

# ΤΑ ΕΚΑΤΟ ΧΡΟΝΙΑ ΤΟΥ ΧΑΛΥΒΟΣ \*

Υπό του Καθηγητού κ. ΣΤΑΥΡΟΥ Ν. ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΥ

Ἡ Ἀνωτάτη Βιομηχανική Σχολή, συνεπῆς πρὸς τὶς παραδόσεις τῆς, διοργάνωσε τὴν ἀπομινή ὁμιλία, γιὰ τὰ τιμῆσει τὰ ἑκατὸ χρόνια τοῦ κυρίαρχου ὕλικου τοῦ αἰῶνα μας, τοῦ χάλυβα.

Σὲ πολλοὺς — ποὺ ξέρουν πὼς χιλιάδες χρόνια εἶναι γνωστὴ ἡ χρῆσι τῶν σιδερένιων ἀντικειμένων στοὺς ἀνθρώπους, τόσο στὴ Δύση ὅσο καὶ στὴν Ἀνατολή — θὰ κάνει ἐντύπωση αὐτὴ ἡ ἐπετηρίδα. Ἐκατό, μόνο, χρόνια ξέρομε τὸ ἀτσάλι;

Ἀληθινά, δὲν τὸ ξέρομε μόνο ἑκατὸ χρόνια, ἔχουν, ὅμως, περάσει μόνο ἑκατὸ χρόνια ἀπὸ τότε ποὺ ὑποτάξαμε, χάρις στὸν Henry Bessemer, τὴ μέθοδο τῆς βιομηχανικῆς του παραγωγῆς καὶ μέσα στὰ ἑκατὸ αὐτὰ χρόνια ἡ τεχνικὴ μας — βοθημένη ἀπὸ τὴν ἐπιστημονικὴ ἔρευνα — ἐπέτυχε νὰ μᾶς ἐφοδιάσει μὲ ἓνα ἀξιοσέβαστο πλῆθος ποικιλιῶν τοῦ θαυμαστοῦ αὐτοῦ ὕλικου, ποὺ μᾶς ἔλυσαν σοβαρώτατα τεχνικὰ προβλήματα καὶ προώθησαν τὴν ἀντιμετώπιση τῶν ἀναγκῶν τῆς παραγωγῆς, ὅπως διαμορφώνονται οἱ ἀνάγκες αὐτῆς στὸν πυρετικὸν αἰῶνα μας.

Ἡ χρῆσι τοῦ σιδήρου εἶναι γνωστὴ στοὺς ἀνθρώπους ἀπὸ χιλιάδες χρόνια. Τουλάχιστον τρεῖς χιλιάδες ὀχτακόσια. Οἱ ἐπιστήμονες χωρίζουν τὴ ζωὴ τῆς ἀνθρωπότητος σὲ τέσσερις ἐποχές, μεγάλα, δηλαδὴ, χρονικὰ διαστήματα ποὺ τὸ καθένα χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὰ ὕλικά ποὺ ὁ ἀνθρώπος χρησιμοποίησε γιὰ τὶς ἀνάγκες του : Εἶνε ἡ ἐποχὴ τοῦ λίθου, ἡ ἐποχὴ τοῦ χαλκοῦ, ἡ ἐποχὴ τοῦ ὀρειχάλκου καὶ ἡ ἐποχὴ τοῦ σιδήρου, ποὺ προεκτείνεται ὡς τὶς ἡμέρες μας. Καὶ οἱ τέσσερις ἀνήκουν στὴν ὀλόκαινη ὑποπερίοδο τῆς τεταρτογενοῦς περιόδου τοῦ καινοζωικοῦ αἰῶνα. Μὲ αὐτὴ τὴν — κάπως σιβυλικὴ γιὰ τοὺς ἀμήτους — ὀρολογία χαρακτηρίζουν οἱ παλαιοντολόγοι τὴ φάσι τῆς ζωῆς τῆς Γῆς ποὺ ἐκτείνεται ὡς τὴν ἐποχὴ μας. Μοιράζουν, δηλαδὴ, τὴν ἱστορίαν τῆς Γῆς σὲ τέσσερις γεωλογικοὺς αἰῶνες : τὸν ἀρχαϊκόν, τὸν παλαιοζωικόν, τὸ μεσοζωικόν καὶ τὸν καινοζωικόν. Ἐνάμισι δισεκατομμύρια χρόνια ἀντιπροσωπεύει ὁ ἀρχαϊκὸς αἰῶνας, 325 ἑκατομμύρια ὁ παλαιοζωικὸς, 115 ἑκατομμύρια ὁ μεσοζωικὸς. Οἱ αἰῶνες διαιροῦνται σὲ γεωλογικὰς περιόδους. Ὁ καινοζωικὸς αἰῶνας — ὁ αἰῶνας τῶν μαστοφόρων — περιέχει τὴν τριτογενὴ καὶ τεταρτογενὴ περίοδο. Ἡ τελευταία βαστάει τώρα 70 ἑκατομμύρια χρόνια, ἀπέναντι στὰ 900, ἀπάνω κάτω, ἑκατομμύρια ποὺ βαστήξε ἡ τριτογενής. Ἡ περίοδος διαιρεῖται σὲ ὑποπερίόδους. Στὴν τριτογενὴ περίοδο ἐγι-

\* Διάλεξις ὀργανωθεῖσα ὑπὸ τῆς Ἀνωτάτης Βιομηχανικῆς Σχολῆς τὴν 19ην Δεκεμβρίου 1958 εἰς τὴν Αἴθουσαν τῆς Ἀρχαιολογικῆς Ἐταιρίας πρὸς τιμὴν ἰδίως τῆς πρὸ 100 ἐτῶν ἐφευρέσεως τοῦ μετατροπέως Bessemer.

ναν οί σοβαρότερες διαμορφώσεις τῆς γῆς μας — σχηματίστηκαν οί ξηρὲς καὶ οί θάλασσες — καὶ ἔζησε, ἴσως, ὁ πρόδρομος τοῦ ἀνθρώπινου γένους.

