν μεθόδων ὑδροπυρολύσεως καὶ ὑδρογονώσεως εἰς τὰ διυλιστήρια πετρελαίου (διάσπασις ὑδρογονανθράκων μὲ σύγχρονον προσθήκην ὑδρογόνου καὶ ἀπομάκρυνσιν τοῦ θείου ἐκ τῶν κλασμάτων, ὡς H_2S).

Σήμερον ὑπάρχουν τρεῖς μέθοδοι μὲ βάσιν τὰ κλάσματα πετρελαίου, διὰ τῶν ὁποίων λαμβάνεται ὑδρογόνον:

α) Ἡ ἀφυδρογόνωσις κεκορεσμένων ὑδρογονανθράκων.

β) Ὁ μετασχηματισμὸς δι' ἀτμοῦ.

γ) Ἡ μερικὴ καῦσις.

Ἡ *ἀφυδρογόνωσις* κεκορεσμένων ὑδρογονανθράκων πρὸς τὸ παρὸν δὲν παίζει σημαντικὸν ρόλον. Ἀντιθέτως ἔχει μεγάλην σημασίαν ὁ *μετασχηματισμὸς ὑδρογονανθράκων δι' ἀτμοῦ*. Τὴν μεγαλυτέραν σημασίαν ἔχει ἡ *μερικὴ καῦσις* τῶν ὑγρῶν ὑδρογονανθράκων. Διοχετεύομεν π.χ. ὀξυγόνον, καὶ τὸ χρησιμοποιούμενον ἔλαιον καὶ ὑδρατμόν, ἀφοῦ τὰ προθερμάνομεν καὶ τὰ δύο κεχωρισμένως ἐντὸς τοῦ ἀντιδραστῆρος. Ἡ ποσότης τοῦ ὀξυγόνου ἔχει ρυθμισθῆ οὕτως, ὥστε τὸ χρησιμοποιούμενον ἔλαιον νὰ καίεται μερικῶς· ἡ καῦσις αὐτὴ παράγει τὴν θερμοκρασίαν εἰς τὴν ὁποίαν ὁ ὑδρατμὸς ἀντιδρᾶ μεθ' ἑνὸς ποσοστοῦ τοῦ χρησιμοποιουμένου ἐλαίου πρὸς διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος καὶ ὑδρογόνον:

$$C\nu H_2 n + \nu H_2O \rightarrow \nu CO + (2\nu + 1)\, H_2$$

Ἔχομεν οὕτω μίαν ἀντίδρασιν ὑδαταερίου, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ μερικὴ καῦσις πετρελαίου παρέχει τὴν ἐνέργειαν διὰ τὴν ἐνδόθερμον ἀντίδρασιν μεταξὺ ἑνὸς περαιτέρω μέρους πετρελαίου καὶ τοῦ ὑδρατμοῦ (σχ. 9 · 10).

Βλέπομεν ὅτι (ἐξαιρέσει τῆς καθαρᾶς ἀφυδρογονώσεως) καὶ τὸ πετρέλαιον παρέχει ἐπίσης ὑδαταέριον. Αὐτὸ ὅμως πρέπει νὰ μετασχηματισθῆ καὶ νὰ ἀπαλλαγῆ ἀπὸ τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος (παράγρ. 9 · 7). Τὴν μετατροπὴν τὴν ἐπιτυγχάνομεν εἰς θερμοκρασίαν ἀπὸ 350^0 C ἕως 450^0 C ἐπὶ ἑνὸς καταλύτου, ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ Fe_2O_3, ὀλίγου Cr_2O_3 καὶ 0,2 % μολυβδαινίου, Mo. Ἐσχάτως τὸ ἀέριον συνθέσεως παράγεται ὑπὸ μεγαλυτέραν πίεσιν (17 ἕως 22 ἀτ.) καὶ ἡ πίεσις αὐτὴ διατηρεῖται ἐπίσης καὶ κατὰ τὴν μετατροπήν.

Ὁ Πίναξ 9 · 10 · 1 δεικνύει πόσον σημαντικῶς ἐμειώθη τὸ 1962 τὸ ποσοστὸν τοῦ κῶκ ὡς πρώτης ὕλης διὰ τὴν παραγωγὴν ὑδρογόνου καὶ τὴν σημασίαν ποὺ ἔχει σήμερον πρὸς τοῦτο τὸ πετρέλαιον καὶ τὸ γηγενὲς ἀέριον.

Ἀλλὰ καὶ εἰς τὴν Γερμανίαν καὶ εἰς τὴν Γαλλίαν ἡ ἀντικατάστασις τοῦ κῶκ διὰ πετρελαίου ὡς πρώτης ὕλης ἐξελίσσεται ραγδαίως,

ὅσον ἐξελίσσεται ἡ τεχνικὴ τοῦ πετρελαίου εἰς τὰς δύο αὐτὰς χώρας, ὥστε σήμερον νὰ μὴ χρησιμοποιῆται σχεδὸν πουθενὰ πλέον κώκ.

ΠΙΝΑΞ 9·10·1

Ποσοστὸν % τῶν πηγῶν πρώτων ὑλῶν διὰ τὴν παραγωγὴν ὑδρογόνου

	Κώκ	Πετρέλαιον/γηγενὲς ἀέριον	'Ηλεκτρόλυσις
Δυτικὴ Γερμανία	69%	15%	
Γαλλία	54%	45%	
'Ιταλία	20%	80%	
Η.Π.Α.	10%	86%	
Νορβηγία	–	–	100%

'Η σύνθεσις ἀμμωνίας κατὰ Haber καὶ Bosch μετετράπη κατὰ διαφόρους τρόπους. Πλὴν ὅμως ὡς πρὸς τὴν βασικὴν ἀρχὴν τῆς μεθόδου, δηλαδὴ τὴν ἕνωσιν ὑδρογόνου καὶ ἀζώτου ὑπὸ ὑψηλὴν πίεσιν εἰς τὴν ἀπαιτουμένην θερμοκρασίαν ἀντιδράσεως καὶ ἐπὶ ἑνὸς καταλύτου, πρὸς ἀμμωνίαν, δὲν μετεβλήθη διόλου. Μόνον τὰ μεγέθη θερμοκρασίας καὶ πιέσεως ὑπέστησαν ἐν μέρει σημαντικὰς μεταβολάς. Κατὰ τὴν μέθοδον τῆς Chemical Construction Corporation, ἡ μετατροπὴ τοῦ πετρελαίου πρὸς ὑδαταέριον διεξάγεται εἰς 20 ἀτμοσφαίρας καὶ ἡ σύνθεσις τῆς ἀμμωνίας εἰς 360 ἀτμοσφαίρας.

Ἔχει ἀποδειχθῆ πειραματικῶς ὅτι, διὰ δοθέντα καταλύτην, ἐντὸς ὡρισμένης περιοχῆς, δύναται νὰ μειωθῆ ἡ θερμοκρασία ἀντιδράσεως, ἂν αὐξηθῆ ἀντιστοίχως ἡ πίεσις. 'Η μέθοδος τοῦ Claude βασίζεται ἐπὶ διαφόρων πρώτων ὑλῶν (ἀπαέρια τῆς βιομηχανίας τοῦ πετρελαίου, ὑδρογόνον ἐξ ἠλεκτρολύσεως ἢ ἐκ μεθανίου καὶ ἄλλας). Κατ' αὐτὴν χρησιμοποιοῦνται θερμοκρασίαι 600^0 C περίπου καὶ πιέσεις μεταξὺ 400 καὶ 600 ἀτμοσφαιρῶν. 'Εν συγκρίσει πρὸς τὴν μέθοδον Haber - Bosch ἡ μέθοδος Claude χρησιμοποιεῖται σήμερον εἰς μικρὸν ποσοστόν.

9 · 11 Χρησιμοποίησις τῆς ἀμμωνίας.

'Η ἀμμωνία εἶναι πολύτιμος πρώτη ὕλη διὰ τὴν παρασκευὴν πολυαρίθμων προϊόντων παραγομένων εἰς μεγάλην κλίμακα. Μεταξὺ τούτων περιλαμβάνεται κυρίως τὸ νιτρικὸν ὀξὺ καὶ τὰ παράγωγά του, ἡ σόδα, ἡ οὐρία, τὸ θειικὸν ἀμμώνιον καὶ ἀνόργανα καὶ ὀργα-

νικὰ λιπάσματα, καὶ ἰδίως μικτὰ λιπάσματα, τὰ ὁποῖα περιέχουν ἐπίσης καὶ φωσφορικὸν ὀξὺ καὶ ἅλατα καλίου. Εἰς τὰς Η.Π.Α. ἤδη ἀπὸ τοῦ 1947 χρησιμοποιοῦνται ὑδατικὰ διαλύματα ἀμμωνίας δι' ἀπ' εὐθείας ἀμμωνιακὴν λίπανσιν.

Ἡ καθαρὰ ἀέριος ἀμμωνία χρησιμοποιεῖται τεχνικῶς εἰς μεγάλην κλίμακα εἰς τὰς ψυκτικὰς μηχανὰς ὡς ψυκτικὸν μέσον. Ἡ ἀέριος ἀμμωνία συμπιέζεται ἐντὸς συμπιεστῆρος, ἡ θερμότης συμπιέσεως ἀπάγεται, ἀκολούθως ἡ ψυχθεῖσα συμπιεσμένη ἀμμωνία ἐκτονοῦται, ὁπότε ἀνὰ 1 kg ὑγρᾶς ἀμμωνίας ἀποδίδεται κατὰ τὴν ἐκτόνωσιν ψυκτικὴ ἰσχὺς 300 χιλιοθερμίδων.

9 · 12 Ἀποθήκευσις.

Ὡς ὑδατικὴ ἀμμωνία ἀποθηκεύεται ἐντὸς δοχείων ἀποθηκεύσεως καὶ βυτιοφόρων ὀχημάτων, καὶ ὡς ὑγρὰ ἀμμωνία ὑπὸ πίεσιν ἀποθηκεύεται ἐντὸς βυτιοφόρων ὀχημάτων καὶ σιδηρῶν φιαλῶν.

Ὡς κατασκευαστικὰ ὑλικὰ διὰ δοχεῖα, τὰ ὁποῖα ἔρχονται εἰς ἐπαφὴν μὲ ἀμμωνίαν ἐνδείκνυται: ὁ μόλυβδος (δι' ὑγρὰν NH_3), ὁ σίδηρος (ἐκτὸς ἂν ἔχωμεν ὑψηλὰς θερμοκρασίας), χρωμιοῦχος καὶ χρωμιονικελιοῦχος χάλυψ, νικέλιον καὶ κράματα αὐτοῦ, πυριτιοῦχος χυτοσίδηρος καὶ ἄλλα. Ἀκατάλληλα εἶναι τὰ μέταλλα, ὡς ὁ ψευδάργυρος καὶ ὁ χαλκός, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν εὐδιαλύτους ἐνώσεις ἀμμωνίου. Αἱ ἐνώσεις αὐταὶ σχηματίζονται μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος, ἀφοῦ προηγουμένως σχηματισθοῦν τὰ ἀντίστοιχα ὀξείδια τῶν μετάλλων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 10

ΝΙΤΡΙΚΟΝ ΟΞΥ

10 · 1 Προέλευσις.

Τὸ νιτρικὸν ὀξὺ εὑρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ὑπὸ τὴν μορφὴν τῶν ἁλάτων του μόνον. Τὰ νιτρικὰ ἅλατα εἶναι πολὺ διαδεδομένα, ἀλλὰ κατὰ τὸ πλεῖστον εἰς μικρὰς ποσότητας. Ὅλα τὰ νιτρικὰ ἅλατα εἶναι εὐδιάλυτα ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ ὡς ἐκ τούτου ἐκπλύνονται εὐκόλως ὑπὸ τῆς βροχῆς. Μόνον εἰς τὴν Χιλήν, ὅπου δὲν βρέχει πολύ, ὑπάρχουν μεγάλαι ἀποθέσεις νιτρικοῦ ἅλατος, τὸ ὁποῖον ὀνομάζεται *νίτρον τῆς Χιλῆς*, $NaNO_3$. Αἱ νιτρικαὶ ἐνώσεις ἐσχηματίσθησαν ἐκ νιτρικοῦ ὀξέος, τὸ ὁποῖον ἐσχηματίσθη δι' ὀξειδώσεως τοῦ ἀζώτου τοῦ ἀέρος δι' ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων (θύελλαι), ἐκ τῆς δράσεως ὡρισμένων βακτηριδίων τοῦ ἐδάφους ἢ δι' ἀποσυνθέσεως εἰς τὸν ἀέρα ὀργανικῶν ὑλῶν ποὺ περιέχουν ἄζωτον.

10 · 2 Ἱστορικόν.

Ἤδη ἀπὸ τοῦ 1300 παρεσκευάσθη εἰς τὴν Ἰταλίαν νιτρικὸν ὀξὺ διὰ θερμάνσεως νιτρικοῦ νατρίου, στυπτηρίας καὶ θειικοῦ χαλκοῦ, ὅπου τὸ σχηματιζόμενον κατὰ τὴν θέρμανσιν τῆς στυπτηρίας καὶ τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ θειικὸν ὀξὺ ἀπελευθερώνει ἐκ τοῦ νιτρικοῦ νατρίου τὸ νιτρικὸν ὀξύ.

Περὶ τὰ τέλη τοῦ μεσαίωνος κατέστη δυνατὴ ἡ ἀπ' εὐθείας ἀποσύνθεσις τοῦ νίτρου τῆς Χιλῆς διὰ θειικοῦ ὀξέος, χωρὶς νὰ χρησιμοποιηθῇ στυπτηρία.

Ἐπὶ τῇ βάσει τῆς μεθόδου αὐτῆς παρήγετο μέχρι τῆς ἀρχῆς τοῦ 20ου αἰῶνος τὸ νιτρικὸν ὀξὺ ἀποκλειστικῶς ἐκ τοῦ νίτρου τῆς Χιλῆς. Τὸ 1903 ἀνεκαλύφθη ἡ μέθοδος τοῦ ἠλεκτρικοῦ τόξου, δηλαδὴ ὁ σχηματισμὸς ὀξειδίου τοῦ ἀζώτου ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν τόξον.

Ἐκ τῶν διαφόρων μεθόδων πρέπει νὰ ἀναφερθοῦν ἰδιαιτέρως ἡ τῶν Birkeland καὶ Eyde καὶ ἡ τοῦ Schoenherr. Καὶ αἱ δύο μέθοδοι ἀπαιτοῦν μεγάλας ποσότητας ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας καὶ ὡς ἐκ τούτου κατέστη δυνατὸν νὰ ἐφαρμοσθοῦν μὲ εὐνοϊκοὺς οἰκονομικῶς ὅρους μόνον εἰς χώρας, ποὺ διαθέτουν εὐθηνὰς πηγὰς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας (ὑδατοπτώσεις), π.χ. εἰς τὴν Νορβηγίαν.

Τὸ 1915 ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ W. Ostwald ὁ σχηματισμὸς τοῦ ὀξειδίου τοῦ ἀζώτου διὰ καύσεως ἀμμωνίας. Διὰ τῶν συνεχῶν βελτιώσεων τῆς συνθέσεως τῆς ἀμμωνίας καὶ τῆς καταβιβάσεως τοῦ κόστους παραγωγῆς ἀπεδεικνύετο ἡ ἀνωτερότης τῆς μεθόδου τῆς καύσεως τῆς ἀμμωνίας, ἔναντι τῆς καύσεως τοῦ ἀέρος, ὅλον καὶ περισσότερον· διὰ τοῦτο σήμερον ἀκόμη εἰς χώρας μὲ εὐθηνὴν ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν διεξάγεται ἡ καῦσις τῆς ἀμμωνίας ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν μέθοδον Haber - Bosch.

Ἀνάπτυξις τῆς βιομηχανίας ἀζώτου.

Μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ αἰῶνος ἡ μόνη πηγὴ ἀζώτου ἦσαν τὸ νίτρον τῆς Χιλῆς καὶ ἡ ἀμμωνία τῆς κωκερίας, ἡ ὁποία ἐσχηματίζετο ὡς ὑποπροϊὸν κατὰ τὴν ξηρὰν ἀπόσταξιν τῶν λιθανθράκων. Ἡ ἀνάγκη εἰς ἄζωτον ηὔξανεν, ὅσον ἀνεγνωρίζετο ἡ σημασία τῶν ἐνώσεων ἀζώτου ὡς τεχνητοῦ λιπάσματος (Liebig 1840), μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ὁλονὲν μεγαλυτέραν ζήτησιν ἀζωτούχων λιπασμάτων (νιτρικῶν καὶ ἀμμωνιακῶν).

Τὸ 1903 καὶ 1905 ἀνεκαλύφθησαν δύο μέθοδοι, αἱ ὁποῖαι ἐπέτυχον τὸν σκοπὸν αὐτόν, δηλαδὴ τὴν ὀξείδωσιν τοῦ ἀζώτου πρὸς NO εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν τόξον καὶ τὴν παρασκευὴν τῆς ἀσβεστοκυαναμίδης.

Ὡς εἴπομεν, ἡ μέθοδος Haber - Bosch κατέστη ἡ κυρία μέθοδος συνθέσεως τῆς ἀμμωνίας, ὑπεκατέστησε τὰς ἄλλας μεθόδους καὶ ἐμείωσε τὴν κατανάλωσιν τοῦ νίτρου τῆς Χιλῆς.

Ἐκ τοῦ ἀζώτου τοῦ ἀέρος, τὸ ὁποῖον ὑφίσταται κατεργασίαν, τὰ 84 % περίπου καταναλίσκονται διὰ τὴν παραγωγὴν λιπασμάτων.

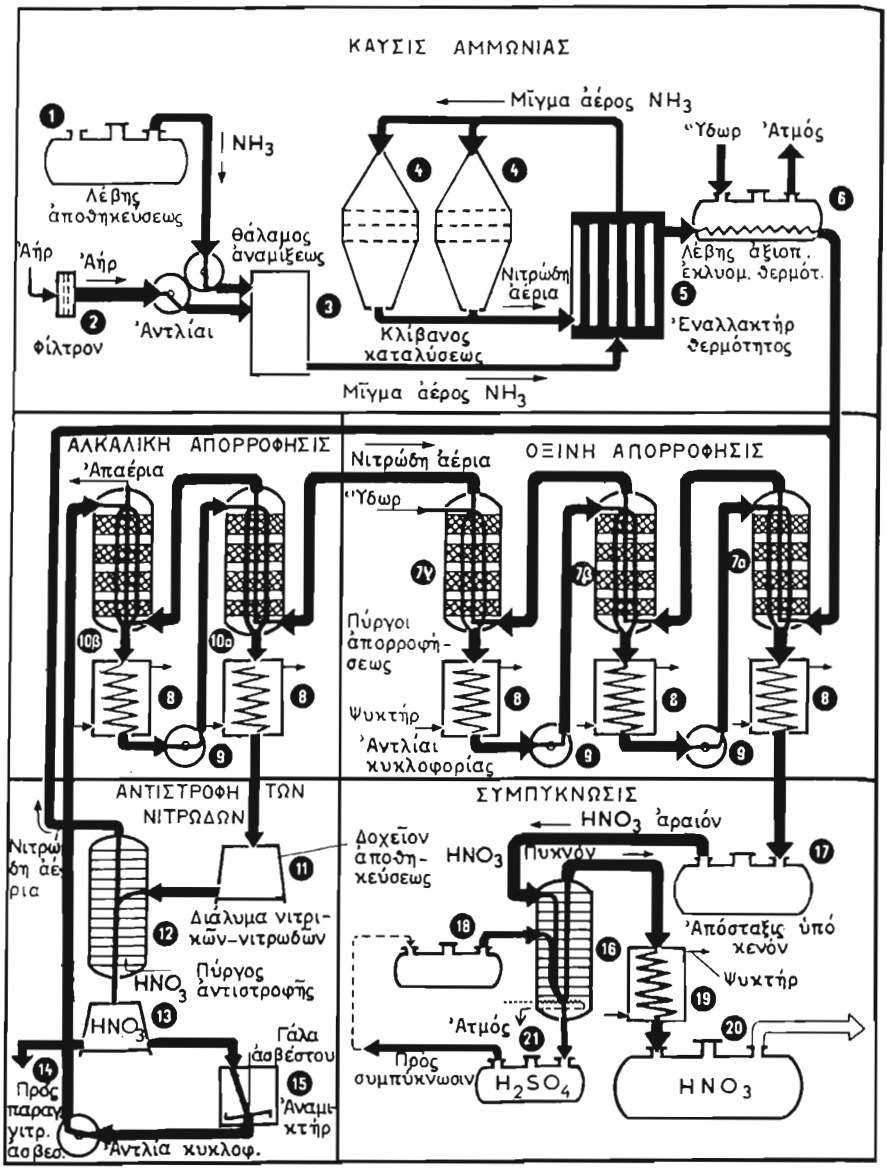
10 · 3 Μέθοδος παραγωγῆς τοῦ HNO_3 δι' ὀξειδώσεως τῆς ἀμμωνίας.

Τὸ νιτρικὸν ὀξὺ παρασκευάζεται σήμερον σχεδὸν ἀποκλειστικῶς κατὰ τὸν προταθέντα ὑπὸ τοῦ W. Ostwald τρόπον δι' ὀξειδώσεως τῆς ἀμμωνίας (σχ. 10 · 3).

α) Καῦσις τῆς ἀμμωνίας.

Ἀέριος ἀμμωνία ἐκ τῆς ἐγκαταστάσεως Haber - Bosch ἢ ἐξ ἑνὸς δοχείου ἀποθηκεύσεως, 1, καὶ προσεκτικῶς καθαρισθεὶς ἀήρ, 2, ἀναμιγνύονται ἐντὸς τοῦ θαλάμου ἀναμίξεως, 3, ὑπὸ ἀναλογίαν 1 : 10· ἀκολούθως διοχετεύονται μὲ μεγάλην ταχύτητα, διὰ τοῦ θαλάμου καταλύσεως, 4, εἰς 800^0 C ἕως 850^0 C, ὑπεράνω ἑνὸς λεπτοῦ δικτύου ἐκ σύρματος πλατίνης, ἀφοῦ προηγουμένως τὸ ἀέριον μῖγμα θερμανθῇ εἰς τὸν ἐναλλακτῆρα θερμότητος, 5, εἰς 200^0 C περίπου, 6.

Διὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος ὀξειδοῦται ἡ NH_3 πρὸς μονοξείδιον τοῦ ἀζώτου, NO, τὸ ὁποῖον μετὰ τοῦ ἐν περισσείᾳ ἀέρος ἀποτελεῖ τοὺς *νιτρώδεις ἀτμούς*. Ἡ ἀντίδρασις εἶναι ἐξώθερμος καὶ ἂν ἀρχικῶς οἱ κλίβανοι καταλύσεως θερμανθοῦν, ἡ ἀπαιτουμένη θερμοκρασία ἀντιδράσεως συντηρεῖται ἀφ' ἑαυτῆς. Οἱ θερμοὶ νιτρώδεις ἀτμοὶ ἀποδίδουν ἕνα μέρος τῆς θερμότητός των εἰς τὸν ἐναλλακτῆρα θερμότητος,


ΚΑΥΣΙΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ
Μῖγμα ἀέρος NH_3
NH_3
Λέβης ἀποθηκεύσεως
Θάλαμος ἀναμίξεως
Ἀήρ
Ἀήρ
Φίλτρον
Ἀντλίαι
Κλίβανος καταλύσεως
Νιτρώδη ἀέρια
Ὕδωρ Ἀτμός
Λέβης ἀξιοπ. ἐκλυομ. θερμότ.
Ἐναλλακτὴρ θερμότητος
Μῖγμα ἀέρος NH_3
ΑΛΚΑΛΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΙΣ
Ἀπαέρια
ΟΞΙΝΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΙΣ
Νιτρώδη ἀέρια
Ὕδωρ
Πύργοι ἀπορροφήσεως
Ψυκτὴρ
Ἀντλίαι κυκλοφορίας
ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΝΙΤΡΩΔΩΝ
Νιτρώδη ἀέρια
Διάλυμα νιτρικῶν-νιτρωδῶν
Πύργος ἀντιστροφῆς
HNO_3
Γάλα ἀσβέστου
Πρὸς παραγ. γιτρ. ἀσβεστ.
Ἀναμικτὴρ
Ἀντλία κυκλοφ.
ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΙΣ
HNO_3 ἀραιόν
Δοχεῖον ἀποθηκεύσεως
HNO_3 Πυκνόν
Ἀπόσταξις ὑπὸ κενόν
Ψυκτὴρ
Ἀτμός
Πρὸς συμπύκνωσιν
H_2SO_4
HNO_3

Σχ. 10·3.

5. Πρὸς περαιτέρω ἀπόψυξιν διοχετεύονται δι' ἑνὸς λέβητος ἀτμοπαραγωγῆς, 6, πρὸς ἀξιοποίησιν τῆς θερμικῆς ἐνεργείας πρὸς ἀτμοπαραγωγήν.

β) Ὄξινος ἀπορρόφησις.

Ἡ ὀξείδωσις τοῦ NO πρὸς NO_2 καὶ ὁ σχηματισμὸς τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος γίνεται ἐντὸς μεγάλων πύργων ἀπορροφήσεως, 7, ἐντὸς τῶν ὁποίων κατ' ἀρχὰς ρέει ἀραιὸν νιτρικὸν ὀξὺ κατ' ἀντιρροὴν πρὸς τὸ ἀέριον καὶ ἀκολούθως ὕδωρ. Τὰ ἀέρια διέρχονται ἀλληλοδιαδόχως δι' ἓξ, 6, πύργων [εἰς τὸ σχῆμα 10 · 3 ἐκ λόγων ἐποπτικότητος ἔχουν σχεδιασθῆ μόνον 3 (7α - γ)]. Εἰς ἕκαστον πύργον ἀντλεῖται, 9, καὶ ψεκάζεται δι' ἀκροφυσίων τὸ ἀραιὸν ὀξὺ τοῦ προηγουμένου πύργου, ἐνῶ ἐνδιαμέσως εἶναι συνδεδεμένοι ψυκτῆρες, 8. Ἐκ τοῦ πύργου 7α, ἐκρέει τὸ 50% περίπου τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος. Ἡ πορεία τῆς ἀντιδράσεως εἶναι ἡ ἀκόλουθος:

Τὸ μονοξείδιον τοῦ ἀζώτου, NO, ὀξειδοῦται διὰ τῆς περισσείας τοῦ ἀέρος πρὸς NO_2, τὸ ὁποῖον ὅμως εἰς συνήθεις θερμοκρασίας εἶναι διμερισμένον πρὸς τετροξείδιον τοῦ ἀζώτου:

$$2NO + O_2 \rightarrow NO_2$$

$$NO_2$$

Τοῦτο μὲ ὕδωρ σχηματίζει ἐξ ἡμισείας νιτρικὸν ὀξύ, HNO_3, καὶ νιτρῶδες ὀξύ, HNO_2:

$$\begin{array}{lcll} NO_2 & OH & \rightarrow & HNO_3 \text{ νιτρικὸν ὀξὺ} \\ + & | & & \\ NO_2 & H & \rightarrow & HNO_2 \text{ νιτρῶδες ὀξὺ} \end{array}$$

Τὸ νιτρῶδες ὀξὺ ὅμως εἶναι ἀσταθὲς καὶ μετατρέπεται εἰς νιτρικὸν ὀξὺ καὶ NO:

$$3HNO_2 \rightarrow HNO_3 + 2NO + H_2O$$

Τὸ οὕτω σχηματισθὲν NO ἀντιδρᾷ πάλιν μετ' ἀέρος ὑπὸ σχηματισμὸν N_2O_4 καὶ ἀντιδρᾷ πάλιν μεθ' ὕδατος, ὡς περιεγράφη ἀνωτέρω, ὑπὸ σχηματισμὸν HNO_3 καὶ HNO_2. Ἐξ αὐτοῦ προκύπτει, ὅτι πρέπει νὰ σχηματίζεται συνεχῶς NO καὶ ὅτι ὁλοκληρωτικὴ μετατροπὴ τούτου δὲν εἶναι δυνατὴ διὰ τῆς ἁπλῆς ὀξίνου ἀπορροφήσεως. Ὡς ἐκ τούτου ἐν συνεχείᾳ συνδέομεν μίαν ἀλκαλικὴν ἀπορρόφησιν.

γ) Ἀλκαλικὴ ἀπορρόφησις.

Ἐπειδή, ὅπως εἴπομεν, ὁλοκληρωτικὴ ἀπορρόφησις δι' ἀραιοῦ νιτρικοῦ ὀξέος καὶ δι' ὕδατος δὲν εἶναι δυνατή, διοχετεύομεν τοὺς ἀραιοὺς νιτρώδεις ἀτμοὺς μετὰ τὴν ἔξοδον ἐκ τοῦ ἕκτου πύργου, διὰ δύο εἰσέτι ἀλκαλικῶς ψεκαζομένων πύργων ἀπορροφήσεως, 10, (α-β). Ὁ ἀλκαλικὸς ψεκασμὸς διεξάγεται δι' ἐναιωρήματος ἀσβέστου (ἀσβέστιον γάλα), 15, ἐντὸς διαλύματος νιτρικοῦ ἀσβεστίου καὶ νιτρώδους ἀσβεστίου, 11:

$$4NO_2 + 2Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + Ca(NO_2)_2 + 2H_2O$$

Τὰ δι' ὑψηλῶν καπνοδόχων, 10 β, ἐκλυόμενα εἰς τὸν ἀέρα ἀπαέρια περιέχουν εἰσέτι 0,05 % ἕως 0,1 % περίπου ὀξείδια τοῦ ἀζώτου· ἡ ὁλοκληρωτικὴ ὅμως ἀπορρόφησις τούτων θὰ ἦτο λίαν ἀντιοικονομική.

Ἀντὶ γάλακτος ἀσβέστου χρησιμοποιεῖται ἐπίσης καὶ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου ἢ διάλυμα ἀνθρακικοῦ νατρίου. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν σχηματίζονται νιτρικὸν νάτριον, $NaNO_3$ καὶ νιτρῶδες νάτριον, $NaNO_2$.

δ) Μετατροπὴ τῶν νιτρωδῶν ἑνώσεων.

Διὰ τὴν ἀξιοποίησιν τῶν ἐντὸς τοῦ ἀλκαλικοῦ διαλύματος σχηματισθέντων νιτρωδῶν ἁλάτων, ταῦτα ὀξειδοῦνται ἐντὸς τοῦ πύργου μετατροπῆς, 12, διὰ ρυθμιζομένης ποσότητος νιτρικοῦ ὀξέος πρὸς νιτρικὰς ἑνώσεις, π.χ.:

$$3Ca(NO_2)_2 + 4HNO_3 \rightarrow 3Ca(NO_3)_2 + 4NO + 2H_2O$$

Ἐκ τῆς νιτρώδους ἑνώσεως σχηματίζεται ἑπομένως μία πολύτιμος νιτρικὴ ἕνωσις, ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖται ἰδιαιτέρως εἰς τὴν παρασκευὴν τοῦ ἀλκαλικοῦ διαλύματος, 15, διὰ τοῦ ὁποίου δύναται νὰ αὐξηθῇ ἡ συγκέντρωσις τοῦ ἀπαγομένου νιτρικοῦ διαλύματος. Τὸ ἐκ τῆς μετατροπῆς σχηματιζόμενον NO ἀνακυκλοῦται ἐκ τοῦ 12 εἰς τὴν ὄξινον ἀπορρόφησιν.

ε) Συμπύκνωσις.

Συμπύκνωσις δι' ἀποστάξεως εἶναι δυνατὴ μόνον ἕως ἑνὸς ὀξέος 68 %. Ἡ «προσυμπύκνωσις» αὐτὴ γίνεται συχνὰ (εἰς τὸ σχῆμα δὲν σημειοῦται). Ἡ ὑψηλὴ συμπύκνωσις εἰς 98 % ἕως 100 % περιεκτικότητα HNO_3 εἶναι δυνατὴ μόνον διὰ μέσων δεσμευόντων ἢ ἀποσπών-

των ὕδωρ. Τὸ διὰ τὸν σκοπὸν τοῦτον εὐθηνότερον προϊὸν εἶναι τὸ θειικὸν ὀξύ.

Ἐντὸς μιᾶς ὑψηλῆς στήλης ἀποστάξεως, 16, ἀναμιγνύονται συνεχῶς νιτρικὸν ὀξὺ 50%, 17, — ἢ προσυμπυκνωθὲν εἰς 60% ἕως 65% — μετὰ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος, 18. Ἡ παραλαβὴ τοῦ ὕδατος ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος γίνεται μόνη της ὑπὸ ἰσχυρὰν ἔκλυσιν θερμότητος. Ἡ πρὸς «ἀπόσταξιν» τοῦ πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος ἀπαιτουμένη εἰσέτι ποσότης θερμότητος παρέχεται δι' ἑνὸς σπειροειδοῦς σωλῆνος ἀτμοῦ. Ἡ ἀπόσταξις τοῦ ὑψηλῆς πυκνότητος ὀξέος πρέπει νὰ γίνῃ ὑπὸ κενὸν πρὸς ἀποφυγὴν ἀποσυνθέσεως. Τὸ ἀποστάζον ὑψηλῆς συγκεντρώσεως νιτρικὸν ὀξὺ ὑγροποιεῖται ἐντὸς τοῦ ψυκτῆρος, 19, καὶ συλλέγεται ἐντὸς τοῦ λέβητος ἀποθηκεύσεως, 20. Τὸ διὰ τῆς παραλαβῆς τοῦ ὕδατος ἀραιωθὲν εἰς 75% θειικὸν ὀξύ, 21, συμπυκνοῦται πάλιν εἰς ἰδιαίτερον τμῆμα «συμπυκνώσεως ὀξέος» εἰς περιεκτικότητα 98% (δι' ἐξατμίσεως τοῦ ὕδατος εἰς 325° C).

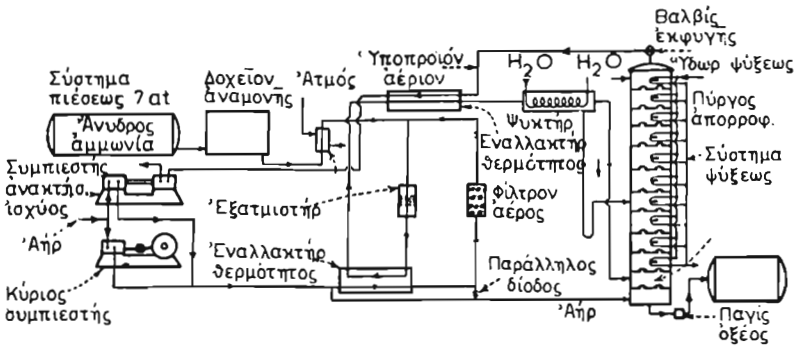
10 · 4 Παραλλαγαὶ τῆς μεθόδου.

