

Αἱ ἀρχαὶ τῆς ἐφηρμοσμένης χημικῆς - τεχνικῆς

Δρος ΑΝΑΣΤ. ΚΩΝΣΤΑ Χημικοῦ - Τεχνικοῦ Συμβούλου.

Ὁ Δρ Ἄναστ. Κώνστας προσκληθεὶς ὑπὸ τοῦ Συνδέσμου Χημικῶν Βορείου Ἑλλάδος ἔδωσε εἰς τὸ ἐντευκτήριον τοῦ Συνδέσμου εἰς Θεσσαλονίκην τὴν 7ην, 8ην καὶ 10ην Φεβρουαρίου ἐ. ἔ. τρεῖς ὁμιλίαις ὑπὸ τύπον σεμιναρίου ἐπὶ θεμάτων ἀναγομένων εἰς τὸ ἔργον τοῦ χημικοῦ καὶ τοῦ χημικοῦ - μηχανικοῦ κατὰ τὴν μελέτην, τὴν ἴδρυσιν καὶ τὴν λειτουργίαν τῶν χημικῶν ἐργοστασίων ὡς καὶ εἰς τὴν ἀνάπτυξιν τῆς χημικῆς βιομηχανίας τῆς Ἑλλάδος.

Εἰς ἓνα χημικὸν ἐργοστάσιον λαμβάνουν χώραν ἀφ' ἑνὸς χημικαὶ καὶ ἀφ' ἑτέρου φυσικαὶ κατεργασίαι διὰ τῶν ὁποίων ἐπιτυγχάνεται ἡ παραγωγή ἀπὸ τὰς πρώτας ὕλας τῶν τελικῶν προϊόντων.

Ὁ κλάδος ἐκεῖνος τῆς Τεχνικῆς, ὁ ἀσχολούμενος μὲ τὴν μελέτην καὶ τὴν διεξαγωγὴν τῶν διαφόρων αὐτῶν κατεργασιῶν, ἀποτελεῖ τὴν Ἐφηρμοσμένην Χημικὴν - Τεχνικὴν. Χημεία, Φυσικὴ, Φυσικοχημεία καὶ Μαθηματικὰ ἀποτελοῦν τὴν βάσιν τῆς Ἐφηρμοσμένης Χημικῆς - Τεχνικῆς.

Τὸ ἔργον τοῦ χημικοῦ ἢ τοῦ χημικοῦ - μηχανικοῦ τοῦ ἀσχολουμένου εἰς τὴν βιομηχανίαν εἶναι ἡ μελέτη, ἡ κατασκευὴ καὶ ἡ λειτουργία τῶν συσκευῶν καὶ τῶν ἐγκαταστάσεων εἰς τὰς ὁποίας ἐπιτελοῦνται αἱ χημικαὶ καὶ φυσικαὶ μεταβολαί.

Αἱ διάφοροι χημικαὶ καὶ φυσικαὶ κατεργασίαι δὲν γίνονται συνήθως χωριστά, ἀλλ' εἰς τὰς περισσοτέρας περιπτώσεις συνδυάζονται καὶ ἐκτελοῦνται συγχρόνως. Π.χ. διὰ νὰ λάβῃ χώραν μία χημικὴ ἀντίδρασις, χρειάζεται θερμάνσις τῶν ἀντιδρώντων ὑλικῶν. Ὁ συνηθέστερος τρόπος ἐργασίας, εἶναι ἡ ἀνάμειξις καὶ θέρμανσις τούτων, ὅποτε ἔχομεν συγχρόνως 2 φυσικὰ κατεργασίας, τὴν ἀνάμειξιν καὶ τὴν θέρμανσιν καὶ μίαν χημικὴν. Εἶναι ἐπίσης ἐνδεχόμενον τὸ παραγόμενον προϊόν τῆς ἀντιδράσεως νὰ εἶναι πηκτικόν, ὅποτε συνδυάζεται καὶ ὁ διαχωρισμὸς τούτου, δι' ἐξατμίσεως, δηλαδὴ καὶ τρίτη φυσικὴ κατεργασία.

Αἱ κατασκευαστικαὶ μελέται καὶ ἡ κατασκευὴ καὶ συναρμολόγησις τῶν συσκευῶν καὶ μηχανημάτων εἰς τὰς ὁποίας ἐπιτελοῦνται αἱ χημικαὶ καὶ φυσικαὶ κατεργασίαι, ἀποτελοῦν ἔργον τοῦ μηχανολόγου, ὁ ὁποῖος θὰ μελετήσῃ τὰς κατασκευαστικὰς λεπτομερείας καθοδηγούμενος ὅμως πάντοτε ἀπὸ τὴν σκέψιν ὅτι ἡ συσκευὴ πὸν θὰ κατασκευάσῃ δὲν θὰ εἶναι μόνον τὸ ἀποτέλεσμα τεχνικῶν ὑπολογισμῶν, ἀλλὰ μία συσκευὴ πὸν θὰ πρέπῃ νὰ λειτουργήσῃ καὶ νὰ ἐκπληρώσῃ ἓνα ὁρισμένον σκοπόν. Εἰς τοῦτο θὰ συμβάλῃ ἡ συνεργασία τοῦ χημικοῦ.

Χημικαὶ κατεργασίαι.

Χημικὴ κατεργασία εἶναι ἡ εἰς βιομηχανικὴν κλίμακα ἐκτέλεσις μιᾶς χημικῆς ἀντιδράσεως. Θὰ ἔχωμεν συνεπῶς τόσας μορφὰς χημικῶν κατεργασιῶν ὅσας καὶ ἐφαρμοζόμενας εἰς τὴν βιομηχανίαν χημικὰς ἀντιδράσεις. Τὰς ἀντιδράσεις αὐτὰς μποροῦμε νὰ κατατάξωμεν εἰς μεγάλας ομάδας.

Μερικαὶ μεγάλαὶ ομάδες ἀντιδράσεων εἶναι αἱ ὀξειδώσεις, αἱ ἀναγωγαί, ἀλογονώσεις, νιτρώσεις,

σουλφονώσεις, ὑδρολύσεις, ἑστεροποιήσεις, ἰσομεριώσεις, πολυμερισμοί, συμπυκνώσεις, ἀλκυλιώσεις, αἱ ἀντιδράσεις τῶν πυρρικών ἀλάτων καὶ πλήθος ἄλλων διὰ τῶν ὁποίων ἐκτελοῦνται αἱ κατεργασίαι τῶν ἀνοργάνων καὶ ὀργανικῶν χημικῶν βιομηχανιῶν.

Τὰ μέσα μὲ τὰ ὁποία ἐπιτυγχάνεται ἡ ἐκτέλεσις τῶν ἀντιδράσεων αὐτῶν εἶναι πάρα πολλά. Εἰς τὴν κατηγορίαν τῶν ὀξειδώσεων μποροῦμε νὰ ὑπαγάγωμεν τὰς διαφόρους καύσεις, πὸν ἔχουν τόσον μεγάλην σημασίαν καὶ τόσον πολλὰς ἐφαρμογὰς. Μὲ τὴν καύσιν τῶν στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων καυσίμων παράγεται θερμότης μὲ τὴν ὁποίαν παράγομεν ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν ἢ ἀτμὸν ἢ θερμαινομεν τὰς συσκευὰς ἐκτέλεσεως τῶν διαφόρων κατεργασιῶν κλπ. Τὰ φαινόμενα τῆς καύσεως διέπονται ἀπὸ τοὺς νόμους τῆς κινητικῆς καὶ τῆς ἰσορροπίας τῶν ἀντιδράσεων, ἢ δὲ ἐκμετάλλουσι τῆς παραγομένης θερμότητος διέπεται ἀπὸ τοὺς φυσικοὺς νόμους τῆς ἀκτινοβολίας καὶ τῆς ἐξ ἐπαφῆς θερμάνσεως. Ἄλλα μέσα πρὸς ἐπιτέλεσιν τῶν ἀντιδράσεων, εἶναι ἡ φρυξίς, ἡ πυρρόλυσις, ἡ ἠλεκτρολύσις, αἱ διάφοροι ζυμώσεις, ἢ κατὰλλους καὶ ἄλλα.

Ὡς γνωστὸν αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις διέπονται ἀπὸ ὁρισμένας ἀρχὰς καὶ νόμους.

Βασικῶς ἰσχύει τὸ ἀξίωμα τῆς διατηρήσεως τῆς ὕλης πὸν ὀρίζει ὅτι τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν προϊόντων εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν ἀντιδρώντων ὑλικῶν. Τὰ θερμοδυναμικὰ ἀξιώματα, οἱ νόμοι τῆς θερμοχημείας, τῶν ἰδεωδῶν καὶ τῶν πραγματικῶν ἀερίων, τῶν ὑγρῶν, τῶν διαλύσεων καὶ τῶν στερεῶν, ἡ χημεία τῶν κolloειδῶν, ὁ κανὼν τῶν φάσεων καὶ τέλος ἡ κινητικὴ καὶ ἡ ἰσορροπία τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων ἀποτελοῦν ἀπαραίτητα ἐφόδια, ἐνῶ ἡ ἄγνοια τούτων μπορεῖ νὰ προκαλέσῃ πολὺ ὀνησαρέστους ἐκπλήξεις. Ὑπάρχει ἐπ' αὐτοῦ ἓνα κλασικὸν παράδειγμα.