Ἡ ἔποχὴ τοῦ λίθου ἀρχίζει — κατὰ τὶς γεωλογικὲς μας διαπιστώσεις — 700 ἢ 600 χιλιάδες χρόνια πρὶν ἀπὸ τὶς ἡμέρες μας. Εἶναι ἡ παλαιολιθικὴ ἔποχὴ, πού ὁ πρόγονός μας χρησιμοποίησε τὸ λίθον γιὰ ὄπλον στὸ κυνήγι του ἢ στὶς ἀνάγκες του, ἔτσι ὅπως τὸν ἔβρισκε στὴ φύση. Μόλις, ὅμως, πρὶν ἀπὸ 30 χιλιάδες χρόνια ἐπιχείρησε νὰ διαμορφώσει τὸ ἀκατέργαστο εὐρημα, τὸ λίθον ἢ τὴ σκίζα ἢ τὸν κλάδο, σὲ ἀντικείμενο βολικότερό γιὰ τὶς ἀνάγκες του. Ἡ ἐμπειρία αὐτὴ συνδέεται μὲ τὴν ἐμφάνιση τοῦ «γνωστικοῦ ἀνθρώπου», τοῦ homo sapiens τοῦ Λιναίου, τοῦ ἀνθρώπου πού σκέπτεται καί, κατὰ ἕναν τρόπο, καθορίζει τὶς ἐνέργειές του ὁ ἴδιος, σχετίζοντας τὴν πείρα τοῦ παρελθόντος μὲ τὴν ἀνάγκη πού ἀντιμετωπίζει. Κάποια ἔποχὴ ὁ αἰσθηματικὸς Προμηθεὺς ἐμίλησε, σφραγίζοντας μὲ πύρινη βούλα τὴν καινούργια μοῖρα τοῦ ἀνθρώπινου γένους. Ὁ γνωστικὸς ἄνθρωπος ἔγινε κύριος τῆς φωτιᾶς, πού τὴν κατεῖχαν ὡς τότε οἱ οὐράνιοι καὶ οἱ ὑποχθόνιοι θεοί.

Ἡ φωτιὰ τοῦ δωσε τὸ μέσο νὰ μπεῖ στὴν ἔποχὴ τοῦ χαλκοῦ. Πρέπει βέβαια νὰ εἶναι τυχαία ἡ ἀνακάλυψη τῶν ὑπηρεσιῶν πούμποροῦσε νὰ προσφέρει ὁ χαλκὸς στὸν ἄνθρωπον. Τὸ ὑλικὸ αὐτὸ, πού βγαίνει ἀπὸ ὀρισμένο εἶδος πέτρες ὅταν τὶς βάζαμε σὲ πολὺ δυνατὴ φωτιά, κάπου πρέπει νὰ παράχθηκε, ἴσως ἀπὸ πυρκαγιὰ πού τὴν ἀναψε ὁ κεραυνός, νὰ τὸ εἶδε ὁ παλαικὸς μας πρόγονος, νὰ τὸ χτύπησε μὲ τὸ πέτρινον σφυρί του καὶ νὰ τὸ βρε ἑλατὸ κι ἔτσι νὰ ξεκίνησε τὴν χρησιμοποίησή του. Μετὰ ἀπὸ μερικὲς χιλιάδες χρόνια θὰ γινε τὸ ἴδιο μὲ τοὺς κασσιτερίτες ἢ θὰ ριξε ὀρυκτὰ κασσιτέρου, κατὰ λάθος, στὰ καμινία του τοῦ χαλκοῦ ὁ χαλκούργος ἐκείνης τῆς ἔποχῆς καὶ ἀνακάλυψε τὸν κασίτερον. Κράμα χαλκοῦ καὶ κασσιτέρου εἶναι ὁ ὀρειχάλκος, μὲ πολὺ διαφορετικὲς ιδιότητες ἀπὸ τοῦ χαλκοῦ. Ἄλιμονο στοὺς πολεμιστὲς μὲ τὰ χάλκινα ξίφη ἀπέναντι σὲ κείνους πού εἶχαν τὰ πολὺ σκληρότερα ὀρειχάλκινα. Οἱ δεῦτεροι εἶχαν τὴν τροχὴ καὶ οἱ πρῶτοι τὴν μαύρη μπαρούτη!

Ὅπως ξέρουμε, τὸ χρυσάφι βρίσκεται αὐτούσιο στὴ φύση, ἐνῶ ὁ χαλκός, τὸ σίδηρον, ὁ κασίτερος, ἀπαντοῦν ἐνωμένα μὲ ἄλλα στοιχεῖα. Ἡ ἀνεύρεση βῶλων χρυσαφιοῦ, ὅσο κι ἂν ἦταν σπάνιοι, φυσικὸ εἶναι νὰ κάνουν τὸν ἄνθρωπον νὰ ἐπιχειρήσει τὴν ἐπεξεργασία τους. Τὸ λαμπερὸ μέταλλον δὲν ἔλυωνε στὴ φωτιά ἦταν ὅμως περισσότερο ἑλατὸ ἀπὸ τὰ προϊόντα τῶν καμινίων τοῦ χαλκοῦ. Ἡ παρατήρηση πὼς μὲ τὸ φύσημα δυνάμων ἢ φωτιὰ ὀδήγησε στὴν ἀνακάλυψη τοῦ φουεροῦ. Ἡ διαπίστωση πὼς ὀρισμένες πέτρες βαστοῦσαν περισσότερο στὴν φωτιὰ ὀδήγησε στὴν ἐπιλογὴ ὑλικῶν πού θὰ ἀποτελοῦσαν τὴν πυρίμαχη ἐπένδυση τῶν καμινίων. Ἡ ὑψηλότερη θερμοκρασία ἐβελτίωνε τὴν ποιότητα τῶν χάλκινων προϊόντων γιὰ τὴν καθαρότητα. Ἡ ἀνακάλυψη τοῦ ὀρειχάλκου ἀποτελοῦσε πρόοδο καὶ γιὰ τὸ ὀρειχάλκος λυώνει εὐκολότερα. Εἶναι εὐτηκτικὸ κράμα τοῦ χαλκοῦ. Ἐπέτρεψε τὴν κατασκευὴ χυτῶν ἀντικειμένων καὶ ὄχι μόνον μαζῶν πού εἶχαν ἀνάγκη ἀπὸ πολλὴ σφυρηλασία γιὰ νὰ πάρουν χρήσιμες μορφές. Στὸς παλαιούς τάφους

ανακαλύφθηκαν χάλκινα, όρειχάλκινα, χρυσά αντικείμενα: όπλα: είδη καθημερινής χρήσης: κοσμήματα.

