

Η ΑΦΑΛΑΤΩΣΙΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

Υπό ΣΤΕΦΑΝΟΥ ΑΝ. ΚΩΝΣΤΑ

Τὸν προσεχῆ Ἰούνιον θὰ συνέλθῃ εἰς Ἀθήνας διεθνὲς συνέδριον ἀφαλατώσεως τοῦ ὕδατος. Ἡ σύνοδος αὕτη συμπίπτει μὲ μίαν περίοδον κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ἀξιοποίησις τῶν θαλασσίων καὶ ὑφαλυμύρων ὑδάτων παύει νὰ ἀπασχολῆ μόνον τὰ ὠκεανοπόρα πλοῖα καὶ ὀλίγας ἀκόμη μεμονωμένας κατηγορίας καὶ ἐξελίσσεται εἰς πρόβλημα πρωταρχικῆς σημασίας διὰ τὸ μέλλον τῆς ἀνθρωπότητος.

Ὁ πληθυσμὸς τῆς γῆς αὐξάνει μὲ ἐπιταχυνόμενον ρυθμὸν, ἐνῶ παραλλήλως ἀνέρχεται τὸ βιοτικὸν ἐπίπεδον καὶ αὐξάνουν αἱ ἀνάγκαι τῶν ἀτόμων εἰς ἀγροτικά καὶ βιομηχανικά προϊόντα. Ἡ ἀξιοποίησις τῶν ἀγόνων ἐκτάσεων, αἱ ἐπεκτάσεις τῶν βιομηχανιῶν καὶ αἱ ἀνάγκαι τῶν πόλεων ἐδημιούργησαν ἀληθῆ πυρετὸν ἀναζητήσεως ὕδατος. Διενεργοῦνται συνεχῶς νέαι γεωτρήσεις εἰς ὄλονεν μεγαλύτερον βάθος μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἐξαντλοῦνται τὰ ὑπόγεια ὕδατα. Παραλλήλως ἡ φυσικὴ ἐξάτμισις, οἱ ὄχθοι καὶ τὰ ἀπόνερα τῶν βιομηχανιῶν αὐξάνουν τὴν περιεκτικότητα τῶν ὑδάτων τῶν ποταμῶν καὶ τῶν λιμνῶν εἰς διαλυτὰς καὶ ἀδιαλύτους οὐσίας μὲ ἀποτέλεσμα νὰ τὰ καθιστοῦν ἀκατάλληλα διὰ πολλὰς χρήσεις.

Αἱ Η.Π.Α. καταναλίσκουν ἡμερησίως πλεον τῶν 10^9 κυβικῶν μέτρων ὕδατος, ὑπολογίζεται δὲ ὅτι μετὰ 20 ἔτη ἡ κατανάλωσις θὰ ὑπερδιπλασιασθῇ χωρὶς νὰ ἐλπίζεται ὅτι αἱ φυσικαὶ πηγαὶ θὰ δύνανται νὰ ἀνταποκριθῶν.

Ἡ μετατροπὴ τοῦ ἄλμυροῦ ὕδατος εἰς πόσιμον δὲν ἀποτελεῖ καθ' ἑαυτὴν πρόβλημα. Τὸ πρόβλημα ἐγκτεται εἰς τὴν ἴδρυσιν ἐγκαταστάσεως δυναμικότητος τῆς τάξεως μερικῶν ἑκατοντάδων ἢ χιλιάδων κυβικῶν μέτρων ἡμερησίως μὲ χαμηλὰ ἐξοδα ἐγκαταστάσεως καὶ λειτουργίας. Πρὸς τὴν κατεύθυνσιν αὐτὴν διεξάγονται ἔρευναι εἰς τὴν Ὀλλανδίαν, Ἀγγλίαν, Γαλλίαν, Ἰσπανίαν, Ἰταλίαν, Ρωσίαν, Ν. Ἀφρικὴν, Αὐστραλίαν, Ἰσραήλ, Η.Π.Α., ὡς καὶ ὑπὸ διεθνῶν ἐπιτροπῶν τοῦ ΟΗΕ, τοῦ ΟΕΟΣ κλπ. λειτουργοῦν δὲ πολλαὶ δοκιμαστικαὶ ἀλλὰ καὶ μεγάλα ἐγκαταστάσεις μὲ ἐνθαρρυντικὰ ἀποτελέσματα (1), (8). Εἰς τὸν τόπον μας δὲν ἔχει γίνεи οὐσιαστικῶς τίποτε πρὸς τὴν κατεύθυνσιν αὐτὴν, μολοντί τὸ θέμα παρουσιάζει ζωτικὸν ἐνδιαφέρον ἂν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ἡ παρουσιαζομένη ἔλλειψις ὕδατος, ὡς καὶ ἡ ἀφθονία τῆς πρώτης ὕλης — θαλάσσης — καὶ τὸ αὐξάνοντα ἐνεργειακὸν δυναμικὸν τῆς χώρας.