Ἡ περιγραφεῖσα μέθοδος παραγωγῆς νιτρικοῦ ὀξέος εἶναι σήμερον ἡ περισσότερον χρησιμοποιουμένη. Μὲ τὴν μέθοδον Ostwald ἔχει κοινὸν μόνον τὴν βασικὴν ἰδέαν τῆς ὀξειδώσεως τῆς ἀμμωνίας μὲ ὀξυγόνον. Εἰς τὰς ἐν τῇ πράξει χρησιμοποιουμένας μεθόδους ὑπάρχει ὁλόκληρος σειρὰ παραλλαγῶν.

Εἰς τὸ μῖγμα ἀμμωνίας - ἀέρος τὸ ποσοστὸν τῆς ἀμμωνίας κυμαίνεται μεταξὺ 9,5% καὶ 11,5%. Ὑπάρχουν ἐπίσης ἐγκαταστάσεις, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦν καθαρὸν ὀξυγόνον ἢ ἀέρα ἐμπλουτισθέντα δι' ὀξυγόνου ὡς συστατικὸν τοῦ μίγματος. Ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται διάφοροι καταλύται, ὡς π.χ. δίκτυα καθαρᾶς πλατίνης, κράματος πλατίνης - ροδίου (σχ. 10 · 4), ταινίαι μὲ λεπτομερισμένην πλατίναν, καταλύται μετὰ ὀξειδίων τοῦ σιδήρου ἢ τοῦ χαλκοῦ μετὰ ὀξειδίου τοῦ βισμουθίου κ.ἄ.

Τὰς καλυτέρας μέχρι σήμερον ἀποδόσεις παρέχουν τὰ κράματα πλατίνης - ροδίου. Εἰς τὸ τμῆμα ἀπορροφήσεως ἐργαζόμεθα κατὰ τὸ πλεῖστον ἄνευ πιέσεως, ὑπάρχουν ὅμως καὶ ἐγκαταστάσεις, εἰς τὰς ὁποίας χρησιμοποιοῦνται πιέσεις ἕως 5 ἀτμοσφαιρῶν. Ὡς ἀλκαλικὸν μέσον ἀπορροφήσεως χρησιμοποιοῦμεν ἐπίσης καὶ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου καὶ διάλυμα ἀνθρακικοῦ νατρίου. Οἱ πύργοι ἀπορροφήσεως

δύνανται νὰ ἔχουν πληρωθῆ διὰ σωματιδίων πληρώσεως (π.χ. δακτύλιοι Raschig ἐκ κεραμικοῦ ὑλικοῦ) ἢ νὰ φέρουν πυθμένας ἐν εἴδει κώδωνος εἰδικῆς κατασκευῆς. Ὑπάρχουν ἐπὶ πλέον καὶ ἐγκαταστάσεις, εἰς τὰς ὁποίας προτιμῶνται χῶροι ἀπορροφήσεως τελείως κενοί.



Σχ. 10·4.
Σύνθεσις νιτρικοῦ ὀξέος.

Εἰς τὴν συμπύκνωσιν πρὸς νιτρικὸν ὀξὺ ὑψηλῆς ἑκατοστιαίας περιεκτικότητος μέχρι τοῦδε ἐπεκράτει ἡ ἀπόσταξις μετὰ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος κατὰ τὴν περιγραφεῖσαν μέθοδον τοῦ Pauling. Ὑπάρχουν ὅμως καὶ ἐγκαταστάσεις, αἱ ὁποῖαι μετατρέπουν ἀραιὸν νιτρικὸν ὀξὺ πρὸς πυκνόν, ἄνευ ἀφυγραντικοῦ μέσου μὲ τὴν βοήθειαν τετροξειδίου τοῦ ἀζώτου, N_2O_4, καὶ ὀξυγόνου ἐντὸς αὐτοκλείστων ὑπὸ πίεσιν. Ἂν καὶ χρησιμοποιεῖται ἐνέργεια διὰ ψῦξιν (διὰ τὴν μετατροπὴν τοῦ NO_2 πρὸς N_2O_4) καὶ ἐνέργεια διὰ συμπίεσιν (διὰ τὰ αὐτόκλειστα), αἱ ἐγκαταστάσεις αὐταὶ εἶναι ἀπὸ οἰκονομικῆς ἀπόψεως ἰσάξιοι τῶν ἄλλων καὶ μάλιστα ἀπὸ ὡρισμένης ἀπόψεως ἀνώτεραι. Κατὰ μίαν ἄλλην μέθοδον παράγεται πυκνὸν νιτρικὸν ὀξὺ ἀπ' εὐθείας, ἐκ τῆς καύσεως τῆς ἀμμωνίας μὲ καθαρὸν ὀξυγόνον.

10 · 5 Χημικαὶ ἰδιότητες.

Ὅπως εἶναι γνωστὸν ἐκ τῆς Χημείας, τὸ νιτρικὸν ὀξύ, HNO_3, εἶναι τὸ σταθερώτερον ὀξὺ τοῦ ἀζώτου. Τὸ χημικῶς καθαρὸν εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, ὡς τὸ ὕδωρ, ἰσχυρῶς καυστικόν. Πήγνυται εἰς $-41{,}3^0$ C καὶ εἰς τοὺς 86^0 C ἀρχίζει νὰ ζέῃ ὑπὸ ἀποσύνθεσιν. Σχηματίζονται οὕτως ὕδωρ, ὀξυγόνον καὶ ὀξείδια τοῦ ἀζώτου. Τὰ δύο τελευταῖα ἀέρια ἐκλύονται, ἐνῶ τὸ ὕδωρ παραμένει. Ἡ ἀποσύνθεσις αὐτὴ συνεχίζεται, ἐνῶ τὸ σημεῖον ζέσεως ἀνέρχεται, ἕως ὅτου τελικῶς ἐπιτυγχάνεται ὀξὺ

69,2%, τὸ ὁποῖον ἀκολούθως κατὰ τὴν περαιτέρω ἀπόσταξιν, ζέει σταθερῶς καὶ ἄνευ περαιτέρω ἀποσυνθέσεως εἰς 121,8° C. Ἐπίσης καὶ ἐὰν μένῃ ἄνευ θερμάνσεως, τὸ καθαρὸν νιτρικὸν ὀξὺ ἀποσυντίθεται ὑπὸ ἔκλυσιν ὀξυγόνου καὶ ὀξειδίων τοῦ ἀζώτου, τὰ ὁποῖα προσδίδουν εἰς τὸ ὀξὺ καφεκίτρινον χρῶμα, λόγω τοῦ ὁποίου τὸ ὀξὺ ὀνομάζεται ἐπίσης καὶ ἐρυθρὸν καπνίζον νιτρικὸν ὀξύ. Τὸ ὀξὺ ἀναμιγνύεται μὲ ὕδωρ ὑπὸ οἱανδήποτε ἀναλογίαν. Ἐπειδὴ ἡ πυκνότης τῶν ἀραιῶν νιτρικῶν ὀξέων εἶναι ἀνάλογος τῆς περιεκτικότητος εἰς HNO_3, δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν εὐκόλως τὴν συγκέντρωσιν δι' ἀραιομέτρου (δι' ἀραιομετρήσεως).

Τὸ νιτρικὸν ὀξὺ εἶναι ἰσχυρὸν ὀξειδωτικὸν καὶ διαλυτικὸν μέσον. Συνεπεία τῶν δύο τούτων ἰδιοτήτων, εἶναι εἰς θέσιν νὰ διαλύῃ σχεδὸν ὅλα τὰ πολύτιμα μέταλλα ἀρχικῶς δι' ὀξειδώσεως καὶ ἀκολούθως διὰ μετατροπῆς των εἰς διαλυτὰ νιτρικὰ ἅλατα. Μόνον ὁ χρυσὸς καὶ τὰ μέταλλα τῆς ὁμάδος τῆς πλατίνης δὲν διαλύονται ὑπὸ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος. Δυνάμεθα ὡς ἐκ τούτου νὰ διαχωρίσωμεν εἰς τὰ συστατικά των, διὰ νιτρικοῦ ὀξέος, π.χ. κράματα ἐκ χρυσοῦ καὶ ἀργύρου. Ὁ ἄργυρος διαλύεται, ἐνῶ ὁ χρυσὸς (καθὼς καὶ τὰ μέταλλα τῆς πλατίνης) παραμένει ἀδιάλυτος. Τὸ νιτρικὸν ὀξύ, ὡς ἐκ τούτου, ὀνομάζεται καὶ *ὕδωρ διαχωρισμοῦ*.

Μῖγμα ὅμως πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος καὶ πυκνοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος (ἀναλογία μίξεως 1 : 3) δύναται νὰ διαλύσῃ ἀκόμη καὶ τὸν «βασιλέα τῶν μετάλλων», τὸν χρυσὸν καὶ ὡς ἐκ τούτου ὠνομάσθη *βασιλικὸν ὕδωρ*.

Ὡρισμένα μέταλλα, ὡς ὁ σίδηρος καὶ ὁ ψευδάργυρος, δὲν προσβάλλονται αἰσθητῶς ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ HNO_3 (98% ἕως 100%). Τὸ φαινόμενον τοῦτο χαρακτηρίζεται ὡς παθητικὴ κατάστασις ὀφειλομένη εἰς τὸν σχηματισμὸν μιᾶς ἀδιαπεράτου στιβάδος ὀξειδίου.

10 · 6 Ἐφαρμογαί.

Τὸ νιτρικὸν ὀξὺ ἀνήκει εἰς τὰ σημαντικώτερα εἰς μεγάλην βιομηχανικὴν κλίμακα παραγόμενα χημικὰ προϊόντα τῆς Ἀνοργάνου καὶ τῆς Ὀργανικῆς Χημείας.

Χρησιμοποιεῖται εἰς μεγάλας ποσότητας διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν διαφόρων νιτρικῶν λιπασμάτων, ὡς νιτρικοῦ ἀσβεστίου, ἐναμμωνίου νιτρικοῦ ἀσβεστίου, νιτρικοῦ ἀμμωνίου (παράγρ. 14 · 2, νιτρικὴ ἄσβεστος), νιτρικοῦ καλίου, μαύρης πυρίτιδος κ.ἄ. Ἐπὶ πλέον χρησιμοποιοῦμεν τὸ νιτρικὸν ὀξὺ εἰς τὴν τεχνικὴν τῆς κατεργασίας τῶν μετάλλων διὰ σκοποὺς ἐπιφανειακῆς προσβολῆς. Εἰς μεγάλας ποσότητας ἐπίσης χρησιμοποιεῖται τὸ νιτρικὸν ὀξὺ καὶ εἰς τὴν ὀργανικὴν χημικὴν βιομηχανίαν καὶ συγκεκριμένως διὰ τὴν παρασκευὴν ἑστέρων τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος (νιτρογλυκερίνη, νιτροκυτταρίνη) καὶ ἰδίως τῶν νιτροενώσεων τῶν ἀρωματικῶν ὑδρογονανθράκων. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιοῦμεν τὸ νιτρικὸν ὀξύ, ἐν μίγματι μετὰ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος, ὡς ὀξύμιγμα νιτρώσεως. Αἱ νιτροενώσεις ἔχουν μεγάλην

σημασίαν εἰς τὴν ὀργανικὴν χημικὴν βιομηχανίαν καὶ τὰς ἐκρηκτικὰς γενικῶς ὕλας.

10 · 7 Ἀποθήκευσις καὶ μεταφορά.

Γενικῶς τὸ πυκνὸν νιτρικὸν ὀξὺ ἀποθηκεύεται καὶ μεταφέρεται ἐντὸς χυτοσιδηρῶν ἢ ἐξ ἀλουμινίου βυτιοφόρων ὀχημάτων. Διὰ τὴν ἀποθήκευσιν τοῦ ἀραιοῦ νιτρικοῦ ὀξέος χρησιμεύουν δοχεῖα ἐξ ὑάλου ἢ ἐξ ἀργίλου. Κατασκευαστικαὶ ὕλαι ἀνθεκτικαὶ ἔναντι τοῦ πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος εἶναι ὁ χαλκός, τὸ νικέλιον, ὁ ἄργυρος καὶ ὁ κασσίτερος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 11

ΘΕΙΙΚΟΝ ΟΞΥ

11 · 1 Γενικά.

'Ως εἶναι γνωστὸν ἐκ τῆς Γενικῆς Χημείας, ἤδη ἀπὸ τοῦ 13ου αἰῶνος εἶχε ληφθῆ θειικὸν ὀξὺ δι' ἀποστάξεως στυπτηρίας (βιτριολίου) καὶ κατὰ τὸν 17ον αἰῶνα εἰς τὰ φαρμακεῖα ἐλαμβάνετο θειικὸν ὀξὺ (ἔλαιον βιτριολίου) διὰ καύσεως θείου ἐντὸς ὑγρῶν δοχείων μὲ χρησιμοποίησιν ὡς προσθήκης νίτρου τῆς Χιλῆς.

'Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων ἀνεπτύχθη ἡ μέθοδος τῶν μολυβδίνων θαλάμων, ἡ ὁποία εἰσήχθη τὸ 1736 εἰς τὴν 'Αγγλίαν καὶ δύναται γενικῶς νὰ χαρακτηρισθῆ ὡς ἡ πρώτη εἰς μεγάλην βιομηχανικὴν κλίμακα ἐφαρμοσθεῖσα τεχνικὴ μέθοδος τῆς Χημείας. Βεβαίως ἡ μέθοδος αὐτὴ μὲ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου ὑπέστη μεταβολὰς καὶ βελτιώσεις, εἰς τὰς βασικά της ὅμως γραμμὰς διατηρεῖται μέχρι σήμερον. 'Ακόμη καὶ σήμερον τὸ 30% περίπου τῶν εἰς θειικὸν ὀξὺ ἀναγκῶν λαμβάνεται μὲ τὴν μέθοδον τῶν μολυβδίνων θαλάμων ἢ τὴν βραδύτερον ἀναπτυχθεῖσαν ἐξ αὐτῆς μέθοδον τοῦ πύργου. 'Απὸ πολλῶν ὅμως ἤδη ἐτῶν δὲν κατασκευάζονται νέα ἐργοστάσια μολυβδίνων θαλάμων, διότι ἡ μέθοδος τῆς ἐπαφῆς, ἡ ὁποία ἀνεκαλύφθη περὶ τὰ μέσα τοῦ 19ου αἰῶνος ὑπὸ τοῦ Phillips καὶ ἐφηρμόσθη εἰς τὴν πρᾶξιν ὑπὸ τῶν Winkler καὶ Knietsch περὶ τὰ τέλη τοῦ αἰῶνος, εἶναι οἰκονομικῶς πλέον συμφέρουσα καὶ ὡς ἐκ τούτου ἐπεκράτησε παγκοσμίως.

11 · 2 Παραγωγή.

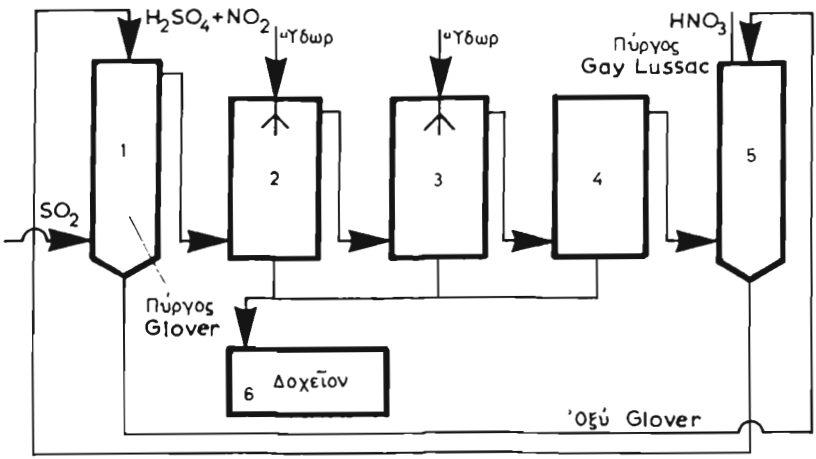
1) Ἡ μέθοδος τῶν μολυβδίνων θαλάμων.

'Ως ἀνεφέρθη, ἡ πρώτη σπουδαία τεχνικὴ μέθοδος παραγωγῆς θειικοῦ ὀξέος εἶναι ἡ μέθοδος τῶν μολυβδίνων θαλάμων. Βασικῶς συνίσταται εἰς τὸ ὅτι καθαρὸν SO_2 ὀξειδοῦται πρὸς θειικὸν ὀξὺ παρουσίᾳ ὕδατος, μὲ τὴν βοήθειαν νιτρωδῶν ἀτμῶν, οἱ ὁποῖοι μεταφέρουν τὸ ὀξυγόνον:

$$2SO_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$$

'Η πορεία τῆς μεθόδου εἶναι ἡ ἀκόλουθος (σχ. 11 · 2 α): Τὸ διοξείδιον τοῦ θείου εἰσάγεται ἐκ τοῦ κάτω μέρους ἑνὸς πύργου ἀπορροφήσεως πεπληρωμένου διὰ σωμάτων πληρώσεως (= πύργος τοῦ Glover), 1. 'Ἐκ τοῦ ἄνω μέρους ψεκάζομεν τὸ ἐξερχόμενον τοῦ πύρ-

γου, 5, (πύργος τοῦ Gay - Lussac) θειικὸν ὀξὺ 78%, τὸ ὁποῖον ἔχει ἐκεῖθεν παραλάβει νιτρώδεις ἀτμοὺς ($NO_2 \cdot N_2O_3$), κατ' ἀντιρροὴν πρὸς τὸ SO_2. Τὸ θερμὸν SO_2 συμπαρασύρει τοὺς νιτρώδεις τούτους ἀτμοὺς καὶ ἀκολούθως φθάνει εἰς τοὺς μολυβδίνους θαλάμους (2,3 καὶ 4), εἰς τοὺς ὁποίους ψεκάζεται ἄνωθεν ὕδωρ. Οἱ μολύβδινοι θάλαμοι εἶναι θάλαμοι ἀντιδράσεως, οἱ ὁποῖοι πρὸς προστασίαν ἔναντι τῆς διαβρώσεως εἶναι ἐπενδεδυμένοι διὰ μολυβδίνων πλακῶν.



Σχ. 11·2 α.

Μολύβδινοι θάλαμοι. 1. Πύργος ἀπορροφήσεως ἢ πύργος Glover. 2, 3, 4. Τρεῖς ἕως ἓξ μολύβδινοι θάλαμοι. 5. Πύργοι τοῦ Gay - Lussac. 6. Δοχεῖον ἀποθηκεύσεως ὀξέος θαλάμων.

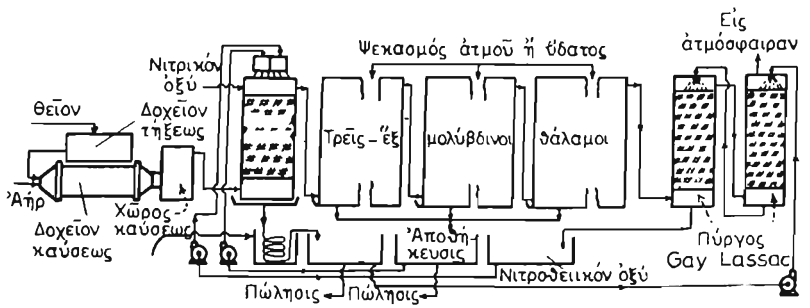
Ἐντὸς τῶν θαλάμων αὐτῶν γίνεται ἀκολούθως ἡ ἀντίδρασις, ἡ ὁποία ὑπὸ ἁπλοποιημένην μορφὴν δύναται νὰ παρασταθῇ ὑπὸ τῆς ἐξισώσεως:

$$SO_2 + NO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + NO$$

Τὸ οὕτω σχηματιζόμενον ὀξύ, τὸ ὀξὺ τῶν θαλάμων, εἰσέρχεται εἰς τὸ δοχεῖον 6. Παρουσιάζει συγκέντρωσιν 60% ἕως 63%. Ἂν θέλωμεν νὰ ἐπιτύχωμεν ὑψηλοτέραν συγκέντρωσιν, τὸ ἐξατμίζομεν ἐντὸς μολυβδίνων δοχείων, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν πρὸς συμπύκνωσιν ἕως 80%. Διὰ νὰ ληφθῇ ὀξὺ 98% παλαιότερον ἐχρησιμοποιοῦντο δοχεῖα ἐκ πλατίνης, σήμερον ὅμως χρησιμοποιεῖται τὸ ἀνθεκτικὸν ἔναντι ὀξέων κρᾶμα Ferrosilicium.

Ἐκ τοῦ τελευταίου θαλάμου ἐκλύεται τὸ ὑπόλοιπον ἀέριον, τὸ ὁποῖον δὲν περιέχει πλέον SO_2, ἀλλὰ μόνον ἀέρα ἐν περισσείᾳ, μονοξείδιον τοῦ ἀζώτου σχηματισθὲν δι' ἀναγωγῆς καὶ ἄζωτον. Τὸ ὑπόλοιπον ἀέριον φθάνει εἰς τὸν πύργον τοῦ Gay-Lussac, 5, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ψεκάζεται διὰ θειικοῦ ὀξέος 78% καὶ ἐμφυσᾶται πρόσθετος ἀὴρ διὰ νὰ ὀξειδωθῇ πλήρως τὸ NO πρὸς NO_2. Εἰς τὸ θειικὸν ὀξὺ προσθέτομεν ὀλίγον νιτρικὸν ὀξὺ πρὸς ἐξισορρόπησιν τῶν ἀναποφεύκτων ἀπωλειῶν εἰς ὀξείδια τοῦ ἀζώτου. Τὰ ἀναγεννηθέντα ὀξείδια τοῦ ἀζώτου ἐπιστρέφουν πάλιν (διαλελυμένα ἐντὸς τοῦ θειικοῦ ὀξέος) εἰς τὸν πύργον τοῦ Glover. Δυνάμεθα ἑπομένως νὰ τὰ χαρακτηρίσωμεν δικαιολογημένως ὡς φορεῖς τοῦ ὀξυγόνου. Δὲν εἶναι ὅμως ὀρθὸν νὰ θεωρήσωμεν τὸ σύνολον τῆς ἀντιδράσεως ὡς καταλυτικὴν καὶ τὰ νιτρώδη ἀέρια ὡς καταλύτας, διότι εἶναι μᾶλλον μία στοιχειομετρικῶς χωροῦσα ἀντίδρασις.

Εἰς τὸ σχῆμα 11 · 2 β φαίνεται μὲ μεγαλυτέραν λεπτομέρειαν ἡ λειτουργία ἐργοστασίου παραγωγῆς θειικοῦ ὀξέος διὰ τῆς μεθόδου τῶν μολυβδίνων θαλάμων.



Σχ. 11·2 β.
Παραγωγὴ θειικοῦ ὀξέος κατὰ τὴν μέθοδον τῶν μολυβδίνων θαλάμων.

Ἡ καλουμένη *μέθοδος τοῦ πύργου* ἀποτελεῖ βελτίωσιν τῆς μεθόδου τῶν μολυβδίνων θαλάμων. Ἀντὶ τῶν εὐρυχώρων καὶ κενῶν μολυβδίνων θαλάμων χρησιμοποιοῦνται πύργοι μὲ στενοὺς ἐσωτερικοὺς χώρους καὶ ἐπὶ πλέον μὲ σώματα ἐμπλησμοῦ (πληρώσεως). Ἡ ἀντίδρασις χωρεῖ μὲ σύγχρονον ψεκασμὸν τῶν ἀερίων ἀντιδράσεως διὰ θερμοῦ θειικοῦ ὀξέος. Εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς σειρᾶς τῶν πύργων εὑρίσκεται ἕνας πύργος Glover, ὁ ὁποῖος ἀποδίδει τοὺς νιτρώδεις

ἀτμοὺς εἰς τὸ SO_2 καὶ εἰς τὸ τέλος εὑρίσκεται ἕνας πύργος Gay - Lussac, ἐντὸς τοῦ ὁποίου οἱ νιτρώδεις ἀτμοί, οἱ ὁποῖοι ὠξειδώθησαν ἐντὸς ἑνὸς προηγουμένως συνδεδεμένου πύργου ἀναγεννήσεως, ἀπορροφοῦνται πάλιν ὑπὸ θειικοῦ ὀξέος.

11 · 3 Καταλυτικὴ μέθοδος παραγωγῆς θειικοῦ ὀξέος.

Κατὰ τὴν μέθοδον αὐτὴν τὸ διοξείδιον τοῦ θείου ὀξειδοῦται ἀπ' εὐθείας δι' ὀξυγόνου, μὲ ἀπόδοσιν θερμότητος ἐπὶ ἑνὸς καταλύτου (βαναδικοῦ καλίου ἐπὶ διοξειδίου τοῦ πυριτίου ὡς φορέως):

$$2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3 + 45{,}2 \text{ kcal}$$

Ἡ ἀντίδρασις δύναται νὰ γίνῃ καὶ ἀντιστρόφως, διότι τὸ SO_3 (τριοξείδιον τοῦ θείου) ἄνω τῶν 600^0 C διασπᾶται ἐκ νέου. Ὡς ἐλαχίστην θερμοκρασίαν πρέπει νὰ διατηρήσωμεν 400^0 C, διότι ὁ καταλύτης δρᾶ μόνον ἄνω τῆς θερμοκρασίας αὐτῆς. Ἐργαζόμεθα ὡς ἐκ τούτου εἰς θερμοκρασίας μεταξὺ 400^0 C καὶ 550^0 C. Ἐπειδὴ ἡ καταλυτικὴ μέθοδος ἐξ ὅλων τῶν μεθόδων παρασκευῆς θειικοῦ ὀξέος ἔχει τὴν μεγίστην σημασίαν, θὰ περιγράψωμεν αὐτὴν ἐκτενῶς συμπεριλαμβανομένης καὶ τῆς μεθόδου τῆς φρύξεως πρὸς παραγωγὴν SO_2 (διοξειδίου τοῦ θείου) (σχ. 11 · 3 α).

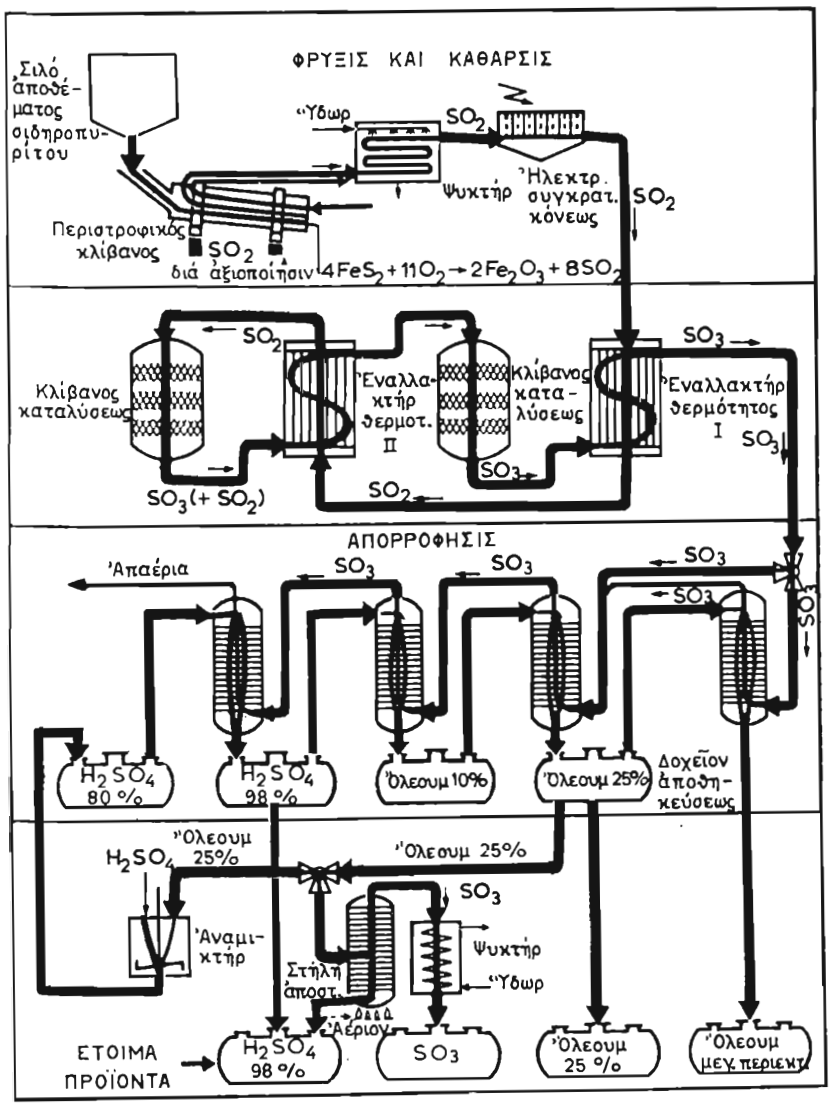
1) Παραγωγὴ διοξειδίου τοῦ θείου ἐντὸς περιστροφικοῦ κλιβάνου.

Διὰ τὴν παρασκευὴν διοξειδίου τοῦ θείου χρησιμοποιοῦμεν τὸ στοιχειακὸν θεῖον εἰς χώρας, εἰς τὰς ὁποίας ὑπάρχουν ἀποθέματα αὐτοῦ.

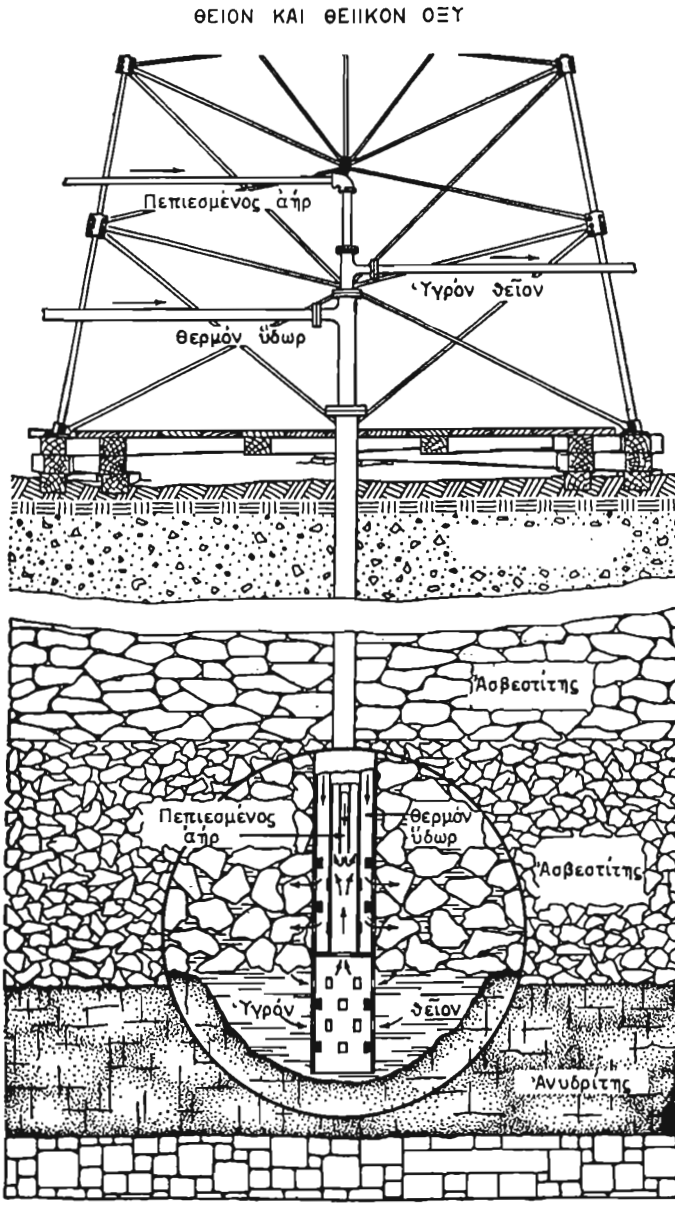
Τοῦτο καίεται ἐντὸς περιστροφικῶν καμίνων ὑπὸ ἄφθονον προσαγωγὴν ἀέρος. Εἰς τὰς ΗΠΑ ἡ παραγωγὴ θειικοῦ ὀξέος ἀπὸ μακροῦ χρόνου βασίζεται κατὰ ποσοστὸν ἄνω τοῦ 80 % εἰς τὴν καῦσιν στοιχειακοῦ θείου. Ὅπου δὲν ὑπάρχει θεῖον, χρησιμοποιοῦμεν τὴν φρῦξιν θειούχων ὀρυκτῶν κατὰ τὴν ὁποίαν σχηματίζεται τὸ SO_2 εἰς μεγάλας ποσότητας. Ὡς πρώτη ὕλη κυρίως χρησιμεύει ὁ σιδηροπυρίτης, FeS_2, ἀλλὰ καὶ αὐτοφυὲς θεῖον, ὅπου ὑπάρχει (σχ. 11 · 3 β).

Ἡ ἐργασία τῆς φρύξεως ἐκτελεῖται εἰς διαφόρους τύπους κλιβάνων. Ἂν ἕνα φορτίον ἐντὸς ἑνὸς κλιβάνου ἀναφλεγῇ ἅπαξ, τοῦτο συνεχίζει νὰ καίεται ἄνευ ἔξωθεν προσαγωγῆς θερμότητος, ἐφ' ὅσον προσάγεται πρώτη ὕλη.

Ὁ περιστροφικὸς κλίβανος εἶναι λίαν διαδεδομένος (σχ. 12·2). Ἐντὸς αὐτοῦ εἰσάγεται εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον ὁ πυρίτης, ἐνῶ ἐκ τοῦ κατωτέρου ἄκρου εἰσάγεται ὁ ἐν περισσείᾳ ἀήρ. Τὸ θειοῦχον ὀρυκτὸν



Σχ. 11·3 α.
Παραγωγὴ θειικοῦ ὀξέος διὰ τῆς καταλυτικῆς μεθόδου.



Σχ. 11·3 β.

Σωλήνωσις φρέατος θείου εἰς ἐγκατάστασιν ἐξαγωγῆς αὐτοφυοῦς θείου.

ἀποκτᾶ τὸ μέγεθος κόκκων, ποὺ εἶναι κατάλληλον καὶ διὰ τὴν ἑπομένην κατεργασίαν ἀξιοποιήσεως τοῦ σχηματιζομένου διὰ τῆς φρύξεως ὀξειδίου τοῦ σιδήρου.

Ἀντὶ περιστροφικῶν κλιβάνων χρησιμοποιοῦνται πολλάκις ἐπίσης καὶ κλίβανοι κατ' ὀρόφους. Οἱ κλίβανοι αὐτοί, ἐντὸς ἑνὸς πυριμάχως ἐπενδεδυμένου χώρου, περιέχουν δίσκους τὸν ἕνα ἐπὶ τοῦ ἄλλου, διατεταγμένους ὁμοκέντρως μετὰ «ἀνοιγμάτων διόδου». Ἐπὶ ἑκάστου δίσκου περιστρέφεται ἕνα ξέστρον, τὸ ὁποῖον προσάγει τὸ ὑλικὸν εἰς τὸ ἄνοιγμα διόδου. Μεταξὺ τοῦ πρώτου καὶ τοῦ δευτέρου τριτημορίου, ἐκ τῶν κάτω, τὸ τρίτον εἶναι ἡ ζώνη καύσεως. Ἐκεῖ καίεται ἡ θειοῦχος ἕνωσις. Ἐκ τῶν κάτω εἰσρέει ἀήρ. Τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ κλιβάνου χρησιμεύει πρὸς θέρμανσιν τοῦ σιδηροπυρίτου μέχρι τῆς θερμοκρασίας καύσεως καὶ τὸ κατώτερον μέρος χρησιμεύει πρὸς ἀπόψυξιν τοῦ πεφρυγμένου ὑλικοῦ.