Για να πάει πάρα πέρα ή τεχνική χρειάστηκε ή βελτίωση του καμινιού, ένας τύπος ανοιχτής έστιας, με πυρίμαχη, σχετικά, επένδυση και φυσικό από δέρμα ζώων, που θα το λειτουργούσαν άνθρωποι. Αυτό το ανοιχτό, χαμηλό καμίνι άντεξε χιλιάδες χρόνια. Και ή ύπαρξη του είναι απαραίτητη προϋπόθεση για να μπορούμε να μιλάμε για το δαμασμό του σιδήρου από τους ανθρώπους.

Πραγματικά, το σίδηρο άπαντάει στη φύση σε διάφορες ενώσεις. 'Οξειδιο σιδήρου άνωδρο με τη μορφή του όλιγίστου ή του κόκκινου αιματίτη ή όξειδιο ένυδρο με τη μορφή του καστανού αιματίτη, του ωολιθικού σιδήρου ή του λιμονίτη, του μαγνητικού όξειδίου, πλουσιότατου σε σίδηρο, του σιδερίτη και του σπάθη που είναι και τα δύο άνθρακικός σίδηρος, του σιδηροπυρίτη και του θειούχου σιδήρου. Και οι μορφές αυτές δεν είναι καθαρές: είναι ανακατωμένες με άλλες ενώσεις. 'Υπάρχει σε άσήμαντη ποσότητα και ό μετεωρικός σίδηρος, δηλαδή, καθαρός σίδηρος με νικελ, προερχόμενος από μετεωρίτες, που μπορεί να τον συνάντησαν κάπου οι μακρινοί μας πρόγονοι αλλά για μάς είναι τόσο σπάνιος ώστε άποτελεί μάλλον έπιστημονικό περίεργο παρά βιομηχανική πρώτη ύλη.

Στις ενώσεις που δεν είναι όξειδια πρέπει να μετατρέψουμε το σίδηρο σε όξειδιο. Το όξειδιο, δηλαδή ή ένωση σιδήρου με όξυγόνο, είναι το βασικό μετάλλευμα, για άπόληψη του σιδήρου. Σε ύψηλή, σχετικά, θερμοκρασία, φέρνουμε σε έπαφή το σίδηρο με κάρβουνο και το όξυγόνο περνάει στο κάρβουνο, δίνοντας άνθρακικό όξύ και άπελευθερώνοντας το σίδηρο. 'Η πράξη αυτή λέγεται άναγωγή. Γενικά, άναγωγή στη μεταλλουργία λέγεται ή άφαίρεση του όξυγόνου από ένα μεταλλικό όξειδιο. Το ύλικό που θα παράλαβει το όξυγόνο λέγεται άναγωγικό ύλικό. 'Αναγωγικό ύλικό δεν είναι μόνο το κάρβουνο. Το κάρβουνο, όμως, είναι το φτηνότερο άναγωγικό, γιατί άπαντάει σε άφθονία στη φύση και παραλαμβάνεται με λίγες προσπάθειες, δηλαδή φτηνά.

Μια τέτοια άναγωγή, για να πετύχει, θέλει ύψωμένη θερμοκρασία κι αυτή τη θερμοκρασία θα πρεπε να την αναπτύσσουν στα καμίνια τους οι άνθρωποι για να μπορούν να κατεργασθούν σίδηρο. Πότε το κατόρθωσαν; Στον Όμηρο αναφέρονται σιδερένια όπλα, εργαλεία, είδη. Στην περίφημη νεκρόπολη του Hallstadt, στην Αυστρία, ανακαλύφθηκαν ξίφη και μαχαίρια σιδερένια καλής τέχνης. Οι κινεζικές παραδόσεις άνάγουν στον αυτοκράτορα Φού-Χι δηλαδή στο 19 π. Χ. αιώνα την πρώτη έπεξεργασία του σιδήρου. Στην Αίγυπτο βρέθηκαν σιδερένια αντικείμενα σε προδυναστικά τάφο. Αυτό δίνει ήλικία κοντά τέσσερις χιλιάδες χρόνια στη χρησιμοποίηση του σιδήρου.

Με την άρχή των ιστορικών χρόνων ό άνθρωπος παρουσιάζεται κάτωχρος της τεχνικής της κατασκευής αντικειμένων από σίδηρο και με ένα συγκρότημα θρύλων γύρω από τη μεταλλουργική τεχνική και τη σιδηρομεταλλουργ

γία. Οί Κάβειροι και οί Δάκτυλοι και οί Χάλυβες και οί Τελχίνες ήταν μυθικοί λαοί που είχαν διδαχτεί από τους θεούς την κατεργασία των μετάλλων και ή μυθική Αΐα, τόπος όπου υπήρχε άφθονο τὸ κατάλληλο σιδηρομετάλλευμα. Και σήμερα ή κοιλάδα του Ντοιέτς δίνει άριστο μέταλλευμα σιδήρου. Γιατί ή Κολχίδα να μην ήταν ή πρωτεύουσα ενός λαού που έκμεταλλεύοταν τις δυνατότητες τῆς ένδοχώρας, τουλάχιστον έμπορικά; Και γιατί τὸ ταξίδι τῆς «'Αργώσ» να μην ήταν τὸ μυθικό ανάλογο των αναζητήσεων του δρόμου των 'Ινδιών από δυτικά, που λάμπρυναν μαζί και κηλίδωσαν την Εὐρώπη του 15 αιώνα;

Γιατί τὸ σίδηρο ήταν, ακόμη και τὸν καιρὸ του τρωικού πολέμου, πολύτιμο μέταλλο, που τὸ χρησιμοποιούσαν στις συναλλαγές για την πληρωμή λύτρων. Αΐθων και Ιοειδῆς και πολίος χαρακτηρίζεται ὁ σίδηρος στα όμηρικά έπη. Μετά τῆ γεωμετρική έποχή φτηναίνει, εξακολουθεί όμως να έχει αξία, άφου ὁ Λυκοῦργος τὸν καθιερώνει για νόμισμα, στο σκυθρωπό του δημιούργημα τῆς Σπαρτιατικῆς πολιτείας.