Ὡς γνωστὸν ὁ γαιάνθραξ εἰς τὰς ὑψικαμίνας ἐκτελεῖ δύο προορισμούς, ἀφ' ἑνὸς μὲν διὰ τῆς καύσεώς του ἀνεβάζει τὴν θερμοκρασίαν ὅσον χρειάζεται διὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῆς ἀναγωγῆς τῶν ὀξειδίων καὶ διὰ τὴν τήξιν τοῦ παραγομένου σιδήρου, ἀφ' ἑτέρου δὲ τὸ κατὰ τὴν καύσιν παραγόμενον μονοξείδιον τοῦ ἀνθρακος ἀνάγει τὸ ὀξείδιον πρὸς μεταλλικὸν σίδηρον. Ἄλλα τὰ ἀπερχόμενα ἀέρια περιέχουν ἀκόμη 25-30% μονοξείδιον, ἐσκέφθησαν λοιπὸν κάποτε, ὅταν ἀκόμη δὲν ἦσαν ἐπαρκῶς γνωστοὶ οἱ νόμοι τῆς χημικῆς ἰσορροπίας, ὅτι ἐὰν ἐδίδον μεγαλύτερον ὕψος εἰς τὴν ὑψικαμίνα διὰ νὰ παρατείνον τὴν διάρκειαν ἐπαφῆς τῶν ἀπερχομένων ἀερίων μὲ τὸ μετάλλευμα, τότε θὰ

ἔπρεπε νὰ μειωθῆ τὸ ποσοστὸν τοῦ μονοξειδίου καὶ νὰ ἐπιτευχθῆ συννεπῶς οἰκονομία γαιάνθρακος. Κατεσκευάσαν λοιπὸν νέαν ὑψικάμινον κατὰ 30 μέτρα ὑψηλοτέραν, ἀλλὰ περιέτρως ἢ σύνθεσις τῶν ἀερίων δὲν ἄλλαξε διότι εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 800°-900° τὴν ἐπικρατοῦσαν εἰς τὴν ζώνην τῆς ἀναγωγῆς τῶν ὀξειδίων, ἡ ἀντίδρασις $2CO=C+CO_2$ ἔχει ἓνα σημείον ἰσορροπίας ποῦ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν περιεκτικότητά εἰς μονοξειδίον 25-30%.

Τὸ παράδειγμα αὐτὸ εἶναι ἀρκετὸν διὰ νὰ καταδείξῃ τὴν σημασίαν ποῦ ἔχει ἡ ἐφαρμογὴ τῶν ἐπιστημονικῶν γνώσεων εἰς τὴν πρᾶξιν.

Διὰ τὴν ἐφαρμογὴν τῶν νόμων ἀπαιτεῖται γνώσις τῶν σταθερῶν καὶ τῶν ιδιοτήτων τῶν ἐνώσεων ποῦ λαμβάνουν μέρος εἰς τὰς ἀντιδράσεις. Εὐτυχῶς πίνακες τῶν διαφόρων ἐγχειριδίων, μᾶς δίδουν τὰς ιδιότητας τῶν διαφόρων χημικῶν ἐνώσεων, τὰ σημεία τήξεως καὶ βρασμοῦ, τὰς λανθανούσας θερμοτήτας, τὰς διαλυτότητας, τὰ εἶδ. βάρος, τὰς ηλεκτρικὰς σταθερὰς καὶ πολλὰς ἄλλας ιδιότητας. Ἡ μελέτη εἰς τὰ χημικὰ ἐργαστήρια καὶ αἱ φυσικοχημικαὶ γνώσεις μας, θὰ ἔλθουν νὰ συμπληρώσουν καὶ νὰ καλύψουν ἄγνωστα σημεία καὶ νὰ ἐπαληθεύσουν τὰ ἀποτελέσματα τῶν θεωρητικῶν ὑπολογισμῶν.

Φυσικαὶ κατεργασίαι.

Αἱ φυσικαὶ κατεργασίαι ἔχουν ὡς σκοπὸν νὰ συμβάλουν εἴτε εἰς τὴν ἐκτέλεσιν χημικῶν ἀντιδράσεων, εἴτε εἰς τὴν μεταβολὴν τῆς φυσικῆς καταστάσεως, τὴν ἀλλαγὴν θέσεως, τὴν ἀνάμιξιν ἢ τὸν διαχωρισμὸν τῶν ὑπὸ κατεργασίαν ὑλικῶν, εἴτε τὴν σύγχρονον ἐκτέλεσιν περισσοτέρων τῆς μιᾶς τῶν ἀνωτέρω κατεργασιῶν. Ἀναλόγως πρὸς τὴν κατάστασιν ποῦ εὐρίσκονται τὰ κατεργαζόμενα ὑλικά διακρίνομεν δι' ἐκάστην περίπτωσιν κατεργασίαν στερεῶν ἢ ὑγρῶν ἢ ἀερίων.

Σ τ ε ρ ε ἄ.

Ὅταν ἡ πρώτη ὕλη μιᾶς βιομηχανίας εἶναι στερεὰ τότε πρὸ πάσης κατεργασίας προηγεῖται συνήθως θραύσις καὶ ἄλεσις. Σκοπὸς τῶν κατεργασιῶν αὐτῶν εἶναι ἡ αὔξησις τῆς ἀντιδράσεως ἐπιφανείας καὶ συννεπῶς διευκόλυνσις τῆς ἀντιδράσεως, εἶναι δὲ καταπληκτικὴ ἢ ἐπιτυγχανομένη αὔξησις τῆς ἐπιφανείας. Οὕτω κύβος ἔχων πλευρὰν ἴσην πρὸς 10 ἐκατοστόμετρα ἔχει ἐπιφάνειαν 0,06 μ², ἐνῶ ἂν θραυσθῆ εἰς κύβους ἔχοντας πλευρὰν ἴσην πρὸς 1 χιλιοστὸν τότε δημιουργοῦνται 1.000.000 κύβοι ἔχοντες ἐπιφάνειαν ἴσην πρὸς 6 μ².

Θεωρητικῶς θὰ ὄφειλε τὸ ἀπαιτούμενον διὰ τὴν ἄλεσιν ἔργον νὰ εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὴν δημιουργουμένην ἐπιφάνειαν, δηλαδὴ διὰ νὰ θραύσωμεν ἓνα ὑλικὸν εἰς κόκκους τοῦ 1 χιλ. θὰ ὄφειλε νὰ καταναλώσωμεν 10πλάσιον ἔργον ἀπὸ τὸ ἀπαιτούμενον διὰ νὰ τὸ θραύσωμεν εἰς κόκκους τοῦ 1 ἐκατ. ἀλλ' εἰς τὴν πρᾶξιν τὰ ἀποτελέσματα εἶναι πολὺ πλέον πολύπλοκα.

Παρὰ τὸ πλῆθος τῶν θεωρητικῶν ἐργασιῶν ποῦ ἔχουν γίνεσθαι ἐπὶ τοῦ πεδίου τούτου αἱ κατεργασίαι αὐταὶ ἐξακολουθοῦν νὰ βασίζονται ἐπὶ ἐμπειρικῶν κανόνων. Αἱ μηχαναὶ θραύσεως καὶ ἄλεσεως ἔχουν πολὺ μικρὸν ἐνεργειακὸν βαθμὸν ἀποδόσεως δύνανται δὲ νὰ ὑπαρχοῦν εἰς μεγάλας κατηγορίας ὅπως π. χ. εἰς μασητήρας, σφυρομύλους, κυλινδρομύλους, σφαιρομύλους κλπ.

Διὰ τὴν μεταφορὰν τῶν στερεῶν χρησιμοποιοῦνται μηχανήματα διαφορωτάτων τύπων ὅπως εἶναι οἱ μεταφορικὸι κοχλῆαι, ἀτέρωμονες ταινίαι, ἀναβατόρια, ἀνελκυστήρες, βαγόνα, πνευματικαὶ μεταφοραὶ κλπ. Δι' ἐκάστην περίπτωσιν, ἀπαιτεῖται ἡ ἐκλογὴ τοῦ καλλίτερον προσαρμοζομένου τύπου.

Ἡ ἀνάμιξις τῶν διαφόρων ὑλικῶν εἶναι μία ἀρκετὰ πολὺπλοκος ἐργασία. Ἄν φέρωμεν δύο, ὑλικά εἰς ἓν δοχεῖον καὶ ἀρχίσωμεν τὴν ἀνάμιξιν, παρακολοθῶμεν δὲ διὰ συνεχῶν δειγματοληψιῶν τὴν ὁμοιογένειαν τοῦ μίγματος, βλέπομεν ὅτι ἡ ὁμοιογενοποίησις ἀκολουθεῖ μίαν καμπύλην σχήματος ὑπερβολῆς. Ἡ ταχύτης τῆς περιστροφῆς τῶν ἀναμικτήρων, ἐπιηρεάζει μέχρις ἐνὸς σημείου ἐνδοικῶς τὴν ἀνάμιξιν τῶν ὑλικῶν, ἀλλὰ πέραν τούτου ἀφ' ἐνὸς ἡ ἀπαιτούμενη ἰσχὺς αὐξάνει δυσαναλόγως πρὸς τὸ ἀποτέλεσμα καὶ ἀφ' ἑτέρου κινδυνεύομεν νὰ προκαλέσωμεν φνυγοκεντρικὸς διαχωρισμοὺς. Ὁ ὑπολογισμὸς τῆς ἰσχύος τῶν ταράκτρων βασίζεται ἐπὶ ἐμπειρικῶν τύπων, ἀλλὰ δύναται νὰ ἐκτελεσθῆ μὲ ἀρκετὴν προσέγγισιν.