Ὁ βαθμὸς ἀφαλατώσεως τῶν θαλασσίων ἢ ὑφαλυμύρων ὑδάτων ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἐὰν ταῦτα θὰ χρησιμοποιηθοῦν ὡς πόσιμα, δι' ἀρδευτικῶν ἢ διὰ βιο-

μηχανικοῦ σκοποῦς. Τὸ θαλάσιον ὕδωρ περιέχει περίπου 3,5% ἄλατα, ἐνῶ τὸ ἀφαλατωμένον 0,05 — 0,1% ἀναλόγως τοῦ προορισμοῦ.

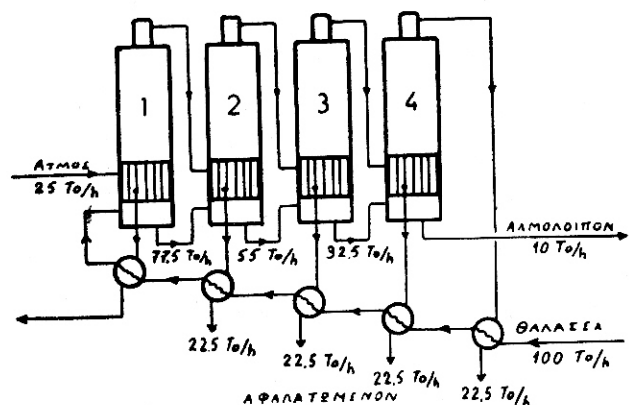
Βασικὴ ἐπιδιώξις ὄλων τῶν μεθόδων εἶναι ἡ κατὰ τὸ δυνατόν καλύτερα ἐκμετάλλευσις τῆς παρεχομένης ἐνεργείας. Ἐὰν π.χ. γίνῃ ἀπλῆ ἀπόσταξις, ἀπαιτοῦνται ἄνω τῶν 600 Kcal/χιλ. ὕδατος, ἐνῶ, ἐὰν ἡ κατὰ τὴν ὑγροποίησιν ἀποδομένη θερμότης χρησιμοποιηθῇ ἐκ νέου, ἐπιτυγχάνεται σημαντικωτάτη οἰκονομία, δεδομένου ὅτι ἡ ἔξωθεν παρεχομένη ἐνεργεια θὰ περιορισθῇ εἰς τὴν κάλυψιν τῶν ἀπωλειῶν, αἱ ὁποῖαι εἶναι ἀναπόφευκτοι κατὰ τὰς διαφόρους μετατροπὰς.

Κατωτέρω θὰ ἀναφέρωμεν ἐν συντομίᾳ τὰς κυριωτέρας ἐκ τῶν ἐν ἐφαρμογῇ ἢ προταθεισῶν μεθόδων κατὰ κατηγορίας.

Α) Μέθοδοι δι' ἀποστάξεως:

1) Πολυβάθμιος ἀποστάξις.

Τὴν ἀρχὴν ἐπὶ τῆς ὁποίας στηρίζεται μιὰ τοιαύτη ἐγκατάστασις παρουσιάζει τὸ σχῆμα 1. Ἔχομεν μίαν συστοιχίαν ἀποστακτῆρων, οἱ ὁποῖοι ἐργάζονται ἐν σειρᾷ. Ἡ πίεσις λειτουργίας μειοῦται ἀπὸ τοῦ πρώτου μέχρι τοῦ τελευταίου ὥστε ἡ ἀπόσταξις νὰ λαμ-



Σχ. 1. Ἀρχὴ ἐγκαταστάσεως πολυβαθμίου ἀποστάξεως.

βάνη χώραν εἰς μικροτέραν θερμοκρασίαν καὶ οὕτω καθίσταται δυνατὴ ἡ χρησιμοποίησις τῶν ἀτμῶν τοῦ πρώτου διὰ τὴν ἀπόσταξιν τοῦ δευτέρου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἡ ἀπώλεια θερμότητος περιορίζεται εἰς τὸ ἐλάχιστον διὰ τῆς χρησιμοποίησεως τῶν ἀτμῶν τοῦ τελευταίου ἀποστακτῆρος, τῶν ὑγροποιημένων

ατμών των πρώτων, ως και των απορριπτομένων πυκνών διαλυμάτων δια την προθέρμανσιν του τροφοδοτούμενου ύδατος (12).

Ευρέως χρησιμοποιούμενος τρόπος απόσταξης έχει ως αρχήν την θέρμανσιν του ύδατος προτού τουτο φθάση εις τον αποστακτήρα όπου επικρατεί πίεσις αντιστοιχοῦσα εις σημείον ζέσεως κατώτερον τῆς θερμοκρασίας του ύδατος, ὅποτε λαμβάνει χώραν ταχεῖα ἐξάτμισις (flash evaporation). Τὰ πλεονεκτήματα τῆς μεθόδου συνίστανται εις τὴν ἐπιτυγχανομένην καλύτεραν ἐναλλαγὴν θερμότητος καὶ εἰς τὸ γεγονός ὅτι, ἐπειδὴ ἡ θέρμανσις προηγείται τοῦ βρασμοῦ, δὲν ἐναποτίθενται ἄλατα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ θερμοαντήρος. Καὶ τοῦ τύπου αὐτοῦ αἱ ἐγκαταστάσεις εἶναι πολλῶν βαθμίδων (3), (13).