2) Παραγωγὴ διοξειδίου τοῦ θείου κατὰ τὴν μέθοδον φρύξεως στροβιλιζομένης στιβάδος.

Ἐντὸς ἑνὸς κυλινδρικοῦ χαλυβδίνου δοχείου μὲ πυρίμαχον ἐπένδυσιν, τὸ πρὸς φρῦξιν ὑλικὸν προσάγεται ἐπὶ μιᾶς ἐσχάρας μὲ μικρὰ ἀνοίγματα. Εὐθὺς ὡς ἀναφλεγῇ ὁ πυρίτης, προσφυσῶμεν ἐκ τῶν κάτω ἰσχυρὸν ρεῦμα ἀέρος, τὸ ὁποῖον ἀφ' ἑνὸς μὲν διατηρεῖ τὴν καῦσιν, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἀνασηκώνει ἐκ τῆς ἐσχάρας τὸν λεπτόκοκκον πυρίτην καὶ τὸν διατηρεῖ ἐν αἰωρήσει. Τοιουτοτρόπως ὁ πυρίτης περιβάλλεται πανταχόθεν ὑπὸ ἀέρος καὶ οὕτω καίεται πλήρως καὶ ταχέως.

α) Ἡ κάθαρσις τοῦ ἀερίου διοξειδίου τοῦ θείου.

Εἰς ὅλας τὰς μεθόδους διὰ τὴν παρασκευὴν θειικοῦ ὀξέος πρέπει νὰ καθαρισθῇ τὸ ἀκάθαρτον διοξείδιον τοῦ θείου. Χονδροειδὴς κάθαρσις δύναται νὰ γίνῃ ἐντὸς θαλάμων ἀποκονιώσεως, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἡ κίνησις τοῦ ἀερίου στρώματος ἐπιβραδύνεται ἀποτόμως καὶ τὰ τεμαχίδια τῆς κόνεως καθιζάνουν. Καλυτέραν ἀποκονίωσιν ἐπιτυγχάνομεν διὰ τῶν κυκλώνων συλλογῆς τῆς κόνεως. Αὐτοὶ καθιστοῦν δυνατὴν ἀπαλλαγὴν ἐκ τῆς κόνεως ἕως 80%, ἐνῶ ἐντὸς τῶν θαλάμων ἐναιωρουμένης κόνεως ἡ ἀπαλλαγὴ φθάνει μόλις τὰ 50%.

Ἡ ἀρίστη καὶ πλέον πλήρης ἀπαλλαγὴ τῆς κόνεως ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ἠλεκτρικῆς ἀποκονιώσεως.

Εἰς τὴν μέθοδον τῶν μολυβδίνων θαλάμων καὶ τοῦ πύργου ἡ

ἀποκονίωσις ἔχει κυρίως τὴν ἀποστολὴν τῆς ἀπομακρύνσεως τῶν ἀκαθαρσιῶν διὰ νὰ μὴ φθάσουν εἰς τὸ θειικὸν ὀξύ. Δι' αὐτὸ μία ἁπλῆ σχετικῶς κάθαρσις τοῦ ἀερίου εἶναι ἐπαρκής. Εἰς τὴν μέθοδον ὅμως τῆς ἐπαφῆς αἱ ἀκαθαρσίαι καὶ ἰδίως τὸ ἀρσενικὸν δροῦν ὡς δηλητήρια τοῦ καταλύτου. Ὡς ἐκ τοῦτου ἀπαιτεῖται ἰδιαιτέρα τελεία κάθαρσις. Κατ' ἀρχὴν τὸ θερμὸν ἀέριον ὑφίσταται προκαταρκτικὴν κάθαρσιν ἐντὸς ἑνὸς ἠλεκτρικοῦ φίλτρου. Ἀκολούθως γίνεται κάθαρσις καὶ ψῦξις ἐντὸς δύο πύργων διὰ ψεκαζομένου ἀραιοῦ θειικοῦ ὀξέος. Ἐν συνεχείᾳ ἀπομακρύνεται τὸ ἀρσενικὸν ἐντὸς ἑνὸς δευτέρου ἠλεκτρικοῦ φίλτρου. Τέλος τὸ καθαρισθὲν ἀέριον ξηραίνεται εἰσέτι ἐντὸς πύργου, εἰς τὸν ὁποῖον καταιονίζεται πυκνὸν θειικὸν ὀξὺ (ἡ διαδικασία τοῦ καθαρισμοῦ παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα παραγωγῆς συντετμημένως).

β) Ἡ ὀξείδωσις.

Ἡ ὀξείδωσις γίνεται ἐντὸς κλιβάνων καταλύσεως. Ὡς καταλύτης χρησιμοποιεῖται, ὡς ἀνεφέρθη ἤδη, βαναδικὸν κάλιον ἐπὶ πυριτικοῦ ὀξέος ὡς φορέως. Οἱ κλίβανοι καταλύσεως κατασκευάζονται κατὰ διαφόρους τρόπους. Ὑπάρχουν κλίβανοι καταλύσεως μετὰ σωλήνων, ἐντὸς τῶν ὁποίων ὁ καταλύτης εἶναι τοποθετημένος ἐντὸς σωλήνων διατεταγμένων συγκεντρικῶς ἐντὸς ἑνὸς χώρου. Τὸ ἐκ τῆς φρύξεως ἀέριον ρέει κατ' ἀρχὰς ἐκτὸς τῶν σωλήνων πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἀφοῦ κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον προθερμανθῇ ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ καταλύτου ἐντὸς τῶν σωλήνων. Ὑπάρχουν ἐπίσης κλίβανοι μὲ πολλὰς ἐσχάρας, αἱ ὁποῖαι κεῖνται ἡ μία ἐπὶ τῆς ἄλλης καὶ καλοῦνται *χορδαί*· ἐπ' αὐτῶν τῶν ἐσχαρῶν κεῖται ὁ καταλύτης.

Μεγάλην σημασίαν διὰ τὴν ὀξείδωσιν ἔχει ἡ ὀρθὴ προσαγωγὴ τῆς θερμότητος. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ καταλλήλως τοποθετημένων ἐναλλακτήρων θερμότητος. Ἡ θερμοκρασία ἀντιδράσεως δὲν ἐπιτρέπεται νὰ κατέλθῃ κάτω τῶν 400° C καὶ νὰ ἀνέλθῃ ἄνω τῶν 600° C. Γενικῶς μία ἐγκατάστασις ἔχει τρεῖς κλιβάνους καταλύσεως (εἰς τὸ σχῆμα 11 · 3 α σημειοῦνται 2 μόνον, ὁ 5 καὶ ὁ 6), καθεὶς τῶν ὁποίων εἶναι συνδεδεμένος μὲ ἐναλλακτῆρα θερμότητος εὑρισκόμενον πρὸ αὐτοῦ, 7 καὶ 8. Διὰ τῶν προθερμαντήρων προθερμαίνεται τὸ ἀέριον τῆς φρύξεως. Ἡ μέθοδος διεξάγεται εἰς 430° C ἕως 500° C οὕτως, ὥστε νὰ ἐπιτυγχάνεται ἀπόδοσις σχεδὸν 10%. Διατηροῦμεν οὕτω τὴν θερμοκρασίαν εἰς τὸν πρῶτον κλίβανον εἰς 450° C, εἰς τὸν δεύτερον εἰς 500° C καὶ εἰς τὸν τρίτον εἰς 450° C.

γ) Ἡ ἀπορρόφησις.

Τὸ ἕτοιμον ἀέριον ἀντιδράσεως, τὸ ὁποῖον περιέχει τώρα τὸ τριοξείδιον τοῦ θείου εἰσάγεται ἀκολούθως εἰς τὰς στήλας ἀπορροφήσεως, 9 - 12. Ἂν καὶ τὸ SO_3 εἶναι ὁ ἀνυδρίτης τοῦ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος, δὲν δυνάμεθα νὰ τὸ μετατρέψωμεν μὲ ὕδωρ πρὸς ὀξύ, διότι δὲν διαβρέχεται ὑπ' αὐτοῦ καθόλου. Τουναντίον ἀπορροφεῖται πολὺ καλῶς ἐντὸς πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου διαλύεται εὐχερῶς ὑπὸ σχηματισμὸν ὄλεουμ μὲ μεγαλυτέραν ἢ μικροτέραν περιεκτικότητα εἰς SO_3.

δ) Ἀνάμιξις καὶ ἀπόσταξις.

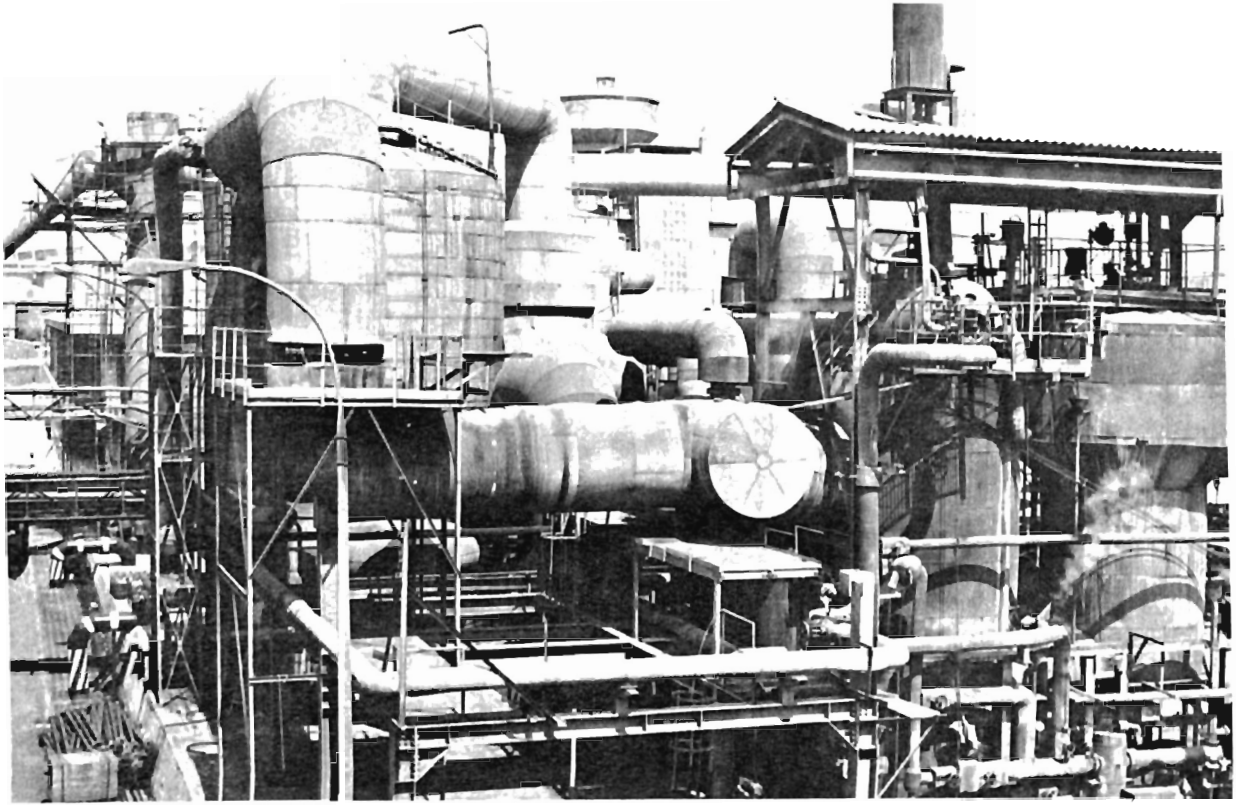
Διὰ τὴν παρασκευὴν ἀραιῶν ὀξέων ρέει τὸ πυκνὸν θειικὸν ὀξὺ ἐντὸς τοῦ διὰ τὴν ἀραίωσιν ἀπαιτουμένου ὕδατος ὑπὸ σύγχρονον καλὴν ἀνάδευσιν καὶ ψῦξιν, 13. Ὕδωρ δὲν ἐπιτρέπεται νὰ προστεθῇ εἰς τὸ πυκνὸν θειικὸν ὀξύ, διότι λόγω τῆς ἀναπτυσσομένης μεγάλης ποσότητος θερμότητος θὰ ἐξετινάσσετο συνεπείᾳ τῆς τοπικῆς ἰσχυρᾶς ὑπερθερμάνσεως ζέον θειικὸν ὀξὺ εἰς τὸν περιβάλλοντα χῶρον.

Τὸ ὄλεουμ δὲν ἐπιτρέπεται ἐπ' οὐδενὶ λόγω νὰ ἀραιωθῇ μὲ ὕδωρ, οὔτε καὶ νὰ ἀποχυθῇ ἐντὸς ὕδατος. Ἂν τοῦτο συνέβαινε, θὰ εἶχεν ὡς συνέπειαν ἰσχυρὰν ἐν εἴδει ἐκρήξεως ἐκτόξευσιν εἰς τὰ πέριξ.

Τὸ ὄλεουμ ἀραιοῦται ἀρχικῶς δι' ἀναμίξεως μετὰ τῆς ἀπαιτουμένης ποσότητος θειικοῦ ὀξέος 80 % ἕως 90 % κατ' ἀρχὰς πρὸς καθαρὸν θειικὸν ὀξὺ περίπου 100 % ἀπηλλαγμένον ὄλεουμ, τὸ ὁποῖον δύναται κατόπιν νὰ ἀραιωθῇ μὲ ὕδωρ, ὡς περιεγράφη ἀνωτέρω, εἰς οἱανδήποτε ἀραίωσιν. Δι' ἀποστάξεως τοῦ ὄλεουμ 25 %, 14, λαμβάνομεν καθαρὸν τριοξείδιον τοῦ θείου. Εἶναι προτιμότερον νὰ ἐκλέγεται ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος ψύξεως, 15, οὕτως, ὥστε τὸ τριοξείδιον τοῦ θείου νὰ ὑγροποιηθῇ καὶ οὕτω νὰ συλλεγῇ.

(Σημεῖον τήξεως τοῦ τριοξειδίου τοῦ θείου 16,8^0 C. Σημεῖον ζέσεως 44^0 C).

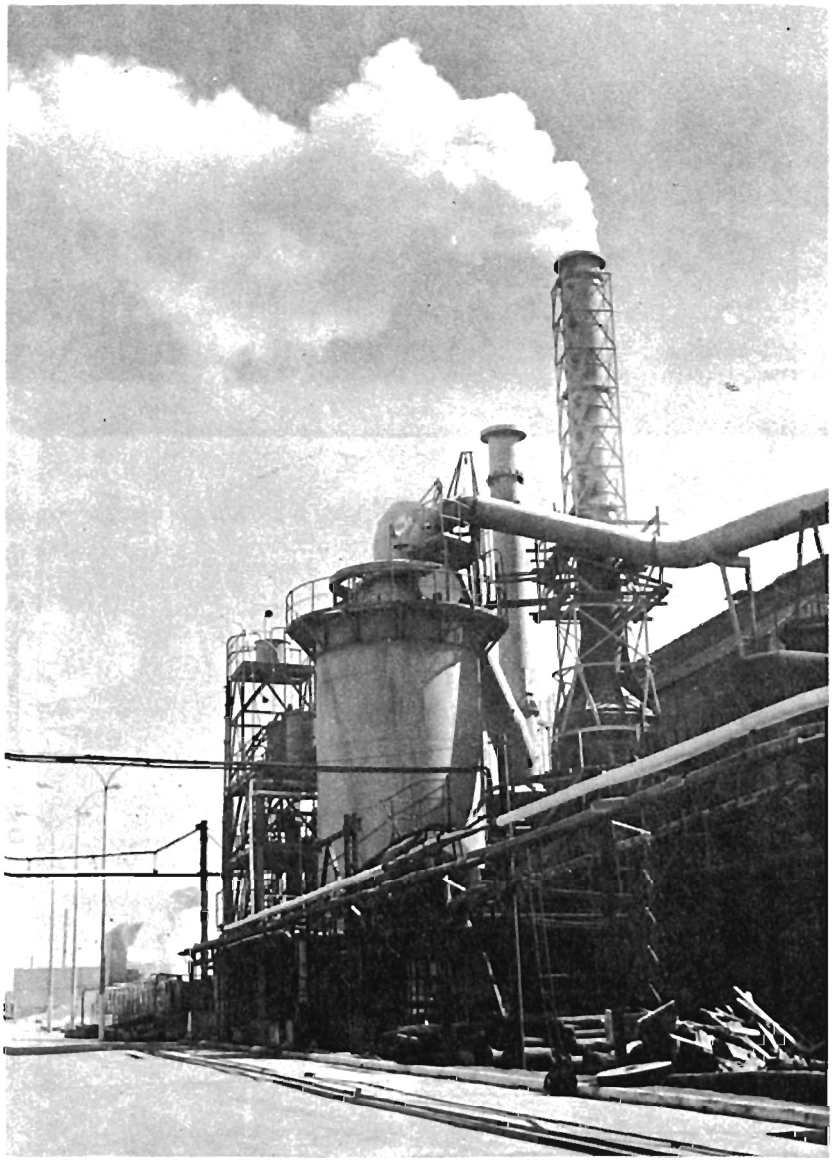
Εἰς τὰ σχήματα 11 · 3γ, 11 · 3δ καὶ 11 · 3ε εἰκονίζονται ἀπόψεις συγχρόνων ἐγκαταστάσεων καταλυτικῆς παραγωγῆς θειικοῦ ὀξέος τῆς Α.Ε.Χ.Π.Λ.



Σχ. 11·3γ. Σύγχρονος μονὰς καταλυτικῆς παραγωγῆς θειικοῦ ὀξέος τῆς Α.Ε.Χ.Π.Λ.



Σχ. 11·3δ. Έγκατάστασις θειικοῦ όξέος τῆς Α.Ε.Χ.Π.Λ.



Σχ. 11·3 ε.
Ἐγκατάστασις καταλυτικῆς παραγωγῆς θειικοῦ ὀξέος τῆς Α.Ε.Χ.Π.Λ.

11·4 Θειικὸν ὀξὺ ἐκ θειικοῦ ἀσβεστίου.

Ἀναφέρομεν ἐπίσης καὶ τὴν μέθοδον παρασκευῆς θειικοῦ ὀξέος ἐκ γύψου, ἡ ὁποία ἔχει διαμορφωθῆ πρὸ 50 ἐτῶν. Κατὰ τὴν μέθοδον αὐτὴν ἀνάγεται ἄνυδρον θειικὸν ἀσβέστιον, $CaSO_4$, μὲ κώκ, ὁπότε εἰς πρώτην βαθμίδα σχηματίζεται CaS, τὸ ὁποῖον εἰς δευτέραν βαθμίδα ἀντιδρᾷ περαιτέρω μὲ $CaSO_4$ ὑπὸ σχηματισμὸν CaO καὶ SO_2:

$$2CaSO_4 + 2C \rightarrow 2CaO + 2SO_2 + 2CO$$

Ἡ ἀντίδρασις διεξάγεται εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας ἐντὸς μακροῦ περιστροφικοῦ κλιβάνου, ἀφοῦ προσθέσωμεν εἰς τὸ ὑλικὸν τῆς ἀντιδράσεως διαφόρους προσμίξεις ἀργίλου (πυριτικοῦ ἀλουμινίου), ὀξειδίου τοῦ σιδήρου καὶ χαλαζιακῆς ἄμμου, SiO_2: αἱ προσμίξεις αὐταὶ κατὰ τὴν ὄπτησιν μετὰ τοῦ ἀπελευθερουμένου CaO δίδουν πολύτιμον τσιμέντον. Μόνον ἐν συνδυασμῷ μὲ παραγωγὴν τσιμέντου εἶναι οἰκονομικῶς συμφέρουσα ἡ μέθοδος. Ἡ μέθοδος αὐτὴ ἐφαρμόζεται κατὰ προτίμησιν εἰς χώρας, αἱ ὁποῖαι χρειάζονται θειικὸν ὀξὺ καὶ δὲν ἔχουν οὔτε θειοῦχα ὀρυκτὰ οὔτε αὐτοφυὲς θεῖον.

Τὸ κατὰ τὴν μέθοδον λαμβανόμενον SO_2 ὑφίσταται ἀκολούθως κατεργασίαν, κατὰ μίαν τῶν γνωστῶν μεθόδων, πρὸς θειικὸν ὀξύ.

11·5 Θειικὰ ὀξέα τοῦ ἐμπορίου.

Τὰ θειικὰ ὀξέα τοῦ ἐμπορίου διακρίνονται εἰς ἀκάθαρτον θειικὸν ὀξύ, τεχνικῶς καθαρὸν θειικὸν ὀξὺ καὶ χημικῶς καθαρὸν θειικὸν ὀξύ.

Ἡ συγκέντρωσις δίδεται κατὰ τὴν πώλησιν εἴτε εἰς περιεκτικότητα ἐπὶ τοῖς % H_2SO_4 εἴτε εἰς περιεκτικότητα ἐπὶ τοῖς % SO_3 ἢ διὰ τῆς πυκνότητος ἢ διὰ τοῦ ἀριθμοῦ Baumé ($= {}^0Be$).

Εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν καὶ εἰς τὴν τεχνικὴν χρησιμοποιοῦνται τὰ ἀκόλουθα θειικὰ ὀξέα:

— Ἀραιὸν θειικὸν ὀξὺ περίπου 16 % H_2SO_4
— Κανονικὸν θειικὸν ὀξὺ (κ-θειικὸν ὀξὺ) 49 g H_2SO_4 ἀνὰ λίτρον
— Ὀξὺ τῶν θαλάμων (50^0 ἕως 55^0 Be) 63 % ἕως 71 % H_2SO_4
— Ὀξὺ Glover (60^0 Be) περίπου 78 % H_2SO_4
— Πυκνὸν θειικὸν ὀξὺ (ὀξὺ ἐπαφῆς) (65^0 ἕως 66^0 Be) 92 % ἕως 96 % H_2SO_4
— Μονοϋδρίτης 98 % ἕως 100 % H_2SO_4
— Ὄλεουμ 100 % $H_2SO_4 + SO_3$

11 · 6 Ἰδιότητες τοῦ θειικοῦ ὀξέος.

Τὸ καθαρὸν 100 % θειικὸν ὀξύ, H_2SO_4, εἰς συνήθη θερμοκρασίαν εἶναι ἄχρουν καὶ ἄοσμον, διαυγὲς ὑγρὸν ἐλαιώδους ὑφῆς. Ἔχει σημεῖον τήξεως 10^0 C καὶ σημεῖον ζέσεως 338^0 C. Εἰς τὴν θερμοκρασίαν αὐτὴν ἐκλύεται ὀλίγον SO_3 καὶ ἡ ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν περιεκτικότης κατέρχεται εἰς 98,3 %. Ἡ πυκνότης τοῦ θειικοῦ ὀξέος εἶναι 1,8372 g/cm^3.

Τὸ θειικὸν ὀξὺ ἀναμιγνύεται μετὰ τοῦ ὕδατος εἰς πᾶσαν ἀναλογίαν, ὑπὸ ἰσχυρὰν ἔκλυσιν θερμότητος. Ἡ ἀραίωσις δὲν εἶναι φυσικὸν μόνον φαινόμενον ἀλλὰ ἐπίσης καὶ χημικὴ διαδικασία, διότι κατ' ἀρχὰς σχηματίζονται ὑδρῖται. Οἱ πλέον γνωστοὶ ὑδρῖται εἶναι ὁ μονοϋδρίτης τοῦ θειικοῦ ὀξέος, $H_2SO_4 \cdot H_2O$, ὁ διυδρίτης τοῦ θειικοῦ ὀξέος, $H_2SO_4 \cdot 2H_2O$ καὶ ὁ τετραϋδρίτης τοῦ θειικοῦ ὀξέος, $H_2SO_4 \cdot 4H_2O$.

Ἐκτὸς τῶν ἐπιστημονικῶν αὐτῶν ὀνομάτων τοῦ θειικοῦ ὀξέος ὑπάρχουν ἐπίσης καὶ τεχνικαὶ ὀνομασίαι, αἱ ὁποῖαι προέρχονται ἐκ τοῦ SO_3 — τοῦ ἀνυδρίτου καὶ τοῦ θειικοῦ ὀξέος. Οὕτως ὑπὸ τὸ ὄνομα μονοϋδρίτης (χωρὶς τὰς λέξεις «τοῦ θειικοῦ ὀξέος») ἐννοεῖται θειικὸν ὀξὺ 100 %, $SO_3 + 1H_2O = H_2SO_4$. Κατὰ τὴν ἀραίωσιν οὐδέποτε ἐπιτρέπεται νὰ προσθέσωμεν τὸ ὕδωρ εἰς τὸ πυκνὸν θειικὸν ὀξύ, ἀλλὰ ἀντιστρόφως προσθέτομεν βραδέως τὸ θειικὸν ὀξὺ καὶ ὑπὸ καλὴν ἀνάδευσιν εἰς τὸ ὕδωρ.

Ἐξ ἄλλου τὸ θειικὸν ὀξὺ δύναται νὰ περιέχῃ ἐπίσης καὶ μεγάλας ποσότητας ἐλευθέρου SO_3. Τὸ SO_3, τριοξείδιον τοῦ θείου, εἶναι ὁ ἀνυδρίτης τοῦ θειικοῦ ὀξέος. Εἶναι κρυσταλλικὴ ἕνωσις, ἡ ὁποία ἐξαχνοῦται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν, λόγω τοῦ ὁποίου τὸ τριοξείδιον τοῦ θείου φυλάσσεται μόνον ἐντὸς ἐσφραγισμένων δοχείων.

Ἂν καὶ τὸ SO_3 εἶναι ὁ ἀνυδρίτης τοῦ θειικοῦ ὀξέος, ἐν τούτοις μετὰ τοῦ ὕδατος δὲν ἀντιδρᾷ, διότι δὲν διαβρέχεται ὑπ' αὐτοῦ. Διαλύεται ὅμως λίαν εὐκόλως ἐντὸς πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος. Διάλυμα SO_3 ἐντὸς θειικοῦ ὀξέος προσομοιάζει πρὸς πυκνὴν ἐλαιώδη οὐσίαν. Δι' αὐτὸ καὶ σήμερον ἀκόμη ἕνα παρόμοιον διάλυμα ὀνομάζεται *ὄλεουμ*. Τὴν περιεκτικότητα τοῦ ἐλευθέρου SO_3 τὴν δίδομεν δι' ἑνὸς ἀριθμοῦ. Οὕτω π.χ. ὄλεουμ 20 σημαίνει ὅτι τὸ πυκνὸν θειικὸν ὀξὺ περιέχει ἐν διαλύσει 20 % ἐλεύθερον τριοξείδιον τοῦ θείου.

Τὸ τριοξείδιον τοῦ θείου ἐκλύεται εὐκόλως ἐκ τοῦ διαλύματος, διότι τοῦτο εἶναι ἤδη εἰς συνήθη θερμοκρασίαν πτητικόν. Ἂν ἀνοίξωμεν μίαν φιάλην, ἡ ὁποία περιέχει ὄλεουμ, ἐκλύεται ἀμέσως ἕνα-

λευκὸς καπνὸς SO_3. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν τὸ ὄλεουμ ὀνομάζεται ἐπίσης καὶ *καπνίζον θειικὸν ὀξύ*.

Τὸ πυκνὸν θειικὸν ὀξὺ καὶ ἰδίως τὸ καπνίζον προσβάλλει ἰσχυρῶς πολλὰς ὀργανικὰς ὕλας ἰδίως ὑδατάνθρακας, λίπη, λευκώματα καὶ ἄλλας μερικῶς μάλιστα ὑπὸ ἐξανθράκωσιν ἢ εἰς τὸ ὄλεουμ ὑπὸ καῦσιν μετὰ φωτεινοῦ φαινομένου. Εἶναι αὐτονόητον ὅτι τὸ πυκνὸν θειικὸν ὀξὺ προσβάλλει ἰσχυρῶς τὸ δέρμα καὶ ὅτι τὸ ὄλεουμ προκαλεῖ ἐπὶ τοῦ δέρματος ἐπικίνδυνα ἐγκαύματα.

Ἡ δραστικότης τοῦ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος εἶναι μικρά. Δυνάμεθα νὰ ἀποθηκεύσωμεν καὶ νὰ μεταφέρωμεν πυκνὸν θειικὸν ὀξὺ ἐντὸς χυτοσιδηρῶν δοχείων. Ὁ σίδηρος δὲν προσβάλλεται. Μόνον κατὰ τὴν ἀραίωσιν μὲ ὕδωρ ἀρχίζει ἡ δρᾶσις τοῦ ὀξέος καὶ μόνον κάτω τοῦ 65 % προσβάλλονται ὁ χάλυψ καὶ ὁ χυτοσίδηρος.

Τὸ ἀραιὸν θειικὸν ὀξὺ προσβάλλει ὅλα τὰ ἀγενῆ μέταλλα, εὐκολώτερον ἢ δυσκολώτερον, ὑπὸ σχηματισμὸν θειικῶν ἁλάτων.

Ἰδιαιτέρως ἀνθεκτικὸς ἔναντι τοῦ θειικοῦ ὀξέος, ἐκ τῶν ἀγενῶν μετάλλων, εἶναι ὁ μόλυβδος. Ἀντέχει εἰς τὴν προσβολὴν διὰ θειικοῦ ὀξέος πυκνότητος μέχρις 80 % H_2SO_4 εἰς θερμοκρασίας 90° C περίπου. Δι' αὐτὸ ἐχρησιμοποιήθησαν μολύβδινοι θάλαμοι διὰ τὴν παραγωγὴν θειικοῦ ὀξέος. Δι' αὐτὸ ἐπίσης χρησιμοποιοῦμεν τὸν μόλυβδον ὡς κατασκευαστικὸν ὑλικὸν διὰ σωληνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας κυκλοφορεῖ ψυχρὸν ἀραιὸν θειικὸν ὀξύ.

Ἡ ὀξειδωτικὴ ἱκανότης τοῦ θειικοῦ ὀξέος εἶναι μικρά. Δύναται νὰ διαλύσῃ ὀξειδωτικῶς τὸν χαλκὸν εἰς θερμοκρασίαν ζέσεως βραδέως, ὑπὸ σχηματισμὸν διοξειδίου τοῦ θείου:

$$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2SO_3 + H_2O \rightarrow CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$$

11 · 7 Χρησιμοποίησις.

Ἐκ τῶν πολλῶν παραδειγμάτων χρησιμοποιήσεως (τὸ θειικὸν ὀξὺ εἶναι τὸ περισσότερον χρησιμοποιούμενον τεχνικὸν ὀξύ) ἐνταῦθα ἀναφέρομεν μερικὰ μόνον. Τὸ ἥμισυ περίπου τοῦ παγκοσμίως παραγομένου ὀξέος χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βιομηχανίαν τῶν λιπασμάτων (π.χ. διὰ τὴν διαλυτοποίησιν φωσφορικῶν ὀρυκτῶν, παρασκευὴν θειικῶν ἐνώσεων κ.λπ). Τὰ 10 % περίπου εἰς τὴν ὀργανικὴν χημικὴν βιομηχανίαν διὰ τὴν παρασκευὴν ἐνδιαμέσων ἐνώσεων (π.χ. διὰ τὴν σουλφόνωσιν, τὴν νίτρωσιν μετὰ ὀξυμίγματος νιτρώσεως-μῖγμα νι-

τρικοῦ ὀξέος καὶ θειικοῦ ὀξέος καὶ ἄλλα)· 10% ἕως 20% χρησιμοποιοῦνται ὑπὸ τῆς βιομηχανίας συνθετικῆς μετάξης καὶ συνθετικοῦ ἐρίου (π.χ. διὰ τὰ λουτρὰ καταβυθίσεως)· τὸ ὑπόλοιπον χρησιμοποιεῖται εἰς πολλοὺς ἄλλους βιομηχανικοὺς κλάδους καὶ διὰ πολλοὺς βιομηχανικοὺς σκοποὺς (π.χ. πρὸς καθαρισμόν, ὀξίνισιν, πλήρωσιν συσσωρευτῶν, ὡς μέσον ἀποσπάσεως ὕδατος κ.λπ.).

11 · 8 Οἰκονομικὴ σημασία.

Τὸ θειικὸν ὀξὺ ἀνήκει εἰς τὰ πλέον σημαντικὰ χημικὰ προϊόντα ποὺ παράγονται εἰς μεγάλην βιομηχανικὴν κλίμακα. Ἐκ τῆς ἀναπτύξεως τῆς παραγωγῆς τοῦ θειικοῦ ὀξέος μιᾶς χώρας δυνάμεθα νὰ συμπεράνωμεν περίπου τὴν στάθμην τῆς χημικῆς βιομηχανίας τῆς χώρας.

Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη λόγω τῶν συνεχῶς αὐξανομένων ἀναγκῶν εἰς λίπασμα ἡ παγκόσμιος παραγωγὴ θειικοῦ ὀξέος ἐξειλίχθη ὡς κατωτέρω:

1960 48,8 ἑκατομμύρια τόννοι
1962 55,7 ἑκατομμύρια τόννοι
1964 64,2 ἑκατομμύρια τόννοι

11 · 9 Ἀποθήκευσις καὶ μεταφορά.

Τὸ ἀραιὸν θειικὸν ὀξὺ δύναται νὰ ἀποθηκευθῇ καὶ νὰ μεταφερθῇ μόνον ἐντὸς δοχείων ὑαλίνων, κεραμεικῶν καὶ ἐπιμολυβδωμένων· τὸ πυκνὸν H_2SO_4 μὲ περιεκτικότητα τουλάχιστον 63% δύναται νὰ ἀποθηκευθῇ ἐντὸς χυτοσιδηρῶν ἢ χαλυβδίνων δοχείων καὶ βυτιοφόρων ὀχημάτων. Αἱ σωληνώσεις θειικοῦ ὀξέος εἰς τὰς χημικὰς βιομηχανίας κατασκευάζονται ἐκ τῶν ἰδίων ὑλικῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 12

Ο ΦΩΣΦΟΡΟΣ ΚΑΙ ΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΟΥ

12 · 1 Γενικά.

Ἐκτὸς τῶν μικρῶν ποσοτήτων φωσφορικοῦ ἀσβεστίου ἐκ τῶν ὀστῶν καὶ τοῦ γκουανό, ὅλαι αἱ εἰς τὸ ἐμπόριον προσφερόμεναι ἐνώσεις, αἱ ὁποῖαι περιέχουν φωσφόρον, προέρχονται ἐκ φωσφορικοῦ ἀσβεστίου (φωσφορίτου). Ὁ φωσφορίτης εἶναι ἀφθόνως διαδεδομένος ἐπὶ τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς καὶ τὰ πλεῖστα σήμερον ἐν ἐκμεταλλεύσει εὑρισκόμενα πλούσια κοιτάσματά του εἶναι ἐπιφανειακά.