Ὁ διαχωρισμὸς τῶν στερεῶν εἰς συστατικὰ διαφόρου συνθέσεως, ἀποτελεῖ δύσκολον πρόβλημα. Αἱ ἐφαρμοζόμεναι μέθοδοι, βασίζονται εἰς κοσκίνισμα, διαλογὴν διὰ ρεύματος ἀερίων ἢ ὑγρῶν, εἰς ἐπίπλευσιν, καθίζησιν, μαγνητικὴν διαλογὴν κλπ. Προκειμένου περὶ ὑλικῶν μὴ ἐπαρκῶς γνωστῶν, συνιστάται ἡ ἐκτέλεσις δοκιμῶν ὄχι μόνον εἰς ἐργαστηριακὴν ἀλλὰ καὶ εἰς ἡμιβιομηχανικὴν κλίμακα.

Διὰ τὸν διαχωρισμὸν στερεῶν ἀπὸ ὑγρῶν, αἱ συνήθως ἐφαρμοζόμεναι μέθοδοι εἶναι ἡ καθίζησις, ἡ φνυγοκέντρησις, ἡ διήθησις καὶ ἡ ἐκθλιψις. Ἡ ὀριακὴ ταχύτης τῆς ἀποθέσεως ἰζημάτων μικρῶν διαστάσεων ἀκολουθεῖ μὲ ἰκανὴν προσέγγισιν τὸν γνωστὸν ἀπὸ τὴν Φυσικὴν νόμον τοῦ Stokes.

Εὐρυτάτην ἐφαρμογὴν ἔχουν αἱ ἀνωτέρω κατεργασίαι εἰς τὴν προπαρασκευήν, διαλογὴν καὶ ἐμπλουτισμὸν τῶν μεταλλευμάτων.

Ἐνῶ εἰς τὴν διήθησιν ἔχομεν κίνησιν τῶν κόκκων διὰ τοῦ ὑγροῦ, εἰς τὴν διήθησιν ἔχομεν ἀντιθέτως ῥοὴν ὑγροῦ διὰ μέσου τῆς στοιβάδος τῶν κόκκων. Οἱ συντελεσταὶ ποῦ ὀρίζουν τὴν ῥοὴν εἶναι τὸ μέγεθος καὶ ἡ μορφή τῶν κόκκων, τὸ ἰξῶδες, ὁ ἀριθμὸς Reynolds καὶ ἡ δρῶσα δύναμις, ἡ ὁποία κατὰ τὴν διήθησιν εἶναι ἡ πίεσις ποῦ ἐξασκοῦμεν ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ.

Ὁ κλασικὸς τύπος τῶν βιομηχανικῶν φίλτρων εἶναι τὸ φίλτροπιστήριον, ὑπάρχουν ὅμως καὶ πολλοὶ νεώτεροι τύποι φίλτρων περιοδικῆς ἢ συνεχοῦς λειτουργίας.

Ρ ε ν σ τ ἄ.

Οἱ νόμοι οἱ διέποντες τὴν κίνησιν τῶν ὑγρῶν, τῶν ἀερίων καὶ τῶν ἀτμῶν, εἶναι κοινοὶ διὰ τὰ ρευστὰ αὐτά, καὶ αἱ ἐφαρμογαὶ τούτων ἔχουν μεγάλην σημασίαν διὰ τὴν διὰ ῥοῆς μεταφορὰν αὐτῶν. Αἱ διαφοροὶ βασικαὶ ιδιότητες ὅπως εἶναι τὸ εἶδ. βάρος, ἡ ταχύτης ῥοῆς, τὸ ἰξῶδες, ἡ μορφή καὶ αἱ διαστάσεις τῶν ἀγωγῶν, συνδέονται μεταξύ των μὲ τὸν ἀδιάστατον ἀριθμὸν Reynolds, μὲ τὸν ὁποῖον ἐλέγχεται τὸ εἶδος τῆς ῥοῆς, ἂν δηλαδὴ εὐρίσκειται εἰς τὴν περιοχὴν τῆς ἠρέμου ἢ τῆς στρωβιλώδους ῥοῆς καὶ ἐν συνεχείᾳ ὑπολογίζονται ὅλα τὰ φαινόμενα ῥοῆς καὶ τὰ μέσα μεταφορᾶς τοῦ ρευστοῦ.

Μεταφοραὶ ρευστῶν ἐκτελοῦνται διὰ σωλῆνων, εἶναι δὲ ἀπαραίτητος ἡ ἀκριβὴς γνώσις τῶν τριβῶν

ζοῆς, διὰ τὰ καθορισθῶν αἱ οικονομικώτεροι διαστάσεις τῶν σωληνώσεων, ἰδίως δταν πρόκειται περὶ μεταφορῶν εἰς ἀποστάσεις ἑκατοντάδων καὶ χιλιάδων χιλιομέτρων, ὅπως συμβαίνει διὰ τοὺς ὑγροὺς καὶ ἀερίους ὑδρογονάνθρακας τοῦ πετρελαίου. Αἱ διὰ τὰς μεταφορὰς αὐτὰς χρησιμοποιούμεναι ἀντλῖαι καὶ συμπιεσταὶ διαφορωτάτων τύπων, κατατάσσονται εἰς δύο μεγάλας κατηγορίας, τὰς ἐμβολοφόρους καὶ τὰς περιστροφικὰς. Ἡ σημερινὴ τάσις ἐδουτέρας ἐφαρμογῆς τῶν περιστροφικῶν ἀντλιῶν, ὀφείλεται εἰς τὴν ὁμαλοτέραν λειτουργίαν καὶ προέρχεται ἀπὸ τὴν συνεχῆ βελτίωσιν τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως τούτων, συντελεῖ δὲ εἰς τοῦτο καὶ ἡ χαμηλότερα τιμὴ των.

Εἰς τὰ ἀέρια πλὴν τῆς ἀπλῆς μεταφορᾶς, ἔχομεν καὶ τὰς περιπτώσεις συμπίεσεως ἢ δημιουργίας κενοῦ. Ἡ συνθετικὴ χημεία, χρησιμοποιεῖ ὡς γνωστὸν ὑψηλὰς πιέσεις, διὰ τὴν ἐπιτέλεσιν τῶν ἀντιδράσεων. Διὰ τὴν ἀπόκτησιν τῶν ὑψηλῶν αὐτῶν πιέσεων, χρησιμοποιοῦνται συμπίεσταὶ διαφορωτάτων τύπων μονοβάθμιοι ἢ πολυβάθμιοι. Ἐξ ἄλλου διὰ τὰ ἐπιτύχωμεν ὑποβιβασμὸν τῆς θερμοκρασίας ἀποστάξεως οὐσιῶν μὲ χαμηλὴν τάσιν ἀτμῶν, καταφεύγομεν εἰς πολὺ χαμηλὰς πιέσεις ἢ μᾶλλον εἰς ὑψηλὸν κενόν, ὅπως ἐπεκράτησε νὰ λέγεται. Ἰδιαιτέρως ἡ μοριακὴ ἀπόσταξις, ἀπαιτεῖ πιέσεις τῆς τάξεως ἐλαχίστων χιλιοστῶν τοῦ χιλιοστομέτρου ὑδρογυρικής στήλης. Διὰ τὴν δημιουργίαν ὑψηλοῦ κενοῦ, χρησιμοποιοῦνται πλὴν τῶν μηχανικῶν ἀντλιῶν καὶ φουσητῆρες λειτουργοῦντες δι' ἀτμοῦ ἢ δι' ἄλλων ρευστῶν.

Μεταφορὰ θερμοτήτος καὶ ὕλης.

Εἰς τὴν κατηγορίαν αὐτὴν ὑπάγονται αἱ περισσότεραι καὶ αἱ σπουδαιότεραι κατεργασίαι τῆς Χημικῆς - Μηχανικῆς.

Ἡ θέρμανσις καὶ ἡ ψύξις, μὲ τὰς ἀπείρους ἐφαρμογὰς των, ἀποτελοῦν μεταφορὰν θερμοτήτος ἀπὸ μιᾶς φάσεως εἰς τὴν ἄλλην. Εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς συμπυκνώσεως διαλυμάτων, ἡ ἐξάτμισις ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τὴν προσφορὰν θερμοτήτος, ἐνῶ κατὰ τὴν ξήρανσιν ἢ κατὰ τὴν κλασματικὴν ἀπόσταξιν, ἡ ἐξέλιξις τῶν κατεργασιῶν αὐτῶν εἶναι συνέπεια συνεχῶς ἀποκαταστάσεως ἰσορροπίας μεταξὺ δύο φάσεων, ὡς ἀποτέλεσμα τῆς μεταφορᾶς θερμοτήτος καὶ ὕλης.