Γενικῶς ἡ πολυβάθμιος ἀπόσταξις εἶναι ἡ πλέον διαδεδομένη σήμερον μέθοδος παρασκευῆς ποσίμου ύδατος. Μία τῶν μεγαλύτερων ἐν λειτουργίᾳ ἐγκαταστάσεων εἶναι ἡ τῆς νήσου Ἀρούμπα τῆς Καραϊβικῆς, δυναμικότητος 10.000 κυβικῶν μέτρων ἡμερησίως. Ἄλλαι μεγάλαι γνωσταὶ ἐγκαταστάσεις εὐρίσκονται εἰς Κουβέιτ (7.500 κ.μ. ἡμερησίως) καὶ ἐπὶ τῆς νήσου Γκέρνσεϋ (1.800 κ.μ. ἡμερησίως) (10). Ὑπὸ κατασκευὴν εὐρίσκεται ἀπόσταξις 12 βαθμίδων εἰς τὸ Φοῦρτ τοῦ Τέξας καὶ ἄλλη τῆς αὐτῆς δυναμικότητος εἰς Σάν Ντιέγκο ἀνήκουσα εἰς τὸ πρόγραμμα τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Καλιφορνίας (12).

Ἐνα ἀξιόλογον οἰκονομικὸν συνδυασμὸν ἀποτελεῖ ἡ θέρμανσις τῆς ἀποστακτικῆς ἐγκαταστάσεως μετὰ ἀτμὸν χαμηλῆς πίεσεως προερχόμενον ἀπὸ ἐργοστάσιον παραγωγῆς ηλεκτρικῆς ἐνεργείας δι' ἀτμοῦ ὑψηλῆς πίεσεως, ὅποτε τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ παράγεται ὡς δευτερεῖον προϊόν τοῦ θερμοηλεκτρικοῦ ἐργοστασίου.

2) Περιστροφικὸς ἀποστακτὴρ (6) (11).

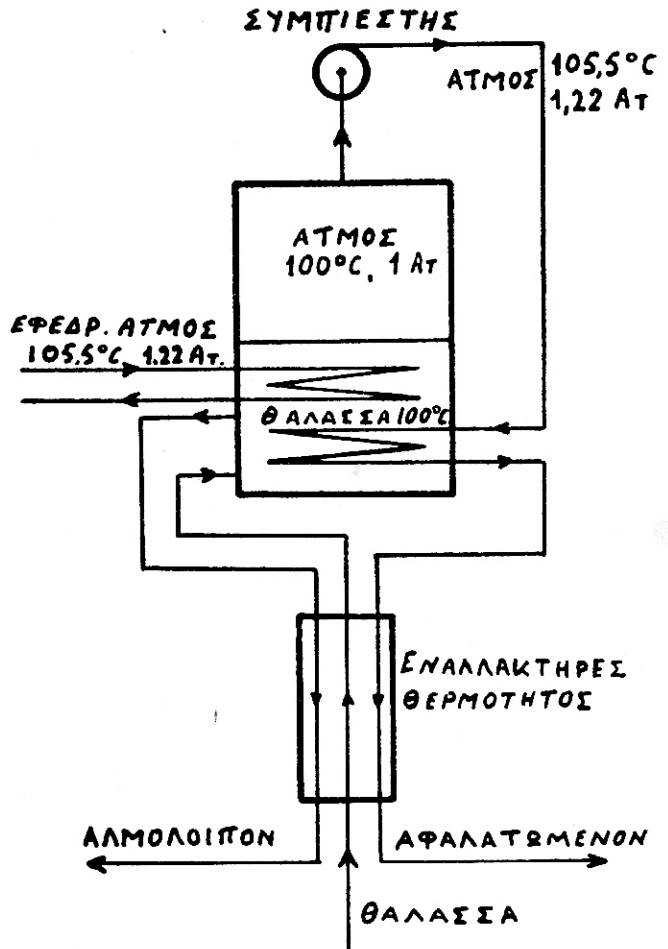
Παραλλαγὴ τῆς ἀνωτέρω μεθόδου, ἀποβλέπουσα εἰς τὴν μείωσιν τοῦ ὄγκου τῶν ἐγκαταστάσεων καὶ οἰκονομίαν ἐνεργείας διὰ τῆς καλύτερας ἐναλλαγῆς τῆς θερμότητος, εὐρίσκεται εἰς τὸ στάδιον τῶν δοκιμῶν εἰς τὸ Πανεπιστήμιον τῆς Καλιφορνίας. Κατ' αὐτὴν χρησιμοποιεῖται κολώνα ἀπόσταξεως μετὰ παραλλήλους χαλκίνους δίσκους περιστροφομένους περὶ κατακόρυφον ἄξονα μετὰ ταχύτητα 1000 στροφῶν/1'. Ἡ διὰ τῆς δημιουργίας ὑγροῦ ὑμένοσ ἐπιτυγχανομένη ὑψηλὴ τιμὴ τοῦ συντελεστοῦ μεταφορᾶς θερμότητος K εἶχεν ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἐπίτευξιν ἀποστάξεως 29 βαθμίδων ἐντὸς μιᾶς κολώνας.