Ἐκ τῶν πλουσιωτέρων κοιτασμάτων φωσφορίτου ἀναφέρομεν τὰ τῆς Φλωρίδος εἰς τὰς Η.Π.Α. καὶ τοῦ Μαρόκου.

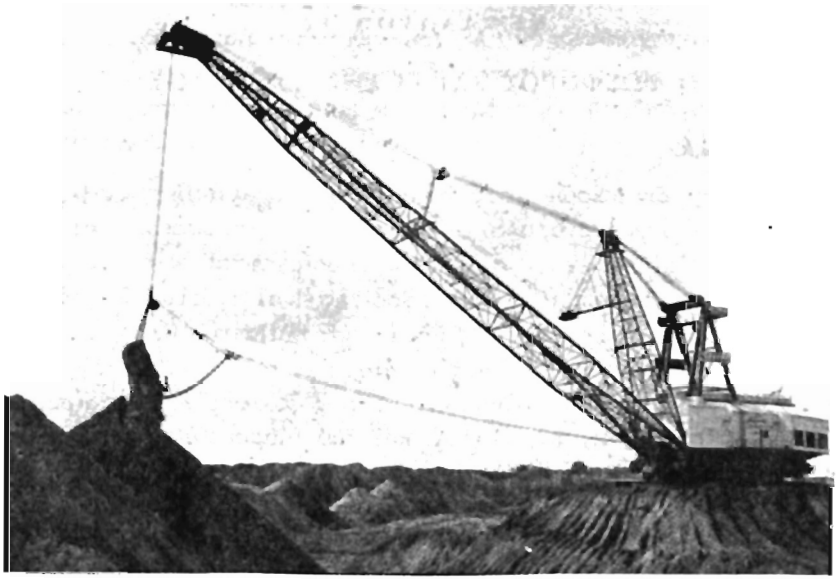
Περίπου ἄνω τοῦ 70% τῆς παγκοσμίου παραγωγῆς φωσφορίτου διατίθεται διὰ τὴν παρασκευὴν φωσφορικῶν λιπασμάτων καὶ τὸ ὑπόλοιπον 30% χρησιμοποιεῖται εἰς ἀπορρυπαντικὰς οὐσίας, διὰ τὴν ἀποσκλήρυνσιν τοῦ ὕδατος, εἰς ὀδοντόκρεμας, εἰς τὰ τρόφιμα, εἰς κτηνοτροφάς, διὰ προσθήκην εἰς διάφορα μέταλλα, ὡς προσθήκη εἰς τὸ πετρέλαιον καὶ δι' ἐντομοκτόνα καὶ λοιπὰ φυτοφάρμακα.

12 · 2 Ἡ ἐξόρυξις τοῦ φωσφορίτου.

Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἡ ἐκμηχάνισις τῆς ὀξορύξεως τοῦ φωσφορίτου ἔχει γενικευθῆ. Εἰς τὰ ὀρυχεῖα τῆς Φλωρίδος γιγαντιαῖοι ἠλεκτρικοὶ ἐκσκαφεῖς χρησιμοποιοῦνται πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῶν ὑπερκειμένων τοῦ ὀρυκτοῦ ἀδρανῶν, ὡς εἰς τὸ σχῆμα 12 · 2 φαίνεται. Ἐν συνεχείᾳ οἱ ἐκσκαφεῖς αὐτοὶ ἐξάγουν τὸ ὀρυκτὸν καὶ τὸ τοποθετοῦν εἰς ἀνοικτὰς δεξαμενάς. Τὸ ὀρυκτὸν δι' ἐκτοξεύσεως ὕδατος ὑπὸ τεραστίαν πίεσιν συντρίβεται καὶ παρασύρεται εἰς μεγάλας φυγοκεντρικὰς ἀντλίας ἄμμου, αἱ ὁποῖαι μεταφέρουν τὸν πολτὸν (δηλαδὴ τὸ μῖγμα ἄμμου καὶ ὕδατος) εἰς τὸ ἐργοστάσιον πλύσεως διὰ σωλήνων διαμέτρου 25 ἕως 40 cm. Ὁ πολτὸς δύναται νὰ περιέχῃ μεταξὺ 20% ἕως 30% φωσφορίτην καὶ ἀπὸ 80% ἕως 70% ὕδωρ.

Εἰς τὰ ὀρυχεῖα τῶν Δυτικῶν πολιτειῶν τῶν Η.Π.Α. τὰ πλεῖστα ἀποθέματα φωσφορίτου ἐξορύσσονται διὰ μεθόδων ὑπογείου ἐκμε-

ταλλεύσεως διὰ διανοίξεως στοῶν ἐντὸς τοῦ ἐδάφους ὡς ἐγίνετο καὶ παλαιότερον.

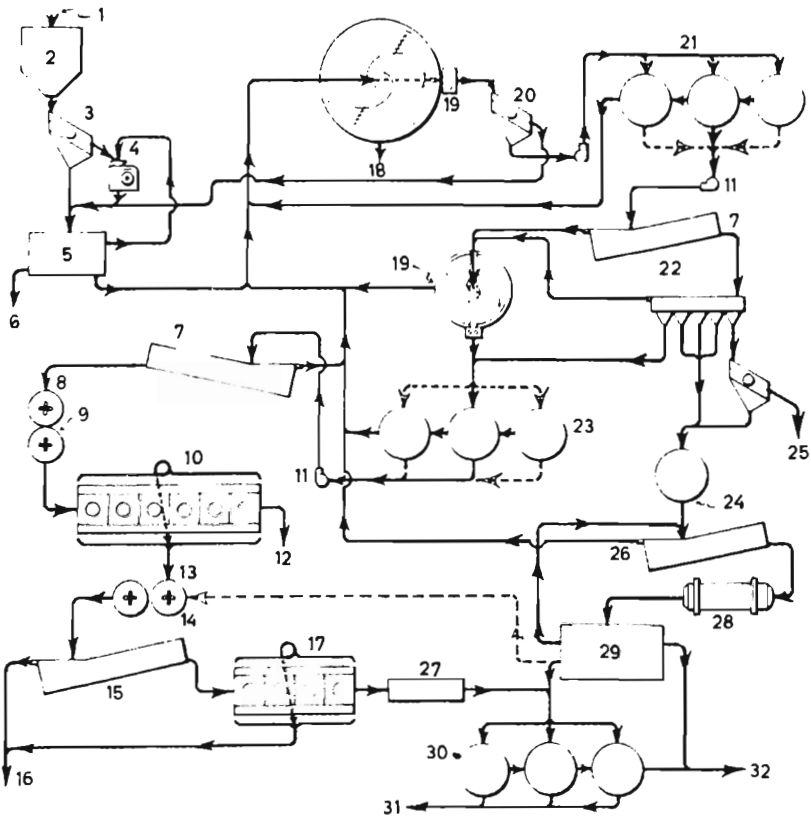


Σχ. 12·2.
Ἐξόρυξις φωσφορίτου.

12 · 3 Προετοιμασία τοῦ φωσφορίτου.

Τὸ διάγραμμα ροῆς τοῦ σχήματος 12 · 3 παριστᾶ ἐργοστάσιον ἐμπλουτισμοῦ φωσφορίτου δι' ἐπιπλεύσεως, ὅπου:

1. Ὀρυκτὸν μεταφερόμενον ἐκ τοῦ ὀρυχείου. 2. Δοχεῖον. 3. Δονούμενον κόσκινον. 4. Μύλος μετὰ σφυρῶν. 5. Πλύσις καὶ κοσκίνισις. 6. Προϊὸν 14 mesh πρὸς πώλησιν. 7. Ταξινομητής. 8. Ἀντιδραστήρια. 9. Ὑλικὰ ἐπιπλεύσεως μεγάλου εἰδικοῦ βάρους. 10. Μηχανὴ ἐπιπλεύσεως φωσφοριτῶν. 11. Ἀντλία ἄμμου. 12. Ἄχρηστα πρὸς ἀπόρριψιν. 13. Προσθήκη H_2SO_4. 14. Ἀντιδραστήρια. 15. Ταξινομητής. 16. Πρὸς ἀπόρριψιν. 17. Μηχανὴ ἐπιπλεύσεως. 18. 150 mesh πρὸς ἀπόρριψιν. 19. Ὑδροταξινομητὴς καὶ ἀντλία διαφράγματος. 20. Κόσκινον. 21. Δοχεῖα ἀποθηκεύσεως. 22. Ὑδραυλικὸς ταξινομητής. 23. Δοχεῖα ἀποθηκεύσεως ἀνακτηθέντος λεπτομεροῦς. 24. Δοχεῖον ἀποθηκεύσεως ἀνακτηθέντος ἀδρομεροῦς. 25. 20 mesh πρὸς πώλησιν. 26. Ταξινομητής. 27. Ἀποστράγγισις καὶ μεταφορά. 28. Τύμπανον ταξινομήσεως. 29. Τράπεζα διαχωρισμοῦ συσσωματωμάτων. 30. Δοχεῖον ἀποθηκεύσεως. 31. Συμπύκνωμα φωσφορίτου ἀρίστης ποιότητος. 32. Ἄχρηστα πρὸς ἀπόρριψιν.



Σχ. 12·3.

α) Πλύσις καὶ κοσκίνισις.

Τὸ φωσφορικὸν ὀρυκτὸν ὑπὸ μορφὴν πολτοῦ ἐκ τῶν ὀρυχείων ἔρχεται εἰς τὸ ἐργοστάσιον. Κατ' ἀρχὰς γίνεται πλύσις καὶ κοσκίνισις.

Συγχρόνως πρὸς τὴν κοσκίνισιν γίνεται καὶ ἄλεσις τῶν διαφόρων μεγαλυτέρων τεμαχίων, τὰ ὁποῖα διαχωρίζονται ἐκ τῶν κοσκίνων. Ἀκολούθως τὸ προϊὸν διέρχεται δι' ἑνὸς ὑδροταξινομητοῦ, ὁ ὁποῖος διαχωρίζει ἀπὸ τὸν φωσφορίτην τὸ πυριτικὸν ὀξύ, τὴν κολλοειδῆ ἄργιλον καὶ τὸ πλεονάζον ὕδωρ.

β) Ταξινόμησις.

Ἕνας σπειροειδὴς ταξινομητὴς παραλαμβάνει τὸ ὑλικὸν ἐκ τοῦ ὑδροταξινομητοῦ καὶ συμπληρώνει κατὰ τελειότερον τρόπον τὸν διαχωρισμὸν τῶν διαφόρων μεγεθῶν φωσφορίτου καὶ ἀδρανῶν προσμιγμάτων. Ἐκ τοῦ ταξινομητοῦ τὸ ὑλικὸν διοχετεύεται εἰς τὸ τμῆμα ἐπιπλεύσεως.

γ) Ἐπίπλευσις.

Εἰς τὸ φωσφορικὸν ἀσβέστιον προστίθεται ὑδροξείδιον τοῦ νατρίου, πετρέλαιον καὶ λιπαρὰ ὀξέα ἐντὸς ἑνὸς δοχείου, ὅπου τὰ τεμαχίδια τοῦ φωσφορικοῦ ἀσβεστίου σχηματίζουν φυλλίδια. Ὁ πολτὸς μεταφέρεται εἰς τὰ κελλία ἐπιπλεύσεως, ὅπου ἀνερχόμεναι φυσαλλίδες ἀέρος προσκολλῶνται εἰς τὰ τεμαχίδια καὶ σχηματίζουν ἀφρὸν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πολτοῦ. Ὁ ἀφρὸς ἀπομακρύνεται ὡς ὑπερχείλισις δι' εἰδικῶν ξέστρων, ἐνῶ ἡ ἄμμος καθιζάνει καὶ ἀπομακρύνεται ὡς γαιώδης πρόσμιξις.

Ἡ κατεργασία αὐτὴ δίδει φωσφορικὸν ἀσβέστιον περιεκτικότητος 68% ἕως 72%. Πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῶν ἀντιδραστηρίων ἐπιπλεύσεως ἐκ τοῦ φωσφορικοῦ ἀσβεστίου χρησιμοποιεῖται θειικὸν ὀξὺ ἐντὸς δοχείων ἐπενδεδυμένων διὰ νεοπρενίου. Δευτέρα ἐπίπλευσις πρὸς ἀπομάκρυνσιν τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος αὐξάνει τὴν περιεκτικότητα εἰς 76% ἕως 78%. Κατὰ τὴν κατεργασίαν αὐτὴν ἡ ἄμμος ἐνεργοποιεῖται καὶ ἐπιπλέει, ἐνῶ τὸ φωσφορικὸν ἀσβέστιον καθιζάνει ἐπὶ τοῦ πυθμένος. Ὡς ἐπιφανειακῶς ἐνεργὸς οὐσία χρησιμοποιεῖται ἕνα κατιονικὸν ἐπιφανειακῶς ἐνεργὸν ὑλικὸν καὶ ἕνα μέσον ἀφρισμοῦ. Συνήθως ἡ ἐπιφανειακῶς ἐνεργὸς οὐσία εἶναι μία ἀμίδη ἑνὸς ἀνωτέρου λιπαροῦ ὀξέος ἢ μία ἕνωσις τεταρτοταγοῦς ἀμμωνίου. Τερεβινθέλαιον καθὼς καὶ ἀλκοόλαι διακλαδισμένης ἁλύσεως χρησιμοποιοῦνται ὡς οὐσίαι προκαλοῦσαι ἀφρισμόν.

12·4 Παραγωγὴ φωσφόρου καὶ φωσφορικοῦ ὀξέος.

Τὸ φωσφορικὸν ἀσβέστιον μετατρέπεται εἰς χρήσιμα χημικὰ προϊόντα διὰ δύο κυρίως μεθόδων: α) Τῆς ὑγρᾶς ὀξίνου μεθόδου, ἡ ὁποία παράγει ἀκάθαρτον φωσφορικὸν ὀξύ, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται γενικῶς διὰ τὰ λιπάσματα καὶ β) τῆς καύσεως στοιχειακοῦ

φωσφόρου πρὸς παραγωγὴν πολὺ καθαροῦ φωσφορικοῦ ὀξέος, τὸ ὁποῖον ἀκολούθως μετατρέπεται εἰς φωσφορικὰς ἑνώσεις.

1) Μέθοδος τοῦ ἠλεκτρικοῦ κλιβάνου διὰ παραγωγὴν τοῦ φωσφόρου.

Ἡ μέθοδος τοῦ ἠλεκτρικοῦ κλιβάνου (σχ. 12 · 4 α) περιλαμβάνει τὴν προετοιμασίαν τοῦ φωσφορικοῦ ἀσβεστίου διὰ τὴν τροφοδότησιν τοῦ κλιβάνου, τὴν ἀντίδρασιν τοῦ κλιβάνου, τὴν ἠλεκτρικὴν συγκράτησιν τῆς πτητικῆς κόνεως καὶ τὴν συγκέντρωσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ φωσφόρου.

α) Προετοιμασία τοῦ φωσφορικοῦ ἀσβεστίου.

Τὸ εἰσερχόμενον εἰς τὸν ἠλεκτρικὸν κλίβανον ὑλικὸν περιέχει συνήθως τεμαχίδια φωσφορικοῦ ἀσβεστίου, διαμέτρου τουλάχιστον 6 mm. Ἡ ὕπαρξις πολὺ μικροτέρων τῶν ὡς ἄνω ἀναφερθέντων τεμαχιδίων παρεμποδίζει τὴν τροφοδότησιν τοῦ κλιβάνου καὶ ἀποκλείει τὴν διαφυγὴν τῶν ἀερίων προϊόντων τῆς ὅλης ἀντιδράσεως.

Κατὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ φωσφόρου ἀπαιτοῦνται ἀνὰ τόννον παραγομένου φωσφόρου τὰ ἀκόλουθα:

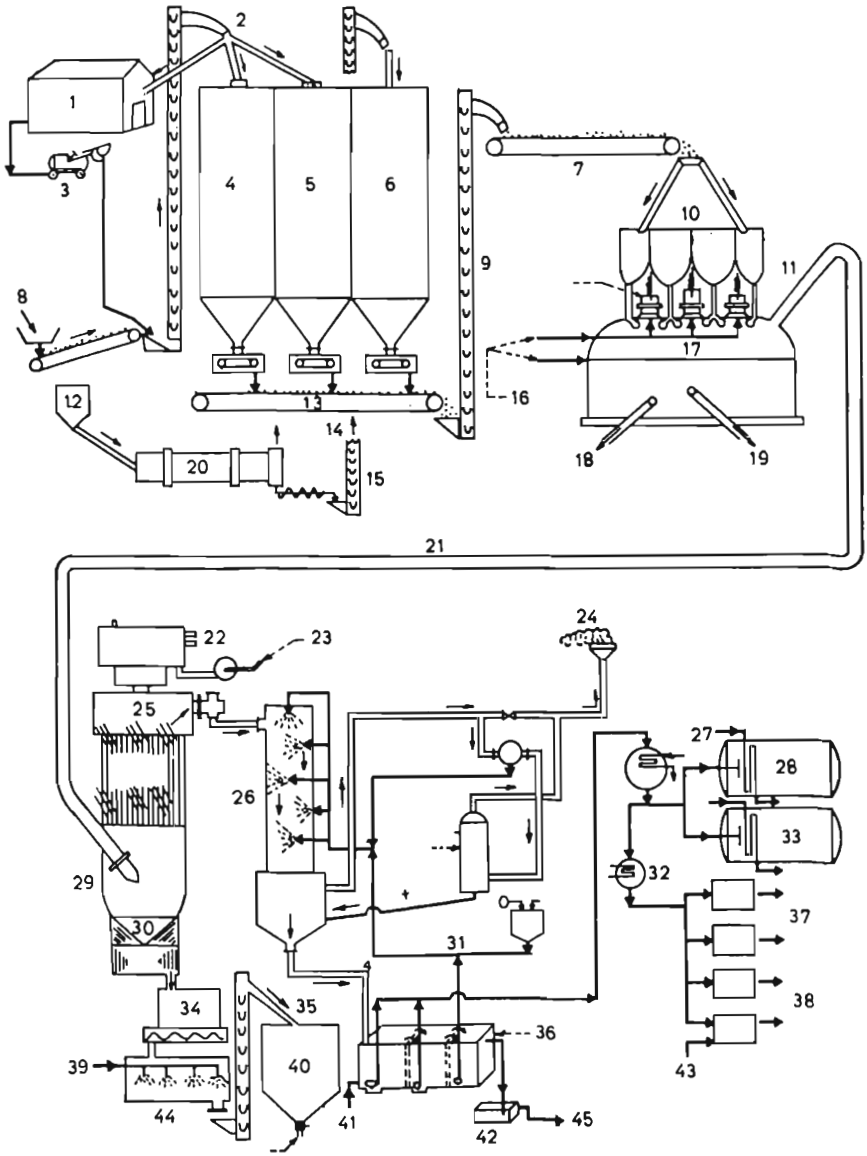
Πρῶται ὕλαι καὶ ἐνέργεια

Φωσφορίτης	7,25 τόννοι
Ἀδρανῆ πυριτικὰ	2,66 τόννοι
Κῶκ	1,43 τόννοι
Ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια	11850 kWh
Ὕδωρ	13,5 m^3
Ἠλεκτρόδια	14 kg

Παραγόμενα προϊόντα

Σιδηροφωσφόρος	0,09 τόννοι
Πυριτικὴ σκωρία	7,1 τόννοι
Ἀέρια	3,3 τόννοι
Κόνεις	0,04 τόννοι
Φωσφόρος	1 τόννος

Ἐξαιρέσει ὡρισμένων κοιτασμάτων τῆς Φλωρίδος τὰ πλεῖστα


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45

Σχ. 12·4 α.

1. Ἀποθήκευσις ὀρυκτοῦ. 2. Τετραπλοῦς ἐκφορτωτής. 3. Φορτωτής. 4. Σιλὸ ὀρυκτοῦ. 5. Σιλὸ SiO_2. 6. Σιλὸ κώκ. 7. Τροφοδοτικὸς ἱμάς. 8. Ὀρυκτὸν καὶ σίλικα. 9. Ἠλεκτρόδια ἀνθρακος. 10. Κλίβανος. 11. P_4 Ἀτμοί, CO καὶ κόνις. 12. Ὑγρὸν κώκ. 13. Μεταφορικὸς ἱμάς. 14. Ἔξοδος ἀερίων. 15. Ἀναβατώριον εἰς τὸ σιλὸ κώκ. 16. Ὕδωρ ψύξεως. 17. Κλίβανος ἠλεκτρικοῦ τόξου. 18. Σκωρία. 19. Σιδηροφωσφόρος. 20. Ξηραντήριον κώκ. 21. Ἀτμοὶ P_4 καὶ κόνις. 22. Φυσητήρ. 23. Καθαρὸς ἀήρ. 24. Καιόμενον ἀναφύσημα. 25. Ἀέρια. 26. Ὑγροποίησις ἀτμῶν φωσφόρου. 27. Μετρητικὸν δοχεῖον φωσφόρου. 28. Ἀποθήκη P_4. 29. Ἠλεκτροστατικὴ καθίζησις κόνεως. 30. Κόνις. 31. Ἐξουδετέρωσις φωσφορούχου ὕδατος. 32. Ἐνδιάμεσον δοχεῖον. 33. Ἀποθήκη P_4. 34. Ὑποδοχεὺς κόνεως. 35. Ὑγρὸς P_4. 36. Δεξαμενὴ συλλογῆς φωσφόρου. 37. Συσκευασία. 38. Ἀποστολή. 39. Ὕδωρ. 40. Ἀποθήκη κόνεως. 41. Σερπαντίνα ἀτμοῦ ἢ ὕδατος ψύξεως. 42. Ὑπερχείλισις. 43. Ψυχρὸν ἢ θερμὸν ὕδωρ. 44. Ἀξιοποίησις κόνεως διὰ λιπάσματα. 45. Σύστημα κατεργασίας καὶ διαθέσεως λυμάτων.

ὀρυκτὰ φωσφορικοῦ ἀσβεστίου πρέπει νὰ ὑποβληθοῦν εἰς αὔξησιν τοῦ μεγέθους τῶν τεμαχιδίων των (συσσωμάτωσις) πρὸς διασφάλισιν ἐπαρκοῦς διαπερατότητος τοῦ περιεχομένου τοῦ κλιβάνου.

Αἱ τέσσαρες μέθοδοι συσσωματώσεως, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν βιομηχανίαν τοῦ φωσφόρου, εἶναι:

α) Συγκόλλησις. β) Σύντηξις.

γ) Δισκιοποίησις. δ) Μπρικετοποίησις.

Αἱ χρησιμοποιούμεναι μέθοδοι ἐξαρτῶνται ἐκ τῶν φυσικῶν καὶ χημικῶν χαρακτηριστικῶν τῆς διαθεσίμου φωσφορικῆς ἄμμου.

β) Πλήρωσις τοῦ κλιβάνου.

Ὁ κλίβανος φορτίζεται μὲ φωσφορίτην, πυριτικὸν ὀξὺ καὶ κῶκ διὰ τροφοδοτικῶν ὀλισθητήρων, οἱ ὁποῖοι εἰσχωροῦν διὰ τῆς ὀροφῆς τοῦ κλιβάνου. Ἡ κατανάλωσις τῶν ἠλεκτροδίων ἀνέρχεται συνήθως κατὰ προσέγγισιν εἰς 7 kg ἀνὰ 450 kg φωσφόρου (1,5%), ἡ δὲ κατανάλωσις τῆς ἐπενδύσεως τοῦ κλιβάνου καὶ τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας ἐπηρεάζεται ἐκ τῆς ἀκριβείας μετὰ τῆς ὁποίας ἔχει ὑπολογισθῆ τὸ φορτίον τοῦ κλιβάνου. Χρησιμοποιεῖται πλῆθος διατάξεων ζυγίσεως πρὸς ἔλεγχον τῆς ἀναλογίας τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος καὶ τοῦ κῶκ διὰ δοθείσας συνθέσεις φωσφορίτου. Ἐνῶ οἱ ὄξινοι φωσφορῖται ἔχουν περιεκτικότητα εἰς P_2O_5 κατὰ προσέγγισιν 32%, ὀρυκτὰ ἔχοντα με-

γαλυτέραν περιεκτικότητα εἰς ὀξείδιον τοῦ πυριτίου (20% ἕως 25% P_2O_5) δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν κατὰ οἰκονομικὸν τρόπον εἰς τὸν ἠλεκτρικὸν κλίβανον, καθ' ὅσον ἡ περιεχομένη πυριτία εἶναι ἀπαραίτητον ἀντιδραστήριον.

γ) Ὁ ἠλεκτρικὸς κλίβανος.

Οἱ σύγχρονοι ἠλεκτρικοὶ κλίβανοι εἶναι τριφασικαὶ μονάδες, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦν τρία ἠλεκτρόδια συνδεδεμένα κατὰ ἀστέρα ἢ κατὰ τρίγωνον. Ἡ καρδία καὶ τὰ κατώτερα τοιχώματα εἶναι μονολιθικῆς κατασκευῆς ἐξ ἄνθρακος, ἐνῶ τὰ ἀνώτερα τοιχώματα καὶ ἡ ὀροφὴ ἀποτελοῦνται ἐκ τσιμέντου. Ὁ κλίβανος περικλείεται ὑπὸ χαλυβδίνου περιβλήματος, τὸ ὁποῖον ψύχεται δι' ὕδατος.

Κυλινδρικὰ ἠλεκτρόδια γραφίτου διαμέτρου περίπου 1 m εἰσέρχονται ἐκ τοῦ ἄνω μέρους τοῦ κλιβάνου διὰ πυξίδων στεγανώσεως ψυχομένων δι' ὕδατος. Τὰ ἠλεκτρόδια αὐτὰ κινοῦνται αὐτομάτως καὶ κατακορύφως οὕτως, ὥστε νὰ παραμένῃ σταθερὰ ἡ κατανάλωσις ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς λειτουργίας τοῦ κλιβάνου. Οἱ μεγαλύτεροι κλίβανοι λειτουργοῦν περίπου μὲ 42 000 kVA. Ἡ ἀντίδρασις, ἡ ὁποία λαμβάνει χώραν ἐντὸς τοῦ κλιβάνου, δύναται νὰ ἀποδοθῇ διὰ τῆς ἀκολούθου ἐξισώσεως:

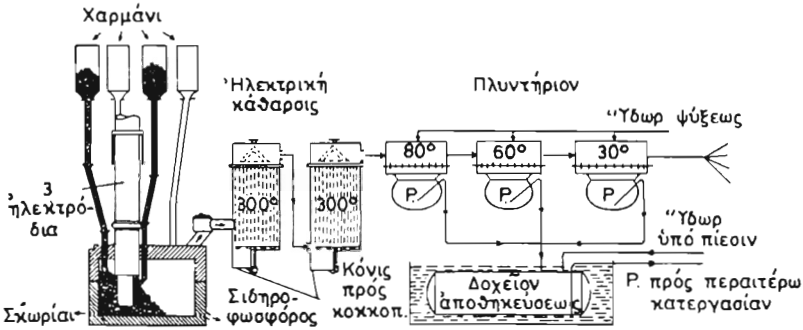
$$12Ca_5F(PO_4)_3 + 43SiO_2 + 90C \rightarrow$$
$$90CO + 20(3CaO \cdot 2SiO_2) + 3SiF_4 + 9P_4$$

Βεβαίως ἀναλόγως τῆς συστάσεως τοῦ φωσφορικοῦ ὀρυκτοῦ, οἱ συντελεσταὶ τῆς ἀντιδράσεως μεταβάλλονται. Μεταξὺ 1260° C καὶ 1500° C τὸ P_2O_5 ἀπελευθεροῦται ὑπὸ τοῦ ὀξίνου ὀξειδίου τοῦ πυριτίου, τὸ ὁποῖον εἰς τὴν θερμοκρασίαν αὐτὴν εἶναι ἱκανὸν πρὸς ἀντίδρασιν.

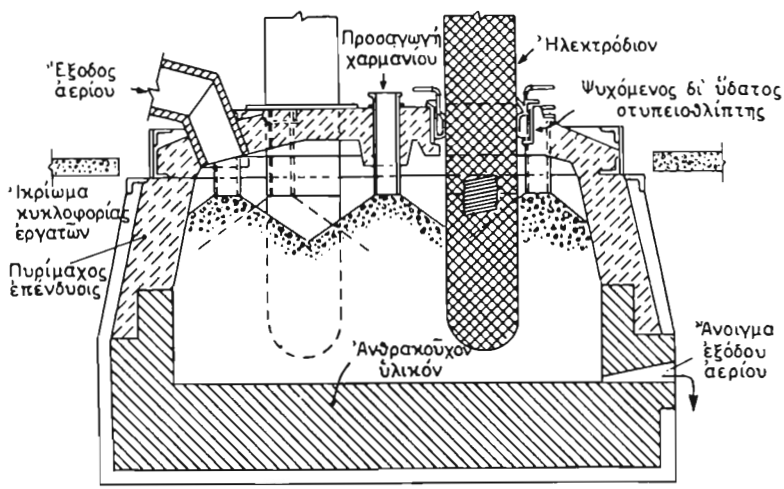
Τὸ κὼκ ἀνάγει τὸ πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου πρὸς στοιχειακὸν φωσφόρον σχηματίζον μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος. Οἱ ἀτμοὶ ἀνέρχονται πρὸς τὰ ἄνω προθερμαίνοντες τὸ ἀνώτερον τμῆμα τοῦ κλιβάνου, ἐνῶ ἡ σκωρία καὶ ὁ σιδηροφωσφόρος συλλέγονται εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ κλιβάνου.

Ὁ σιδηροφωσφόρος, ὁ ὁποῖος σχηματίζεται ἐκ τοῦ ἐνυπάρχοντος εἰς τὸν φωσφορίτην τριδυνάμου ὀξειδίου τοῦ σιδήρου, ἔχει μεγαλύτερον εἰδικὸν βάρος καὶ καθιζάνει ἐντὸς τῆς σκωρίας. Ἀμφότερα τὰ ὑλικὰ ἐξάγονται ἐκ τοῦ κλιβάνου κατὰ διαστήματα.

Τὰ σχήματα 12·4β, 12·4γ, 12·4δ καὶ 12·4ε δεικνύουν τὴν λειτουργίαν διαφόρων τύπων ἠλεκτρικῶν κλιβάνων παραγωγῆς φωσφόρου.



Σχ. 12·4β.
Ἠλεκτροθερμικὴ παραγωγὴ φωσφόρου.

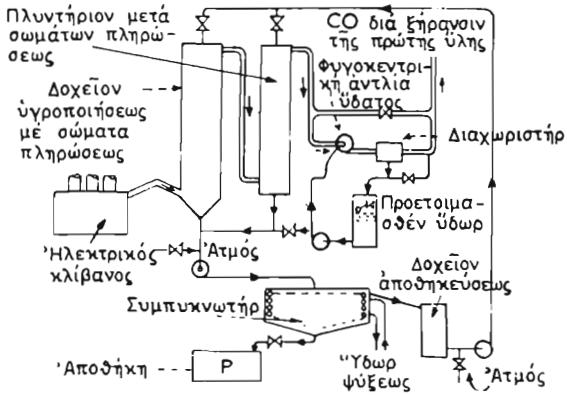


Σχ. 12·4γ.
Ἠλεκτρικὸς κλίβανος παραγωγῆς φωσφόρου.

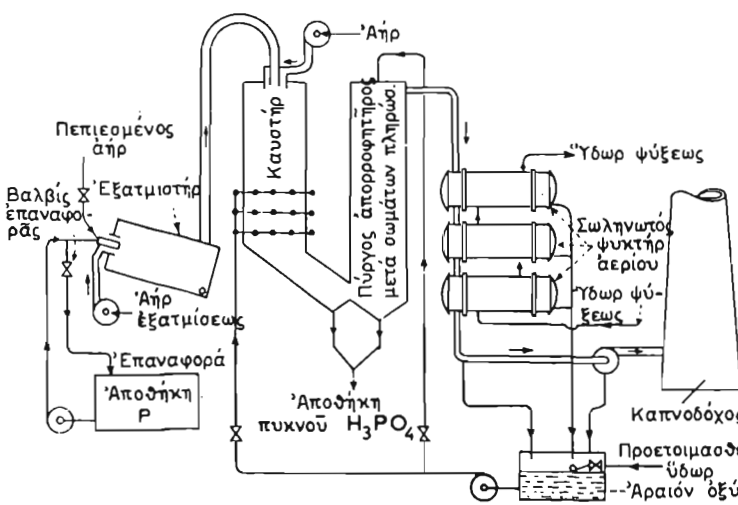
δ) Ἀποκονίωσις.

Τὰ ἐξερχόμενα τοῦ κλιβάνου ἀέρια, τὰ ὁποῖα ἔχουν θερμοκρασίαν 290° C ἕως 400° C ὁδηγοῦνται ἐντὸς μιᾶς συσκευῆς ἠλεκτροστα-

τικῆς ἀποκονιώσεως διπλῆς διαδρομῆς πρὸς συγκράτησιν τῆς κόνεως. Ἡ κόνις περιέχει ὀλίγον πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου καὶ πω-



Σχ. 12·4 δ.
Ἠλεκτροθερμικὴ παραγωγὴ φωσφόρου. Μέθοδος TVA.

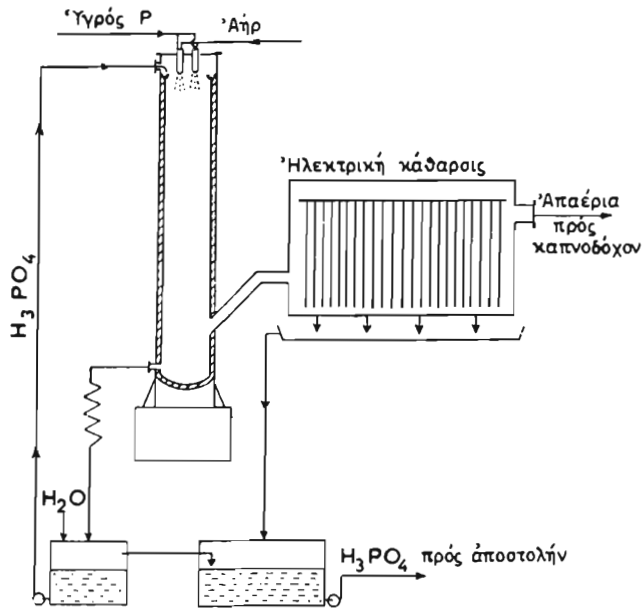


Σχ. 12·4 ε.
Παραγωγὴ φωσφορικοῦ ὀξέος ἐκ φωσφόρου. Μέθοδος T.V.A. (Tenessy Valley Authority).

λεῖται ὡς συστατικὸν λιπασμάτων. Τὸ μέγεθος τῆς ἀπαιτουμένης συσκευῆς καταβυθίσεως εἶναι σημαντικὸς παράγων διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς παραγωγικῆς ἱκανότητος τοῦ κλιβάνου.

2) Παραγωγὴ φωσφορικοῦ ὀξέος ἐκ φωσφόρου.

Ἡ παραγωγὴ τοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος ἐκ στοιχειακοῦ φωσφόρου περιλαμβάνει καῦσιν τοῦ φωσφόρου, ἐνυδάτωσιν τοῦ πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου, τὸ ὁποῖον παράγεται καὶ συλλογὴν τοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος.