Αἱ μεταφοραὶ αὐταὶ συνοδεύονται πάντοτε ἀπὸ μεταφορὰν κινητικῆς ἐνεργείας, ὅλα δὲ τὰ φαινόμενα αὐτὰ ἐπιδροῦν ἐπ' ἀλλήλων κατὰ τρόπον σημαντικώτατον, διότι αἱ ὕλικαι καὶ αἱ θερμοικαὶ μεταφοραὶ δὲν λαμβάνουν χώραν μόνον διὰ φαινομένων διαπιδύσεως ἀλλὰ καὶ διὰ ρευμάτων προκαλούντων ἀνακίνησιν μέσα εἰς τὰ ρευστά, ὑγρὰ ἢ ἀέρια. Ἐξ ἄλλου καὶ κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν χημικῶν ἀντιδράσεων, παίζον σπουδαιότατον ρόλον αἱ μεταφοραὶ θερμοτήτος καὶ ὕλης, ὅχι μόνον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῶν τούτων τῶν συσκευῶν, ἀλλὰ καὶ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῶν χρησιμοποιουμένων καταλυτῶν.

Ἐὰν ἐξετάσωμεν χωριστὰ τὰς μεταφορὰς αὐτὰς ὡς στοιχειώδεις κατεργασίας, βλέπομεν ὅτι παρουσιάζουν μεταξὺ των μίαν πλήρη ἀναλογίαν. Εἰς ὅλας τὰς περιπτώσεις, ἡ ἐξέλιξις τῶν φαινομένων εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν διαφορὰν θερμοκρασίας, πυκνότητος καὶ κινήσεως, ἐκφράζεται δὲ μὲ ἀντιστοίχους δι' ἑκάστην περίπτωσιν συντελεστάς.

Ὡς γνωστὸν ἡ θερμοτήτης μεταδίδεται δι' ἀκτινοβολίας, δι' ἀγωγιμότητος καὶ διὰ μεταφορᾶς. Ἡ δι' ἀκτινοβολίας μετάδοσις ἀκολουθεῖ τὸν γνωστὸν ἀπὸ τὴν Φυσικὴν νόμον τῶν Stefan - Boltzmann κατὰ τὸν ὁποῖον τὸ ποσὸν τῆς θερμοτήτος εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν τετάρτων δυνάμεων τῶν ἀπολύτων θερμοκρασιῶν τοῦ θερμοῦ καὶ τοῦ ψυχροῦ σώματος. Ἡ ἀγωγιμότης εἶναι κατ' εὐθείαν ἀνάλογος πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν θερμοκρασιῶν. Ἡ διὰ μεταφορᾶς θέρμανσις λαμβάνει χώραν διὰ τῆς μεσολαβήσεως ἐνὸς ρευστοῦ ἀερίου, ἀτμοῦ ἢ ὑγροῦ, εἶναι δὲ καὶ αὕτη κατ' εὐθείαν ἀνάλογος πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν θερμοκρασιῶν. Πλὴν τούτου ὑπεισέρχονται οἱ διάφοροι εἰδικοὶ συντελεσταὶ οἱ ὁποῖοι ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὰ ὕλικά στερεὰ ἢ ρευστὰ μεταξὺ τῶν ὁποίων γίνεται ἡ ἀνταλλαγὴ θερμοτήτος, εἶναι δὲ καταπληκτικὴ ἡ ἐργασία ποῦ ἔχει γίνεαι καὶ ποῦ γίνεται συνεχῶς πρὸς καθορισμὸν τῶν συντελεστῶν αὐτῶν ὑπὸ τὰς διαφορωτάτας συνθήκας. Οἱ ἐναλλακτῆρες θερμοτήτος εἴτε ὀνομάζονται κάμνιοι ἢ ἀτμολέβητες, ἢ ἀποστακτῆρες, ἢ θερμοαντῆρες ἢ ψυγεῖα ἢ καὶ ὀπωσθήποτε ἄλλως, ἀποτελοῦν σημαντικώτατα στοιχεῖα τῶν διαφορῶν χημικῶν ἐργοστασιῶν καὶ ἀπὸ τὸν ἐπιτυχῆ ὕπολογισμὸν τούτων καὶ τὴν ἐπιτυχῆ κατασκευὴν των ἐξαρτᾶται κατὰ μέγα μέρος, ὅχι μόνον τὸ κόστος κατασκευῆς τοῦ ἐργοστασίου, ἀλλὰ καὶ ἡ ἐπιτυχῆς, οικονομικῆ καὶ ἀποδοτικῆ λειτουργία τούτου.

Αἱ μεταφοραὶ ὕλης, αἱ ὁποῖαι κατ' οὐσίαν ἀποτελοῦν ἀνταλλαγὴν ὕλης, ἀποτελοῦν ἐπίσης μίαν μεγάλην τάξιν κατεργασιῶν. Αἱ κατεργασίαι αὐταὶ εἶναι ἡ ἐκχύλισις στερεῶν καὶ ὑγρῶν, ἡ ἐξάχνωσις, ἡ ἐξάτμισις, ἡ ἀπόσταξις, ἀπλῆ ἢ κλασματικὴ, ἡ ὑγρανσις, ἡ ξήρανσις, ἡ ἐκπλυσις ἀερίων ἢ ἀτμῶν, ἡ ἀνάψυξις τοῦ νεροῦ ψύξεως καὶ πολλὰ ἄλλα. Παρὰ τὰς φαινομενικὰς διαφορὰς των ὅλαι αἱ κατεργασίαι αὐταὶ διέπονται ἀπὸ τοὺς ἰδίους βασικοὺς νόμους τῆς ἀνταλλαγῆς ὕλης μεταξὺ διαφορῶν φάσεων, εἶναι δὲ ἀξιοπαρατήρητον ὅτι τηρουμένων ὠρισμένων ἀναλογιῶν, μποροῦν νὰ ἐκφρασθοῦν μὲ τοὺς ἰδίους βασικοὺς τύπους ποῦ ἐκφράζον καὶ τὰς θερμοικὰς ἀνταλλαγὰς. Ὅπως καὶ εἰς τὰς θερμοικὰς ἀνταλλαγὰς ἡ ἐναλλαγὴ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς μεταξὺ τῶν φάσεων, ἀνάλογος πρὸς τὴν διαφορὰν θερμοκρασίας καὶ ἀνάλογος πρὸς ἕνα συντελεστὴν μεταφορᾶς ὕλης. Ὁ συντελεστῆς αὐτὸς εἰς τὰ ἀκίνητα ἀέρια συστήματα, μπορεῖ νὰ μελετηθῆ μὲ βάσιν τὴν κινητικὴν θεωρίαν τῶν ἀερίων, ἐνῶ διὰ τὰ διαλύματα, ἡ δρῶσα δύναμις εἶναι ἡ διαφορὰ πυκνότητος ἐκφραζομένη ὡς ὠμοστικὴ πίεσις καὶ ἐκδηλομένη ὡς διαπιδύσις, εἰς δὲ τὰ κινούμενα συστήματα παίζει ρόλον καὶ ἡ σχετικὴ κίνησις μεταξὺ τῶν διαφορῶν φάσεων ὅπως καὶ κατὰ τὴν μεταφορὰν θερμοτήτος.

Ἡ ἐφαρμογὴ τῶν μαθηματικῶν τύπων εἰς τὰς ὕλικὰς ἀνταλλαγὰς, προσκροεῖ συνήθως εἰς ἄγνοιαν τῶν διαφορῶν συντελεστῶν, διότι εἰς μίαν ἀπόσταξιν π.χ. ἡ εἰς μίαν ἐκχύλισιν εἶναι ἀδύνατον νὰ γνωρίζωμεν τὴν ἐπιφάνειαν τῶν φουσαλλίδων ἢ τῶν κόκκων. Παρὰ ταῦτα αἱ προσπάθειαι καθορισμοῦ τῶν συντελεστῶν αὐτῶν διὰ τῆς μαθηματικῆς ἀναλύσεως δὲν λείπουν.

Εἰς τὴν μεταφορὰν κινήσεως ὁ χαρακτηριστικὸς συντελεστῆς εἶναι ἡ ρευστότης ἢ ἐκφραζομένη διὰ τοῦ κινηματικοῦ ἰξώδους. Ἡ βιβλιογραφία παρέχει

διὰ τὰς περισσοτέρας περιπτώσεις πάρα πολλά στοιχεῖα διὰ τὸν ὑπολογισμόν τῶν διαφόρων συντελεστῶν μεταφορᾶς. Ὑπάρχοντες ὅμως καὶ περιπτώσεις ὅπου τὰ βιβλιογραφικὰ δεδομένα δὲν ἐπαρκοῦν καὶ τότε παρίσταται ἀνάγκη νὰ γίνοντες δοκιμαίαι εἴτε εἰς ἓνα χημικοτεχνικὸν ἐργαστήριον εἴτε εἰς μικρὰν ἡμιβιομηχανικὴν κλίμακα πρὸς κάλυψιν τῶν ἀποριῶν. Αἱ δοκιμαίαι αὐταί, ὅσον καὶ ἂν ἀπαιτοῦν χρόνον καὶ χροῖμα εἶναι ἀπαραίτητοι διὰ νὰ προλάβουν δυσαρέστους ἐκπλήξεις εἰς τὴν βιομηχανικὴν κλίμακα.