Στους κλασικούς χρόνους έχει γενικευτεί ή χρησιμοποίηση του σιδήρου κι ὁ Πausανίας μιλάει για τὸ Θεόδωρο τὸ Σάμιο του 6 αιώνα π.Χ. που «πρῶτος διαχέει σίδηρον εὔρε και άγάλματα έξ αυτού πλάσαι». Προφανῶς πρόκειται για τὸ εὐτηκτικό κράμα του σιδήρου που ονομάζουμε χυτοσίδηρο και κάνουμε του κόσμου τὰ αντικείμενα με αυτόν. Ὁ ἴδιος ὁ Pausanias μιλάει για ένα σιδερένιο σύμπλεγμα Ἡρακλέους και ὕδρας, έργο του Τισαγόρα, που βρισκόταν στο ἱερὸ των Δελφῶν.

Για να μπορέσουμε, όμως, να προχωρήσουμε, θα πρέπει να κάνουμε από τῶρα ένα ξεχώρισμα των μορφῶν του σιδήρου που παρουσιάζονται στη βιομηχανία. Ὁ χημικὰ καθαρὸς σίδηρος, ὁ πυρφορικός σίδηρος ὅπως λέγεται εξαιτίας τῆς μεγάλης του συγγενείας με τὸ ὀξυγόνο που τὸν κάνει εὐκόλα να καίγεται, δέν ενδιαφέρει καθόλου τῆ βιομηχανία. Τὰ άνθρακοκράματα και μεταλλοκράματα του σιδήρου ενδιαφέρουν τις εφαρμογές. Ὁ σίδηρος ένώνεται με τὸ κάρβουνο χημικὰ και οί ένώσεις αυτές κάνουν κράματα με τὸ σίδηρο.

Αὐτούσιο τὸ κάρβουνο σε μορφή γραφίτη ακόμη διαλύεται στο σίδηρο ή ψιλομοιράζεται αδιάλυτο μέσα στη σιδερένια μάζα. Ἄν ξετάσουμε τῆν περιεκτικότητα μιάς ποσότητας βιομηχανικού σιδήρου σε κάρβουνο, άνεξάρτητα από τῆ μορφή με τῆν ὁποία υπάρχει μέσα του τὸ κάρβουνο, θα πάρουμε τρία ξεχωριστά είδη σιδήρου με πολύ διαφορετικές ιδιότητες.

Ὅταν τὸ κάρβουνο είναι κάτω από 0,5%, έχουμε τὸ είδος σιδήρου. Είναι ένα ὕλικὸ ὄλκιμο και ἑλατό, που συγκολλιέται μόνο του ὅταν τὸ σφυρηλατίσουμε λευκόπυρο, δέν έχει πολύ μεγάλη άντοχή, λυώνει πάνω από τους 1500°C και βράζει στους 2 450°C. Ἄκόμη και ὡς τὸ 1,5%, εἴμαστε στο είδος σιδήρου. Ἄπὸ ἐκεῖ, ὡς τὸ 9%, έχουμε τὸ χάλυβα. Τους διάφορους τύπους άτσαλιού κατασκευῶν. Ὅσο άνεβαίνουμε σε κάρβουνο, ή άντοχή αυξάνει, ή σκληρότητα αυξάνει, αυξάνει όμως και ή ευθραυστότητα. Μαλακά άτσάλια, μισόσκληρα, σκληρά, πολύ σκληρά άτσάλια, σ' αυτή τῆν περιοχή βρίσκονται. Ἄπὸ τέτοια

άτσάλια γίνονται κατασκευάσματα άντοχής, σύρματα άντοχής, ελατήρια. Αύξανοντας τὸ κάρβουνο καὶ μέχρι 20% ἀκόμη, περνᾶμε στὴν περιοχή τῶν άτσαλιῶν γιὰ ἐργαλεῖα. Τὸ προϊόν εἶναι ἀνθεκτικό, διατηρεῖ ψηλὸ σημεῖο τήξεως ἀλλὰ εἶναι καὶ εὐθραυστο.

Ἐνα άτσάλινο ἐργαλεῖο σπάει ἅμα τὸ χτυπήσουμε σὰ νὰ ταν ἀπὸ γυαλί. Τὰ άτσάλια μὲ περιεκτικότητα κάρβουνο 0,3% ὡς 2%, δηλαδὴ 3% ὡς 20% παίρνουν βαφή. Μεταβάλλουν, τουτέστι, ιδιότητες, ἂν πυρωμένα τὰ φύξουμε ἀπότομα. Μὲ τὴ βαφή αὐξάνουμε τὴν άντοχὴ καὶ τὴ σκληρότητα τῶν άτσαλιῶν.

Ἀπὸ ἐκεῖ καὶ πέρα, δηλαδὴ ἀπὸ περιεκτικὸτητα ἄνθρακα πάνω ἀπὸ 2% περνᾶμε σὲ μιὰ ἄλλη μορφή σιδήρου. Στὴ μορφή χυτοσίδηρος ἢ μαντέμι. Τὸ μαντέμι δὲν εἶναι οὔτε ὀγκιμο οὔτε ἐλατό. Ἔχει άντοχὴ μεγάλη σὲ κατάθλιψη μὰ δὲν ἔχει άντοχὴ σὲ ἐφέλκυσμό. Εἶναι εὐθραυστο. Σκουριάζει πολὺ δυσκολώτερα ἀπὸ τὸ σίδηρο. Καὶ τὸ σπουδαιότερο, λυώνει πολὺ εὐκολώτερα ἀπὸ τὸ σίδηρο καὶ τὸ άτσάλι, κάπου μεταξὺ 1000° C καὶ 1300°, ἀνάλογα μὲ τὴν περιεκτικὸτητα σὲ ξένες οὐσίες καὶ ιδίως σὲ φωσφόρο. Ἀκόμη, ὅταν λυώσει, εἶναι εὐκολόρευστο καὶ μποροῦμε νὰ κατασκευάσουμε μ' αὐτὸ πολὺπλοκα χυτὰ ἀντικείμενα.

Τὸ μαντέμι, λοιπόν, τὸ άτσάλι καὶ τὸ σίδηρο, εἶναι τρεῖς μορφές τοῦ προϊόντος σιδήρου, μὲ ἀξιόλογα διαφορετικὲς ιδιότητες τῆς μιᾶς μορφῆς ἀπὸ τὴν ἄλλη.