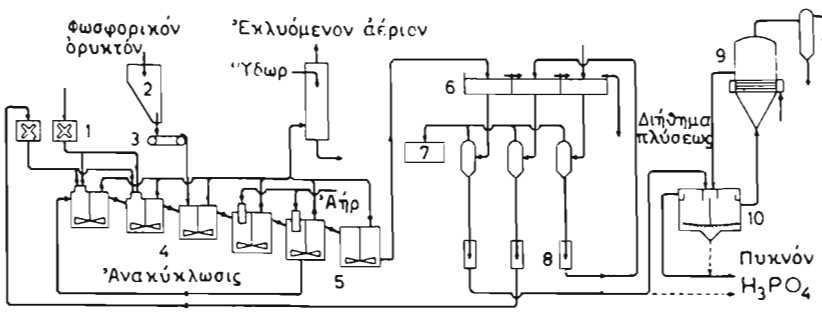
Σχ. 12·4 στ.
Φωσφορικὸν ὀξὺ ἐκ φωσφόρου. Μέθοδος IG.

Ὁ φωσφόρος παρέχεται ἐξ ἑνὸς δοχείου ἀποθηκεύσεως ὠθούμενος ὑπὸ θερμοῦ ὕδατος καὶ διέρχεται ὑπὸ πίεσιν διὰ τοῦ ἀκροφυσίου καύσεως ἐντὸς ἑνὸς καυστῆρος φωσφόρου, ὅπου ἐκνεφοῦται δι' ἀέρος. Διὰ τὴν καῦσιν παρέχεται πρόσθετος ἀὴρ εἰς τὸν καυστῆρα. Τὰ ἀέρια καύσεως ψύχονται καὶ ψεκάζονται δι' ὕδατος ἐντὸς μιᾶς μονάδος, ἡ ὁποία καλεῖται *ἐνυδατωτὴρ* καὶ ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς δοχείου ἀνθεκτικοῦ ἔναντι τῶν ὀξέων διαμέτρου περίπου 3 m. Τὸ φωσφορικὸν ὀξὺ ἀπάγεται ἐκ τοῦ πυθμένος τῆς συσκευῆς ἐνυδατώσεως. Τὸ ἀέριον ἐκ τῆς συσκευῆς ἐνυδατώσεως διέρχεται διὰ μιᾶς ἠλεκτροστατικῆς συσκευῆς συγκρατήσεως, ὅπου συγκρατεῖται τὸ ὀξύ, τὸ ὁποῖον ἐγκαταλείπει

τὴν συσκευὴν ἐνυδατώσεως ὡς νέφος. Τὸ προϊὸν εἶναι 75% ἕως 85% H_3PO_4. Μεγαλύτεραι συγκεντρώσεις ὀξέος δύνανται νὰ ληφθῶσιν π.χ. δι' ἀπορροφήσεως P_2O_5 ἐντὸς φωσφορικοῦ ὀξέος.

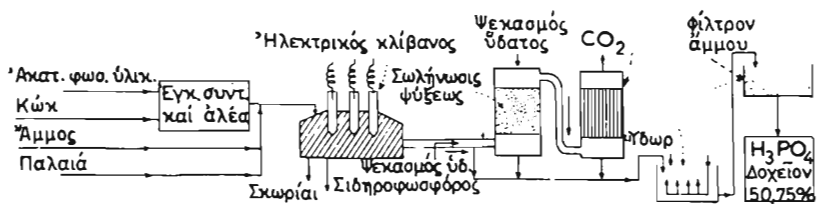
3) Ὑγρὰ ὄξινος μέθοδος διὰ τὴν παραγωγὴν φωσφορικοῦ ὀξέος.

Ἡ ὑγρὰ ὄξινος μέθοδος εἶναι ἡ πλέον παλαιὰ μέθοδος διὰ τὴν παραγωγὴν ἀκαθάρτου φωσφορικοῦ ὀξέος. Ὁ φωσφορίτης (φωσφορικὸν ἀσβέστιον) ὑφίσταται κατεργασίαν μετὰ θειικοῦ ὀξέος δίδων φωσφορικὸν ὀξὺ καὶ ἴζημα θειικοῦ ἀσβεστίου. Τὸ φωσφορικὸν ὀξύ,



Σχ. 12·4 ζ.

Σχῆμα ροῆς παραγωγῆς πυκνοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος κατὰ τὴν ὑγρὰν μέθοδον τοῦ Dorr: 1. Δοχεῖα δοσιμετρήσεως. 2. Σιλὸ φωσφορικοῦ ὀρυκτοῦ. 3. Ταινιοζυγός. 4. Δοχεῖα ζυμώματος. 5. Δοχεῖα ἀντιδράσεως. 6. Φίλτρον. 7. Ἀντλία κενοῦ. 8. Ὑποδοχεῖς. 9. Ἐξατμιστήρ. 10. Συμπυκνωτήρ.



Σχ. 12·4 η.

Μέθοδος παραγωγῆς φωσφορικοῦ ὀξέος εἰς μίαν βαθμίδα.

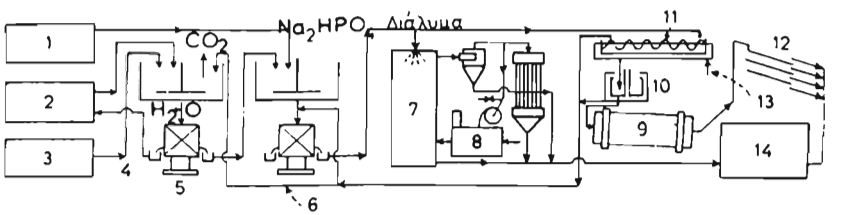
τὸ ὁποῖον παράγεται, εἶναι κατάλληλον νὰ χρησιμοποιηθῇ ὡς λίπασμα, ἀλλὰ καθαρίζεται ἐν μέρει προκειμένου νὰ χρησιμοποιηθῇ εἰς ἄλλας ἐφαρμογάς. Αὐτὴ ἡ ἐν μέρει κάθαρσις ἐπιτυγχάνεται διὰ συμπυκνώσεως, δι' ἐξατμίσεως καὶ ἀκολούθως δι' ἐμφυσήσεως ἀτμοῦ ἐντὸς τοῦ συμπυκνωθέντος ὀξέος πρὸς ἀπομάκρυνσιν τοῦ φθορίου

Ὁ σίδηρος καὶ τὸ βανάδιον ἀπομακρύνονται διὰ προσθήκης σιδηροκυανιούχου καλίου. Προκειμένου νὰ παρασκευασθῆ φωσφορικὸν νάτριον ἡ ἀναγκαία πρόσθετος κάθαρσις τοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος πραγματοποιεῖται εἰς πολλὰς βαθμίδας κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐξουδετερώσεως διὰ καυστικοῦ νατρίου. Ἡ φύσις καὶ ὁ βαθμὸς τῆς καθάρσεως ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς συνθέσεως τοῦ φωσφορίτου καὶ τῆς χρήσεως διὰ τὴν ὁποίαν προορίζεται τὸ τελικὸν προϊόν.

Εἰς τὰ σχήματα 12 · 4 στ, 12 · 4 ζ καὶ 12 · 4 η εἰκονίζονται ἐγκαταστάσεις παραγωγῆς φωσφορικοῦ ὀξέος κατὰ διαφόρους μεθόδους.

12 · 5 Φωσφορικαὶ ἐνώσεις νατρίου.

Τὸ ὀρθοφωσφορικὸν μονονάτριον καὶ τὸ ὀρθοφωσφορικὸν δινάτριον παρασκευάζονται γενικῶς δι' ἀντιδράσεως φωσφορικοῦ ὀξέος παραχθέντος ἐντὸς ἠλεκτρικοῦ κλιβάνου μὲ ὀξείδιον τοῦ νατρίου. Τὸ ὀρθοφωσφορικὸν τρινάτριον παρασκευάζεται διὰ προσθήκης ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου ἐντὸς πολτοῦ φωσφορικοῦ δινατρίου. Τὸ πυροφωσφορικὸν τετρανάτριον παρασκευάζεται δι' ὀπτήσεως ἀνύδρου ὀρθοφωσφορικοῦ δινατρίου εἰς 300° C ἕως 900° C. Διὰ θερμάνσεως ὀρθοφωσφορικοῦ μονονατρίου εἰς 250° C ὑπὸ ἐλεγχομένας συνθήκας

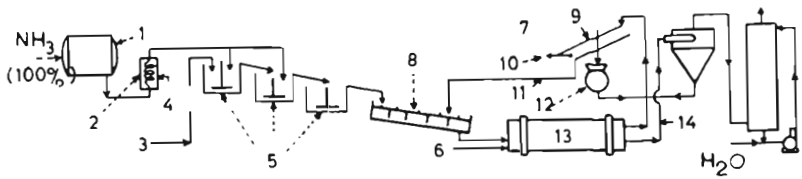


Σχ. 12·5 α.

Παραγωγὴ φωσφορικοῦ τρινατρίου: 1. Διάλυμα NaOH. 2. Διάλυμα Na_2CO_3. 3. H_3PO_4 (45% P_2O_5). 4. Διάλυμα πλύσεως. 5. Φίλτρον. 6. Μητρικὸν ὑγρόν. 7. Ξήρανσις διὰ ψεκασμοῦ. 8. Θερμαντὴρ ἀέρος. 9. Τύμπανον ξηράνσεως. 10. Φυγόκεντρος. 11. Συσκευὴ κρυσταλλώσεως. 12. Ἐγκατάστασις κοσκινίσεως. 13. Ὕδωρ ψύξεως. 14. Ἀποθήκευσις, γέμισις, ἀποστολή.

παράγεται ὄξινον πυροφωσφορικὸν νάτριον, $Na_2H_2P_2O_7$. Τὸ τριπολυφωσφορικὸν νάτριον παρασκευάζεται δι' ὀπτήσεως μίγματος ἑνὸς γραμμομορίου ὀρθοφωσφορικοῦ μονονατρίου καὶ δύο γραμμομορίων ὀρθοφωσφορικοῦ δινατρίου. Τὰ σχήματα 12 · 5 α καὶ 12 · 5 β παρι-

στάνουν τὴν παραγωγὴν φωσφορικοῦ τρινατρίου καὶ φωσφορικοῦ μονοαμμωνίου ἀντιστοίχως.



Σχ. 12·5β.

Παραγωγὴ φωσφορικοῦ μονοαμμωνίου: 1. Δοχεῖον ἀποθηκεύσεως. 2. Ἐξατμιστήρ. 3. 35% φωσφορικὸν ὀξύ. 4. Ἀτμός. 5. Δοχεῖα ἀναδεύσεως. 6. Θερμὸς ἀήρ. 7. Μέσον κλάσμα πρὸς ἀποθήκευσιν ἑτοίμου προϊόντος. 8. Κοχλίας. 9. Κόσκινον. 10. Ἀποθήκη. 11. Κόνις. 12. Μύλος. 13. Ξηραντήριον. 14. Κόνις.

12·6 Ἐνώσεις φωσφορικοῦ ἀσβεστίου.

Τὸ φωσφορικὸν μονοασβέστιον παρασκευάζεται δι' ἀντιδράσεως φωσφορικοῦ ὀξέος μετὰ ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου. Τὸ προϊὸν τῆς ἀντιδράσεως ἔχει πολτώδη ὑφὴν καὶ ἀπαιτεῖ καλὴν ἀνάμιξιν πρὸς παραγωγὴν καταλλήλου προϊόντος. Διὰ τὸν σκοπὸν αὐτὸν χρησιμοποιεῖται συνήθως ἀναμικτήρ. Ὅταν συμπληρωθῇ ἡ ἀντίδρασις, ἡ πολτώδης μᾶζα ἀντιδράσεως ξηραίνεται ὑπὸ κενὸν καὶ τὸ προϊόν, ὁ μονοϋδρίτης τοῦ φωσφορικοῦ μονοασβεστίου, ἀλέθεται καὶ συσκευάζεται. Ὁ διυδρίτης καὶ ἡ ἄνυδρος μορφὴ φωσφορικοῦ ἀσβεστίου παράγονται ἐπίσης ὁ μὲν διυδρίτης διὰ χρησιμοποιήσεως ἀραιοῦ ὑδροξειδίου τῆς ἀσβέστου καὶ ἀραιοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος, ἡ δὲ ἄνυδρος μορφὴ ἐκ φωσφορικοῦ ὀξέος καὶ ἀσβέστου. Τὸ ἄνυδρον προϊὸν φυλάσσεται ὑπὸ τὴν μορφὴν αὐτὴν διὰ κατεργασίας τῶν τεμαχιδίων του μὲ φωσφορικὸν ἀργίλιον ἢ φωσφορικὸν κάλιον καὶ φωσφορικὸν νάτριον.

12·7 Ἄλλαι ἐνώσεις τοῦ φωσφόρου.

Ὁ τριφθοριοῦχος φωσφόρος παρασκευάζεται διὰ διοχετεύσεως χλωρίου ἐντὸς ἀντιδραστῆρος περιέχοντος ὑγρὸν λευκὸν φωσφόρον.

Ὁ ὀξυχλωριοῦχος φωσφόρος δύναται νὰ παρασκευασθῇ δι' ὀξειδώσεως τοῦ τριχλωριούχου φωσφόρου μὲ ὀξυγόνον ἢ μὲ συνδυασμὸν τῶν καταλλήλων ἀναλογιῶν τριχλωριούχου φωσφόρου καὶ πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου, P_4O_{10}.

Τὸ πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου τοῦ ἐμπορίου, P_4O_{10}, παράγεται διὰ καύσεως ὑγροῦ λευκοῦ φωσφόρου ἐντὸς ὑγροῦ ἀέρος.

Ὁ πενταθειοῦχος φωσφόρος, P_4S_{10}, παρασκευάζεται διὰ συνδυασμοῦ τῶν στοιχείων φωσφόρου καὶ θείου. Ὅλαι αἱ ἐνώσεις αὐταὶ χρησιμοποιοῦνται κυρίως εἰς τὴν παραγωγὴν ὀργανικῶν ἐνώσεων τοῦ φωσφόρου. Οἱ ἑστέρες παράγονται γενικῶς διὰ θερμάνσεως τῆς καταλλήλου ἀλκοόλης μὲ πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου.

Οἱ θειοφωσφορικοὶ ἑστέρες καὶ τὰ ἐντομοκτόνα ὀργανικοῦ φωσφόρου τὰ περιέχοντα θεῖον παρασκευάζονται ἐκ P_4S_{10}, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται ἐπίσης καὶ εἰς τὴν παρασκευὴν προσθηκῶν διὰ τὸ πετρέλαιον.

12·8 Χρησιμοποίησις τῶν ἐνώσεων τοῦ φωσφόρου.

Τὰ φωσφορικὰ ἅλατα τοῦ ἐμπορίου ἀποτελοῦνται ἐκ κατιόντων καὶ ἀνιόντων ἀποτελούντων ἅλυσιν. Τὰ ἀνιόντα δύνανται νὰ περιέχουν ἀπὸ 1 ἕως 1 000 000 ἄτομα φωσφόρου ἀνὰ ἀνιόν. Αἱ πλεῖσται τῶν βιομηχανικῶν χρήσεων τῶν φωσφορικῶν ἐνώσεων, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν ἅλυσιν (πολυφωσφορικαὶ ἐνώσεις) ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς ἱκανότητος αὐτῶν νὰ διαλυτοποιοῦν κολλοειδῆ τεμαχίδια καὶ νὰ σχηματίζουν διαλυτὰ σύμπλοκα μετὰ κατιόντων. Παράδειγμα διαλυτοποιοῦ δράσεως εἶναι ἡ ἱκανότης ἑνὸς κλάσματος 1 % τριπολυφωσφορικοῦ νατρίου νὰ διαλυτοποιῇ συνεκτικὴν πλαστικὴν μᾶζαν ἀργίλου - ὕδατος.

Ὡς ἀνεφέρθη εἰς τὸ περὶ ὕδατος κεφάλαιον, τὸ ἀσβέστιον καὶ τὸ μαγνήσιον ἐντὸς τοῦ σκληροῦ ὕδατος δύνανται νὰ διαλυτοποιηθοῦν διὰ προσθήκης στοιχειομετρικῶν ποσοτήτων, πολυφωσφορικῶν ἐνώσεων, εἰς τὰς ὁποίας τὸ φωσφορικὸν ἀνιὸν ἀποτελεῖ ἅλυσιν. Ὁ σχηματισμὸς διαλυτῶν φωσφορικῶν ἐνώσεων ἀσβεστίου καὶ μαγνησίου ἀποσκληρύνει τὸ ὕδωρ ἀποτελεσματικῶς. Ἄλλη χρῆσις τῶν ἀποτελουσῶν ἅλυσιν φωσφορικῶν ἐνώσεων εἶναι ἡ πρόληψις σχηματισμοῦ λεβητολίθου εἰς τὸ σκληρὸν ὕδωρ. Πρὸς τοῦτο ἀπαιτοῦνται ἐλάχισται ποσότητες τῆς φωσφορικῆς ἐνώσεως, διότι αὐτὴ προσροφεῖται ἐπὶ τοῦ λεβητολίθου, εὐθὺς ὡς οὗτος ἀρχίσῃ νὰ σχηματίζεται καὶ παρεμποδίζει τὴν περαιτέρω ἀπόθεσιν τῶν σχηματιζόντων λεβητόλιθον ἁλάτων.

Τὸ κυριώτερον βοηθητικὸν διὰ τὰ ἀπορρυπαντικὰ εἶναι τὸ

τριπολυφωσφορικὸν νάτριον. Ἡ φωσφορικὴ αὐτὴ ἕνωσις ἀποτελεῖ τὸ 30% ἕως 50% κατὰ βάρος τῶν ἀπορρυπαντικῶν συνθέσεων διὰ τὴν πλύσιν ἐνδυμάτων.

Ἀποτέλεσμα τῆς χρησιμοποιήσεως τῶν ἑνώσεων αὐτῶν εἶναι: ἀποσκληρυνθὲν ὕδωρ καὶ διασπορὰ τοῦ ἀνοργάνου ρύπου, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον ἔχει ὡς συνέπειαν ἀποτελεσματικώτερον καθάρισμα.

Τὸ φωσφορικὸν μονοασβέστιον καὶ τὸ ὄξινον πυροφωσφορικὸν νάτριον χρησιμοποιοῦνται ὡς προσθῆκαι εἰς μίγματα κέικ, εἰς πούδρας ἀρτοποιίας, εἰς αὐτοδιογκούμενον ἄλευρον καὶ παρομοίας ἐφαρμογάς. Τὸ φωσφορικὸν διασβέστιον χρησιμοποιεῖται εὐρέως διὰ τὴν στίλβωσιν τῶν ὀδόντων εἰς τὰς ὀδοντόκρεμας. Αἱ φωσφορικαὶ ἑνώσεις ἀσβεστίου χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης ὡς ἀνόργανα συμπληρώματα εἰς τὰς κτηνοτροφάς.

Διὰ τὴν προσθήκην φωσφόρου εἰς τὰς μεταλλικὰς ἐπιφανείας, ὁ ὁποῖος τὰς καλύπτει διὰ λεπτῆς ἀνθεκτικῆς ἔναντι τῆς διαβρώσεως στιβάδος ἁλάτων ὀρθοφωσφορικῆς ἑνώσεως, χρησιμοποιεῖται ὀρθοφωσφορικὸν ὀξὺ ἐν μίγματι μετὰ ἄλλων ἑνώσεων. Ἡ κατεργασία αὐτὴ παρέχει ἐπίσης ἐξαιρετικὴν βασικὴν οὐσίαν διὰ χρώματα. Οἱ ἑστέρες τοῦ ὀρθοφωσφορικοῦ ὀξέος χρησιμοποιοῦνται ὡς πλαστικοποιοὶ οὐσίαι καὶ ὡς προσθῆκαι διὰ τὴν βελτίωσιν τῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ πετρελαίου καὶ τῆς βενζίνης.

Ἄλλαι ὀργανικαὶ φωσφοροῦχοι ἑνώσεις χρησιμοποιοῦνται ὡς ἐντομοκτόνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 13

ΤΟ ΚΑΛΙΟΝ ΚΑΙ ΤΑ ΑΛΑΤΑ ΑΥΤΟΥ

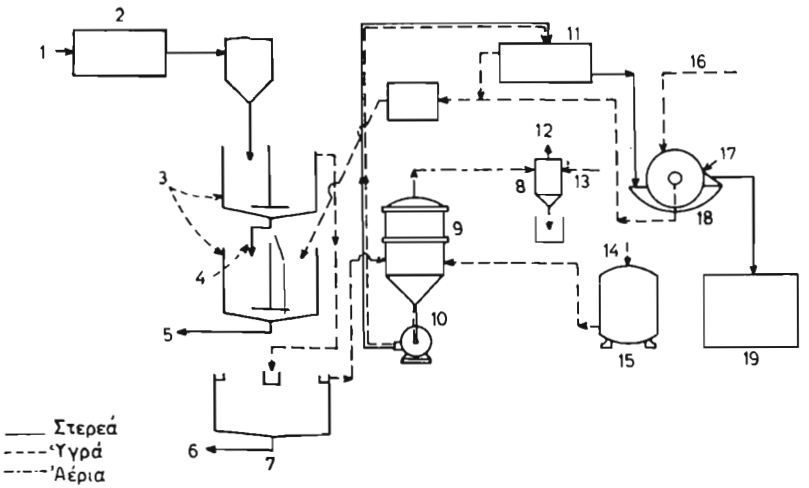
13 · 1 Γενικά.

Τὰ μεγαλύτερα ἀποθέματα ἁλάτων διαλυτοῦ καλίου εἰς τὸν κόσμον εὑρίσκονται εἰς τὰ γνωστὰ ἁλατωρυχεῖα τῆς Στασφούρτης εἰς τὴν Γερμανίαν. Ἕως τοῦ 1914 τὰ ἁλατωρυχεῖα τῆς Στασφούρτης ἐκάλυπτον σχεδὸν ὅλας τὰς παγκοσμίους ἀνάγκας. Ἀπὸ τοῦ τέλους τοῦ πρώτου παγκοσμίου πολέμου ἀνεκαλύφθησαν μεγάλα ἀποθέματα εἰς τὴν Ἀλσατίαν πλησίον τῆς Μυλούζης, τὰ ὁποῖα ἀνέρχονται περίπου εἰς τὸ 1/3 τῆς παραγωγῆς τῆς Στασφούρτης καὶ ἀπὸ ἀπόψεως βιολογικῆς ὁμοιάζουν πρὸς αὐτά. Παρόμοια ἀποθέματα ἀνεκαλύφθησαν εἰς τὴν Πολωνίαν πλησίον τοῦ Καλούς, τὰ ὁποῖα κατὰ τὸ 1931 παρήγαγον 261 000 τόννους ἁλάτων καλίου ὅλων τῶν ποιοτήτων. Ἡ γερμανικὴ παραγωγὴ κατὰ τὸ ἔτος ἐκεῖνο ἦτο περίπου 1 500 000 τόννοι. Τετάρτη περιοχὴ μὲ μεγάλα ἀποθέματα ἀνεκαλύφθη εἰς τὸ Νέον Μεξικὸν τῶν Ἡνωμένων Πολιτειῶν τῆς Ἀμερικῆς. Ἡ ἐκμετάλλευσις αὐτῶν ἤρχισε τὸ 1931 καὶ τὸ 1958 παρήχθησαν 365 000 τόννοι ἐμπορευσίμων ἁλάτων ἢ 215 000 τόννοι K_2O. Ἅλατα καλίου ἀνεκαλύφθησαν ἐπίσης καὶ εἰς τὸ Ἀνάβερον, τὸ Μπράουνσβάϊκ καὶ τὸ Μέκλεμβουργκ. Τὰ ἀποθέματα αὐτὰ εἶναι μικρότερα τῶν ἀποθεμάτων τῆς Στασφούρτης καὶ ἀποτελοῦνται κυρίως ἐκ καθαροῦ συλβίνου ἢ συλβινίτου ($KCl \cdot NaCl$). Εἰς τὰ ἁλατωρυχεῖα τῆς Στασφούρτης διακρίνονται 3 στιβάδες ἁλάτων καλίου.

Ἡ ἀνωτέρα στιβὰς ἔχει πάχος 100 m, ἐκτείνεται εἰς ἔκτασιν πολλῶν km^2 καὶ ἀποτελεῖται ἐκ καρναλίτου $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ (40 %) ἀναμεμιγμένου μὲ ἅλας (20 %) καὶ ἄλλας ἀκαθαρσίας. Κάτωθεν τῆς στρώσεως τοῦ καρναλίτου κεῖται ὁ πολυαλίτης, $2CaSO_4 . MgSO_4 . K_2SO_4 \cdot 2H_2O$ καὶ κάτωθεν αὐτοῦ ὁ καϊνίτης, $MgSO_4 . KCl \cdot 3H_2O$. Ἡ ἐξόρυξις τῶν ἁλάτων εἰς τὴν Στασφούρτην γίνεται διὰ στοῶν.

Ἡ ἐξόρυξις τοῦ ὀρυκτοῦ γίνεται μὲ ἐκρηκτικὰς ὕλας. Τὸ ὀρυκτὸν φορτώνεται εἰς ἠλεκτροκίνητα βαγονέτα καὶ φέρεται εἰς τὸ ἐργοστάσιον καθαρισμοῦ πλησίον τοῦ στομίου τῶν στοῶν.

Τὰ ἀποθέματα τῆς Ἀλσατίας ἀποτελοῦνται ἐκ δύο στρωμάτων. Τὸ ἀνώτερον ἔχει πάχος 1 m καὶ περιέχει 35% ἕως 40% χλωριοῦχον κάλιον. Τὸ στρῶμα τοῦτο εὑρίσκεται εἰς βάθος περίπου 500 m κάτωθεν τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης ἀλλὰ εἰς ὡρισμένα σημεῖα εὑρίσκεται πολὺ βαθύτερον. Ἡ κατωτέρα στρῶσις ἔχει πάχος 2 m ἕως 5 m καὶ κεῖται 20 m βαθύτερον τῆς πρώτης στρώσεως. Ἡ στρῶσις αὐτὴ περιέχει 24% ἕως 32% χλωριοῦχον κάλιον. Καὶ αἱ δύο στρώσεις



Σχ. 13·1.

Χλωριοῦχον κάλιον ἐκ συλβινίτου: 1. Ὀρυκτὸς συλβινίτης. 2. Κόσκινα καὶ θραυστῆρες. 3. Σειρὰ δοχείων διαλύσεως θερμαινομένων δι' ἀτμοῦ μετ' ἀναμικτῆρος. 4. Διάταξις ἀνυψώσεως. 5. NaCl φυγοκεντρηθὲν καὶ ἀπορροφηθέν. 6. Ἰλύς, πλυθεῖσα καὶ ἀπορροφηθεῖσα. 7. Καθιζητῆρες Dorr. 8. Συμπυκνωτήρ. 9. Γλυκὺ ὕδωρ. 10. Ψυκτῆρες κενοῦ κρυσταλλωτῆρες. 11. Καθιζητῆρες. 12. Ἀντλία κενοῦ. 13. Ὕδωρ. 14. Ὕδωρ. 15. Ἀποσκληρυντὴς ζεολίθου. 16. Πλύσις διὰ γλυκέος ὕδατος. 17. Θερμὸς ἀήρ. 18. Φίλτρον. 19. Ἀποθήκευσις καὶ διάθεσις.

ἀποτελοῦνται κυρίως ἐκ συλβινίτου, $KCl \cdot NaCl$, ποὺ περιέχει χλωριοῦχον νάτριον ὡς ἀκαθαρσίαν καὶ ἄργιλον. Ἡ κάθαρσις γίνεται διὰ κρυσταλλώσεως καὶ δίδει χλωριοῦχον κάλιον 98% καθαρότητος ἢ περιεκτικότητος 61% ὑπολογιζομένης εἰς K_2O. Ἐκ τῶν ἀπομενόντων μητρικῶν ὑγρῶν λαμβάνονται κατώτεραι ποιότητες προϊόντος ὡς πρὸς τὴν καθαρότητα. Εἰς τὸ σχῆμα 13·1 εἰκονίζεται ἡ λειτουργία ἐργοστασίου παραγωγῆς χλωριούχου καλίου ἐκ συλβινίτου.

13·2 Ἅλατα καλίου ἐξ ἁλατούχων ὑδάτων.

Ἐκτὸς τῶν σημαντικῶν ἀποθεμάτων, τὰ ὁποῖα προανεφέρθησαν, ἁλατοῦχα ὕδατα ὡρισμένων λιμνῶν εἰς ἀνύδρους περιοχὰς ἀποτελοῦν πηγὴν ἁλάτων καλίου. Εἰς τὴν ἔρημον μεταξὺ Καλιφορνίας καὶ Νεβάδας ἐκ τῶν ὑδάτων τῆς Λίμνης Searles παράγονται σήμερον πολὺ μεγάλαι ποσότητες ἁλάτων καλίου καὶ βόρακος. Ἡ σύστασις τῶν ἐντὸς τῶν ὑδάτων τῆς λίμνης διαλελυμένων ἁλάτων εἶναι ἡ ἀκόλουθος:

	% κατὰ βάρος
NaCl	16,35
Na_2SO_4	6,96
KCl	4,75
Na_2CO_3	4,74
$Na_2B_4O_7$	1,51
Na_3PO_4	0,155
NaB	0,109
διάφορα	0,076
Σύνολον στερεῶν	34,65
Ὕδωρ ἐκ τῆς διαφορᾶς	65,35

Ἐκ βάθους 25 m κάτωθεν τῆς ἐπιφανείας τῆς λίμνης ἡ ἅλμη ἀντλεῖται εἰς μεγάλον σύγχρονον ἐργοστάσιον ἐγκατεστημένον 7 km μακρὰν τῶν ἀκτῶν τῆς λίμνης, ὅπου ἀναμιγνύεται μὲ ὑπολειπόμενα ὑγρὰ ἐκ διαφόρων κατεργασιῶν τοῦ ἐργοστασίου καὶ συμπυκνοῦται εἰς ἐξατμιστῆρας 3 βαθμίδων κατ' ἀντιρροὴν πρὸς τὴν ἅλμην. Ἐντὸς τῶν ἐξατμιστήρων κινεῖται ἀτμὸς οὕτως, ὥστε ἡ ἅλμη ποὺ ἔχει πλέον συμπυκνωθῆ περισσότερον, νὰ εὑρίσκεται ὑπὸ τὴν ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν. Οὕτω τὸ KCl καὶ ὁ βόραξ διατηροῦνται ἐν διαλύσει, ἀκόμη καὶ ὅταν ἡ περιεκτικότης αὐτῶν αὐξηθῆ, διότι εἶναι περισσότερον διαλυτὰ εἰς τὰς ὑψηλοτέρας θερμοκρασίας. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐξατμίσεως τὸ μεγαλύτερον μέρος τοῦ ἅλατος, NaCl, ἀναμιγνύεται μὲ Na_2CO_3 καὶ Na_2SO_4 καὶ διαχωρίζεται ἀπομακρυνόμενον συνεχῶς ἐκ τῶν ἐξατμιστήρων. Τὸ συμπεπυκνωμένον ὑγρὸν εἶναι οὐσιαστικῶς κεκορεσμένον διὰ KCl καὶ ψύχεται εἰς 39^0 C ὑπὸ κενὸν ἐντὸς τῶν κρυσταλλωτήρων εἰς 3 βαθμίδας. Τὸ KCl ἀποτίθεται ἐντὸς αὐτοῦ καὶ

μετὰ ἐξαγωγὴν ἐκ τοῦ δοχείου κρυσταλλώσεως συλλέγεται καὶ ἀπομακρύνεται διὰ κατεργασίας ἐντὸς συμπυκνωτήρων συνεχοῦς λειτουργίας. Μετὰ φυγοκέντρησιν καὶ ξήρανσιν τὸ ἅλας τοῦτο εἶναι ἕτοιμον διὰ συσκευασίαν.

Κατὰ τὸ 1946 παρήχθησαν 212 000 τόννοι ἁλάτων καλίου καὶ 102 000 τόννοι βόρακος.

Τὰ ἀποθέματα χλωριούχου νατρίου, τὰ ὁποῖα σχηματίζονται κατὰ τὴν ἐξάτμισιν, περιέχουν ἀνθρακικὸν νάτριον καὶ θειικὸν νάτριον, τὰ ὁποῖα ἀπομακρύνονται ἐκ τοῦ κύκλου τῆς ἐξατμίσεως διὰ διηθήσεως καὶ ὑφίστανται κατεργασίαν πρὸς παραγωγὴν φυσικῆς καυστικῆς σόδας καὶ φυσικοῦ ἀκαθάρτου ἅλατος. Τὸ 1960 ἡ παραγωγὴ τῶν Η.Π.Α. εἰς φυσικὴν σόδαν ἀνῆλθεν εἰς 930 000 τόννους. Ἐκ τῆς καυστικῆς σόδας καὶ τοῦ ἀκαθάρτου ἅλατος λαμβάνεται καὶ φωσφορικὸν λίθιον. Τοῦτο διαχωρίζεται δι' ἐπιπλεύσεως ὡς φωσφορικὸν λιθιονάτριον· ὡς μέσον ἐπιπλεύσεως χρησιμοποιεῖται σύνηθες πετρέλαιον.

Ἄλλα προϊόντα ἐκ τῆς λίμνης Searles εἶναι ὁ ἀφυδατωθεὶς βόραξ, τὸ θειικὸν κάλιον, τὸ βορικὸν ὀξὺ καὶ τὸ βρώμιον.

Ἡ συνολικὴ παραγωγὴ τῶν προϊόντων τῆς λίμνης Searles ἀνῆλθεν τὸ 1946 εἰς 550 000 τόννους. Ἐπίσης εἰς τὴν Τύνιδα πλησίον τῆς πόλεως Zarsis ἱδρύθη μεγάλη βιομηχανία ἐκμεταλλεύσεως ἁλμυρᾶς ἁλατούχου λίμνης. Ἐπίσης μεγάλην ἀνάπτυξιν ἔλαβον αἱ ἐγκαταστάσεις παραγωγῆς ἑνώσεων καλίου εἰς τὴν Νεκρὰν Θάλασσαν πλησίον τῆς πόλεως Σόδομα τοῦ Ἰσραήλ, ὅπου ἡ παραγωγὴ σήμερον ἁλάτων καλίου ὑπερβαίνει τὸ 1 000 000 τόννους ἐτησίως. Ἄλλαι ὀρυκταὶ πηγαὶ καλίου εἶναι ὁ ἀλουνίτης, $K_2Al_6(OH)_{12}(SO_4)_4$ καὶ ὁ λευκίτης, $(KNa)AlSi_2O_6$, ὁ ὁποῖος εὑρίσκεται εἰς πλούσια κοιτάσματα εἰς τὴν Ἰταλίαν καὶ διὰ κατεργασίας μὲ ὑδροχλώριον δίδει ἅλατα καλίου.