3) Ἀπόσταξις διὰ συμπίεσεως τῶν ἀτμῶν (8).

Κατὰ τὴν μέθοδον αὐτὴν αὐξάνομεν τὴν ἐνθαλπίαν τῶν ὑδρατμῶν δι' ἀδιαβατικῆς συμπίεσεως καὶ ἐν συνεχείᾳ χρησιμοποιοῦμεν τὴν θερμότητα πού ἐκλύεται κατὰ τὴν ὑγροποίησιν διὰ τὴν συντήρησιν τῆς ἀποστάξεως τοῦ διαλύματος ἐκ τοῦ ὁποίου προῆλθον (σχῆμα 2). Οὕτω ἡ ἐνέργεια πού προσφέρεται ἔξωθεν εἰς τὸ σύστημα εἶναι οὐσιαστικῶς μόνον ἡ ἐνέργεια συμπίεσεως.

Ἄν δεχθῶμεν ὡς συντελεστὴν ἀποδόσεως τοῦ συμπιεστοῦ 50 %, ὑπολογίζεται ὅτι ἡ ἐνέργεια αὕτη εἶναι τῆς τάξεως τῶν 20kwh ἀνὰ κυβικὸν μέτρον πα-

ραγομένου ὕδατος. Πρὸς πλήρη ἀξιοποίησιν τῆς θερμότητος τὸ ἀπορριπτόμενον πυκνὸν διάλυμα ἄλατος καὶ τὸ ὑγροποιηθὲν ἀπόσταγμα προθερμαίνουσι τὸ τροφοδοτούμενον ὑγρὸν, ἐνῶ διὰ τὴν ἐναρξιν τοῦ βρασμοῦ καὶ διὰ τὴν κάλυψιν τῶν ἀπώλειῶν ὑπάρχει βοηθητικὴ σερπαντῖνα ἀτμοῦ. Ὅταν τὸ σύστημα



Σχ. 2. Ἀρχὴ ἐγκαταστάσεως ἀποστάξεως διὰ συμπίεσεως τῶν ἀτμῶν.

λειτουργῆν μετὰ μικρὸν βαθμὸν συμπίεσεως ἔχομεν μικρὰ ἔξοδα εἰς ἐνέργειαν, συγχρόνως ὅμως μειοῦται ἡ διαφορὰ θερμοκρασίας ἀτμοῦ - ὑγροῦ καὶ ἀπαιτοῦνται μεγάλα ἐπιφάνεια ἐναλλαγῆς, αἱ ὁποῖα αὐξάνουσι τὰ ἔξοδα ἐγκαταστάσεως.

Μία ἐγκατάστασις τοῦ τύπου αὐτοῦ εἰς Βερμούδας λέγεται ὅτι ἔχει ὑψηλὰ ἔξοδα συντηρήσεως (12).

4) Μεταφορὰ θερμότητος μετὰ μὴ μιγνύμενον ὑγρὸν (4).

Διὰ τὴν ἐπίτευξιν μεγάλων θερμικῶν ἀποδόσεων μετὰ τοὺς κλασσικοῦ τύπου ἐναλλακτικῆς θερμότητος ἀπαιτοῦνται πολὺ μεγάλα ἐπιφάνεια καὶ κατὰ συνέπειαν τεράστια κατασκευαὶ ἐπιβαρύνουσι τὴν τιμὴν τοῦ προϊόντος. Ὅπως ὅμως ἤδη ἐτινίσθη ἡ ἐκμετάλλευσις τῆς θερμότητος ὑγροποίησεως καὶ ψύξεως τῶν ἀποσταγμάτων καὶ τῶν πυκνῶν διαλυμάτων

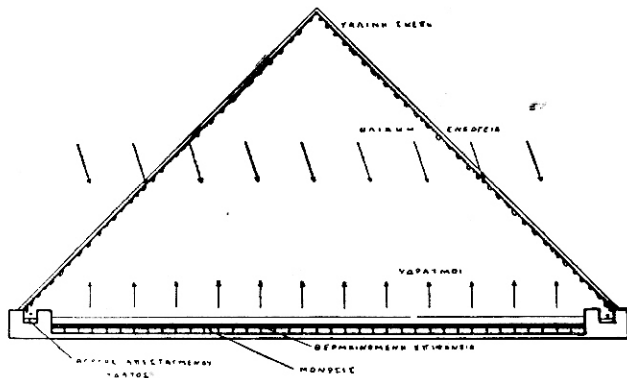
είναι βασική προϋπόθεση οικονομικής λειτουργίας τής απόσταξης. Ένας έρευνήτης προτείνει την χρησιμοποίηση παραφινελαίου ή άλλου μη μιγνυομένου μετά το υδατος και μικράς τάσεως ατμών υγρού ως μέσου μεταφοράς θερμότητας, το όποιον διασπείρομενον εντός του προς ψύξιν ή θέρμανσιν υδατος δίδει εις μικρόν όγκον μεγάλας επιφανείας έναλλαγής, άνευ μάλιστα τής παρεμβολής διαχωριστικού μεταλλίνου τοιχώματος. Τα πειράματα προς την κατεύθυνσιν αυτήν συνεχίζονται ακόμη.