Ποιὸ ἦταν τὸ προτσέσο τῆς παραγωγῆς στὰ πρωτόγονα ἀνοιχτὰ χαμηλὰ καμίνια;

Ἀνάβανε φωτιά κι ἔριχναν τὸ μέταλλευμα, πού ἔπρεπε νὰ εἶναι ὀξειδιο τοῦ σιδήρου, πλούσιο σὲ μέταλλο. Τροφοδοτοῦσαν τὴ φωτιά διαρκῶς μὲ κάρβουνο. Ὅταν τὸ μέταλλευμα θερμαινόταν ἀρκετὰ, γινόταν διάσπαση τοῦ ὀξειδίου, τὸ ὀξυγόνο περνοῦσε στὸ κάρβουνο καὶ σχηματιζόταν ἕνας μύδρος, μιὰ διάπυρη μάζα σὰ σφουγγάρι, σχετικὰ εὐπλασθη, πού ἔπρεπε νὰ τὴ σφυρηλατίσουν γιὰ νὰ ἐκθλίψουν τὶς σκουριές, τὶς ξένες δηλαδὴ οὐσίες τοῦ ὑλικοῦ. Τὸ προϊόν ἦταν σίδηρος κατὰ τὸ μᾶλλον φτωχὸς σὲ κάρβουνο ἀλλὰ πολὺ ἀκάθαρτος. Μεγάλο ποσὸ σιδήρου τοῦ μεταλλεύματος ἔφευγε μαζί μὲ τὶς σκουριές, γιὰτὶ δὲν εἶχε ἀναχθεῖ.

Τὰ πρῶτα καμίνια ἦταν λάκκοι στὸ ἔδαφος, χωρὶς φουσερό, ὅπου μικρὲς ποσότητες μεταλλεύματος μεταβαλλόντουσαν σὲ μύδρους. Τὸ καταλανικὸ καμίνι, τὸ χριστὸ δηλαδὴ ἀνοιχτὸ καμίνι, ἦταν μιὰ πρόοδος καὶ τεράστια πρόοδος στάθηκε ἡ ἐφεύρεση τοῦ φουσεροῦ, πού ἐξασφάλιζε τεχνητὴ προσαγωγή ἀέρα σὲ μεγαλύτερες ποσότητες.

Μὲ τὸν τρόπο αὐτὸ ὑψώθηκε ἡ θερμοκρασία καὶ μποροῦσε νὰ γίνῃ ἐνανθράκωση τοῦ προϊόντος. Εἶναι τὸ πέρασμα στὸ άτσάλι. Νὰ ἀναλογιστεῖς τί δυσκολίες ξεπέρασαν οἱ πρωτόγονοι ἐκεῖνοι τεχνίτες γιὰ νὰ δαμάσουν τὸ δύστροπο τοῦτο ὑλικὸ καὶ πόσες ἑκατοντάδες χρόνια προσπάθειες ἔπρεπε νὰ καταβληθοῦν γιὰ νὰ φτάσουν στὸν τύπο ἐκεῖνο τοῦ Ἰνδικοῦ άτσαλιοῦ πού κατασκευαζόταν στὴ Δαμασκὸ καὶ μετεφέρθηκε ἀργότερα ἢ τεχνικὴ του στὴν Περσία

μέ τις ἐπιδρομές τοῦ Ταμερλάνου. Πάντως, τὰ δαμασκηνα̑ σπαθια̑ καὶ τὸ δαμασκηνο̑ ἀτσάλι, τὸ Ἰνδικό, τὸ περσικὸ ἀτσάλι, ἔγιναν περίφημα ἐκεῖνα τὰ χρόνια. Μὲ τοὺς ἄραβες, ἡ τεχνικὴ τῆς Δαμασκοῦ ἀναπτύχθηκε στὴν Ἰσπανία καὶ ἰδιαίτερα στὸ Τολέδο.

Ἡ κατασκευὴ τοῦ δαμασκηνοῦ ἀτσαλιοῦ ἀποτελοῦσε ἐπαγγελματικὸ μυστικόν. Πάντως, ἀπαιτοῦσε ἐξαιρετὴ πρώτη ὕλη καὶ μιὰ ἐξαισία τεχνικὴ, γιὰ νὰ καθαρῖσεις καλὰ τὸ μύδρο ἀπὸ τὶς ξένες προσμίξεις, νὰ τὸν κάνεις μὲ ἐπανηλειμμένες σφυρηλασίες ὁμοιογενὴ φύλλα, νὰ τὰ συγκολλήσεις αὐτὰ τὰ φύλλα καὶ νὰ τὰ ἀτσαλοποιήσεις μὲ ἐναυθράκωση καὶ νὰ τὰ βάψεις κατόπιν κατάλληλα γιὰ νὰ βελτιώσεις τὶς μηχανικὲς τοὺς ιδιότητες. Οἱ ἐλαφρὲς διαφορὲς ἐναυθράκωσης ἔδιναν στὸ δαμασκηνο̑ ἀτσάλι τὶς χαρακτηριστικὲς γραμμὲς του. Τὶς ἀτέλειες συγκόλλησης τὶς σκέπαζε ὁ δαμασκηνο̑ς τεχνίτης μὲ χρυσὸ κι ἀσήμι καὶ καμιά φορὰ μὲ ἐπίχυση ἀρωματικῶν ρητινῶν ἔκανε σπαθια̑ πού εὐωδιάζαν. Καὶ σήμερα, τὴν ἔγχυση εὐγενῶν μετάλλων σὲ προετοιμασμένες ἔσκαφες ἀπάνω στὸ ἀτσάλι τὴ λέμε «δαμασκήνωση».

Παράλληλα, στὴ δευτέρη χιλιετηρίδα τῆς χρονολογίας μας, παρουσιάζεται μιὰ θαυμάσια ἀνάπτυξη τῆς καλλιτεχνικῆς σιδηρουργίας, τῆς ὁποίας ἡ πρώτη ὕλη δὲ χρειαζόταν νὰ εἶναι τὸ ἀτσάλι παρὰ ἔφτανε —καὶ ταίριαζε πιὸ καλὰ— τὸ φτωχὸ σὲ ἄνθρακα σίδηρο τῶν καταλανικῶν καμινιῶν.