Ἐκτὸς τῶν ὀρυχείων καὶ τῶν ἁλατούχων λιμνῶν τὰ ἅλατα καλίου δύνανται νὰ ληφθοῦν καὶ διὰ συλλογῆς τῆς πτητικῆς τέφρας, ἡ ὁποία ἐξέρχεται τῶν κλιβάνων τῆς τσιμεντοβιομηχανίας διὰ μιᾶς συσκευῆς συγκρατήσεως τῆς πτητικῆς τέφρας. Ἐπίσης ἐκ τῶν ὑψικαμίνων δύνανται νὰ συγκρατηθοῦν κατὰ τρόπον παρόμοιον 8 kg περίπου ὀξειδίου τοῦ καλίου διὰ κάθε τόννον σιδήρου. Ἐπίσης ἡ τέφρα τῶν ζυμωθέντων ὑπολειμμάτων μελάσσης ἀποτελεῖ ἐμπορικῶς ἐκμεταλλευσίμους πηγὰς ἑνώσεων καλίου.

Τὰ παγκόσμια ἀποθέματα καλίου ἔχουν ὡς ἑξῆς:
— Στασφούρτη 8 000 000 000 τόννοι.
— Mulhouse 350 000 000 τόννοι.
— Νεκρὰ θάλασσα 2 000 000 000
— Ρωσία τῆς τάξεως τῶν ἀποθεμάτων τῆς Στασφούρτης.
— Λίμνη Searles 20 000 000.
— Συνολικὰ ἀποθέματα τῶν Η.Π.Α. 73 000 000 τόννοι.

13 · 3 Βόραξ.

Πρὸ τῆς ἐκμεταλλεύσεως τῆς λίμνης Searles τὸ πλεῖστον τῆς παγκοσμίου παραγωγῆς βόρακος παρήγετο ἐκ κολεμαννίτου, $Ca_2B_2O_{11} \cdot 5H_2O$, ὁ ὁποῖος ἀποσυντίθεται διὰ ζέοντος διαλύματος ἀνθρακικοῦ νατρίου, διηθεῖται καὶ κρυσταλλοῦται.

Ἡ παραγωγὴ τῆς λίμνης Searles ὄχι μόνον βόρακος ἀλλὰ μίγματος ποτάσσης καὶ πολλῶν ὑποπροϊόντων, κατέστησε δυνατὸν νὰ ληφθῇ βόραξ εὐθηνότερος ὡς ὑποπροϊόν. Ἔκτοτε ὅμως ἀνεκαλύφθησαν μεγάλα ἀποθέματα ραζορίτου, $Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$, εἰς τὴν Καλιφόρνιαν καὶ τώρα εὑρίσκονται ὑπὸ μεταλλευτικὴν ἐκμετάλλευσιν. Τὸ ὀρυκτὸν διαλύεται ἐντὸς ὕδατος ὑπὸ θέρμανσιν καὶ πίεσιν, διηθεῖται καὶ κρυσταλλοῦται ὡς καθαρὸς βόραξ $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$.

13 · 4 Παραγωγὴ βορικοῦ ὀξέος, HBO_3.

Διὰ κατεργασίας βόρακος μετὰ θειικοῦ ὀξέος παράγονται δύο ποιότητες βορικοῦ ὀξέος, τὸ ὁποῖον εἶναι λευκὴ στερεὰ οὐσία. Ἡ πρώτη ποιότης εἶναι βορικὸν ὀξὺ τεχνικῆς καθαρότητος καὶ ἡ δευτέρα ποιότης εἶναι βορικὸν ὀξὺ φαρμακευτικῆς καθαρότητος· ἡ τελευταία προσφέρεται ὑπὸ μορφὴν ἐπιπέδων κρυστάλλων ἢ ὡς κόνις.

Τὸ 1960 εἰς Η.Π.Α. ἡ κατανάλωσις ὀρυκτῶν τοῦ βορίου καὶ ἐνώσεων τοῦ βορίου ἦτο περίπου 340 000 τόννοι. Ὁ βόραξ τεχνικῆς καθαρότητος ἐπωλεῖτο περίπου 2500 δρχ. ὁ τόννος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 14

ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

14 · 1 Εἰσαγωγή.

Τὸ μεγαλύτερον μέρος τῶν τροφίμων, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιεῖ ὁ ἄνθρωπος, προέρχονται ἐκ τοῦ ἐδάφους ὑπὸ μορφὴν λαχανικῶν καὶ σιτηρῶν ἢ κρέατος, τὸ ὁποῖον προέρχεται ἐκ ζώων ἐκτρεφομένων διὰ τῶν καλλιεργουμένων εἰς τὸ ἔδαφος προϊόντων. Τὰ φυτὰ διὰ τὴν ἀνάπτυξίν των ἔχουν ἀνάγκην ὕδατος, ἀζώτου, φωσφόρου, καλίου, μαγνησίου, ἀσβεστίου καὶ θείου εἰς μεγάλας ποσότητας. Ὁ σίδηρος, τὸ μαγγάνιον, τὸ βόριον, ὁ χαλκός, τὸ μολυβδένιον, ὁ ψευδάργυρος καὶ ἐνίοτε καὶ τὸ χλώριον καὶ τὸ νάτριον ἀπαιτοῦνται εἰς ἐλάχιστα ἴχνη. Τοῦτο ἐπεξηγεῖ, διατί ὅσα ἀνήκουν εἰς τὴν πρώτην ὁμάδα καλοῦνται *κύρια στοιχεῖα*, ἐνῶ τῆς δευτέρας καλοῦνται *ἰχνοστοιχεῖα*. Ἡ παρατήρησις ὅτι τὰ ἐδάφη ἐξαντλοῦνται ἐκ τῆς συνεχοῦς καλλιεργείας ἔχει γίνει ἀπὸ πολλῶν αἰώνων. Πρὸς ἀποφυγὴν τῆς ἐξαντλήσεως αὐτῆς οἱ ἀρχαῖοι ἄφηναν τὸν ἀγρὸν νὰ ἀναπαυθῇ κάθε τρία ἔτη ἐπὶ ἓν ἔτος. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς περιόδου αὐτῆς τὰ τεμαχίδια τῶν βράχων ἐντὸς τοῦ ἐδάφους συνεχίζουν νὰ ἀποσαθροῦνται καὶ μὲ τὴν βοήθειαν μικροβιακῶν καὶ χημικῶν μέσων ἐντὸς τοῦ ἐδάφους πολλαὶ ἀδιάλυτοι πηγαὶ φυτικῶν τροφῶν μετατρέπονται εἰς εὐλήπτους μορφάς, αἱ ὁποῖαι ὅμως λόγω τῆς μὴ καλλιεργείας τοῦ ἀγροῦ δὲν καταναλίσκονται. Τὸ κάλιον ἐκ τῶν καλιούχων πετρωμάτων τῶν ἀστρίων καὶ εἰς μικρότερον βαθμὸν αἱ φωσφορικαὶ ἐνώσεις ἐκ τῶν φωσφοριτῶν αὐξάνουν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἐντὸς τοῦ ἐδάφους. Ἡ αὐτὴ μέθοδος συνεχίζεται ἕως σήμερον. Οἱ πρόγονοί μας ἐγνώριζον ἐπίσης τὴν χρῆσιν τῆς κόπρου καὶ τὴν χλωρὰν λίπανσιν. Ἡ κόπρος χρησιμοποιεῖται μέχρι σήμερον καθὼς ἐπίσης καὶ ἡ χλωρὰ λίπανσις. Ἡ τέφρα ἐκ ξύλων ἐχρησιμοποιεῖτο καὶ ὅπως εἶναι σήμερον γνωστὸν παρέχει ἀνθρακικὸν κάλιον. Κατὰ ταῦτα ἡ σύγχρονος ἐπιστήμη τῆς λιπάνσεως δὲν ἀνεκάλυψε τὴν μέθοδον τῆς λιπάνσεως, ἀλλὰ μᾶλλον ἐπεξήγησεν ἐπιστημονικῶς τὰ ἐκ τῆς λιπάνσεως ὠφέλη.

Τὰ ἐπὶ μέρους στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα προσφέρει ἡ κόπρος, ἡ τέφρα

τῶν ξύλων καὶ ἡ χλωρὰ λίπανσις εἶναι γνωστά. Αἱ βασικαὶ τροφαὶ τοῦ φυτοῦ παρέχονται σήμερον ὑπὸ τῶν τεχνητῶν λιπασμάτων εἰς σχεδὸν ἀπεριορίστους ποσότητας.

14·2 Τεχνητὰ ἀνόργανα λιπάσματα.

1) Ἁπλᾶ ἀνόργανα λιπάσματα.

α) Πηγαὶ ἀζώτου.

Αἱ κυριώτεραι πηγαὶ ἀζώτου εἶναι ἡ ἀμμωνία, τὸ νιτρικὸν νάτριον ἐκ τῆς Χιλῆς ἢ τὸ συνθετικὸν νιτρικὸν νάτριον, τὸ νιτρικὸν ἀσβέστιον καὶ ἄλλαι νιτρικαὶ ἑνώσεις, αἱ ὁποῖαι παράγονται ἐκ νιτρικοῦ ὀξέος προερχομένου ἀπὸ τὴν ὀξείδωσιν τῆς συνθετικῆς ἀμμωνίας, ἡ ἀσβεστοκυαναμίδη, ἡ οὐρία κ.λπ.

β) Πηγαὶ φωσφόρου.

Ὁ φωσφόρος χρησιμοποιεῖται ὑπὸ διαφόρους μορφάς. Λεπτοαλεσμένος φωσφορίτης χρησιμοποιεῖται ἀπ' εὐθείας καὶ εἰς μερικὰς πολιτείας τῆς Ἀμερικῆς ὅπως τὸ Illinois καὶ τὸ Missouri ἡ χρησιμοποίησίς του εἶναι σχεδὸν γενικευμένη. Κατὰ τὸ 1957 καὶ 1958 τὸ Illinois κατηνάλωσε 517 000 τόννους καὶ τὸ Missouri 200 000 τόννους λεπτοαλεσθέντος φωσφορικοῦ ἀσβεστίου. Ἐν τούτοις ὁ ἀκατέργαστος φωσφορίτης εἶναι σχετικῶς ἀδιάλυτος ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἂν καὶ ἀποσαθροῦται ταχέως, καὶ δὲν ἐνδείκνυται ὡς πηγὴ φωσφόρου διὰ συγκομιδὰς ταχείας ἀναπτύξεως. Αἱ διυπερφωσφορικαὶ ἑνώσεις 18% ἕως 20% P_2O_5 καὶ αἱ τριπλαῖ ὑπερφωσφορικαὶ 44% ἕως 46% P_2O_5 ἀποτελοῦν τὰς κυριωτέρας πηγὰς φωσφόρου, ὁ ὁποῖος προσφέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον διὰ λίπανσιν.

Αἱ ὑπερφωσφορικαὶ ἑνώσεις μὲ 16% ἕως 18% P_2O_5 χρησιμοποιοῦνται εἰς πολὺ μεγαλύτερον βαθμόν. Αἱ φωσφορικαὶ αὐταὶ ἑνώσεις εἶναι διαλυταὶ εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ὡς ἐκ τούτου προσφέρονται δι' ἄμεσον ἀπορρόφησιν ὑπὸ τοῦ φυτοῦ. Αἱ τριπλαῖ ὑπερφωσφορικαὶ ἑνώσεις μὲ 45% P_2O_5 ἀπορροφῶνται ταχύτατα.

Ἡ σκωρία ἐκ τοῦ ἀπίου Thomas περιέχει φωσφορικὸν ἀσβέστιον, τὸ ὁποῖον εἶναι ἀδιάλυτον ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἀλλὰ ἀποσαθροῦται ταχύτερον ἀπὸ ὅσον ὁ φωσφορίτης καὶ δι' αὐτὸ χρησιμοποιεῖται ἀπ' εὐθείας μετὰ κονιοποίησιν διὰ λίπανσιν τοῦ ἐδάφους.

γ) Πηγαὶ καλίου.

Τὰ ἅλατα καλίου καὶ κυρίως τὰ χλωριοῦχα λαμβάνονται ἐξ ἀποθεμάτων ὀρυκτῶν ἁλάτων, ἁλμυρῶν λιμνῶν καὶ ἄλλων πηγῶν, αἱ ὁποῖαι περιγράφονται ἐκτενῶς εἰς προηγούμενον κεφάλαιον· ταῦτα πωλοῦνται εἰς διαφόρους μορφὰς καθαρότητος καὶ περιεκτικότητος ἐκπεφρασμένης ὡς K_2O (ὀξείδιον τοῦ καλίου).

2) Μικτὰ ἀνόργανα λιπάσματα.

Τὰ μικτὰ λιπάσματα περιέχουν: α) Ἄζωτον ὑπὸ μορφὴν νιτρικῶν ἐνώσεων, οὐρίας, ἁλάτων ἀμμωνίου ἢ ἄλλων ἐνώσεων ποὺ περιέχουν ἄζωτον. β) Φωσφόρον, ὡς ὑπερφωσφορικαὶ ἐνώσεις καὶ γ) χλωριοῦχα ἢ θειικὰ ἅλατα καλίου. Ἡ σειρὰ ἡ ὁποία ἀνεφέρθη ἀνωτέρω εἶναι ἡ γενικῶς χρησιμοποιουμένη οὕτως, ὥστε ἕνα λίπασμα 10.15.10 νὰ περιέχῃ 10% ἄζωτον, 15% πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου, P_2O_5, καὶ 10% κάλιον, K_2O. Αἱ συνθέσεις τῶν διαφόρων λιπασμάτων ποικίλλουν ἀναλόγως τῶν καλλιεργειῶν καὶ τοῦ ἐδάφους.

Ὁ χαρακτηρισμὸς τῶν λιπασμάτων ἐκ τῆς περιεκτικότητος εἰς ἄζωτον, πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου καὶ ὀξείδιον τοῦ καλίου ἔχει ἐπικρατήσει διεθνῶς. Τὸ νιτρικὸν νάτριον δύναται νὰ ἀναμιχθῇ μὲ ὑπερφωσφορικὸν λίπασμα ἢ νὰ χρησιμοποιηθῇ μόνον του. Ὡρισμέναι ποιότητες λιπασμάτων περιέχουν ἀδρανῆ ὑλικά, τὰ ὁποῖα προσδίδουν βάρος.

Πλὴν τῶν τριῶν ἀνωτέρω βασικῶν συστατικῶν, τὰ λιπάσματα χρειάζονται ἀσβέστιον, θεῖον καὶ μαγνήσιον εἰς ἀξιόλογα ποσά, καθ' ὅσον τὰ στοιχεῖα αὐτὰ ὑποβοηθοῦν εἰς τὴν πρόσληψιν ὑπὸ τῶν φυτῶν ἰχνοστοιχείων, ὡς ὁ σίδηρος, τὸ βόριον, ὁ ψευδάργυρος, τὸ μαγγάνιον καὶ τὸ μολυβδένιον.

Ἡ λιπαντικὴ ἀξία αὐξάνει εἰς τὰς περιπτώσεις ὅπου παρασκευάζεται π.χ. φωσφορικὸν ἀμμώνιον, τὸ ὁποῖον περιέχει ἄζωτον καὶ φωσφορικὸν ὀξύ, ἢ νιτρικὸν κάλιον, τὸ ὁποῖον, περιέχει κάλιον καὶ ἄζωτον. Ἐὰν πρόκειται τὰ λιπάσματα νὰ μεταφερθοῦν εἰς μεγάλας ἀποστάσεις, εἶναι ἐπιθυμηταὶ μεγάλαι περιεκτικότητες, καθ' ὅσον ἔτσι ἐξοικονομοῦνται τὰ ναῦλα ἀδρανοῦς οὐσίας.

Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη διεδόθη ἡ χρησιμοποίησις λιπασμάτων ὑψηλῆς περιεκτικότητος.

α) Ἀμμωνιακὰ ὑπερφωσφορικὰ λιπάσματα.

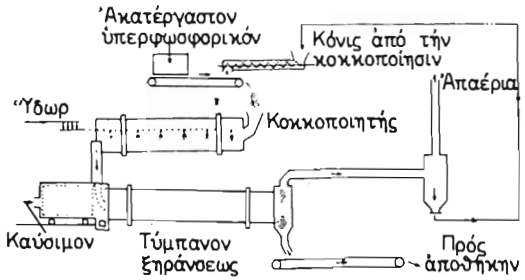
Σήμερον προτιμᾶται ἡ μέθοδος τοῦ ψεκασμοῦ ἀμμωνίας πολὺ

μεγάλης πυκνότητος, ὡς π.χ. ὑδατικῆς ἀμμωνίας μὲ 40% ἕως 80% ἀερίου NH_3 εἰς μίαν μερίδα ὑπερφωσφορικοῦ λιπάσματος περιεχομένην ἐντὸς περιστροφικοῦ ἀναμικτῆρος οὕτως, ὥστε νὰ ἐκτίθενται εἰς τὴν ἀμμωνίαν συνεχῶς νέαι ἐπιφάνειαι. Ἡ σχέσις δύναται νὰ εἶναι 5 μέρη ἀμμωνίας διὰ κάθε 100 μέρη ὑπερφωσφορικοῦ λιπάσματος (18% P_2O_5). Τὸ ὑπερφωσφορικὸν λίπασμα τὸ ἀναμεμιγμένον μὲ ἀμμωνίαν ἔχει ηὐξημένην ἀξίαν· ἐπίσης θειικὸν ὀξύ, ποὺ ἐνδεχομένως παραμένει ἐλεύθερον, ἐξουδετεροῦται καὶ ἀποφεύγεται οὕτως ἡ διάβρωσις τῶν σάκκων ἐκ τοῦ ὡς ἄνω λόγου. Ἕνα μικτὸν λίπασμα δύναται ἐπίσης νὰ ἀναμιχθῇ μὲ πολὺ πυκνὴν ἔνυδρον ἀμμωνίαν παρεχομένην ἐξ ἑνὸς χαλυβδίνου δοχείου πιέσεως ὁμοίου πρὸς τὰ δοχεῖα ἀνύδρου ἀμμωνίας. Π.χ. ἕνα μῖγμα ἀποτελούμενον ἐξ ὑπερφωσφορικοῦ λιπάσματος 900 μερῶν, θειικῆς ἀμμωνίας 52 μερῶν, ἁλάτων καλίου 267 μερῶν, ἀδρανοῦς οὐσίας (ἄμμου) 763 μερῶν (σύνολον 1982 μέρη) δύναται νὰ ὑποστῇ κατεργασίαν μετὰ 108 μερῶν NH_3 ὑπὸ μορφὴν ὑδατικῆς ἀμμωνίας 40% ἕως 80%. Ἡ ἄνυδρος οὐσία χρησιμοποιεῖται σπανίως καὶ φαίνεται ὅτι εἶναι ἀναγκαία ὡρισμένη ποσότης ὕδατος διὰ νὰ δημιουργηθῇ ἡ κατάλληλος δομὴ τῶν κόκκων καὶ νὰ ἀποφευχθῇ ἡ ἀνεπιθύμητος δομὴ κόνεως, τὴν ὁποίαν παράγει ἡ ἄνυδρος ἀμμωνία.

Κατὰ λογικὴν ἐπέκτασιν τῆς τεχνικῆς αὐτῆς ἤρχισε νὰ χρησιμοποιῆται ὁλονὲν περισσότερον ἕνα ἀμμωνιακὸν ὑγρὸν περιέχον οὐρίαν, τὸ ὁποῖον ἦτο παλαιόθεν γνωστόν. Τὸ ἀμμωνιακὸν αὐτὸ ὑγρὸν περιέχει 15% ἄζωτον ὑπὸ μορφὴν οὐρίας καὶ 30% ὡς ἀμμωνίαν μὲ συνολικὴν περιεκτικότητα ἀζώτου 45,5%. Κατ' ἄλλον τρόπον τὰ φωσφορικὰ λιπάσματα δύνανται νὰ ἀποκτήσουν περιεκτικότητα ἀζώτου διὰ προσθήκης 80 kg διαλύματος οὐρίας καὶ ἀμμωνίας ἢ καὶ 200 kg διαλύματος νιτρικοῦ ἀμμωνίου καὶ ἀμμωνίας εἰς ἕνα τόννον ὑπερφωσφορικοῦ λιπάσματος. Ἡ προσθήκη ἀμμωνίας εἰς τὰ ὑπερφωσφορικὰ λιπάσματα κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον παρέχει μεγάλα πλεονεκτήματα εἰς τὴν τεχνικὴν τῆς παραγωγῆς λιπασμάτων.

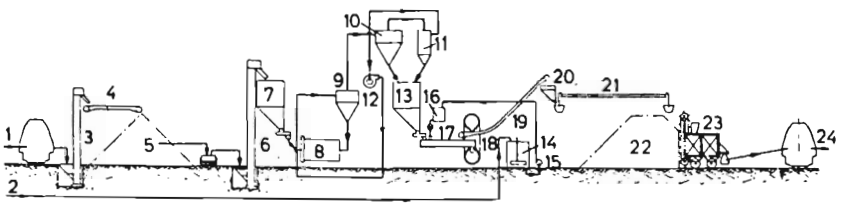
Τὸ νιτρικὸν ἀμμώνιον διὰ σκοποὺς λιπάνσεως μεταφέρεται καὶ εἰς μικρὰς καὶ εἰς μεγάλας ἀποστάσεις ὑπὸ στερεὰν μορφήν. Ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας θερμότητος, ὑφῆς καὶ παρουσίας ὀργανικῶν ἀκαθαρσιῶν τὸ νιτρικὸν ἀμμώνιον ὑπόκειται εἰς μεγάλον κίνδυνον ἐκρήξεως. Τὸ τραγικὸν δυστύχημα εἰς τὸ Τέξας Σίτυ εἰς τὰς ἀρχὰς

τοῦ 1947 ὀφείλετο εἰς τὴν ἔκρηξιν νιτρικοῦ ἀμμωνίου ἐπὶ τοῦ καταστρώματος πλοίου εἰς τὸν λιμένα.



Σχ. 14·2 α.

Παραγωγὴ ὑπερφωσφορικοῦ λιπάσματος κατὰ τὴν μέθοδον κοκκοποιήσεως τοῦ Davison.



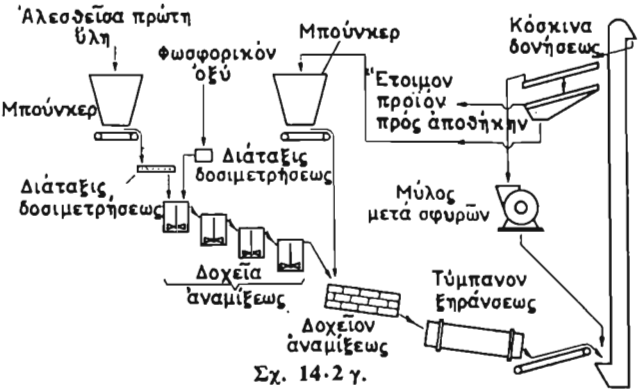
Σχ. 14·2 β.

Σχηματικὴ παράστασις ἐργοστασίου ὑπερφωσφορικῶν. 1. Σιδηροδρομικὸν βαγόνιον μὲ ἀκατέργαστον φωσφορικὸν ὀρυκτόν. 2. Σωλήνωσις θειικοῦ ὀξέος. 3, 6. Καδοφόρον ἀναβατόριον. 4. Μεταφορικὸς ἱμάς. 5. Ἀποθήκη ἀκατεργάστου φωσφορικοῦ ὀρυκτοῦ. 7. Σιλὸ ἀποθέματος. 8. Ἐνσφαιροι μύλοι ἀκατεργάστου ὀρυκτοῦ. 9. Κόσκινα ἀέρος. 10, 11. Δοχεῖα ἀποθηκεύσεως ἀλεσθέντος ὀρυκτοῦ. 12. Φυσητὴρ κοσκινίσεως δι' ἀέρος. 13. Σιλὸ μὲ δοσιμετρικὸν ταινιολόγον. 14. Δοχεῖον ἀναμίξεως θειικοῦ ὀξέος. 15. Ἀντλία. 16. Δοχεῖον δοσιμετρήσεως θειικοῦ ὀξέος. 17. Δοχεῖα ἀναμίξεως φωσφορικοῦ ὀρυκτοῦ καὶ θειικοῦ ὀξέος. 18. Περιστρεφόμενον δοχεῖον ἀποθηκεύσεως. 19. Μεταφορικὸς ἱμάς. 20. Χοάνη. 21. Ἐναέριον βαγονέτον. 22. Σωρὸς ὑπερφωσφορικοῦ λιπάσματος. 23. Μηχαναὶ συσκευασίας. 24. Βαγόνιον μὲ συσκευασθὲν προϊόν.

Τὸ νιτρικὸν ἀμμώνιον δύναται νὰ μεταφερθῇ κατὰ ἀσφαλῆ τρόπον, ὅταν εὑρίσκεται ὑπὸ μορφὴν μικρῶν τεμαχιδίων παραχθέντων δι' ἐνσταλάξεως θερμοῦ πυκνοῦ διαλύματος αὐτοῦ ἐξ ἑνὸς πύργου κατ' ἀντιροὴν πρὸς ἀέρα. Τὸ προϊὸν ἀραιοῦται μὲ γῆν διατόμων καὶ μεταφέρεται ἀτμοπλοϊκῶς εἰς ὅλον τὸν κόσμον. Εἰς τὰ σχήματα 14·2 α ἕως καὶ 14·2 δ, περιγράφεται ἡ λειτουργία τεσσάρων ἐργοστασίων παραγωγῆς ὑπερφωσφορικῶν λιπασμάτων.

β) Νιτρικὴ ἄσβεστος.

Νιτρικὴ ἄσβεστος εἶναι ἡ ὀνομασία μιᾶς μορφῆς νιτρικοῦ ἀσβε-



Σχ. 14·2 γ.

στίου δυναμένου νὰ ἀξιοποιηθῇ ὡς λίπασμα μὲ ὅλως ἰδιαιτέρας ἰδιότητας.

Τὸ καθαρὸν νιτρικὸν ἀσβέστιον εἶναι λευκὸν κρυσταλλικὸν καὶ διαλύεται ἐξαιρετικῶς εὐκόλως ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἐξ ἑνὸς κεκορεσμένου διαλύματος κρυσταλλοῦνται ἀναλόγως τῶν πειραματικῶν συνθηκῶν κρύσταλλοι μὲ διαφόρους ποσότητας κρυσταλλικοῦ ὕδατος.

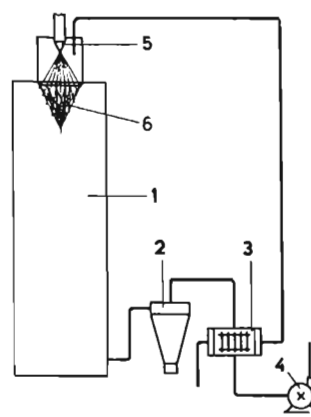
Εἶναι γνωστοὶ οἱ ἀκόλουθοι ὑδρῖται:

$Ca(NO_3)_2 . 4H_2O$ μετὰ 11,9% ἀζώτου καὶ 30,52% ὕδατος

$Ca(NO_3)_2 . 3H_2O$ μετὰ 12,9% ἀζώτου καὶ 24,78% ὕδατος

$Ca(NO_3)_2 . 2H_2O$ μετὰ 14,0% ἀζώτου καὶ 18,00% ὕδατος.

Οἱ κρύσταλλοι ἐκτιθέμενοι εἰς τὸν ἀέρα τραβοῦν τὴν ὑγρασίαν (εἶναι ἰσχυρῶς ὑγροσκοπικοὶ) καὶ μετ' ὀλίγον διαρρέουν, δηλαδὴ διαλύονται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον προσέλαβον, καὶ τοῦ ἰδίου των κρυσταλλικοῦ ὕδατος.

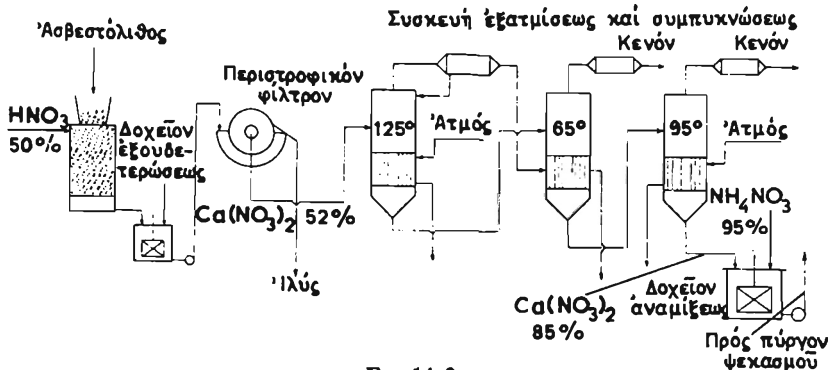


Σχ. 14·2 δ.
Μέθοδος διὰ πύργου ψεκασμοῦ τῆς ἑταιρίας Knapsack - Grischeim AG: 1. Πύργος ἐξατμίσεως. 2. Κυκλών. 3. Ἐναλλακτὴρ θερμότητος. 4. Ἀντλία ἀναρροφήσεως. 5. Δακτυλιοειδὴς καυστήρ. 6. Ζώνη φλογῶν.

Διὰ τοῦτο τὸ καθαρὸν νιτρικὸν ἀσβέστιον δὲν δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ ὡς διασπειρόμενον λίπασμα καὶ ἀνεζητήθη μέθοδος διὰ τὴν ἐξάλειψιν τῶν ὑγροσκοπικῶν ἰδιοτήτων τοῦ νιτρικοῦ ἀσβεστίου.

Ἔτσι ἀνεκαλύφθη ὅτι ἂν πρὸ τῆς κρυσταλλώσεως τοῦ νιτρικοῦ ἀσβεστίου προστεθοῦν μικραὶ ποσότητες νιτρικοῦ ἀμμωνίου, δηλαδὴ ἂν προστεθῇ εἰς πυκνὸν διάλυμα νιτρικοῦ ἀσβεστίου τόσον νιτρικὸν ἀμμώνιον, ὥστε ἡ σχέσις νιτρικοῦ ἀσβεστίου πρὸς νιτρικὸν ἀμμώνιον νὰ εἶναι 5 γραμμομόρια : 1 γραμμομόριον, σχηματίζεται διπλοῦν ἅλας, τὸ ἐναμμώνιον νιτρικὸν ἀσβέστιον, $5Ca(NO_3)_2.HN_4NO_3.10H_2O$.

Τὸ διπλοῦν τοῦτο ἅλας, πρακτικῶς, δὲν εἶναι πλέον ὑγροσκοπικὸν καὶ ὡς ἐκ τούτου δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ ὡς διασπειρόμενον λίπασμα, διότι πλέον δὲν συσσωματοῦται. Εἰς τὸ σχῆμα 14 · 2 ε περι-



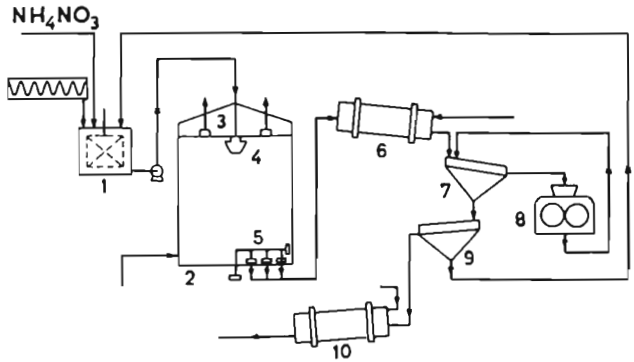
Σχ. 14·2 ε.
Παρασκευὴ νιτρικοῦ ἀσβεστίου.

γράφεται ἡ λειτουργία τμήματος ἐργοστασίου παραγωγῆς νιτρικῆς ἀσβέστου. Εἰς τὰ σχήματα 14 · 2 στ καὶ 14 · 2 ζ περιγράφεται ἡ λειτουργία τμήματος ἐργοστασίου παραγωγῆς ἐναμμωνίου νιτρικοῦ ἀσβεστίου καὶ εἰς τὸ σχῆμα 14 · 2 η φωσφορικοῦ νιτρικοῦ ἀσβεστίου.

γ) Νιτρικὸν νάτριον.

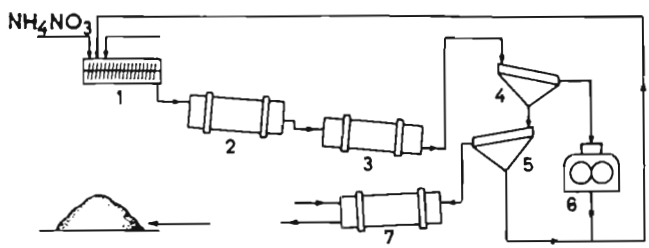
Ἀπεδείχθη ὅτι εἶναι ἀπαραίτητον νὰ μεταβάλλεται ἡ μορφὴ τοῦ νίτρου τῆς Χιλῆς, τὸ ὁποῖον προορίζεται διὰ μίγματα λιπασμάτων, διὰ μορφοποιήσεως αὐτοῦ πρὸς στρογγύλα δισκία διὰ νὰ ἐξαλειφθῇ ἡ ἰδιότης τῆς ὑγροσκοπικότητος. Διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ αὐτὸ τήκεται τὸ νιτρικὸν ἅλας εἰς θερμοκρασίαν ὀχι ἄνω τῶν 350° C, διοχετεύεται δι' ἑνὸς κοσκίνου διηθήσεως καὶ ψεκάζεται ἐντὸς ἑνὸς θαλά-

μου ψύξεως. Τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι μικρὰ σφαιρίδια μὲ σκληρὰν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν καὶ στερεὰν δομήν. Ἄλλη μέθοδος προβλέπει τὴν προσθήκην 5% νιτρικοῦ καλίου, νιτρικοῦ μαγνησίου ἢ θειικοῦ ἀμμωνίου, ποὺ ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα σχηματισμὸν ἑνὸς μὴ ὑγροσκοπικοῦ στερεοῦ σκληροῦ δισκίου ἐνδεδειγμένου διὰ τὴν γεωργίαν, ὑπὸ τὴν μορφὴν τοῦ ὁποίου χρησιμοποιεῖται τὸ μικτὸν λίπασμα εἰς τὸ ἔδαφος.



Σχ. 14·2 στ.