Ένα σοβαρόν πρόβλημα πού παρουσιάζουν όλαι αι μέθοδοι δι' απόσταξεως άποτελεί ή έναπόθεσις αλάτων εντός των άποστακτήρων του θαλασσίου υδατος. Έχουν προταθή διάφοροι μέθοδοι δια την αντιμετώπισιν του προβλήματος αυτού, το όποιον έχει ως συνέπειαν την ελάττωσιν τής αποδόσεως των έναλλακτήρων, δηλαδή άπώλειαν ένεργείας και ως εκ τούτου αύξησιν του κόστους του προϊόντος. Προς τον σκοπόν αυτόν υπάρχουν τρεις κυρίως μέθοδοι. α) Η ρύθμισις του pH δια προσθήκης όξέος, το όποιον έμποδίζει τον σχηματισμόν ίζηματος. β) Ο έμβολιασμός του υγρού με κρυστάλλους, δι' άνανκλοφορίας μέρους του απορριπτομένου πυκνού διαλύματος, όποτε τα αποβαλλόμενα άλατα δέν προσκολλώνται επί των μεταλλικών επιφανειών και παρασύρονται υπό των άλμολοίπων. γ) Η προσθήκη ούσιών, αι όποιαι καθιστούν το αποβαλλόμενον ίζημα σαθρόν, ώστε να μη έπικολλάται επί των επιφανειών (5) (14).

Τόν σχηματισμόν λεβητολίθου δυνάμεθα επίσης να αποφύγωμεν εάν εργασθώμεν εις χαμηλάς θερμοκρασίας και απόσταξωμεν μικρόν μόνον μέρος του υδατος. Τουτό συνεπάγεται όμως εργασίαν υπό ηύξημένον κενόν και άντλησιν μεγαλυτέρων ποσοτήτων, δηλαδή περισσότερα έξοδα εγκαταστάσεως και περισσότεραν ένεργειαν.

5) Ηλιακή απόσταξις (1) (8) (14).

Η ιδέα τής έκμεταλλεύσεως τής άδαπάνου ηλιακής ένεργείας δια την παραγωγήν ποσίμου υδατος



Σχ. 3. Συσκευή ηλιακής απόσταξεως οικιακής χρήσεως.

είναι αρκετά παλαιά. Εις Χιλην π.χ. λειτουργεί από 35 ετών απόσταξις επιφανείας 5000 τ.μ. με ήμερησιαν άπόδοσιν 20 κ.μ. Η άπόδοσις μιās εγκαταστάσεως εις Ίράκ άνέρχεται εις 5 λίτρα ανά τ.μ.

ήμερησίως. Ένδιαφέρον έχουν επιδείξει δια την ηλιακήν απόσταξιν πολλαι θερμοι χώροι. Το κυριώτερον πρόβλημα σήμεραν άποτελούν τα ύψηλά έξοδα εγκαταστάσεως, ενώ τα έξοδα λειτουργίας είναι ουσιαστικώς άμελητέα. Όρισμένοι εταιρείαι πωλούν ήδη εις Βόρειον Αφρικην μικράς συσκευάς προοριζόμενας δι' οικιακήν χρήσιν (Σχήμα 3).