Ἡ αὐξηση τοῦ πληθυσμοῦ, οἱ συνεχεῖς πόλεμοι, ἡ ἀνάπτυξη τῆς κατεργασίας τοῦ σιδήρου, ἀπαιτοῦσαν ὅλο καὶ περισσότερη πρώτη ὕλη. Τὰ παλια̑ ἐκλεκτὰ μεταλλεύματα δὲν κάλυπταν τὴ ζήτηση. Νέα μεταλλεῖα ἀναζητήθηκαν. Τὰ καμίνια δὲν ἔφαρκοῦσαν καὶ μεγάλωναν οἱ διαστάσεις τους. Τὸ ἀνθρώπινο χέρι χρειαζόταν νὰ τὸ ἀντικαταστήσει στὸ φυσερὸ ἡ μηχανή. Οἱ φυσικὲς ὑδροπτώσεις παρουσιάστηκαν σὰ μιὰ ἀναγκαιότητα νὰ προσελκύσουν κοντὰ τους τὶς μεταλλουργίες.

Τὸ ξυλοκάρβουνο πού χρησιμοποιοῦσαν οἱ παλιότεροι μεταλλουργοὶ παρουσιαζόταν ἀκριβό. Δοκιμάστηκε τὸ ὀρυκτὸ κάρβουνο τῶν ἀνθρακοφόρων περιοχῶν. Αὐτὸ ἀνάπτυσσε πιὸ μεγάλες θερμοκρασίες, ἀπαιτοῦσε, ὅμως, ψηλότερα καμίνια. Καὶ τὰ καμίνια ὅλο ψήλωναν καὶ ἀνάδειχναν τὰ πλεονεχτήματα τῆς νεώτερης αὐτῆς τεχνικῆς. Γινόντουσαν ὑψικάμια. Ἡ ἀνακάλυψη τῆς ἀτμομηχανῆς ἀπόζευξε τὰ μεταλλουργεῖα ἀπὸ τὶς ὑδροπτώσεις καὶ τὰ μεταφέρει κοντὰ στὰ ὀρυχεῖα. Χῶρες πού διέθεταν γειτονικὰ μεταλλεῖα σιδηρομεταλλεύματος καὶ ὀρυχεῖα ἀνθρακος παρουσίαζαν ἀμάχητα πλεονεχτήματα γιὰ ἀνάπτυξη τῆς σοβαρότατης αὐτῆς βιομηχανίας πού ὅλο καὶ φούντωνε, μὲ τὴ διαμόρφωση τῶν Εὐρωπαίων σὲ ἐθνότητες καὶ τὴν ἀνάπτυξη ὀργανωμένων ἐθνικῶν στρατῶν ἀπὸ τὴ μιὰ μεριά, τὴν ἐξέλιξη τῆς βιομηχανικῆς ἐπανάστασης ἀπὸ τὴν ἄλλη, πού ἀπαιτοῦσε ἀκόρεστα ὅλο καὶ περισσότερα μηχανήματα.

Τὸ ὑψικάμινο, ὅμως, δὲν ἔδινε πιὰ σίδηρο ὅπως τὸ καταλανικὸ καμίνι. Στὰ πυρίφλογα σωθικά του, πού τὰ τροφοδοτοῦσαν μὲ στρώματα κάρβουνο στρώματα μέταλλευμα, τὸ μέταλλο ἔλυωνε καὶ διάλυε κάρβουνο κι ἔτσι μεταβαλόταν σὲ χυτοσίδηρο. Οἱ ξένες προσμίξεις ὀξειδώνονταν καὶ γίνονταν σκου-

ριές, που επέπλεαν στο λυωμένο μέταλλο. Το προϊόν τῶν ὑψικαμίνων ἦταν — καί εἶναι — χυτοσίδηρος, μέ μεγάλη κατὰ τὸ μᾶλλον περιεκτικότητα σὲ κάρβουνο. Τὸ ὑψικάμινο δὲν μπορεῖ νὰ μᾶς δώσει σίδηρο ἢ ἀτσάλι, προϊόν δηλαδή χαμηλῆς ἀνθράκωσης.

Ἡ καμινεῖα ὁμως μέ τὸ ὑψικάμινο δίνει πολὺ φτηνὸ προϊόν σχετικὰ ὁμοίμορφο καί σὲ μεγάλες ποσότητες. Κι αὐτὸ δὲν μποροῦσε νὰ ἀγνοηθεῖ. Τῆ λύση γιὰ παραγωγή σιδήρου ἔδωσε τὸ 1730 ὁ Darby, τοῦ ὁποῦ τῆ μέθοδο ὀργάνωσε βιομηχανικὰ ὁ Cort, τὸ 1784. Εἶναι ἡ μέθοδος τοῦ puddling. Σὲ ἓνα καμίνι βάζεις χυτοσίδηρο ὑψικαμίνου καί μετάλλευμα καί σκουριές, δηλαδή προϊόντα πλούσια σὲ ὀξυγόνο. Μὲ φλόγες που προέρχονται ἀπὸ γειτονικὴ ἔστια θερμαίνεις τὸ σύνολο. Ὁ χυτοσίδηρος λυώνει. Ἀνακατεύεις τῆ μάζα, τὸ μετάλλευμα ἀνάγεται σὲ βᾶρος τοῦ κάρβουνου τοῦ χυτοσιδήρου καί ἡ θερμοκρασία τήξης ἀνεβαίνει, κάνοντας ὄλο καί πιὸ δύσκολη τὴν ἀνάδευση. Σχηματίζονται ἔτσι μύδροι σιδήρου φτωχοῦ σὲ κάρβουνο κι αὐτοὺς τοὺς τραβᾶς μέ μακριές τσιμπιδες καί τοὺς σφυρηλατεῖς γιὰ νὰ διώξεις τίς σκουριές.

Ἡ μέθοδος Cort ἔδινε ἱκανοποιητικὸ προϊόν. Τὸν πολτοπαγῆ σίδηρο. Ἡ ἀνάδευση, ὁμως, ἦταν ἀφάνταστα κοπιαστικὴ καί ἀπαιτοῦσε μιὰ εἰδικὴ τεχνική.

Στὸ μεταξὺ συμπληρώνονταν οἱ ἐγκαταστάσεις τῶν ὑψικαμίνων μέ τὴν χρησιμοποίησι τῶν Cowpers, ψηλῶν δηλαδή πύργων που θερμαίνονται μέ ἀέρια τῶν ὑψικαμίνων πλούσια σὲ μονοξειδιο τοῦ ἀνθρακος καί ἀπὸ τοὺς ὁποῖους περνᾶμε κατόπιν τὸν ἀέρα τροφοδοσίας τοῦ ὑψικαμίνου καί τὸν ζεσταίνουμε στοὺς 600° C ὡς 800° C, οἰκονομώντας ἀπὸ τῆ μιὰ μεριά καύσιμο, αὐξάνοντας ἀπὸ τὴν ἄλλη τῆ θερμοκρασία μέσα στὸ ὑψικάμινο, πράγμα που βελτιώνει πολὺ τὴ διαδικασία τῆς λειτουργίας του.