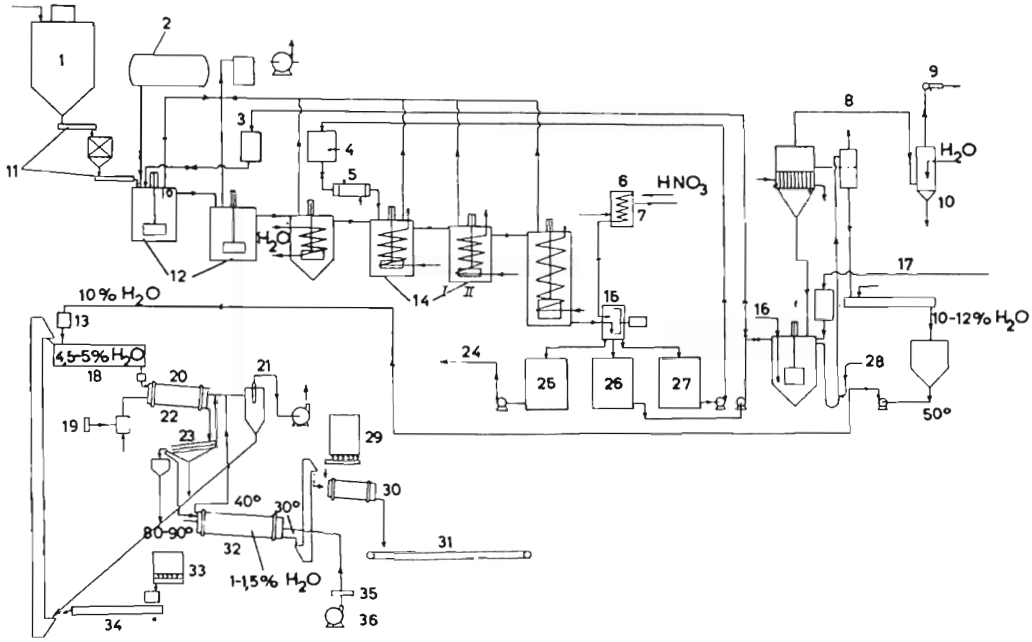
Παρασκευὴ ἐναμμωνίου νιτρικοῦ ἀσβεστίου κατὰ τὴν μέθοδον ψεκασμοῦ: 1. Δοχεῖον ἀναμίξεως. 2. Πύργος ψεκασμοῦ. 3. Ἀνεμιστῆρες. 4. Φυγόκεντρος. 5. Διάταξις ἐκκενώσεως. 6. Τύμπανον ψύξεως. 7. Χονδρὸν κόσκινον. 8. Θραυστήρ. 9. Λεπτὸν κόσκινον. 10. Τύμπανον ἁλέσεως.



Σχ. 14·2 ζ.

Παρασκευὴ ἐναμμωνίου νιτρικοῦ ἀσβεστίου κατὰ τὴν μέθοδον τῆς κοκκοποιήσεως: 1. Κοχλίας ἀναμίξεως. 2. Τύμπανον κοκκοποιήσεως. 3. Τύμπανον ξηράνσεως. 4. Χονδρὸν κόσκινον. 5. Λεπτὸν κόσκινον. 6. Θραυστήρ. 7. Τύμπανον ψύξεως.

Ἡ βελτίωσις αὐτὴ ἐφαρμόζεται κατὰ τὴν παραγωγὴν συνθετικῶν νιτρικῶν λιπασμάτων. Ἐπίσης προσφέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον καὶ νιτρικὸν ἀμμώνιον ὑπὸ μορφὴν δισκίων.



Σχ. 14·2 η. 1. Ἀκατέργαστον φωσφορικὸν ὑλικόν. 2. Δοχεῖον ἀποθηκεύσεως. 3. Μητρικὸν διάλυμα. 4. Ὀξέα πλύσεως. 5, 6. Κατάψυξις. 7. Ἀέριος NH_3. 8. 100 m/m ἀτμ. πίεσις. 9. Ἐγχύτης ἀτμοῦ. 10. Συμπυκνωτής. 11. Μεταφορικοὶ ἱμάντες. 12. Δοχεῖα διαλυτοποιήσεως I, II. 13. Μετρητικὸν δοχεῖον. 14. Ψυκτῆρες I, II. 15. Αὐτόματος φυγόκεντρος. 16. Κοχλίας ἐξουδετερώσεως. 17. NH_4NO_3 (νέον διάλυμα) ἐξουδετερώσεως. 18. Κοχλίας κοκκοποιήσεως. 19. Προθερμαντὴρ ἀέρος. 20. Ξηραντήριον. 21. Κυκλών. 22. Καυστήρ. 23. Κόσκινα. 24. Πρὸς συσκευασίαν $Ca(NO_3)_2$. 25. Δοχεῖον διαλύσεως. 26. Μητρικὸν ὑγρόν. 27. Ὀξέα πλύσεως. 28. Πεπιεσμένος ἀήρ. 29. Τύμπανον κοσκινίσεως. 30. Προσθήκη 1% ἕως 5% γῆς διατόμων. 31. Μεταφορικὸς ἱμὰς πρὸς σιλό. 32. Τύμπανον ψύξεως. 33. Τέφρα ἐκ τοῦ κλιβάνου P. 34. Κοχλίας δοσιμετρήσεως. 35. Ψυκτὴρ ἀέρος. 36. Φυσητήρ.

δ) Νιτρικὸν κάλιον.

Τὸ νιτρικὸν κάλιον δύναται νὰ χρησιμοποιηθῆ διὰ τὴν λίπανσιν καὶ παρέχει τὸ πλεονέκτημα ὅτι συνδυάζεται καὶ μὲ τὰ δύο βασικὰ στοιχεῖα. Τὸ νιτρικὸν κάλιον δύναται νὰ παρασκευασθῆ διὰ διπλῆς ἀντικαταστάσεως χλωριούχου καλίου μὲ νιτρικὸν νάτριον:

$$KCl + NaNO_3 \rightarrow KNO_3 + NaCl$$

Στερεὸν χλωριοῦχον κάλιον προστίθεται εἰς πυκνὸν θερμὸν διάλυμα νιτρικοῦ νατρίου. Τὸ χλωριοῦχον νάτριον διαχωρίζεται πρῶτον. Ἀκολούθως διὰ ψύξεως κρυσταλλοῦται καὶ τὸ νιτρικὸν κάλιον. Ἄλλη μέθοδος εἶναι ἡ διοχέτευσις ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου ἐντὸς διαλύματος χλωριούχου καλίου. Εἰς τὴν Ἱσπανίαν ἔχει κατασκευασθῆ ἐργοστάσιον ἐκμεταλλεύσεως ἐσχάτως ἀνακαλυφθέντων πλουσίων ἀποθεμάτων καλιούχου ἅλατος. Ἡ ἀρχικὴ παραγωγὴ εἶναι 200 000 τόννοι.

ε) Λοιπὰ ἅλατα τοῦ καλίου.

Τὰ ἅλατα τοῦ καλίου προτιμῶνται ἐπίσης καὶ ἀπὸ τὴν χημικὴν βιομηχανίαν, διότι κατὰ κανόνα κρυσταλλοῦνται καλῶς, ἐνῶ τὰ ἅλατα τοῦ νατρίου δὲν κρυσταλλοῦνται καλῶς. Ἀποτέλεσμα εἶναι ὅτι ὁ διαχωρισμὸς ἑνώσεων καλίου ἐξ ἄλλων προϊόντων ἀντιδράσεως εἶναι εὐχερέστερος παρ' ὅσον ὁ διαχωρισμὸς τῶν ἀντιστοίχων ἑνώσεων τοῦ νατρίου. Ἡ κάθαρσις διὰ κρυσταλλώσεως εἶναι ἐπίσης εὐκολωτέρα διὰ τὰς ἑνώσεις τοῦ καλίου παρ' ὅσον διὰ τὰς ἑνώσεις τοῦ νατρίου. Παραδείγματα ἁλάτων τοῦ καλίου, τὰ ὁποῖα παράγονται εἰς βιομηχανικὴν κλίμακα κατὰ προτίμησιν ἔναντι τῶν ἁλάτων τοῦ νατρίου λόγω τοῦ ὅτι τὸ κάλιον κρυσταλλοῦται εὐχερῶς, εἶναι τὸ ὑπερμαγγανικὸν κάλιον, τὸ διχρωμικὸν κάλιον, τὸ χλωρικὸν κάλιον καὶ τὸ σιδηροκυανιοῦχον κάλιον. Εἰς μερικὰς περιπτώσεις ἡ ἕνωσις τοῦ καλίου προτιμᾶται, διότι ἡ ἀντίστοιχος ἕνωσις τοῦ νατρίου εἶναι ὑγροσκοπική. Εἰς ἄλλας περιπτώσεις προτιμᾶται, διότι ἔχει εἰδικὴν δρᾶσιν, ἡ ὁποία διαφέρει τῆς δράσεως τοῦ ἅλατος τοῦ νατρίου.

14·3 Τεχνητὰ ὀργανικὰ λιπάσματα.

Τὰ ὑποπροϊόντα τῆς βιομηχανίας, τὰ ὁποῖα ἔχουν ἀξίαν ὡς λιπάσματα, εἶναι ἀπεξηραμένον αἷμα, ἄλευρον ὀστῶν καὶ ὑπολείμματα σφαγείων.

Ἡ βιομηχανία τῶν ἰχθύων ἔχει καὶ αὐτὴ ἐπίσης ἀπορρίμματα διαφόρων ἰχθυαλεύρων. Εἰς πολλὰς ἄλλας βιομηχανίας ὑπάρχουν ὑποπροϊόντα, τὰ ὁποῖα κατὰ πρῶτον σκοπὸν χρησιμοποιοῦνται ὡς κτηνοτροφή, ἀλλά, ἐὰν δι' οἱονδήποτε λόγον αὐτὰ εἶναι ἀκατάλληλα διὰ τὸν σκοπὸν αὐτόν, δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν ὡς λιπάσματα.

α) Αἷμα.

Εἰς τὰ σφαγεῖα τὸ αἷμα ἀντλεῖται εἰς δοχεῖον θρομβώσεως, τὸ ὁποῖον ἔχει κωνικὸν πυθμένα. Ἐκεῖ θερμαίνεται, ἕως ὅτου συσσωματωθῇ καὶ ἀποκτήσῃ ὑφὴν ἥπατος. Ὁ διαχωρισμὸς ἐπιτυγχάνεται μετ' ὀλίγας ὥρας, τὸ ὕδωρ καθιζάνει εἰς τὸν πυθμένα καὶ ἀπομακρύνεται. Τὸ συσσωματωθὲν ὑλικὸν πιέζεται, ξηραίνεται, κονιοποιεῖται καὶ δίδει σκοτεινὸν ἐρυθρωπὸν ἄλευρον. Εἴτε πωλεῖται ὡς ἔχει εἴτε ἀναμιγνύεται μὲ ἅλατα καλίου καὶ φωσφορικὰ ἅλατα καὶ σχηματίζει πλούσιον λίπασμα.

β) Ὀστᾶ.

Τὰ ὀστᾶ βράζονται ἐντὸς ἀνοικτῶν δοχείων ἢ ὑφίστανται κατεργασίαν δι' ἀτμοῦ ὑπὸ πίεσιν. Καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις ἀπομακρύνονται αἱ λιπαραὶ οὐσίαι καὶ τὰ ἀπολιπανθέντα ὀστᾶ θραύονται καὶ κονιοποιοῦνται.

γ) Ὑπολείμματα σφαγείων.

Τὰ ὑπολείμματα τῶν σφαγείων χρησιμοποιοῦνται καὶ ὡς κτηνοτροφή, ἔχουν μορφὴν καφὲ ἀλεύρου καὶ περιέχουν 9,5% ἕως 11% ἄζωτον ὡς NH_3 καὶ 12% ἕως 20% φωσφορικὰ ὀστεάλευρα. Τὰ ὑπολείμματα τῶν σφαγείων προστιθέμενα εἰς τὸ ἔδαφος ἀποσυντίθενται βραδύτερον ἀπὸ τὸ ξηρανθὲν αἷμα. Τὰ λιπάσματα ἐξ ὑπολειμμάτων σφαγείων παράγονται (διὰ θερμάνσεως διὰ πεπιεσμένου ἀτμοῦ 3 ἀτμοσφαιρῶν ἐπὶ 4 ἕως 12 ὥρας) ἐξ ὑπολειμμάτων κρέατος, ἐντέρων, ὀστῶν, κρανίων νεκρῶν ἢ σφαγέντων ζώων. Τὸ λίπος καὶ τὸ στέαρ ἐπιπλέουν καὶ ἀπομακρύνονται· τὰ στερεὰ διαχωρίζονται ἐκ τοῦ ὕδατος καὶ ἀλέθονται. Τὰ ὑπολείμματα τῶν σφαγείων περιέχουν εἰσέτι 10% ἕως 20% λίπος, τὸ ὁποῖον ἀπομακρύνεται γενικῶς διὰ βενζίνης, πρὶν πωληθοῦν ὡς λίπασμα.

δ) Τὸ Γκουανό.

Τὸ γκουανὸ εἶναι μῖγμα περιττωμάτων πτηνῶν, ὀστῶν ἰχθύων

καὶ ἄλλων ὑπολειμμάτων ἰχθύων, τὰ ὁποῖα εὑρίσκονται εἰς ὡρισμένας νήσους τῆς ἀκτῆς τοῦ Περοῦ, ὅπου ὑπάρχει μικρὰ βροχόπτωσις. Ἐπιφανειακὰ ἀποθέματα σχηματίζονται καὶ σήμερον ἀκόμη, ἀλλὰ ἡ σημασία των ἀπὸ ἀπόψεως ποσότητος καὶ ποιότητος ἐλαττοῦται, καθ' ὅσον τὰ πλούσια εἰς οὐρίαν καὶ ὀξαλικὸν ἀμμώνιον ὑλικὰ ἔχουν ἤδη ἐξαντληθῆ. Γκουανὸ εὑρίσκεται καὶ ἐξορύσσεται καὶ εἰς ἄλλας περιοχὰς πλὴν τοῦ Περοῦ.

Ἕνα ἀζωτοῦχον ὑλικόν, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται ὡς λίπασμα, παράγεται ἐξ ἐνεργοποιημένης ἰλύος εἰς ἐργοστάσια κατεργασίας διὰ βιολογικοῦ καθαρισμοῦ τῶν λυμάτων μεγαλοπόλεων.

ε) Συνθετικὴ οὐρία.

Ἄλλο ἀζωτοῦχον ὑλικὸν συνθετικῆς προελεύσεως εἶναι ἡ συνθετικὴ οὐρία, $(NH_2)_2CO$· ἐν διαλύματι ὁ τύπος τῆς οὐρίας εἶναι πιθανότατα:

$$HN = C - NH_3$$
$$\quad\quad\ \backslash\ /$$
$$\quad\quad\ \ O$$

Ἡ περιεκτικότης τῆς οὐρίας εἰς ἄζωτον εἶναι πολὺ ὑψηλὴ 46,4% διὰ τὴν καθαρὰν οὐρίαν. Ἡ συνθετικὴ οὐρία ὡς τροφὴ τῶν φυτῶν εἶναι ἐξ ἴσου κατάλληλος μὲ τὴν συνθετικὴν οὐρίαν, ἡ ὁποία περιέχεται εἰς τὰ λιπάσματα.

Ἡ μέθοδος παρασκευῆς τῆς οὐρίας κατὰ Bosch καὶ Meiser συνίσταται εἰς τὴν διοχέτευσιν μίγματος ἀμμωνίας καὶ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ὑπὸ μορφὴν ἀερίων μὲ ὀλίγην ὑγρασίαν ἐντὸς ἑνὸς αὐτοκλείστου τηρουμένου εἰς 130^0 C ἕως 140^0 C. Κατ' ἀρχὴν σχηματίζεται καρβαμικὸν ἀμμώνιον καὶ τοῦτο μετασχηματίζεται πρὸς οὐρίαν:

$$2NH_3 + CO_2 \rightleftarrows NH_2.CO.ONH_4$$

καρβαμικὸν ἀμμώνιον

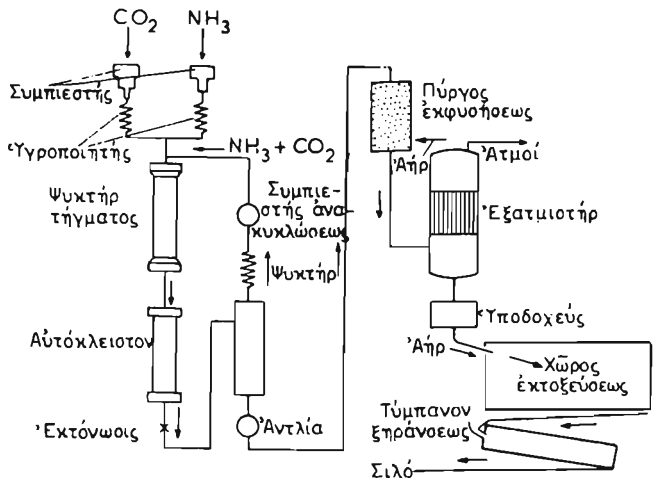
$$NH_2.CO.ONH_4 \rightleftarrows NH_2.CO.NH_2 + H_2O$$

οὐρία

Ἡ μετατροπὴ ἀνέρχεται εἰς 40% καὶ ἐκ τοῦ αὐτοκλείστου ἐξέρχεται τῆγμα κατὰ συνεχῆ τρόπον καὶ εἰσάγεται ἀπ' εὐθείας ἐντὸς ἑνὸς δοχείου. Εἰς τὴν βάσιν τοῦ δοχείου εἰσέρχεται ἀτμὸς καὶ συμπαρασύρει τὴν μὴ ἀντιδράσασαν ἀμμωνίαν καὶ τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, ἐνῶ ἐκ τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου ἐξάγεται πυκνὸν διάλυμα οὐρίας περιέχον κρυστάλλους οὐρίας.

Τὸ ἀέριον συνθέσεως δύναται νὰ εἰσαχθῆ εὐκόλως διὰ διοχετεύσεως διαλύματος καρβαμικοῦ ἀμμωνίου εἰς τὸ ἄνω μέρος μιᾶς στήλης. Τὸ ἀέριον κινεῖται πρὸς τὰ κάτω, συμπιέζεται ἐντὸς θερμαινομένων συμπιεστῶν καὶ μεταφέρεται διὰ θερμῶν σωληνώσεων πρὸς πρόληψιν ἀποθέσεως ἁλάτων ἀμμωνίου εἰς τὸ αὐτόκλειστον.

Τὸ σχῆμα 14·3 δεικνύει τρόπον παρασκευῆς συνθετικῆς οὐρίας.



Σχ. 14·3.

14·4 Φυσικὰ ἢ ἡμιτεχνητὰ ὀργανικὰ λιπάσματα.

1) Ἡ ζωικὴ κόπρος.

Εἶναι διὰ τὰ φυτὰ πολύτιμος πηγὴ θρεπτικῶν στοιχείων, ἰχνοστοιχείων καὶ αὐξητικῶν παραγόντων, πλὴν τῶν λοιπῶν εὐεργετικῶν ἐπιδράσεων ἐπὶ τῆς φυσικῆς καὶ βιολογικῆς καταστάσεως τοῦ ἐδάφους.

Ἕνας τόννος προσφάτου κόπρου περιέχει 250 περίπου kg ὀργανικῆς οὐσίας καὶ λιπαντικὰ στοιχεῖα ὅσα 25 kg λιπάσματος 10-5-10.

Ἡ σύνθεσις τῆς κόπρου ποικίλλει σημαντικῶς ἀναλόγως τοῦ εἴδους τοῦ ζώου, τοῦ εἴδους τῆς τροφῆς καὶ τῆς περιποιήσεως, τὴν ὁποίαν ἔτυχεν ἡ κόπρος εἰς τὸν στάβλον καὶ εἰς τὸν σωρόν. Λαμβανομένων ὑπ' ὄψιν τῶν ἀπωλειῶν ἀζώτου καὶ τοῦ γεγονότος ὅτι μέρος τοῦ ἀζώτου δὲν εἶναι ἀμέσως ἀφομοιώσιμον, προκύπτει ὅτι ἕνας τόννος ζωικῆς κόπρου ἰσοδυναμεῖ περίπου πρὸς 25 kg λιπάσματος 3-5-10 ἢ 4-5-10.

Κατὰ γενικὸν κανόνα ἕνας τόννος ζῶντος βάρους, ἀνεξαρτήτως τοῦ εἴδους τοῦ ζώου, ἀποδίδει περίπου ἕνα τόννον ἐκκριμάτων κατὰ μῆνα, ὑπολογιζομένου τοῦ βάρους ἐπὶ ἐνιαίας περιεκτικότητος εἰς ὕδωρ 65%. Ἐν τούτοις ὑφίσταται οὐσιώδης διαφορὰ εἰς τὴν περιεκτικότητα εἰς λιπαντικὰ στοιχεῖα. Ἕνας τόννος ζῶντος βάρους πουλερικῶν ἀποδίδει ἐτησίως 200 kg περίπου λιπαντικῶν στοιχείων καὶ ἕνας τόννος ζῶντος βάρους χοίρων 400 kg.

Εἰς τὸ στερεὸν μέρος τῶν ζωικῶν ἐκκριμάτων περιέχονται τὰ 95% τοῦ φωσφόρου, τὰ 57% τοῦ ἀζώτου καὶ τὰ 40% τοῦ καλίου. Τοῦτο σημαίνει, ὅτι περίπου τὸ ἥμισυ τοῦ ἀζώτου καὶ τὰ 60% τοῦ καλίου, ὑπάρχουν εἰς τὸ ὑγρὸν μέρος τῶν ἐκκριμάτων καὶ ἀσφαλῶς χάνονται, ἐὰν δὲν ληφθοῦν μέτρα διαφυλάξεως καὶ συντηρήσεώς των. Εἰς τὸ στερεὸν μέρος τῶν ἐκκριμάτων περιέχονται σημαντικαὶ ποσότητες ἀσβεστίου, μαγνησίου, θείου καὶ μικραὶ ποσότητες μαγγανίου, ψευδαργύρου, χαλκοῦ καὶ βορίου.

2) Ἡ τεχνητὴ κόπρος.

Ἡ αὐξανομένη ἀνεπάρκεια ζωικῆς κόπρου ὡδήγησεν εἰς τὴν σκέψιν τῆς ἐξευρέσεως μεθόδου παρασκευῆς τεχνητῆς κόπρου ἐκ φυτικῶν ὑπολειμμάτων, ὡς ἀχύρων, χόρτου κακῆς ποιότητος, διαφόρων ὑπολειμμάτων τῶν φυτῶν (στέμφυλα, γίγαρτα, ὑπολείμματα ἀραβοσίτου κ.λπ.).

Τὰ ἀνωτέρω ὑλικά, τὰ ὁποῖα συνίστανται βασικῶς ἐκ κυτταρίνης, ὅταν ἀναμιχθοῦν μὲ διάφορα χημικὰ λιπάσματα καὶ συσσωρευθοῦν εἰς σωρούς, διατηρουμένους εἰς ὕφυγρον κατάστασιν, ὑφίστανται ζύμωσιν μετ' ὀλίγας ἑβδομάδας (7 ἕως 16) καὶ δίδουν προϊόν, προσομοιάζον πρὸς τὴν ζωικὴν κόπρον κατὰ τὴν ἐμφάνισιν, τὴν δρᾶσιν καὶ τὴν ἀποτελεσματικότητα ἐπὶ τῆς αὐξήσεως τῶν ἀποδόσεων τῶν καλλιεργειῶν.

Ἕνας τόννος ξηροῦ ἀχύρου δίδει 3 περίπου τόννους ὑφύγρου προϊόντος. Τὰ προστιθέμενα συμπληρωματικῶς μίγματα χημικῶν λιπασμάτων ἀποσκοποῦν εἰς τὴν δημιουργίαν εὐνοϊκῶν συνθηκῶν διὰ τὴν ἀνάπτυξιν καὶ πολλαπλασιασμὸν τῶν διασπώντων τὴν κυτταρίνην μικροοργανισμῶν.

Τὰ μίγματα περιέχουν πλὴν τοῦ ἀζώτου, τὸ ὁποῖον ἔχει μεγάλην σημασίαν διὰ τὴν ἀποσύνθεσιν ἀνθρακούχων οὐσιῶν, καὶ φωσ

φόρον, μαγνήσιον, ἀσβέστιον, θεῖον καὶ νάτριον. Προσθήκη καλίου δὲν γίνεται, καθ' ὅσον τὸ ἀπαιτούμενον διὰ τὴν μικροβιακὴν δραστηριότητα κάλιον περιέχεται ἐν ἐπαρκείᾳ εἰς τὰ ἄχυρα.

Ὡς μίγματα αὐτοῦ τοῦ εἴδους συνιστῶνται: 25 kg θειικῆς ἀμμωνίας, 8 kg ὑπερφωσφορικοῦ λιπάσματος καὶ 20 kg λειοτριβημένης ἀσβέστου καὶ εἰς ἀναλογίαν 70 ἕως 80 kg κατὰ τόννον ἀχύρου. Ὡσαύτως συνιστᾶται ἡ προσθήκη ἐπὶ 100 μερῶν ἀχύρου 3,5 μερῶν θειικῆς ἀμμωνίας καὶ ἡ ἔκθεσις τοῦ μίγματος εἰς τὸν ἐλεύθερον ἀέρα πρὸς ἀποσύνθεσιν.

Διὰ τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς ζυμώσεως ἐπενοήθη καὶ μέθοδος ἐμβολιασμοῦ τῶν φυτικῶν ὑπολειμμάτων μὲ φυτορμόνας, ὡς ἡ φυτορμόνη Pro - Humus. Κατ' αὐτὴν τὰ φυτικὰ ὑπολείμματα συγκεντροῦνται εἰς σωροὺς πλάτους 2 ἕως 5 μέτρων. Κατὰ στρώσεις οἱ σωροὶ διαβρέχονται μετρίως δι' ὕδατος καὶ συμπιέζονται πρὸς αὔξησιν τῆς συνοχῆς τοῦ ὑλικοῦ. Οἱ σωροὶ ἔπειτα ραντίζονται μὲ διάλυσιν τῆς φυτορμόνης Pro - Humus 5% καὶ εἰς ποσότητα 4 λίτρων Pro - Humus ἀνὰ 10 τόννους ἀχύρου. Μετὰ παρέλευσιν 7 ἕως 10 ἑβδομάδων προκύπτει προϊὸν ὁμοιάζον πρὸς τὴν φυσικὴν κόπρον μὲ τὴν ἑξῆς σύνθεσιν (ἐπηρεαζομένην βεβαίως ἐκ τοῦ χρησιμοποιηθέντος ὑλικοῦ): ἄζωτον, N, 4% ἕως 7%, φωσφόρος, P_2O_5, 1% ἕως 2%, κάλιον, K_2O, 3% ἕως 8%, ὑγρασία 60% ἕως 70%, ὀργανικὴ οὐσία 9% ἕως 12%. Πρὸς ἐμπλουτισμὸν τοῦ προϊόντος, ἰδία εἰς φωσφόρον, συνιστᾶται ἡ προσθήκη, κατὰ τὸν σχηματισμὸν τῶν σωρῶν, ἀναλόγου ποσότητος ὑπερφωσφορικοῦ λιπάσματος.

3) Ἡ χλωρὰ λίπανσις.

Ἡ πρακτικὴ τῆς ἀναπτύξεως καλλιεργειῶν πρὸς ἐνσωμάτωσίν των, συχνὰ πολὺ πρὶν φθάσουν εἰς τὴν ὡρίμανσιν, εἰς τὸ ἔδαφος, ἔχει τοὺς ἑξῆς σκοπούς: τὴν αὔξησιν τῆς ὀργανικῆς οὐσίας τοῦ ἐδάφους, τὴν ἐπαναφορὰν ἐπὶ τῶν ἐπιφανειακῶν στρωμάτων τοῦ ἐδάφους τῶν ἀντληθέντων ἐκ βαθυτέρων στρωμάτων λιπαντικῶν στοιχείων, τὴν βελτίωσιν τῆς ὑφῆς τοῦ ἐδάφους, τὴν συγκράτησιν λιπαντικῶν στοιχείων, τὰ ὁποῖα ἄλλως θὰ ἐχάνοντο δι' ἀποπλύσεως, καὶ τέλος τὴν δέσμευσιν ἀτμοσφαιρικοῦ ἀζώτου (εἰς τὴν περίπτωσιν χρησιμοποιήσεως ψυχανθῶν) καὶ τὴν ἀξιοποίησίν του ὑπὸ τῶν ἀκολουθουσῶν καλλιεργειῶν.

Κατ' ἀρχὴν προτιμῶνται διὰ χλωρὰν λίπανσιν τὰ ψυχανθῆ, τὰ ὁποῖα κατέχουν τὸ προνόμιον νὰ δεσμεύουν τὸ ἐλεύθερον ἀτμοσφαιρικὸν ἄζωτον διὰ τῶν ριζοβίων ἀζωτοβακτηρίων.

4) Τὰ ἀπορρίμματα τῶν πόλεων.

Ἡ σήμερον ὑπὸ τῶν πλείστων μεγάλων Δήμων τῆς χώρας ἐφαρμοζομένη μέθοδος τῆς «ἐλεγχομένης ἀποθέσεως» τῶν ἀπορριμμάτων, πρὸς πλήρωσιν φυσικῶν ἢ τεχνητῶν ἀνοιγμάτων *(χωματεραί)*, ἀχρηστεύει διὰ τῆς ταφῆς σημαντικὰς ποσότητας ἀξιοποιησίμων ὀργανικῶν οὐσιῶν, προερχομένων ἐκ τῶν παντοίας φύσεως ὑπολειμμάτων.

Εἶναι ὅμως πρακτικῶς δυνατὴ ἡ ἐπεξεργασία τῶν ἀπορριμμάτων καὶ ἐφαρμόζεται ἀκόμη καὶ ὑπὸ χωρῶν πολὺ πλουσιωτέρων ἀπὸ τὴν ἰδικήν μας, τῶν ὁποίων τὰ ἐδάφη ἔχουν ὀλιγωτέραν ἀνάγκην προσθήκης ὀργανικῆς οὐσίας, ὡς ἡ Ὁλλανδία, τὸ Βέλγιον, ἡ Δανία, ἡ Γαλλία, ἡ Γερμανία, ἡ Ἀγγλία κ.λπ.

Τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς ἐπεξεργασίας τῶν ἀπορριμμάτων προϊόν, εἶναι ὀργανικὴ οὐσία εἰς προκεχωρημένον βαθμὸν ἀποσυνθέσεως, κατάλληλος πρὸς λίπανσιν τῶν καλλιεργειῶν, μὲ ἐπίδρασιν ἀνάλογον πρὸς τὴν τῆς κόπρου.

Εἰς τὴν χώραν μας ἐγένετο προσπάθεια βιομηχανικῆς ἀξιοποιήσεως τῶν ἀπορριμμάτων τῆς πόλεως τῆς Θεσσαλονίκης καὶ ἱδρύθη εἰδικὴ βιομηχανία Ὀργανικῶν λιπασμάτων.

Τὸ ὕψος παραγωγῆς τῆς ὡς ἄνω μονάδος εἶναι ἀξιόλογον, ἡ δὲ σύνθεσις τοῦ ἄνευ ἐμπλουτισμοῦ προϊόντος εἶναι περίπου: ὑγρασία 28% ἕως 30%, ὀργανικαὶ οὐσίαι 30%, ἄζωτον, N, 0,60%, φωσφόρος, P_2O_5, 0,50%, κάλιον, K_2O, 0,40%.

5) Σύμπλοκοι ἑνώσεις ἰχνοστοιχείων.

Ἐκτὸς τῶν κυρίων λιπαντικῶν στοιχείων ὑπὸ μορφὴν λιπασμάτων προσφέρονται καὶ τὰ δευτερεύοντα στοιχεῖα καὶ τὰ ἰχνοστοιχεῖα, μόνα ἢ εἰς ποικίλους συνδυασμοὺς μεταξύ των ἢ μετὰ τῶν κυρίων ἢ δευτερευόντων λιπαντικῶν στοιχείων.

Ἡ δέσμευσις εἰς τὸ ἔδαφος τῶν φυσικῶς ἐνυπαρχόντων εἰς αὐτὸ ἰχνοστοιχείων ἢ τῶν ὑπὸ μορφὴν λιπασμάτων προστιθεμένων ὑπεχρέωσε τὴν βιομηχανίαν λιπασμάτων νὰ ἀναπτύξῃ μεθόδους παρασκευῆς των ὑπὸ καταστάσεις προλαμβανούσας τὴν δέσμευσιν καὶ

ἀκινητοποίησίν των εἰς τὸ ἔδαφος. Οὕτω παρεσκευάσθησαν σύμπλοκοι ὀργανικαὶ συνθέσεις (Chelates), εἰς τὰς ὁποίας ἕνα ὀργανικὸν μόριον δεσμεύει ἕνα μέταλλον, σίδηρον, μαγγάνιον, ψευδάργυρον, χαλκόν, κοβάλτιον, κ.λπ., τὸ ὁποῖον ὅμως κρατεῖται ὑπὸ κατάστασιν εὐκόλως ἀποδόσιμον εἰς τὰ φυτά. Ὡς ὀργανικὸν μόριον χρησιμοποιεῖται τὸ αἰθυλενοδιαμινοτετραοξεικὸν ὀξὺ (EDTA) προκειμένου περὶ Chelates προοριζομένων δι' ὄξινα ἐδάφη ἢ προκειμένου περὶ ἀσβεστούχων ἐδαφῶν τὸ Ethanol - Ethylenediamine - Triacetic Acid [αἰθανολο - αἰθυλενοδιαμινο - τριοξεικὸν ὀξὺ] (EEDTA) ἢ τὸ Diethylenetriamine - Pentaacetic Acid [διαιθυλενοτριαμινο - πενταοξεικὸν ὀξὺ] (DTPA) ἢ τὸ Cyclohexanetrans 1,2 Diamino Tetra Acetic Acid [κυκλοεξανο - τρανς - 1,2 - διαμινο - τετρα - οξεικὸν ὀξὺ] (CDTA) κ.λπ.

Τὰ ὀργανικὰ αὐτὰ προϊόντα (Chelates) δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν εἴτε ὑπὸ μορφὴν ψεκασμῶν διαλυμάτων ἐπὶ τοῦ φυλλώματος τῶν δένδρων, εἴτε ὑπὸ στερεὰν ἢ ὑγρὰν μορφὴν ἀπ' εὐθείας εἰς τὸ ἔδαφος.

14·5 Ἡ παραγωγὴ λιπασμάτων εἰς τὴν Ἑλλάδα.

Εἰς τὴν Ἑλλάδα λειτουργοῦν τέσσαρες βιομηχανίαι λιπασμάτων (ἡ Α.Ε.Ε.Χ. Π. καὶ Λ., ἡ Α.Ε.Β.Α.Λ., ἡ Βιομηχανία Φωσφορικῶν Λιπασμάτων καὶ ἡ Χ.Β.Β.Ε.), ἡ δυναμικότης τῶν ὁποίων σήμερον, 1973, ἀνέρχεται εἰς 350 000 τόννους λιπαντικῶν μονάδων καὶ εἰς 1 300 000 τόννους λιπασμάτων ἐμπορικῆς μορφῆς. Ἀναμένεται ὅτι μὲ τὴν ἐπέκτασιν τῶν ἑταιριῶν αὐτῶν θὰ ἐπιτευχθῆ μέχρι τοῦ 1975 ἡ πλήρης κάλυψις τῶν ἀναγκῶν τῆς χώρας.

Εἰς τὸν Πίνακα 14·5·1 ἀναγράφονται ἡ παραγωγὴ καὶ αἱ εἰσαγωγαὶ λιπασμάτων εἰς τὴν Ἑλλάδα κατὰ τὴν τριετίαν 1968 - 1970.