Ἡ προσπάθεια εἰς ὅλας τὰς περιπτώσεις εἶναι νὰ ἐπιδιώξωμεν διὰ διαφορῶν τεχνικῶν μέσων, τὴν ὅσον τὸ δυνατὸν ταχύτεραν ἀποκατάστασιν ἰσορροπίας μεταξὺ τῶν φάσεων. Ὁ χρόνος αὐτὸς ἐξαρτᾶται εἰς τὴν ἐκχύλισιν στερεῶν δι' ὑγρῶν ἀπὸ τὴν διαλυτότητα, τὸ ἰξῶδες, τὸ μέγεθος τῶν κόκκων, ἀπὸ τὴν ποσότητα τοῦ ἐκχυλιστικοῦ ὑγροῦ κλπ. Παρὰ τὴν ἀπόστασιν εἰς τὴν ἀπόστασιν ὁ χρόνος αὐτὸς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τάσιν τῶν ἄτιμων. ἀπὸ τὴν ποσότητα τοῦ ἀερίου ἢ ἀτμοῦ κλπ. Δηλαδή μεταξὺ τελείως διαφορετικῶν κατεργασιῶν ὑφίσταται πλήρης ἀναλογία.

Ἐννοεῖται ὅτι ἡ ἐξάντησις μιᾶς φάσεως εἰς ἓν ὠρισμένον συστατικὸν εἴτε ἐκτελεῖται δι' ἐξαμίσεως ἢ ἐκχυλίσεως ἢ ἀπορροφήσεως δὲν εἶναι ποτὲ δυνατόν νὰ εἶναι πλήρης, διότι τείνει πρὸς ἀσύμπτωτον καὶ ἀπὸ ἐνὸς σημείου καὶ πέραν καθίσταται ἀντικονομικὴ. Πρὸς ἀποφυγὴν πολυπλόκων ὑπολογισμῶν ἐφαρμόζονται, διὰ τὴν ἐπίλυσιν τῶν προβλημάτων αὐτῶν, αἱ γραφικαὶ παραστάσεις.

Ἐν ἀπὸ τὰ δύσκολα θέματα τῆς Χημικῆς-Τεχνικῆς εἶναι ἡ κλασματικὴ ἀπόσταξις. Μέχρι πρὸ ὀλίγων ἀκόμη δεκαετηρίδων, τὸ κυριώτερον πεδίον ἐφαρμογῆς τῆς κλασματικῆς ἀποστάξεως ἦτο ἡ παρασκευὴ καθαροῦ οἴνου πνεύματος καὶ εἰς αὐτὴν ὀφειλεται ἡ μεγάλη πρόοδος τῆς θεωρητικῆς μελέτης καὶ τῶν κατασκευαστικῶν λεπτομερειῶν τῶν ἀποστατικῶν συσκευῶν. Σήμερον ἡ ἀπόσταξις τοῦ πετρελαίου ὑπερέβαλε κάθε ἄλλην ἐφαρμογὴν εἰς μέγεθος καὶ εἰς τελειότητα.

Τὰ ὕλικά κατασκευῆς.

Ἡ ἐφηρμοσμένη Χημικὴ-Τεχνικὴ περιλαμβάνει ἐπίσης τὸ κεφάλαιον τὸ ἀναφερόμενον εἰς τὴν ἐκλογὴν τῶν καταλληλοτέρων ὕλικῶν κατασκευῆς τῶν συσκευῶν καὶ μηχανημάτων ἰδίως ἀπὸ τῆς ἀπόψεως τῆς ἀντοχῆς τούτων εἰς τὰς χημικὰς ἐπιδράσεις καὶ τὰς διαβρώσεις. Ἐπὶ τοῦ πεδίου τούτου ὑπάρχει ἤδη πλουσιωτάτη βιβλιογραφία οὕτως ὥστε εἰς τὰς περισσοτέρας περιπτώσεις νὰ εἶναι ἐκ τῶν προτέρων δυνατὸς ὁ καθορισμὸς τοῦ καταλληλοτέρου ὕλικου. Τὸ θέμα εἶναι πολυπλοκώτατον, αἱ πρῶται ὕλαι καὶ τὰ προϊόντα τῆς χημικῆς βιομηχανίας εἶναι ἀμέτρητα καὶ αἱ συνθήκαι ἐπιδράσεως διαφορώταται. Αἱ ἀξιώσεις δὲν περιορίζονται μόνον εἰς τὴν παράτασιν τῆς ζωῆς τῶν συσκευῶν, ἀλλὰ καὶ εἰς τὴν καθαρότητα τῶν προϊόντων, διότι εἶναι ἐνδεχόμενον τὸ φθειρόμενον ὕλικόν νὰ μολύνη τὰ προϊόντα.

Εἰς ὅσας περιπτώσεις δὲν ὑπάρχοντες σαφῆ βιβλιογραφικὰ δεδομένα, ὁ ἀσφαλέστερος τρόπος εἶναι ἡ πρακτικὴ δοκιμασία. Ζυγίζομεν τότε δείγματα τῶν ὑπὸ ἐξέτασιν ὕλικῶν, τὰ ἐκθέτομεν ἐπὶ ὠρισμένον διάστημα εἰς τὸ ἐργαστήριον ὑπὸ τὰς ἰδίας ἀκρίβεις

συνθήκας πού πρόκειται νὰ ἐκτεθοῦν εἰς τὴν ἐφαρμογὴν καὶ κατόπιν ζυγίζομεν καὶ πάλιν διὰ νὰ εὐρωμεν τὴν φθορὰν πού προέκλυεν. Ἐνα ὕλικόν θεωρεῖται ἀπολύτως καλὸν ὅταν ἡ φθορὰ του ἀνὰ 24ωρον καὶ τετραγωνικὸν μέτρον δὲν ὑπερβαίνει τὸ 1 γραμμάριον, ἀνεκτὸν ὅταν δὲν ὑπερβαίη τὰ 10 γραμμάρια, μέτριον ὅταν δὲν ὑπερβαίη τὰ 100 γραμμάρια, καὶ ἀκατάλληλον ὅταν τὰ ὑπερβαίη. Ἐννοεῖται ὅτι ἡ διαβάθμισις αὕτη δὲν εἶναι ἀπόλυτος οὔτε καὶ γενικῶς παραδεδεγμένη, πάντως ὅμως δίδει μίαν γενικὴν εἰκόνα ἀρεκτὰ ἱκανοποιητικὴν.

Πιθανῶς εἰς ὠρισμένας περιπτώσεις νὰ συμφέρη νὰ χρησιμοποιήσωμεν ὕλικόν πού παρουσιάζει φθορὰν 50 γραμμάρια ἀνὰ 24ωρον, ἐνῶ εἰς ἄλλας νὰ μὴν εἶναι ἀνεκτὴ οὔτε ὀλίγων γραμμάρια φθορᾶ.

Ἡ μεταλλοργία ἐδημιούργησε διάφορα εἰδικὰ χρώματα μεταξὺ τῶν ὁποίων ἰδιαίτεραν θέσιν κατέχοντες οἱ εὐγενεῖς χάλυβες μετὰ διαφορῶν ἀναλογίας χρωμίου καὶ νικελίου. Μεταβολαί εἰς τὰς ἀναλογίας, προσθήκη μολυβδενίου, πυριτίου, ἀργιλίου χαλκοῦ κλπ., μεταβολαί τῆς περιεκτικότητος εἰς ἄνθρακα καὶ εἰδικαὶ θερμοκαὶ κατεργασίαι βελτιώνουν τὴν χημικὴν ἀντοχὴν πρὸς ὠρισμένας κατευθύνσεις. Οἱ κατάλογοι τῶν ἐργοστασίων πού παράγουν τοὺς εὐγενεῖς αὐτοὺς χάλυβας, ἀποτελοῦν τὸν καλλίτερον ὁδηγὸν διὰ τὴν ἐκλογὴν τῶν ὕλικῶν. Ἰδιαίτερος ἀξιόλογος εἶναι ἡ ἀντοχὴ τῶν χαλύβων αὐτῶν ἔναντι τῶν ὀργανικῶν ὀξέων καὶ τὰ ὕλικά ταῦτα τείνουν νὰ ὑποκαταστήσουν ὅλα τὰ ἄλλα εἰς τὴν βιομηχανίαν τῶν τροφίμων.

Ὁ χυτοσίδηρος παρουσιάζει κατὰ κανόνα μεγαλύτεραν ἀνθεκτικότητα εἰς ὅλας τὰς χημικὰς ἐπιδράσεις ἔναντι τῶν συνήθων χαλύβων. Πρόσμιξις πυριτίου ἢ ἄλλων μετάλλων, δημιουργεῖ καὶ ἐδῶ ἀπειρίαν εἰδικῶν χρωμάτων. Ἀνάλογοι συνθήκαι ἰσχύουν διὰ τὸν χαλκόν, τὸ ἀλουμίνιον, τὸ νικέλιον, τὸν κασίτερον κλπ.

Πλὴν τῶν μετάλλων καὶ ἄλλα ὕλικά χρησιμοποιοῦνται εὐρύτατα εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν. Ὁ γραφίτης, τὰ κεραμικὰ ὕλικά καὶ διάφορα ὕλικά ὀξύμαχα καθὼς καὶ εἰδικαὶ συγκολλητικαὶ ὕλαι χρησιμοποιοῦνται εἰς πλείστας ὅσας περιπτώσεις. Τὸ μπετὸν ἐπιμελῶς κατεσκευασμένον ἀποτελεῖ εἰς πολλὰς περιπτώσεις ἐνδιαφέρον ὕλικόν διὰ δεξαμενὰς ἀκόμη καὶ διὰ δοχεῖα ἀντιδράσεων.