Μὲ παραπέρα κατεργασία, δηλαδή μέ ἐναθράκωση, κατὰ τὴν πανάρχαια τεχνικὴ, μποροῦσες νὰ φτάσεις στὴν παραγωγή ἀτσαλιῶν που ζητοῦσε ἡ κατανάλωση. Ἐτσι μᾶς βρίσκει τὸ 1850. Τὸ σιδηρομετάλλευμα τήκεται στὸ ὑψικάμινο πρὸς μαντέμι που παραλαμβάνεται χυμένο σὲ τύπους. Ἡ σχετικὰ χαμηλὴ θερμοκρασία τήξης τοῦ μαντεμιοῦ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ τὸ ξαναλῦσουμε σὲ ἀπλούστερα καί πολὺ χαμηλότερα καμίνια, γιὰ νὰ κάνουμε χυτὰ ἀντικείμενα μαντεμένα.

Ἄν θέλουμε σίδηρο θὰ περάσουμε τὸ μαντέμι στὰ καμίνια ἀναγωγῆς μέ ἀνάδευση. Κι ἂν θέλουμε ἀτσάλι θὰ ἐναθρακώσουμε ξανά αὐτὸ τὸ σίδηρο.

Ἐκείνη τὴν ἐποχὴ ὁ ρωλογοῦς τοῦ Sheffield, Huntsmann δοκίμασε νὰ λῦσει πσιλὰ σίδηρα σὲ χωνιά χυτηρίου ἀπὸ πυρίμαχη ὕλη. Καί τὸ πέτυχε, ἂν καί δύσκολα, γιὰ τὸ σίδηρο, ὅπως εἶπαμε, θέλει θερμοκρασία πάνω ἀπὸ 1500° C γιὰ νὰ λῦσει, ἀπέναντι στὸ μαντέμι που θέλει γύρω στοὺς 1000° C μέ 1100° C βαθμούς.

Μέσα στὰ χωνιά αὐτὰ —στὰ χωνευτήρια ὅπως λέγονται— μπορεῖς νὰ ρίξεις μιὰ ποσότητα μαντέμι καί νὰ πετύχεις ἀτσάλι περιεκτικότητας σὲ κάρβουνο κατὰ τὴν ἐπιθυμία σου. Εἶναι ἡ πρώτη φορὰ που κατόρθωσε ὁ ἀνθρώπος νὰ κάνει ἀτσάλι χυτὸ κι ὄχι πολτώδεις μύδρους σιδήρου.

Καί τότε παρουσιάσθη ὁ Bessemer κι ἔκανε τή βαθιά του τομή στήν ἱστορία τῆς σιδηρομεταλλουργίας, πού ξεχωρίζει τίς παλιότερες ἐποχές ἀπό τή σύγχρονη.

Ὁ Henry Bessemer γεννήθηκε τὸ 1813 στήν Ἀγγλία καί πέθανε τὸ 1898. Ἡ δουλειά του ἦταν ἐφευρέτης. Εἶχε ἐφεύρει ἕνα μηχανήμα σφραγίσματος γιά τὰ τελωνεῖα, ἕναν τύπο μπρουντζίνας —αὐτῆς τῆς σκόνης πού μᾶς δίνει χρυσαφιά μπόγια— ἕνα βελούδο τύπου Οὐτρέχτης, τύπους μητρῶν γιά τὰ χυτήρια.

Ὁ Εὐρωπαϊκός ὀρίζων ἦταν θολός. Στή Γαλλία ὁ Ναπολέων ὁ Γ' μεγαλοπραγματοῦσε. Ἡ Γερμανία ὀργανωνόταν σέ μεγάλη βιομηχανική χώρα καί οἱ Ἀγγλοὶ εἶχαν συμμαχήσει μέ τοὺς Γάλλους. Ἐξαιτίας ἀποδοχῆς ἀπὸ τὸ σουλτάνο αἰτήματος τοῦ Ναπολέοντα, οἱ Ρῶσοι, προστατεύοντας τὴν ὀρθοδοξία, ἐπιτέθηκαν στοὺς Τούρκους τὸ 1852 κι ἄρχισε ὁ Κριμαϊκὸς πόλεμος, στὸν ὁποῖο πῆραν μέρος, λίγο ἀργότερα, οἱ Ἀγγλογάλλοι. Τὸ 1848, εἶχε ἐξαπολύσει ὁ Karl Marx τὸ ἐπαναστατικὸ του «Μανιφέστο» καί στίς ἐργατικὲς μάζες τῶν εὐρωπαϊκῶν χωρῶν παρουσιαζόταν ἕνας ἀναβρασμός, πού ἀνησυχοῦσε τοὺς βιομηχάνους.

Ἡ ἀτμόσφαιρα ἦταν ὅ,τι χρειαζόταν γιά νὰ δεχτεῖ μιὰ συντριπτική ἐφεύρεση, πού θὰ μπορούσε νὰ ἀποτελέσει πλεονέκτημα τῆς χώρας πού θὰ τὴν ἀξιοποιοῦσε. Φτηνὸ ἀτσάλι, σέ ἀφθονες ποσότητες, θὰ μπορούσε νὰ δώσει καλύτερης ποιότητας μηχανές, καλύτερα κανόνια, μέ μεγαλύτερο βεληνεκές, πλοῖα μεγαλύτερης ταχύτητας. Ἦδη, ὁ Bessemer εἶχε καταπιαστεῖ μέ ἕνα βλῆμα τηλεβόλου γιά μεγάλο βεληνεκές ἀλλὰ τὰ τότε κανόνια δὲν ἦταν ἀνεκτικὰ νὰ τὸ ἐκπέμψουν.