ΠΙΝΑΞ 14·5·1

	Τόννοι λιπάσματος	Λιπαντικαὶ μονάδες
Παραγωγὴ 1968	942 287	283 946
Εἰσαγωγαὶ 1968	157 700	48 600
	1 099 987	332 546
Παραγωγὴ 1969	940 955	286 752
Εἰσαγωγαὶ 1969	111 700	38 800
	1 052 655	325 552
Παραγωγὴ 1970	996 377	296 280
Εἰσαγωγαὶ 1970	100 000	35 000
	1 096 377	331 280

ΔΡΥΜΑ ΣΥΓΧΡΟΝΟ 1954

Ἐκ τῶν ποσοτήτων αὐτῶν πρέπει νὰ ἀφαιρέσωμεν τὴν ἐξαχθεῖσαν ποσότητα λιπασμάτων, ἡ ὁποία ἀνῆλθεν εἰς 120 000 τόννους περίπου, ὁπότε εὑρίσκομεν ὅτι ἡ ἐσωτερικὴ κατανάλωσις ἔφθασε τοὺς 980 000 τόννους περίπου.

Κατωτέρω ἀναλύεται ἡ παραγωγὴ τῶν λιπασμάτων εἰς τόννους μιᾶς ἑκάστης τῶν ἀνωτέρω τεσσάρων βιομηχανιῶν (Πίναξ 14 · 5 · 2).

ΠΙΝΑΞ 14·5·2

Παραγωγῆς λιπασμάτων ὑπὸ τῶν ἑλληνικῶν βιομηχανιῶν λιπασμάτων

Ἔτος	Βιομηχανία		Τόννοι λιπάσματος	Λιπαντικαὶ μονάδες
1968	Α.Ε.Β.Α.Λ.			57 307
	Α.Ε.Ε.Χ.Π. & Λ.			88 895
	Βιομ. Φωσφορ. Λιπασμ.			86 562
	Χ.Β.Β.Ε.			51 182
		Σύνολον	942 287	Σύνολον 283 946
Ἔτος	Βιομηχανία		Τόννοι λιπάσματος	Λιπαντικαὶ μονάδες
1969	Α.Ε.Β.Α.Λ.			65 234
	Α.Ε.Ε.Χ.Π. & Λ.			82 425
	Βιομ. Φωσφορ. Λιπασμ.			79 091
	Χ.Β.Β.Ε.			59 975
		Σύνολον	940 955	Σύνολον 286 752
1970	Α.Ε.Β.Α.Λ.		246 959	60 336
	Α.Ε.Ε.Χ.Π. & Λ.		289 244	80 436
	Βιομ. Φωσφορ. Λιπασμ.		211 880	72 947
	Χ.Β.Β.Ε.		248 294	82 561
		Σύνολον	996 377	Σύνολον 296 280
1971	Α.Ε.Β.Α.Λ.		262 000	73 000
	Α.Ε.Ε.Χ.Π. & Λ.		263 000	81 300
	Βιομ. Φωσφορ. Λιπασμ.		271 000	91 000
	Χ.Β.Β.Ε.		261 000	89 300
		Σύνολον	1 057 000	Σύνολον 334 600

Κατανάλωσις εἰς λιπαντικὰς μονάδας

Ἔτη	N (Ἄζωτον)	P_2O_5 (Φωσφόρος)	K_2O (Κάλιον)	Σύνολον	Σχέσις τῶν 3 στοιχείων			Κατανάλωσις εἰς ἐμπορικὴν μορφὴν
1909	–	–	–	–				–
1939	–	–	–	35 000				115 000
1953	29 586	28 058	3 047	60 691	1	0,95	0,10	200 000
1958	70 673	55 127	8 171	133 971	1	0,78	0,12	400 000
1963	98 439	82 325	12 019	192 783	1	0,84	0,12	600 000
1967	145 927	101 627	13 751	261 305	1	0,70	0,09	870 322
1968	170 288	112 408	15 364	298 060	1	0,66	0,09	983 544
1969	175 699	112 955	15 457	304 111	1	0,64	0,09	997 731
1970	200 644	119 200	18 022	337 866	1	0,60	0,09	1 108 026
1971				354 700				1 111 650

14·6 Μακροχρόνιοι προοπτικαὶ τῆς βιομηχανίας λιπασμάτων.

Ἡ μέχρι τοῦ 1980 προβλεπομένη κατανάλωσις (εἰς ἑκατ. τόννους N, P_2O_5 καὶ K_2O) πάσης φύσεως λιπασμάτων, εἰς διαφόρους περιοχὰς τοῦ κόσμου, ἔχει ὡς ἀκολούθως:

	1969	1975	1980
Βόρειος Ἀμερικὴ	14,87	21	26
Δυτικὴ Εὐρώπη	15,00	18	20
Ἀνατολικὴ Εὐρώπη	14,58	23	29
Ἰαπωνία καὶ Αὐστραλία	3,86	5	6
Ἀσία (πλὴν Ἰαπωνίας)	7,27	16	23
Ἀφρικὴ	1,44	2,6	3,5
Λατινικὴ Ἀμερικὴ	2,45	5	7,4
Σύνολον	59,48	89	115

Αἱ ἀντίστοιχοι τιμαὶ διὰ τὴν Ἑλλάδα εἶναι 0,28 (1968), 0,39 (1975) καὶ 0,51 (1980). Ἦτοι κατὰ τὸ 1968 ἡ ἐν Ἑλλάδι κατανάλωσις ἀντιπροσώπευεν μόνον τὸ 1,7% περίπου τῆς καταναλώσεως εἰς Δ. Εὐρώπην, κατὰ τὸ 1980 ὅμως καὶ ἐφ' ὅσον αἱ προβλέψεις ἐπαληθευθοῦν, τὸ ποσοστὸν θὰ διπλασιασθῇ περίπου καὶ τὸ «χάσμα» θὰ ἐλαττωθῇ. Ἐλπίζεται δὲ ὅτι ἡ ηὐξημένη κατανάλωσις θὰ καλυφθῇ δι' ἀντιστοίχου αὐξήσεως τῆς παραγωγῆς.

Ἀζωτοῦχα λιπάσματα. Πρέπει νὰ τονισθῇ ἡ σχεδὸν παντελὴς ἀπουσία τῆς οὐρίας, τόσον ἐκ τῆς παραγωγῆς, ὅσον καὶ ἐκ τῶν εἰσαγωγῶν ἀζωτούχων λιπασμάτων εἰς τὴν Ἑλλάδα.

Ἐν τούτοις, κατὰ τὸ 1960, ἡ οὐρία ἀντιπροσώπευεν 7,9% τῶν κατανα-

λωθέντων ἀζωτούχων λιπασμάτων εἰς τὰς Η.Π.Α. Τὸ 1968 τὸ ποσοστὸν ηὐξήθη εἰς 11,2%. Διὰ τὴν παγκόσμιον δὲ κατανάλωσιν τὰ ποσοστὰ εἶναι 7,2% διὰ τὸ 1960 καὶ 16,5% διὰ τὸ 1968. Κατὰ τὰ φαινόμενα ἐξ ἄλλου, ὁ αὐξητικὸς αὐτὸς ρυθμὸς θὰ συνεχισθῇ καὶ εἰς τὸ μέλλον, ἰδιαιτέρως δὲ διὰ λιπάσματα μὲ βάσιν τὴν οὐρίαν, εἰς τὰ ὁποῖα τὸ ἄζωτον ἐλευθεροῦται ἐντὸς τοῦ ἐδάφους βραδέως.

Οἱ λόγοι, διὰ τοὺς ὁποίους πρέπει νὰ ἐξαπλωθῇ ἡ χρῆσις τῆς οὐρίας, δύνανται νὰ συνοψισθοῦν ὡς ἑξῆς.

α) Ἡ παραγωγὴ οὐρίας διὰ λίπανσιν δύναται νὰ συνδυασθῇ μὲ τὴν παραγωγήν της διὰ ζωοτροφὰς (βοοειδῶν, αἰγῶν καὶ προβάτων) καθὼς καὶ μὲ τὴν παραγωγὴν συνθετικῶν ρητινῶν, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν τὴν βάσιν διαφόρων συγκολλητικῶν οὐσιῶν καὶ χρησιμοποιοῦνται καὶ εἰς τὰς βιομηχανίας ὑφαντσίμων ὑλῶν, χάρτου καὶ ξύλου. Ἡ σημασία δηλαδὴ τῆς οὐρίας δὲν περιορίζεται εἰς τὴν λίπανσιν, ἀλλὰ ἐπεκτείνεται καὶ εἰς πολλοὺς ἄλλους τεχνολογικοὺς τομεῖς, τῶν ὁποίων τὸ μέλλον διαγράφεται καλόν.

β) Ὡς πρὸς τὸ *διαθέσιμον ἄζωτον*, ἡ οὐρία εἶναι τὸ εὐθηνότερον λίπασμα: περιέχει 46% ἄζωτον ἔναντι 34% τοῦ νιτρικοῦ ἀμμωνίου καὶ 21% τοῦ θειικοῦ ἀμμωνίου. Ὅταν παράγεται εἰς μεγάλας μονάδας, μὲ τὴν χρησιμοποίησιν τῆς συγχρόνου τεχνολογίας, τὸ κόστος τῆς οὐρίας εἶναι τὰ 80% τοῦ κόστους τοῦ νιτρικοῦ ἀμμωνίου καὶ τὰ 65% τοῦ κόστους τοῦ θειικοῦ ἀμμωνίου.

γ) Ὑπάρχουν καλαὶ προοπτικαὶ ἐξαγωγῆς. Ἀναφέρεται εἰδικώτερον ὅτι, ἐπειδὴ ἡ οὐρία εἶναι ἰδιαιτέρως κατάλληλος δι' ὀρυζοκαλλιέργειαν, ἐπελέγη ὑπὸ τοῦ A.I.D. (Agency for International Development) ὡς τὸ πλέον ἐνδεδειγμένον λίπασμα διὰ χώρας μὲ μεγάλην ὀρυζοκαλλιέργειαν.

Ὅσον ἀφορᾶ εἰς τὸ μέλλον, αἱ μέθοδοι βιομηχανικῆς παραγωγῆς τῶν ἤδη χρησιμοποιουμένων λιπασμάτων δὲν προβλέπεται νὰ ὑποστοῦν ἐπαναστατικὰς μεταβολάς. Ἡ σχετικὴ τεχνολογία εἶναι ἤδη ἀνεπτυγμένη ἐπαρκῶς.

Ριζικαὶ ἀλλαγαὶ εἰς τὰ λιπάσματα διαφαίνονται μᾶλλον εἰς τὸ εἶδος τῶν χρησιμοποιουμένων ἐνώσεων καὶ τὴν τεχνολογίαν μεταφορᾶς ἐκ τῆς παραγωγῆς εἰς τὴν κατανάλωσιν.

1) Ἀζωτοῦχα λιπάσματα διαρκείας.

Κατὰ τὰ ἑπόμενα ἔτη προβλέπεται ἀνάπτυξις ἀζωτούχων λιπασμάτων διαρκείας, ἤτοι λιπασμάτων ἀποτελουμένων βασικῶς ἐκ καταλύτου, ὁ ὁποῖος προσλαμβανόμενος χρησιμεύει εἰς τὴν ἀπ' εὐθείας ὑπὸ τοῦ φυτοῦ δέσμευσιν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀζώτου. Ἀνόργανοι οὐσίαι δεσμεύουσαι τὸ ἀτμοσφαιρικὸν ἄζωτον ἀνεκαλύφθησαν προσφάτως.

Ὡς ἀναγωγικοὶ παράγοντες διὰ τὴν δέσμευσιν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀζώτου θὰ ἠδύναντο νὰ χρησιμεύσουν οὐσίαι, αἱ ὁποῖαι παράγονται κατὰ τὴν φωτοσύνθεσιν καὶ μάλιστα κατὰ τὰ πρῶτα στάδιά της. Εἶναι ἤδη γνωστὰ βιολογικὰ συστήματα (μύκητες, φύκη κ.λπ.), τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ δράσουν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον.

Ὀλιγώτερον πιθανή, ὄχι ὅμως ἀδύνατος, φαίνεται ἡ ἐναλλακτικὴ περίπτωσις ἀναμίξεως τοῦ καταλύτου μετὰ ἀναγωγικῶν οὐσιῶν μικροῦ κόστους καὶ ἀπ' εὐθείας ἐφαρμογῆς εἰς τὸν ἀγρόν.

2) Φωσφορικὰ λιπάσματα.

Αἱ ἀνωτέρω ἀναφερθεῖσαι ἐνδεχόμεναι ἐξελίξεις εἰς τὰ ἀζωτοῦχα λιπάσματα θὰ ἐπιφέρουν ἀσφαλῶς ριζικὴν ἀλλαγὴν καὶ εἰς τὸν μηχανισμὸν – καὶ εἰς τὸ κόστος – διαθέσεως καὶ ἐφαρμογῆς τῶν λιπασμάτων. Τὸ σχετικὸν τεχνολογικὸν πρόβλημα ὅσον ἀφορᾶ εἰς τὰ φωσφορικὰ λιπάσματα διαγράφεται ὡς ἑξῆς:

Τὰ κύρια ἀποθέματα φωσφόρου εὑρίσκονται εἰς Β. Ἀφρικήν, Η.Π.Α. καὶ τὴν Σοβιετικὴν Ἕνωσιν.

Οἱ φυσικοὶ φωσφορῖται περιέχουν περίπου 30% ἕως 35% P_2O_5. Τὸ ὑπόλοιπον εἶναι ἀσβέστιον καὶ ἄλλα συστατικὰ ἐν πολλοῖς ὄχι μόνον ἄχρηστα διὰ τὴν λίπανσιν, ἀλλὰ καὶ ἐπιβλαβῆ, ἐπιβαρύνοντα τὸ κόστος μεταφορᾶς καὶ δημιουργοῦντα προβλήματα ἀπαλλαγῆς ἐκ τῶν εὐτελῶν παραπροϊόντων. Ἡ μεταφορὰ φωσφορικῶν ἑνώσεων ἐμπλουτισμένων εἰς P_2O_5 εἶναι εἰσέτι δαπανηρά, ἐπίλυσις ὅμως τοῦ προβλήματος φαίνεται νὰ ἐμπίπτῃ εἰς τὰς δυνατότητας τῆς συγχρόνου – καὶ μελλοντικῆς – τεχνολογίας μεταφορῶν. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει αἱ ἐπιπτώσεις ἐπὶ τῆς ἑλληνικῆς (καὶ ἄλλων χωρῶν) Βιομηχανίας φωσφορικῶν λιπασμάτων θὰ ἔγκειται κυρίως εἰς τὴν ἀφαίρεσιν μέρους τῆς παραγωγικῆς διαδικασίας καὶ μετατόπισίν της πρὸς τὰς περιοχὰς ἐξορύξεως τῶν φωσφοριτῶν.

Ἄλλο σημεῖον ἀφορῶν εἰς τὴν βιομηχανίαν φωσφορικῶν λιπασμάτων, ἀλλὰ καὶ πολλοὺς ἄλλους κλάδους τῆς χημικῆς τεχνολογίας, εἶναι ἡ δυνατότης δεσμεύσεως καὶ ἀπομονώσεως τῶν πάσης φύσεως παραπροϊόντων.

Ἰδιαιτέρως μνημονεύεται ἡ δέσμευσις τοῦ ὑδροφθορίου ἐκ τῶν ἀπορριπτομένων ἀερίων κατὰ τὴν ἐπεξεργασίαν τοῦ φθοριοπατίτου ἐπιβαλλομένη πρὸς ἀποφυγὴν μολύνσεως τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ δυναμένη ἐπιπροσθέτως νὰ ἀποβῇ ἐπικερδής. Ἡ σχετικὴ τεχνολογία ἔχει ἤδη ἀναπτυχθῆ ἐπαρκῶς, προβλέπεται δὲ περαιτέρω ἀνάπτυξις· εἶναι μάλιστα ἐνδιαφέρον ὅτι ἔχουν ἐπινοηθῆ συστήματα δεσμεύσεως δυνάμενα νὰ προστεθοῦν εἰς παλαιὰς ἐγκαταστάσεις παραγωγῆς μὲ σχετικῶς μικρὸν ποσοστὸν προσαρμογῆς. Ἐξ ἄλλου αἱ ἑνώσεις τοῦ φθορίου ἔχουν εὐρυτάτην ἐφαρμογὴν εἰς τὴν βιομηχανίαν ἀλουμινίου, ὑάλου, χάλυβος, κεραμικῶν, ἐμπλουτισμοῦ οὐρανίου, παραγωγὴν φθοριωμένων πλαστικῶν, διαλυτῶν, ψυκτικῶν ὑγρῶν, προωθητῶν κ.λπ. Ἐν ὄψει δὲ τῆς ταχύτατα αὐξανομένης ζητήσεως φθοριούχων πρώτων ὑλῶν καὶ προϊόντων καὶ τῆς ἀναμενομένης στενότητος προσφορᾶς ὀρυκτοῦ φθοριούχου ἀσβεστίου, ἡ βιομηχανία φωσφορικῶν λιπασμάτων φαίνεται νὰ ἐμφανίζῃ καλὴν προοπτικὴν διευρύνσεως τῆς τεχνολογίας της πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τῶν φθοριούχων προϊόντων. Σημειωτέον ὅτι οἰκονομικῶς βιώσιμοι ἐγκαταστάσεις δεσμεύσεως τοῦ ὑδροφθορίου εἰς τὴν παραγωγὴν φωσφορικῶν λιπασμάτων λειτουργοῦν ἤδη εἰς τὰς Ἡνωμένας Πολιτείας.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΝ

(Οἱ ἀριθμοὶ ἀναφέρονται εἰς σελίδας τοῦ βιβλίου)

Ἀεριογόνον περιστρεφομένης ἐσχάρας 102
ἀεροφυλάκιον 13
— ἀμμωνίας 19
— μὲ δίσκους 16
— σχήματος κώδωνος 16
ἀζεότροπα μίγματα 83
ἀζεότροπον μῖγμα 220
— ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ 219
αἷμα 296
ἀκατέργαστον ὕδωρ 138
ἁλατοῦχα ὕδατα 132
ἅλεσις 32, 34
ἁλκαλικότης 143
ἁλουνίτης 284
ἀμμωνία 221
ἀνάκτησις ἀμμωνίας 198
ἀναμικτῆρες 42
— μὲ ἀκίνητα ἐμπόδια 43
— τυμπανοειδεῖς 42
ἀνάμιξις 41, 148
ἀνεμιστῆρες 31
ἀνθρακικὴ καὶ μὴ ἀνθρακικὴ σκληρότης 139
— σκληρότης 184
ἀντλίαι 28
— ἐμβολοφόροι ἁπλῆς ἐνεργείας 29
— ἐμβολοφόροι διπλῆς ἐνεργείας 29
ἀπαερίωσις 179, 181
ἀπαεριωτὴρ ὑποπιέσεως 179, 182
ἀπαεριωτῆρες ὑπερπιέσεως 181
ἀπαλλαγὴ ἐκ τῶν ὀξέων καὶ ἐκ τοῦ σιδήρου 170
ἄπιον Thomas 287
ἀποθήκευσις 13
— ἀερίων ὑλῶν 13
— εἰς Μποῦνκερ 15
— εἰς σωροὺς ἐν ὑπαίθρω 14
— στερεῶν ὑλῶν 13
— ὑγρῶν ὑλῶν 13
ἀποκονίωσις 35, 273
— διὰ τῆς ἀποτόμου ἐλαττώσεως τῆς ταχύτητος ροῆς 40
— διὰ τῆς ἀποτόμου μεταβολῆς τῆς διευθύνσεως τῆς ροῆς 40
ἀποκονίωσις ἠλεκτρικὴ 40
ἀπορρόφησις 44
ἀπορροφητῆρες μὲ δάπεδον μὲ κώδωνα 45
ἀποσκλήρωσις 152
ἀπόσταγμα 80
ἀπόσταξις 69, 77
ἀριθμὸς ἁλκαλικότητος 143
ἀριθμὸς Baumé 261
ἀρσενικοῦχα ὕδατα 132
ἀσβεστοκάμινος 101
αὐτόκλειστα 112
αὐτοματισμὸς 116, 125
αὐτόματος ρυθμιστὴς 125
ἀφαλατωθὲν ὕδωρ 133

Βαλβῖδες 25
— ἀλλαγῆς κατευθύνσεως 27
— ἀποτονώσεως καὶ ἐλαττώσεως τῆς πιέσεως 26, 27
— Κλίνγκερ 26
βαρομετρικὸς συμπυκνωτὴρ 94
βασιλικὸν ὕδωρ 214, 247
Βέλερ Φρειδερῖκος 2
βόραξ 285
Bosch Carl 221

Γαλακτωματοποίησις 42
γηγενὲς ἄέριον 235
γκουανὸ 296

Δονούμενον κόσκινον 36
δοχεῖα ἀποθηκεύσεως (Μποῦνκερ) 13
— ἀσβεστίου γάλακτος 151
— δι' ὑγρὰ σφαιρικὰ 13
— ἐκ ξύλου 13
— τροφοδοτικοῦ ὕδατος 182
διαδικασία τοῦ μετασχηματισμοῦ 8
διάλυσις 42
διάτρητα δάπεδα 65
διαύγασις 149
— ἑνὸς διαλύματος 50
διαχωρισμὸς 50
διήθησις 50, 176
διηθητικὸν μέσον 50

δακτύλιοι Raschig 45, 85, 246
δάπεδα ἐκ κοσκίνου 86
— κώδωνος 86

Ἐκκένωσις 159
ἔκτασις (περιοχὴ) αὐτοματοποιήσεως 121
ἐκνέφωσις 74
ἐκνεφωταὶ 75
ἔκπλυσις 59, 158
ἐκχύλισις 59
ἐλεύθερον δεσμευόμενον ἀνθρακικὸν ὀξὺ 142
— ἐν περισσείᾳ 142
ἐναιώρησις 41
ἐναλλακτὴρ θερμότητος 235
— ὑδρογόνου-νατρίου ἐντὸς ἑνὸς δοχείου 170
ἐναλλακτῆρες ἀνιόντων 154
— θερμότητος 62
— κατιόντων 153
ἐνδόθερμοι ἀντιδράσεις 100
ἔνζυμα 112
ἐναμμώνιον νιτρικὸν ἀσβέστιον 292
ἐννυδατωτὴρ 275
ἐξαερίωσις 102
ἐξάτμισις 68
ἐξάχνωμα 87
ἐξάχνωσις 87
ἐξαχνωτὴρ 88
ἐξώθερμοι ἀντιδράσεις 100
ἐπίπλευσις 57, 268
ἐπιφανειακὸν ὕδωρ 138
ἐρμάρια ξηράνσεως 72
ἐφαρμογαὶ ἀζώτου 192

Ζύμωσις (μέθοδοι ζυμώσεως) 99

Ἠθμὸς κενοῦ 51
— Nutsche 51
ἡλεκτρικοὶ μηχανισμοὶ 118
ἡλεκτρικὸς κλίβανος 107, 272
— — ξηράνσεως 74
ἡλεκτρόλυσις 110
ἡμισυνδεδεμένον ἀνθρακικὸν ὀξὺ 142

Θάλαμοι ξηράνσεως 72
θειοφωσφορικοὶ ἑστέρες 279
θερμικαὶ μέθοδοι 98, 100
θερμικὴ ἀπαερίωσις 180
θερμοκρασία διεξαγωγῆς προετοιμασίας 148
— διοχετεύσεως 78
θερμομεταλλικὰ ὕδατα 129
θεωρία ἀερίων Joule - Thomson 186
θραῦσις 32
θραυστὴρ ἢ μύλος μὲ ἔλαστρα 33
— μὲ σιαγόνας 32
θύελλαι 240

Ἰαματικὰ ὕδατα (μεταλλικὰ ἢ ὀρυκτά) 132
ἰοντοεναλλαγὴ 158, 166
ἰοντοεναλλακτῆρες 153
ἰχνοστοιχεῖα 286

Καθίζησις καὶ ἤρεμος ἀπόχυσις 55
καθιζητῆρες 55
καϊνίτης 281
καπνίζον θειικὸν ὀξὺ 263
— ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ 213
καρβαμικὸν ἀμμώνιον 297
καρβοξυλικαὶ ρητῖναι 154
καρναλίτης 281
καταλύται (ἢ ὕλαι ἐπαφῆς) 112
καταρράκται καταιονισμοῦ 180, 181
καταρράκτης 93
κατεργασία ἐναιωρήσεως - καταβυθίσεως 57
— τοῦ ἑτοίμου προϊόντος 8
καυστικὸν νάτριον 206
Chelates (σύμπλοκοι ὀργανικαὶ συνθέσεις) 302
κελλίον ἡλεκτρολύσεως 111
— μὲ διάφραγμα 111
κλασικὴ μέθοδος 223
κλασματικὴ ἀπόσταξις (κλασμάτωσις) 78
κλασμάτωσις 80
κλειστὸν κύκλωμα 174
κλίβανοι βολταϊκοῦ τόξου 108
— ἐπαγωγῆς 110
— καταλύσεως 256
— κατ' ὀρόφους 106
— μορφῆς σήραγγος 105
κόσκινα 36
κοσκίνισις 35
— δι' ἀέρος 38
κόσκινον ἐπίπεδον 37
— τυμπάνου 37
κρᾶμα Ferrosilicium 250
κρουνοὶ 22
— τρίποροι 26
κρυσταλλικὸν ὕδωρ 129
κρυστάλλωσις 71
κρυσταλλωτῆρες 89
κυκλῶνες 39
κυλινδρικὰ ἡλεκτρόδια γραφίτου 272

κυλιόμενοι μύλοι 34
κύρια στοιχεῖα 286
κύρια χαρακτηριστικὰ τῆς χημικῆς βιομηχανίας 4

Λέβητες 13
λεβατίτης 157
λειοτρίβησις 31
Λεμπλὰν Νικόλαος 2
Λευκίτης 284

Μαλακὸν ὕδωρ 130
μαύρη μέθοδος 223
μεγάλα ἐπενδεδυμένα κεφάλαια καὶ χαμηλὸν ποσοστὸν δαπάνης 5
μέθοδος ἀντιρροῆς 44
— ἀσβέστου σόδας 150
— Birkeland 240
— Casalle 100
— Chemical Construction Corporation 238
— Claude 100, 238.
— Downs 201
— Eyde 240
— Giammarco Vetrokoke 230
— Haber - Bosch 221, 222
— ἠλεκτρικοῦ κλιβάνου 269
— Ἰοντοεναλλαγῆς μὲ νάτριον 155
— κατ' ἀντιρροὴν 60
— καυστικοῦ νατρίου-σόδας 151
— Mont - Geny 99
— Oppauer Deacon 207
— Pauling 246
— Schoenherr 240
— Solvag 195
— σουλφοσολβὰν 225
— τοῦ ἁμαλγάματος 204
— τοῦ διαφράγματος 203
— τοῦ πύργου 251
— ὑγροποιήσεως κατὰ Linde 186
— φωσφορικοῦ τρινατρίου 152
μεταβλητὴ κατεργασίας 117
μεταλλικὰ δοχεῖα 13
μεταλλικὸν ὕδωρ 129
μετατροπὴ 225
μεταφορὰ 18
— διὰ σωληνώσεων 20
μὴ ἀνθρακικὴ σκληρότης 183
μηχαναὶ ζυμώσεως καὶ ἀναμίξεως 44
μηχανισμοὶ ἀέρος 118
μολύβδινοι θάλαμοι 250
Μπλὰκ Ἰωσὴφ 1
μπρικέτες 35
μπρικετοποίησις 35
μύλοι μὲ σφαίρας 34
μωβεΐνη 2

Νάτριον 207
Νάττα Τζούλιο 3
νιτρικὸν ὀξὺ 240
νίτρον τῆς Χιλῆς 240
νιτρώδεις ἀτμοὶ 241

Ξήρανσις 69
ξηραντῆρες ἐκνεφώσεως (ἐκνεφωταὶ) 74
— μὲ δύο ἔλαστρα 74

Ὄλευμ 262
ὀξείδωσις NO πρὸς NO_2 243
ὀξυγόνον 190
ὀξυχλωριοῦχος φωσφόρος 278
ὀπτηθεὶς δολομίτης (μᾶζα μαγνησίου) 172
ὄργανα ἐπηρεασμοῦ διὰ ρεύματα μάζης καὶ ἐνεργείας 123
ὄργανον ἐπηρεασμοῦ 122
Ostwald W. 240, 241
ὀστᾶ 296
οὐρία 297
ὀφιοειδὴς ψυκτὴρ 64

Παθητικὴ κατάστασις 247
πενταθειοῦχος φωσφόρος 279
πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου 279
περιστροφικοὶ κλίβανοι 104
Πέρκινς Οὐίλλιαμ 2
περμουτίτης 157
πετροχημικὰ 2
πηγαὶ ἀζώτου 287
— καλίου 288
πίναξ ταξινομήσεως τῶν συσκευῶν ἀποστάξεως καὶ κλασματώσεως 88
πλυντήριον ἐκτοξεύσεως 48
— περιστρεφόμενον 48
— ὑπὸ πίεσιν 47
πλύσις, κοσκίνισις, ἄλεσις 268
πολτοποίησις 41
πολυαλίτης 281
πολυβάθμιον σύστημα ἐξατμιστήρων 70
πολυβάθμιος ἐξάτμισις 70
πολυμερῆ 3
Πρίστλεϋ Ἰωσὴφ 1
προετοιμασία πρώτης ὕλης 7
προθερμαντὴς ἀέρος 67
προσρόφησις 49
— δυναμικὴ 50

προσρόφησις στατικὴ 49
προσροφητικαὶ οὐσίαι 49
πύργος Gay - Lussac 249
πύργος Glover 249
— καταβυθίσεως 198
— ψύξεως 66
πυριτιοαργιλικαὶ ἐνώσεις νατρίου (περμουτῖται) 154

Ραζορίτης 285
ροὴ πορείας (σχῆμα ροῆς) 9
ρύθμισις διὰ χειρὸς 124
ρύθμισις τῆς παροχῆς τῶν χημικῶν οὐσιῶν 148

Σιδηροπυρίτης 252
σκάφαι (βόσται) 69
σκληρὸν ὕδωρ 130
σουλφονωμένα ἀνθρακοῦχα ὑλικὰ 154
— πολυστυρένια 154
σουλφονωμέναι φαινολικαὶ ρητῖναι 154
σταθεραὶ τιμαὶ 6
σταθερὸν μῖγμα 83
Staudinger Hermann 3
Στῆλαι (κυλινδρικὰ δοχεῖα) 44
στήλη 78
— (εἰς τὴν συσκευὴν ἀποστάξεως) 78
Συλβίνης ἢ συλβινίτης 281
σύμβολα καὶ τρόπος σχηματικῆς παραστάσεως τῶν κατεργασιῶν τῆς Χημικῆς βιομηχανίας 8
συμπιεσταὶ 28, 29
— διβάθμιοι 29
— πολυβάθμιοι 30
συμπύκνωσις 68
συμπυκνωτὴρ ἀπ' εὐθείας ἐπαφῆς 94
— ἐπιφανείας 94
συναγωνισμὸς 6
συνδεδεμένον ἀνθρακικὸν ὀξὺ 142
σύνδεσις ἐν παραλλήλω 167
— ἐν σειρᾷ 169
— ἰοντοεναλλακτήρων 167
συνεχὴς ἀνάγκη ἐπιστημονικῆς ἐρεύνης 4
συνολικὴ σκληρότης 139
συντριβὴ 32
σύρται 22
συσκευαὶ διαχωρισμοῦ 189
— συμπυκνώσεως 56
σχέσις ἐπανυγροποιήσεως 80
σχῆμα ροῆς (σχηματικὰ κατασκευαστικὰ) 9
σωλήνωσις ἀναρροφήσεως 31
σωλῆνες διόδου 188
σώματα πληρώσεως 45, 85

Ταλαντούμενον ἢ δονούμενον κόσκινον 37
ταξινόμησις 268
— κρυσταλλωτήρων 91
ταχὺς ρυθμὸς ἀναπτύξεως 4
τελεία κάθαρσις 226
τριβεῖα 32

τριφθοριοῦχος φωσφόρος 278
τυμπανοειδὴς ξηραντὴρ 74
τύμπανον διηθήσεως 53

Ὑγροσκοπικὸν ὕδωρ 129
ὕδατα ἁλκαλικὰ 132
— ὀξινα ἢ ἀεριοῦχα 132
— σιδηροῦχα 132
— ὑδροθειοῦχα 132
ὑδραυλικὴ δύναμις 94
ὑδραυλικοὶ μηχανισμοὶ 118
ὑδρογόνον 205
ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ 213
ὕδωρ διαχωρισμοῦ 247
— λέβητος 138
— τροφοδοσίας λεβήτων 138
ὑλικοὶ φορεῖς 112
ὑπόγειον καὶ πηγαῖον ὕδωρ 138
ὑπολείμματα σφαγείων 296
ὑφάσματα κοσκίνων 36
ὑψικάμινος 101

Φιάλη ἀερίου, τρόπος τοποθετήσεως 18
φίλτρα ταχείας διηθήσεως 176
φιλτροπρέσσα 51
φλάντζαι 21
φρεατοειδεῖς κάμινοι 101
φυγοκέντρησις 57
φυγόκεντροι ἀντλίαι 30
— πλήρους τοιχώματος 58
— φίλτρου (κοσκίνου) 58
— ὑπερχειλίσεως 59
φυσητῆρες 31
φυτορμόνη Pro - Humus 300
φωσφορίτης 265, 276

Haber Fritz 221
χημικὴ ἀπαερίωσις 180
χημικὸν ὕδωρ 129
χλώριον 207
χλωριοῦχον νάτριον 194
χονδροειδὴς κάθαρσις 226

χορδαὶ 256
χωματεραὶ 301

Ψυκτὴρ 62
— ἐκ γραφίτου 64
— καταιονισμοῦ 9, 65
— μανδύου 63
ψυκτὴρ μὲ πλάκας 9
— μὲ σωλῆνας 9
— τοῦ Liebig 62

Ὠργανωμένη προσπάθεια διὰ τὴν οἰκονομικὴν ἀνάπτυξιν 6

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1) Winnacker – Küchler, Chemische Technologie, band 1 - 5, München 1958 - 1961.
2) Erwin Samal, Grundriss der praktischen Regelungstechnik, München 1967.
3) A. G. Kassatkin, Chemische Verfahrenstechnik, Leipzig 1960.
4) Frank C. Vilbrandt, Chemical Engineering Plant Design, New York, Toronto, London 1949.
5) R. Norris Shreve, The Chemical Process Industries, New York, Toronto. London 1956.
6) Emil Raymond Riegel, Chemical Process Machinery, New York 1953.
7) James A. Kent, Riegel's Industrial Chemistry, New York, 1962.
8) Tegeder - Mayer, Verfahren der Chemie Industrie in Farbigen fliessbildern anorganisch, Band I.
9) Ullmanns Encyclöpadie der Technischen Chemie, band 1, 7, 9, 12, 15, 16: München, Berlin, Wien, 1969.
10) Γ. Σαραβάκου, Τεχνική φυσικῶν διαχωρισμῶν, Ἀθῆναι 1972.
11) Α. Δεληγιάννη, Τεχνική τῶν ρευστῶν, Ἀθῆναι 1963.

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ – ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ : ΓΡΑΦΙΚΑΙ ΤΕΧΝΑΙ "ΑΣΠΙΩΤΗ-ΕΛΚΑ" Α. Ε.