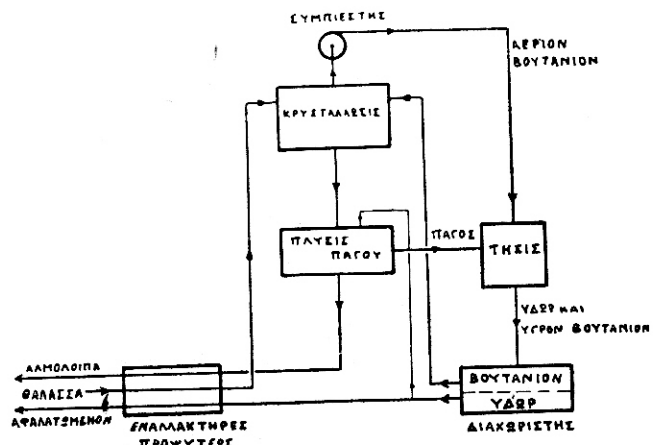
Μέθοδοι δια κρυσταλλώσεως

Είναι γνωστόν ότι ο πάγος πού προκύπτει από την μερικην πήξιν του θαλασσίου υδατος είναι ουσιαστικώς άπηλλαγμένος αλάτων. Έπ' αυτής τής άρχής στηρίζεται μία σειρά μεθόδων άφαλατώσεως. Σοβαρόν πρόβλημα άποτελεί ο διαχωρισμός του άλμολοίπου από τον πάγον. Προς τον σκοπόν αυτόν έχουν προταθή άνω των 60 διαφορετικαι φυσικαι και χημικαι μέθοδοι. Συνηθέστερον χρησιμοποιούνται ή έκπλυσις, ή συμπίεσις και ή φυγοκέντρησις. Σοβαρόν ρόλον πάντως παίζει ο έλεγχος του μεγέθους των παγοκρυστάλλων.

Έχουν προταθή επίσης πολλοι τύποι συσκευών ευρισκόμενοι ως επί το πλείστον εις το στάδιον των δοκιμών. Ούτω, εκτός του άναλόγου προς τας συνήθεις παγοποιητικας μηχανάς κλασσικού τύπου ιδιαίτερον ένδιαφέρον παρουσιάζουν δύο ακόμη μέθοδοι

1) Ψύξις δι' άπ' εϋθείας επαφής με ζέον βουτανιον. (Σχήμα 4).

Το θιλάσιον υδωρ διασπείρεται εντός υγρού βουτανίου, το όποιον ζέει εις -0,5° υπό άτμοσφαι-



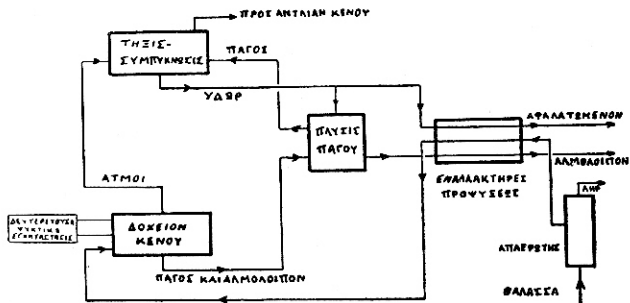
Σχ. 4. Αρχή τής μεθόδου ψύξεως δι' άπ' εϋθείας επαφής με ζέον βουτανιον.

ρικήν πίεσιν. Μέρος του βουτανίου εξατμίζεται απορροφών θερμοτητα από το υδωρ το όποιον κρυσταλλούται μερικώς μέχρις ότου απομεινη διάλυμα πυκνότερον το όποιον να μη κρυσταλλούται. Ο πάγος διηθείται και πλένεται και εν συνεχεία φέρεται εις επαφήν με τους άτμούς του βουτανίου υπό όλιγον ηύξημένην πίεσιν, ώστε το σημειον ζέσεως να έχη άνέλθει άνω των 0°, όποτε λαμβάνει χώραν το αντίστροφον φαινόμενον, δηλαδή το βουτανιον υγροποιείται και ο πάγος τήκεται.

Διὰ τὴν ἀξιοποίησιν τῆς μεθόδου αὐτῆς ἀπομένουν ἀκόμη πολλὰ προβλήματα πρὸς λύσιν. Ὑπάρχει πάντως σημαντικὸν ἐνδιαφέρον διότι εἶναι πολὺ οἰκονομικὴ, τῆς καταναλώσεως ἐνεργείας ὑπολογιζομένης εἰς 7 kWh/m³ μόνον.

2) Ψύξις δι' ἐξατμίσεως (Σχῆμα 5) (7).

Κατὰ τὴν νέαν αὐτὴν, εἰς Ἰσραὴλ ἀναπτυχθεῖσαν, μέθοδον τὸ θαλάσσιον ὕδωρ, ἀφοῦ προψυγῆ



Σχ. 5. Ἀρχὴ τῆς μεθόδου ψύξεως δι' ἐξατμίσεως.

πλησίον τοῦ σημείου πήξεως, φέρεται εἰς δοχεῖον κενοῦ ὅπου ἐν μέρος ἐξατμίζεται ἀδιαβατικῶς ἐνῶ ἐν ἄλλο μέρος κρυσταλλοῦται. Ὁ πάγος ἀφοῦ πλυθῆ

Γ) Διάφοροι μέθοδοι (14)

1) Ἡλεκτροδιάλυσις.

Ἡ κλασσικὴ ἠλεκτρόλυσις ὡς τρόπος ἀφαλατώσεως εἶναι πολὺ ἀκριβή. Ἀντιθέτως μεγάλας δυνατότητας παρουσιάζει ἡ ἠλεκτροδιάλυσις, ἡ ὁποία εἶναι ὁ συνδυασμὸς ἠλεκτρολύσεως μὲ μεμβράνας περατὰς μόνον εἰς τὰ ἀνιόντα ἢ μόνον εἰς τὰ κατιόντα. Τὸ κόστος ἐπεξεργασίας ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν εἰς ἄλλας περιεκτικότητα τοῦ τροφοδοτούμενου καὶ τοῦ παραγομένου ὕδατος καὶ εἶναι ὅπωςδῆποτε χαμηλόν. Τὸ σοβαρώτερον ἴσως ἐμπόδιον ποῦ πρέπει νὰ ὑπερνικηθῆ εἶναι ἡ κατασκευὴ τῶν καταλλήλων μεμβρανῶν.