Τὸ ξύλον παρουσιάζει ἐπίσης ἀξιόλογον ἀντοχὴν ἔναντι ἀραιῶν ἀνοργάνων ὀξέων, ἀκόμη καὶ εἰς σχετικῶς ὑψηλὰς θερμοκρασίας. Τὸ καουτσούκ, ὁ ἐβρονίτης καὶ αἱ διάφοροι συνθετικαὶ ὕλαι τῆς τάξεως τῶν μεγαλομοριακῶν ἐνώσεων, τὰ πλαστικά, κατέχουν ἐπίσης ἀξιολόγους ἰδιότητας μετὰ ἀπειρίαν ἐφαρμογῶν ἰδίως εἰς ἐπενδύσεις πρὸς δημιουργίαν προστατευτικοῦ ἐπιστρώματος.

Ὁ οἰκονομικὸς παράγων ὑποχρεώνει πολλάκις τὸν χημικόν παρὰ τὴν βεβαίαν διάβρωσιν νὰ χρησιμοποιεῖ εἰς ὠρισμένας περιπτώσεις φθηνὰ ὕλικά κατασκευῆς. Πιθανὸν εἰς πολλὰς ἀπὸ τὰς περιπτώσεις αὐτὰς νὰ μὴ ἔχοντες ἐκτιμηθῆ ἔπαρκῶς ὅλοι οἱ παράγοντες, ἢ διακοπὴ ἐργασίας, αἱ δαπάναι ἀντικαταστάσεως κλπ., διότι ἄλλως θὰ εἶχον ἀσφαλῶς εὐρεῖ μεγαλύτεραν διάδοσιν τὰ εἰδικὰ κατασκευαστικὰ ὕλικά παρὰ τὴν ὑψηλὴν τῶν τιμῶν.

Ὁ αὐτοματισμὸς εἰς τὴν βιομηχανίαν.

Εἰς παλαιότεραν ἐποχὴν, ὅλαι αἱ βιομηχανικαὶ κατεργασίαι ἐξετελοῦντο διὰ περιοδικῶν μεθόδων. Διὰ τὴν ἐκτελέσωμεν π.χ. μίαν κλασματικὴν ἀπόσταξιν, τὴν παραγάγωμεν οἰνόπνευμα ἀπὸ οἰνοπνευματοῦχα ὑγρὰ, ἐφέραμεν τὸ πρὸς ἀπόσταξιν ὑγρὸν εἰς ἓνα ἄμβυκα καὶ ἀρχίζομεν τὴν θέρμανσιν ὁπότε μὲ τὴν ἄνοδον τῆς θερμοκρασίας, οἱ πρῶτοι παραγόμενοι ἀτμοὶ ἦσαν πλουσιώτεροι εἰς ἀλκοόλην, ἐνῶ εἰς τὸ τέλος μετὰ τὴν ἐξάντησιν τοῦ ὑγροῦ, παραγόνται ὑδροατμοὶ περιέχοντες καὶ τὰς ἀνωτέρας ἀλκοόλας κλπ. Μὲ τὸν τρόπον αὐτὸν καὶ μὲ τὴν βοήθειαν διαφόρων ἐπιθεμάτων, τὰ ὁποῖα ἐξειλίχθησαν πρὸς ἀποστακτικὰς στήλας, διαχωρίζομεν τὸ ἀρχικὸν ὑγρὸν εἰς τὰ συστατικά του βάσει τῆς διαφορᾶς σημείων βρασμοῦ τούτων. Κατόπιν ἀδειάζομεν τὸν ἄμβυκα, γεμίζομεν νέον οἰνοπνευματοῦχον ὑγρὸν καὶ ἀρχίζομεν πάλιν τὴν ἰδίαν ἐργασίαν. Αὐτὸ ἀποτελεῖ ἓνα κλασικὸν παράδειγμα περιοδικῆς ἢ ἀσυνεχοῦς κατεργασίας. Ἡ ρυθμίσις τῆς θερμάνσεως καὶ τῆς ψύξεως τῶν παραγόμενων ἀτμῶν ἐξηρτῶντο ἀπὸ τὸν ἐπιβλέποντα τεχνίτην, ὁ ὁποῖος ἴσως εἶχε καὶ ἓνα-δύο θερμομέτρα εἰς μερικὰ καιρία σημεία τῆς ἀποστακτικῆς συσκευῆς του. Ἰσως καὶ νὰ μὴν εἶχε καθόλου ἢ ἐὰν ἔσπαζαν τὰ θερμοῦσα περιττὴν τὴν ἀντικατάστασίν των.

Μόλις μερικαὶ δεκαετηρίδες ἔχουν περάσει ἀπὸ τότε πού ἀρχισε ἡ ἐφαρμογὴ τῶν μεθόδων συνεχοῦς λειτουργίας εἰς τὴν βιομηχανίαν.

Αἱ νεώτεροι ἀποστακτικαὶ συσκευαὶ οἰνοπνεύματος ἀποτελοῦν ἐπίσης ἓνα κλασικὸν παράδειγμα συσκευῶν συνεχοῦς λειτουργίας καὶ ὅπως γνωρίζετε εἰς τὰς συσκευὰς αὐτάς, ὁ ἐπιβλέπων τεχνίτης εὐδοίκεται τὰς σπανιότατα εἰς τὴν ἀνάγκην νὰ παρέμβῃ. Ἡ συσκευὴ αὐτορυθμίζεται. Ἡ ῥοή τῶν ὑγρῶν, ἡ θερμοκρασία τῆς τροφοδοτήσεως τῆς βάσεως καὶ τῆς κορυφῆς τῆς στήλης, ἡ ποσότης τῶν νεῶν ψύξεως, μὲ λίγα λόγια ὅλοι οἱ παράγοντες ἀπὸ τοὺς ὁποῖους ἐξαρτᾶται ἡ ὁμαλὴ λειτουργία τῶν ἀποστακτικῶν συσκευῶν, ρυθμίζεται αὐτομάτως καὶ ὁ τεχνίτης δὲν ἔχει παρὰ νὰ παρακολουθῇ ἀπὸ τὸν πίνακα ἐλέγχου τὰς ἐνδείξεις τῶν διαφόρων ὀργάνων.

Ἡ ἀνάγκη τοῦ αὐτοματισμοῦ ἐπεβλήθη εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν ἀπὸ διαφορῶν παραγόντων, ἀπὸ τοὺς ὁποῖους οἱ σπουδαιότεροι εἶναι. ἡ μεγέθυνσις τῶν βιομηχανικῶν ἐγκαταστάσεων, ἡ ἀδυναμία τοῦ ἀνθρώπου νὰ παρακολουθῇ συνεχῶς τὴν μεταβολὴν τῶν συνθηκῶν ἐργασίας εἰς τὰ διάφορα σημεία τῆς ἐγκαταστάσεως καὶ νὰ ἀντιδρᾷ ἀμέσως καὶ καταλλήλως εἰς κάθε περίπτωσιν. καὶ ἡ ἀνάγκη τῆς κατὰ τὸ δυνατόν καλλιτέρας ἐκμεταλλεύσεως τῆς δυναμικότητος μιᾶς ἐγκαταστάσεως μὲ τὰς μικροτέρας δυνατὰς καταναλώσεις εἰς ἐνέργειαν, θερμότητα, βοήθειαν κλπ.

Δὲν θὰ φανῇ περιεργὸν τὸ ὅτι ἡ εἰσαγωγή τοῦ αὐτοματισμοῦ συνήρτησε καὶ ἐξακολουθεῖ νὰ συναρτᾷ διαφορῶν ἀντιδράσεις, διότι ὁ ἄνθρωπος, ἰδίως ὅταν δὲν ἔχη τὴν ἀπαιτουμένην τεχνικὴν μόρφωσιν, δύσκολα μπορεῖ νὰ παραδεχθῇ ὅτι τὴν μακροχρόνιον πείραν του μπορεῖ νὰ τὴν ἀντικαταστήσῃ ἓνα μηχανάκι.