2) Ἀντίστροφος ὄσμωσις.

Ἐδῶ ἐπιδιώκεται ἡ διήθησις τοῦ ὕδατος μέσω μεμβρανῶν αἱ ὁποῖαι συγκροτοῦν τὸ μεγαλύτερον ποσοστὸν τῶν ἐν διαλύσει ἐνώσεων. Ἀπὸ θεωρητικῆς ἀπόψεως εἶναι ἡ ἀπλουστερά μεθόδος, συναντᾷ ὅμως ἀκόμη μεγάλας δυσκολίας εἰς τὸ θέμα τῆς κατασκευῆς ἡθμοῦ ὁ ὁποῖος νὰ συγκρατῆ πυκνὰ διαλύματα καὶ νὰ ἔχη τὴν ἀπαιτουμένην ἀντοχὴν ἐναντι τῆς πίεσεως τῆς διηθήσεως.

3) Ἀνταλλαγὴ ἰόντων.

Ἡ καθάρισις τοῦ ὕδατος μὲ ἰονανταλλακτικὰς ρητίνας θὰ καταστῆ οἰκονομικῶς ἐφαρμοσίμος μόνον

Πίναξ I.— Κόστος παροχῆς τοῦ ὕδατος (15) (εἰς δεχ./κ.μ.)

| | Ἡμερησίᾳ δυναμικότης | | |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------|------------|
| | κάτω τῶν 200 κ.μ. | μέχρι 2000 κ.μ. | 20000 κ.μ. |
| Τρέχουσαι τιμαὶ | | | |
| Γεωργία | 0,80 | 0,24 | 0,04—0,24 |
| Βιομηχανία | 0,80—40,00 | 0,16—8,00 | 0,16—0,65 |
| Παροχὴ κατ' οἶκον | 2,40—40,00 | 2,40—8,00 | 1,60—4,80 |
| Κόστος παραγωγῆς ἀπὸ θάλασσαν | | | |
| Ἀπόσταξις | | | |
| Ἀπλῆ | 24,0 | 8,0 | 6,0 |
| Πολυβάθμιος | 16,0 | 4,0—8,0 | 2,4—4,0 |
| Διὰ συμπίεσεως τῶν ἀτμῶν | 14,4 | 9,6 | 6,4 |
| Ἡλιακὴ | 24,0 | 20,0 | 16,0 |
| Κρυστάλλωσις | 6,0—16,0 | 4,0—8,0 | 2,0—4,0 |
| Ἐκχύλισις καὶ προσρόφησις | 24,0 | 20,0 | 16,0 |
| Ὄσμωσις | 24,0 | 16,0 | 12,0 |
| Ἀνταλλαγὴ ἰόντων | | | |
| Θαλάσσιον ὕδωρ | 120,0 | 96,0 | 80,0 |
| » (θερμικὴ ἀναγέννησις) | 48,0 | 24,0 | 16,0 |
| Ὑφάλμυρον ὕδωρ (0,35% ἅλατα) | 48,0 | 32,0 | 24,0 |
| Ἡλεκτροδιάλυσις | | | |
| Θαλάσσιον ὕδωρ | 12,0 | 8,0 | 4,8—8,0 |
| Ὑφάλμυρον ὕδωρ (0,35% ἅλατα) | 2,4 | 2,0 | 1,2 |

φέρεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τοὺς δημιουργηθέντας ἀτμοὺς ὁπότε τήκεται καὶ οἱ ἀτμοὶ ὑγροποιοῦνται καὶ προκύπτει καθαρὸν ὕδωρ. Μία τοιαύτη ἐγκατάστασις δυναμικότητος 1000 κ.μ. ἡμερησίως ἐπρόκειτο νὰ τεθῆ ἐν λειτουργίᾳ εἰς τὸ Ἰσραὴλ ἔντος τοῦ 1961.

ὅταν εὐρεθῆ εὐθηνὸς τρόπος ἀναγεννήσεως τῶν ρητινῶν.

4) Πυρηνικὴ ἐνέργεια (9).

Ἐχουν προταθῆ πολλοὶ τρόποι χρησιμοποίησεως τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας διὰ τὴν ἀφαλάτωσιν, ἐν

συνδυασμῶ μάλιστα καὶ μετὰ τὴν ἀξιοποίησιν τῶν ραδιενεργῶν ἀπορριμμάτων. Πάντως μόνον πολὺ μεγάλα ἐγκαταστάσεις ἀποδόσεως 100.000 κ.μ. ἡμερησίως καὶ ἄνω δύνανται νὰ ἀποδώσουν εὐθὴν ὕδωρ.

5) Ἐκχύσεις.

Μελετᾶται ἡ χρησιμοποίησις ὀργανικοῦ διαλύτου, ὁ ὁποῖος νὰ μὴ διαλύῃ τὰ ἅλατα καὶ νὰ ἀναμιγνύεται μετὰ τὸ ὕδωρ π.χ. ἐν ψυχρῶ, καὶ ἐν θερμῶ νὰ διαχωρίζονται αἱ στιβάδες. Ἔχουν προταθῆ πολλὰ διαλυτικά τῶν τάξεων τῶν ἀμινῶν, τῶν πυριδινῶν, τῶν αἰθέρων καὶ τῶν ἀμινοαιθέρων καὶ φαίνεται ὅτι ἡ μέθοδος παρουσιάζει ὠρισμένης δυνατότητας ἐφαρμογῆς.

Ἐξ ὅλων τῶν συζητουμένων ἢ ἐν ἐφαρμογῇ μεθόδων οὐδεμία ἔχει τὴν δυνατότητα νὰ ἐπικρατήσῃ ἐκτοπίζουσα ἀπολύτως τὰς ἄλλας. Ἡ ἐκλογή τῆς καταλληλοτέρας δι' ἐκάστην περίπτωσιν θὰ ἐξαρτηθῆ ἀπὸ πολλοὺς παράγοντας, ὡς εἶναι ἢ εἰς ἄλλας περιεκτικότης τοῦ ὕδατος, ἢ διαθέσιμος μορφή ἐνεργείας, ἢ ἀπαιτούμενη δυναμικότης, αἱ κλιματικαὶ συνθῆκαι κ.λ.π.

Ὁ παρατιθέμενος πίναξ κόστους παραγωγῆς κατὰ μέθοδον, ἀναλόγως τῆς δυναμικότητος, ἐδημοσιεύθη τὸ 1955 (15) καὶ αἱ τιμαὶ δὲν ἔχουν ἀπόλυτον ἀξίαν, δύνανται ὅμως νὰ χρησιμεύσουν ὡς βᾶσις συγκρίσεως.

Ἐν συμπεράσματι δύνανται νὰ λεχθῆ μετὰ βεβαιότητος ὅτι, ὅπως θὰ δείξῃ καὶ τὸ προσεχὲς συνέδριον, τὸ παγκόσμιον πρόβλημα τῆς λειψυδρίας θὰ εὖρη συντόμως περισσοτέρας τῆς μιᾶς λύσεις, γεγονὸς τὸ ὁποῖον θὰ συμβάλῃ εἰς τὴν ὑδροευσιν τῶν πόλεων, τὴν ἄρδευσιν τῶν ἀγόνων ἐκτάσεων καὶ τὴν τροφοδότησιν τῶν βιομηχανιῶν.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Entsalzung des Wassers

VON STEFANOS A. KONSTAS

Es werden die letzten Entwicklungen und Tendenzen auf dem Gebiet der Entsalzung des

Wassers, auf dem sich rasche Fortschritte abzeichnen, beschrieben. Die Verfahren sind in drei Gruppen eingeteilt, nämlich a) Verdampfung, b) Kristallisation und c) verschiedene andere Methoden.

Da es unmöglich ist, alle bisher vorgeschlagenen Methoden hier zu erwähnen, wurde eine Auswahl derjenigen getroffen, welche bisher am verbreitetsten sind oder neue Wege auf diesem Gebiet öffnen.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Strobel J.J. : *Chem. Eng. Progress*, 57, 37 (1961).
2. Karnofsky G. : *Chem. Eng. Progress*, 57, 42 (1961).
3. Othmer D.F., Benenati R.F., Goulandris G.C. : *Chem. Eng. Progress*, 57, 47 (1961).
4. Woodward T. : *Chem. Eng. Progress*, 57, 52 (1961).
5. Standiford F.C., Sinek J.R. : *Chem. Eng. Progress*, 57, 58 (1961).
6. Clark R.L., Bromley L.R.A. : *Chem. Eng. Progress*, 57, 64 (1961).
7. *Oil and Gas International*, Sept. 1961, V. 1, N. 9, 55.
8. Brancker A.V. : *The Industrial Chemist*, October 1960, 459.
9. *Phys. Blätter*, 17, No 4, 49 (1961).
10. *Brit. Chem. Eng.*, 5, 902 (1960).
11. *Chem. Eng. Progress*, 57, 94 (1961).
12. *Sea Water Conversion Programme*, Univ. of California. Berkeley Progress Reports, Series No. 75, Issue No. 23, August 1960.
13. Kirschbaum C.R. : *VMF Review* II, 259 (1961).
14. *Saline Water Conversion*, Proceedings of a Symposium, 4-6 Nov. 1957, 1-459, Publication 568, National Academy of Sciences—National Research Council, Washington, D.C.
15. Gililand E.R. : *Ind. Eng. Chem.* 47, 2410 (1955).

(Εἰσήχθη τῇ 27ῃ Ἰανουαρίου 1962)