Ὁ ἀρχαιότερος αὐτόματος ρυθμιστὴς εἶναι ὁ ρυθμιστὴς στροφῶν τῆς ἀτμομηχανῆς τοῦ James Watt ἀπὸ τὰς ἀρχὰς τοῦ περασμένου αἰῶνος, ὁ ὁποῖος ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς ποσότητος τοῦ ἀτμοῦ τοῦ εἰσρέο-

ντος εἰς τὸν κύλινδρον τῆς μηχανῆς διὰ τῆς ἀνωπώσεως δύο περιστρεφόμενων μαζῶν ὑπὸ τῆς φυγοκέντρον δυνάμεως τῆς ἀναπτυσσομένης κατὰ τὴν περιστροφὴν των. Ἀπὸ τότε τὰ ὄργανα αὐτομάτου ρυθμίσεως ἔχουν φθάσει εἰς μεγάλην τελειότητα. Ὅπως εἶναι φυσικὸν διὰ τὴν ὑπάρξιν ἢ ρυθμίσεως πρέπει νὰ προηγηθῇ ὁ ἐλέγχος, συνεπῶς κάθε ὄργανον ρυθμίσεως συνδέεται ἀπαραιτήτως μὲ ἓνα ὄργανον ἐλέγχου ἀπὸ τὸ ὁποῖον καὶ ἐπηρεάζεται, δηλαδὴ τὰ ὄργανα αὐτομάτου ρυθμίσεως, τίθενται εἰς λειτουργίαν, ὅταν ἡ ἐνδείξις τῶν ὀργάνων ἐλέγχου ἀπομακρυνθῇ ἀπὸ τὸ προκαθορισμένον σημεῖον τὸ ὁποῖον ἀντιπροσωπεύει τὴν κανονικὴν συνθήκην λειτουργίας. Ἐὰν π.χ. ἔχωμεν ἓνα αὐτόματον ρυθμιστὴν θερμοκρασίας, ἓνα θερμοστάτην, ὁ ὁποῖος ἀνοίγονται τὴν βαλβίδα ἀτμοῦ θερμάνσεως, τὸ ὄργανον ἐλέγχου θὰ εἶναι εἰς τὴν ἐξοδον τοῦ θερμοινομένου ρευστοῦ καὶ ὅταν ἡ θερμοκρασία τούτου ὑπερβῇ τὴν προκαθορισθεῖσαν, τότε περιορίζει τὴν εἰσαγωγὴν ἀτμοῦ, ἐνῶ ὅταν ἡ θερμοκρασία πέσῃ, τότε ἀνοίγει περισσότερον ἀτμόν. Δηλαδὴ ἀπὸ μίαν τελικὴν τιμὴν, ρυθμίζεται μία ἄλλη ἀρχικὴ τιμὴ.

Ὅπως εἶναι φανερόν, ἡ ἀντίδρασις τῶν μηχανισμῶν αὐτῶν δὲν μπορεῖ νὰ εἶναι στιγμιαία. Τὸ ὄργανον ἐλέγχου ἔχει μίαν ὄρισμένην εὐπάθειαν καὶ διὰ τὴν ἐπηρεασθῆ, πρέπει ἡ τελικὴ τιμὴ, εἰς τὸ παράδειγμα μας ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐξερχομένου ρευστοῦ, νὰ ἀπομακρυνθῇ ἀπὸ τὴν προκαθορισθεῖσαν κατὰ ἓνα ὄρισμένον ποσοστὸν π.χ. 1 ἢ 2 βαθμοῦς. Ἐν τῷ μεταξὺ ὅμως τὸ ὑγρὸν τοῦ θερμοαντήρος, ἔχει ἤδη θερμομανθῆ εἰς ἀκόμη ἀνωτέραν θερμοκρασίαν.

Ἀπὸ τὴν στιγμὴν πού θὰ ἐπηρεασθῇ τὸ ὄργανον ρυθμίσεως καὶ θὰ περιορίσῃ τὸν ἀτμόν, ἀρχίζει ἡ πτώσις τῆς θερμοκρασίας, ἀλλὰ μέχρις ὅτου πέσῃ τόσον ὥστε ἡ πτώσις νὰ γίνῃ ἀντιληπτὴ ἀπὸ τὸ ὄργανον ἐλέγχου καὶ νὰ ἐπηρεασθῇ τὸ ὄργανον ρυθμίσεως, μεσολαβεῖ πάλιν ἓνα ὄρισμένον χρονικὸν διάστημα. Τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ὅτι ἡ συνθήκη ἐργασίας, ἡ θερμοκρασία εἰς τὸ παράδειγμα μας, δὲν τηρεῖται ἀπολύτως σταθερὰ, ἀλλὰ κυμαίνεται μεταξὺ ὀρίων γύρω ἀπὸ τὴν προκαθορισθεῖσαν τιμὴν καὶ ἓνα αὐτοχρονικὸν ὄργανον ἐλέγχου δὲν γράφει εὐθείαν ἀλλὰ μίαν ἡμιτονοειδῆ καμπύλην, τὸ εὖρος τῆς ὁποίας θὰ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν εὐπάθειαν τῶν χρησιμοποιουμένων ὀργάνων.

Ἡ μετάδοσις τοῦ σήματος ἀπὸ τὸ ὄργανον τοῦ τελικοῦ ἐλέγχου πρὸς τὸ ὄργανον τῆς ἀρχικῆς ρυθμίσεως μπορεῖ νὰ γίνῃ ἢ μηχανικῶς ἢ μὲ πεπιεσμένον ἀέρα (ὁπότε λέγεται πνευματικὴ μετάδοσις) ἢ μὲ ὑδραυλικὴν μετάδοσιν ἢ μὲ ἠλεκτροικὸν ρεῦμα. Ἡ μηχανικὴ μετάδοσις τοῦ σήματος εἶναι ἀκαριαία ἀλλὰ ἐφαρμόζεται μόνον ὅταν τὰ ὄργανα ἐλέγχου καὶ ρυθμίσεως εἶναι τόσον κοντὰ ὥστε νὰ μποροῦν νὰ συνδεθῶν μηχανικῶς. Ἡ πνευματικὴ καὶ ὑδραυλικὴ μετάδοσις τοῦ σήματος, ἀπαιτεῖ ἓνα μικρὸν χρονικὸν διάστημα καὶ ἐφαρμόζεται εἰς μεγαλυτέρας ἀποστάσεις, ἐνῶ ἡ ἠλεκτρικὴ μετάδοσις δὲν ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὰς ἀποστάσεις. Αἱ τριβαὶ καὶ ἡ ἀδράνεια τῶν ὀργάνων συνιστοῦν ἓνα παράγοντα χρονικῆς καθυστέρησεως μεταξὺ αἰτίας καὶ δράσεως, ὁ ὁποῖος εἰς μερικὰς περιπτώσεις γίνεται ἐπίσης αἰσθητός.

Αἱ συνθήκαι ἐργασίας πού ἐπιδιώκομεν νὰ ρυθμίσωμεν εἰς τὰ χημικὰ ἐργοστάσια εἶναι συνήθως ἡ

στάθμη ενός ύγρου, ο ρυθμός ροής ενός ή περισσοτέρων ρευστών, ή θερμοκρασία, ή πίεσις και άλλα. Ἄλλα ὁ καθορισμὸς τῶν συνθηκῶν αὐτῶν δὲν εἶναι ἀκετὸς διὰ τὴν ἐπιτευχθῆν ἀπὸ τῶν ἐλέγχου καὶ ἢ ρυθμίσεως τῆς πορείας μιᾶς χημικῆς ἀντιδράσεως. Ὑπάρχοντι λοιπὸν σήμερον ὄργανα βασιζόμενα ἐπὶ τῶν ὀπτικῶν καὶ τῶν μαγνητικῶν σταθερῶν, ἐπὶ τοῦ ἰσχύου, τῆς συγκεντρώσεως ἰόντων ὑδρογόνου, ἐπὶ τοῦ χρώματος καὶ ἐπὶ ἐνός πλήθους ἄλλων ἰδιοτήτων. Ἀκόμη καὶ ἡ χρωματογραφικὴ ἀνάλυσις ἢ ὅποια πρὸ ὀλίγων ἐτῶν ἐθεωρεῖτο ὡς ἀποκλειστικὴ ἐργασία τοῦ ἐργαστηρίου, ἐφαρμόζεται σήμερον μετὰ διαφόρων συνδυασμῶν ὡς μέσον βιομηχανικοῦ ἐλέγχου καὶ ρυθμίσεως.

Αἱ μεγάλα βιομηχανικὰ μονάδες ἔχοντι σήμερον τὰς ἐγκαταστάσεις των εἰς τὸ ὑπαιθρον, ὁ συντονισμὸς τῆς λειτουργίας ὄλων τῶν συνευρεσθέντων συσκευῶν δι' ἀνθρωπίνης ἐπεμβάσεως εἶναι ἀδύνατος.

Ἀπὸ τὴν στιγμήν πὸν θὰ συμβῆ μίαν ἀνωμαλίαν εἰς ἓνα σημεῖον μέχρις ὅτου ἡ ἀνωμαλία γίνῃ ἀντιληπτὴ ἀπὸ τὸν ἐπιβλέποντα καὶ εἰδοποιηθῶν οἱ ἄλλοι ἐπιβλέποντες, καὶ γίνωντι εἰς ὅλα τὰ σημεῖα οἱ κατάλληλοι χειρισμοὶ ὥστε ν' ἀρθῆ ἡ ἀνωμαλία, θὰ περάσῃ τὸσος χρόνος καὶ θὰ προκληθῆ τὴν καθυστέρησιν εἰς τὴν παραγωγὴν ὥστε νὰ ὑπερκαλύπτῃ κάθε δαπάνην καὶ κάθε προσπάθειαν διὰ τὸν αὐτοματισμὸν τῆς λειτουργίας. Ὅλα αἱ συσκευαί εἶναι ἐμφωδιασμέναι μετὰ ἀτομικῶν αὐτοματισμῶν ρυθμιστῶν συνδεδεμένους καὶ μεταξὺ των ὥστε ὅταν μεταβληθῶν αἱ συνθήκαι εἰς ἓνα σημεῖον νὰ ἐπέλθων ἀντιστοιχοὶ χειρισμοὶ καὶ εἰς τὰ ἄλλα. Πραγματικὰ ἡ συνεργασία αὐτῆς δημιουργεῖ τὴν ἐντύπωσιν μιᾶς λογικῆς ἐνεργοῦσης μηχανικῆς διατάξεως ὅπου ὁ ἄνθρωπος δὲν ἔχει παρὰ νὰ παρακολουθῆ καὶ νὰ ἐλέγχῃ ὄχι πλέον τὴν λειτουργίαν τῶν συσκευῶν καὶ τῶν μηχανημάτων ἀλλὰ κυρίως τὴν λειτουργίαν τῶν ὀργάνων τοῦ αὐτοματισμοῦ. Πρὸς ἀποφυγὴν ζημιῶν τὰ ὄργανα αὐτὰ κατασκευάζονται σήμερον πολὺ στερεὰ διὰ τὴν ἀντιμετωπίζον τὴν φυσικὴν φθορὰν τῆς λειτουργίας, ἀλλὰ καὶ τὰς καιρικὰς συνθήκας, δεδομένου ὅτι συχνὰ εὐρίσκονται εἰς τὸ ὑπαιθρον.

Ἐξ ἄλλου ἡ παρακολούθησις τῶν διαφόρων ὀργάνων ἐλέγχου, δὲν εἶναι δυνατόν νὰ γίνῃ εἰς τὰ διάφορα μακρονὰ σημεῖα τοῦ ἐργοστασίου. Πρὸς τοῦτο ὅλα αἱ ἐνδείξεις συγκεντρώνονται εἰς ἓνα θάλαμον ἐλέγχου ὅπου πλὴν τῶν ἐνδεικτικῶν ὑπάρχοντι καὶ αὐτογραφικὰ ὄργανα. Ἐκεῖ ὁ ἐπιβλέπων τεχνίτης εἶναι εἰς θέσιν νὰ ἐλέγχῃ εἰς κάθε στιγμήν τὰς συνθήκας πὸν ἐπικρατοῦν εἰς ὅλα τὰ σημεῖα, ἢ δὲ τεχνικῆ διευθύνσις ἐλέγχῃ τελικῶς τὴν πορείαν τῆς ἐργασίας ἀπὸ τὰς καμπύλας τῶν φύλλων τῶν αὐτογραφικῶν ὀργάνων.

Ἡ κατασκευὴ τῶν ὀργάνων τοῦ αὐτοματισμοῦ καὶ ἡ μελέτη τοῦ τρόπου ἐφαρμογῆς τούτων καθὼς καὶ ἡ παρακολούθησις καὶ ἡ συντήρησις τούτων ἀποτελεῖ σήμερον ἓνα ἰδιαίτερον τεχνικὸν κλάδον ἀπασχολοῦντα εἰδικευμένους ἐπιστήμονας καὶ τεχνίτας.

Ἡ ἀνάγκη τῆς ρυθμίσεως τῆς λειτουργίας τῶν μεγάλων ἐγκαταστάσεων ἐδημιούργησε τὸν αὐτοματισμὸν, ἐνῶ ἐξ ἄλλου ὁ αὐτοματισμὸς κατέστησε δυνατὴν τὴν δημιουργίαν ἀκόμη μεγαλυτέρων μονάδων. Ὁ αὐτοματισμὸς ἐπέφερεν ἐπίσης σημαντικὴν ἐλάττωσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀπασχολουμένων ἀτόμων ἐνῶ

συχρόνως κατέστησε πολὺ καλλιτέρας τὰς συνθήκας ἐργασίας. Παραδέχονται σήμερον ὅτι εἰς μίαν κλάδον ὠργανομένην χημικὴν βιομηχανίαν χωρὶς αὐτοματισμὸν ἀπασχολεῖται ἓν ἄτομον ἀνὰ 10-20.000 δολλαρίων ἀκίνητοιοιούμενον κεφαλαίου εἰς ἀξίαν ἐργοστασίου, ἐνῶ εἰς ἓνα ἐργοστάσιον μετὰ πλήρη αὐτοματισμὸν, ὅπως εἶναι τὰ διυλιστήρια πετρελαίου, ἡ ἀναλογία αὐτῆ κατέρχεται μέχρις ἐνός ἀτόμου ἀνὰ 60.000 δολλάρια. Αὐτὸ δὲν σημαίνει ὅτι ὁ αὐτοματισμὸς δημιουργεῖ ἀνεργίαν, ἀντιθέτως μάλιστα καθιστᾷ δυνατὴν τὴν δημιουργίαν βιομηχανιῶν πὸν θὰ ἦσαν ἀπραγματοποίητοι χωρὶς τὸν αὐτοματισμὸν.

Ὁ ἐξοπλισμὸς ἐνός ἐργοστασίου μετὰ αὐτόματα ὄργανα ἐπιβαρύνει τὴν ἀξίαν τῶν ἐγκαταστάσεων τούτων κατὰ ἓνα σημαντικὸν ποσοστὸν, τὸ ὅποιον εἰς πολλὰ περιπτώσεις ὑπερβαίνει καὶ τὸ 10% ἐπὶ τῆς ἀξίας τῶν βασικῶν μηχανημάτων. Ἐννοεῖται ὅτι ἡ δαπάνη αὐτῆ ὑπερκαλύπτεται ὄχι μόνον ἀπὸ τὴν οἰκονομίαν ἐργατικῶν, ἀλλὰ κυρίως ἀπὸ τὴν αὔξησιν τῆς παραγωγῆς διότι μετὰ τὸν αὐτοματισμὸν εἶναι δυνατόν νὰ λειτουργῆ συνεχῶς ἓνα ἐργοστάσιον μετὰ τὴν πλήρη δυναμικότητά του.

Ἡδὴ ἤρχισαν νὰ εἰσάγονται εἰς πολὺ μεγάλα ἐργοστάσια καὶ οἱ ἠλεκτρονικοὶ ὑπολογισταὶ οἱ ὅποιοι συνδυαζόμενοι μετὰ τὰ ὄργανα αὐτοματισμοῦ δημιουργοῦν ἐντελῶς νέας δυνατότητας. Μετὰ τὸν συνδυασμὸν αὐτῶν ἐπιτυγχάνεται ἡ διασύνδεσις τῶν διαφόρων τμημάτων ἐνός μεγάλου βιομηχανικοῦ συγκροτήματος καὶ ἡ συνεργασία τούτων χωρὶς ἀνθρωπίνην ἐπέμβασιν. Ὁ συνδυασμὸς μετὰ τὰ ὄργανα αὐτομάτων ἐλέγχου τῶν τελικῶν προϊόντων δίδει τὴν δυνατότητα αὐτομάτων μεταβολῆς εἰς τὴν πορείαν τῶν κατεργασιῶν πρὸς διόρθωσιν ἀτελειῶν τῶν προϊόντων. Ὁ συνδυασμὸς ἐξ ἄλλου μετὰ τὰς λογιστικὰς μηχανὰς δίδει εἰς τὸ τέλος κάθε ἡμέρας τὴν τιμὴν κόστους τῶν προϊόντων καὶ τὴν ἀπογραφὴν τῶν ἀποθηκῶν.

Αἱ τεχνικαὶ δυνατότητες τοῦ αὐτοματισμοῦ εἰς τὴν βιομηχανίαν εἶναι ἀπεριόριστοι καὶ μόνον ὁ οἰκονομικὸς παράγων θὰ κρίνῃ μέχρι ποίου σημείου μποροῦν νὰ φθάσων. Δύσκολη εἶναι ἡ ἐφαρμογὴ εἰς τὴν μικρὰν βιομηχανίαν, ὄχι μόνον διότι ἡ ἐπιβάρυνσις τῆς ἀξίας τοῦ ἐργοστασίου θὰ ἦτο σημαντικῶς μεγαλυτέρα ἀλλὰ καὶ διότι π. χ. εἰς ἓνα τμημα ὅπου ἐργάζονται ἓνα ἢ δύο ἄτομα, μετὰ τὸν αὐτοματισμὸν δὲν πρόκειται νὰ ἐπέλθῃ καμμία οἰκονομία εἰς ἐργατικά. Τοῦτο δὲν σημαίνει ὅτι ἀποκλείεται ἡ ἐφαρμογὴ ὀργάνων αὐτομάτων ρυθμίσεως εἰς τὴν μικρὰν βιομηχανίαν, διότι ὑπάρχοντι πολλὰ περιπτώσεις ὅπου μετὰ αὐτὰ διευκολύνεται ἡ ἐργασία τοῦ ἀνθρώπου. Ἀρκεῖ νὰ σκεφθῶμεν ὅτι εἰς ἓνα σύγχρονον σπῆτι ὑπάρχει εἰς κάθε δεξαμενὴν νεροῦ ὑπὸ τὴν ἀπλουστεράν του μορφήν, ὁ αὐτόματος ρυθμιστὴς στάθμης, τὸ κοινὸν φλοτέρ, εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν φρεγείον, εἰς τὸν θερμοσίφωνα, εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν σίδερο σιδερώματος, εἰς τὴν κεντρικὴν θέρμανσιν, ὑπάρχοντι διαφόρων τύπων θερμοστάται καὶ χρονοδιακόπται οἱ ὅποιοι διευκολύνουν σημαντικώτατα τὴν ἐργασίαν τῆς οἰκογενεῆς. Πρέπει λοιπὸν νὰ ἐπιδιώκωμεν τὴν χοῆσιν αὐτομάτων ὀργάνων καὶ εἰς τὴν μικρὰν βιομηχανίαν, χωρὶς ὁμως νὰ κάμωμεν ἀντιοικονομικὴν χοῆσιν τούτων.