Καί τότε, τοῦ ἤρθε ἡ μεγάλη ἰδέα. Θὰ μπορούσε νὰ κάψει τὴν περίσσεια τοῦ κάρβουνου στὸ χυτοσίδηρο, διαβιβάζοντας μέσα στή λυωμένη του μάζα ἀτμοσφαιρικό ἀέρα. Δὲν ἀγνοοῦσε τὸ φαινόμενο τοῦ puddling, πού μέ τὴν πτώχευση σέ ἀνθρακα ἡ μάζα γινόταν πιὸ πολτώδης, ὑπελόγιζε, ὅμως, νὰ προχωρήσει τὴ διαδικασία ὅσο ἦταν δυνατὸ καί κατασκεύασε τὸν ἀναγωγέα του, τὸν convertor Bessemer, ὅπως εἶναι γνωστὴ ἡ συσκευή στήν τεχνολογία. Ἐπρόκειτο γιά ἕνα δοχεῖο, κάπως μεγάλο, ντυμένο ἐσωτερικά μέ πυρίμαχο ὑλικό, στὸ ὁποῖο θὰ χυνε λυωμένο τὸ προϊόν τοῦ ὑψικάμινου. Στὴ βάση τοῦ δοχείου ἔβαλε στόμια, στὰ ὁποῖα διεβίβαζε ἀέρα μέ μεγάλη πίεση. Ὁ ἀέρας αὐτὸς εἶχε προορισμό, περνώντας τὸ διάπυρο τῆγμα ἀπὸ κάτω πρὸς τ' ἀπάνω, νὰ κάψει ὅσο περισσότερο κάρβουνο μπορούσε ἀπὸ τὸ χυτοσίδηρο.

Ὅταν ἔφτιασε τὴ συσκευή του καί τὴ δοκίμασε, ἔτριψε ὁ ἴδιος τὰ μάτια του. Τὰ ἀποτελέσματα ξεπερνοῦσαν τίς προσδοκίες του ἀπίθανα. Γιατί τὸ τῆγμα, ἀντὶ νὰ γίνεται πυκνότερο, τὸ ἐναντίον, ἄρχισε σέ λίγη ὥρα νὰ βράζει, διευκολύνοντας καταπληκτικὰ τὸ προτσέσο τῆς ἀναγωγῆς.

Τί συνέβαινε; Μέσα στὸ χυτοσίδηρο ὑπῆρχε πυρίτιο. Τὸ πυρίτιο εἶναι συνηθισμένη ἀκαθαρσία τοῦ μαντεμιοῦ. Μέ τὸ ὀξυγόνο τοῦ ἀέρα ἐκάη πρὸς διοξείδιο τοῦ πυριτίου καί ἡ θερμότητα αὐτῆς τῆς καύσης μεταδόθηκε στή μάζα τοῦ μαντεμιοῦ. Καθὼς ἡ θερμοχωρητικότητα τοῦ σιδήρου εἶναι μικρὴ,



τουτο άρκεσε για να του άνεβάση τη θερμοκρασία ως το βρασμό. Κατόπιν άρχισε να καίγεται το κάρβουνο και ή θερμοκρασία διατηρήθηκε στην περιοχή του λυωμένου σιδήρου. Έκείνη την ήμέρα, ή νίκη του ανθρώπου άπάνω στο δύστροπο ύλικό ήταν όριστική. Η τεχνική βρήκε το μέσο να έχει λυωμένο σίδηρο, να το άνακατεύει όπως θέλει και με ό,τι θέλει και να πετυχαίνει εύκολα και σε μεγάλη κλίμακα τις ποιότητες που επιθυμεί. Αυτά γινόντουσαν το 1851. Λίγο καιρό άργότερα, με σύσταση του φίλου του Mushet, ο Bessemer πρόσθεσε μαγγάνιο κατά την άπόχυση, που κατεύναζε τον κοχλασμό του ρευστού μετάλλου.

Ο convertor Bessemer, έξαιτίας της μορφής του, λέγεται και άπιοι Bessemer και, επειδή μπορεί να περιστραφεί γύρω από όριζόντιο άξονα για να δεχτεί το λυωμένο χυτοσίδηρο και ύστερα ξανά για να άποχύσει το άτσάλι στο όποιο ο χυτοσίδηρος μεταβλήθηκε, είναι άκόμη γνωστός με το όνομα στρόμβος Bessemer.

Το άγγλικό προνόμιο του Bessemer έχει χρονολογία 1855. Η βιομηχανική έφαρμογή του στρόμβου του χρονολογείται από τον Αύγουστο του 1856 και πριν από έκατό χρόνια άναγνωρίστηκαν παγκόσμια τα πλεονεκτήματα της μεθόδου του. Αυτή την έπέτειο, με πρωτοβουλία της Άνωτάτης Βιομηχανικής Σχολής, γιορτάζουμε κι έμεις σήμερα, στην εύρωπαϊκή τούτη άκρη.

Ο Bessemer δέν άναγνωρίστηκε άμέσως από τους Άγγλους. Αυτό τον άνάγκασε να πάη στη Γαλλία, όπου ο Ναπολέων Γ' τον έπρόσεξε. Οι δοκιμές του έγιναν εκεί. Μετά την άναγνώριση της έπιτυχίας του, όμως, οι τιμές άρχισαν να τον κατακλύζουν.

Το 1859 παίρνει το μετάλλιο Telford του Ίνστιτούτου Πολιτικών Μηχανικών και το 1872 το μετάλλιο Albert της Έταιρίας Τεχνών. Μεταξύ 1871 και 1873 γίνεται πρόεδρος του Ίνστιτούτου Σιδήρου και Χάλυβος της Μεγάλης Βρετανίας και το 1879 όνομάζεται βαρωνέτος και μέλος της Βρετανικής Βασιλικής Έταιρίας.

Πολλά έπιστημονικά σωματεία το θεώρησαν τιμή τους να τον όνομάσουν έπίτιμο μέλος και το Δεκέμβρη του 1896 μετακαλείται στις Ένωμένες Πολιτείες, από την Άμερικανική Έταιρία Μηχανολόγων Μηχανικών που τον όνόμασε μέλος της, και κάνει μιá άνακοίνωση με τον τίτλο : « Η άρχή της μεθόδου Bessemer ». Το 1898, σε ήλικία 85 έτών, πέθανε, και το καλύτερο μνημείο του στάθηκαν οι έκατοντάδες γιγάντιων στρόμβων Bessemer που έβγαζαν τεράστιες γλωσσες φωτιάς μέρα νύχτα στα χαλυβουργεία όλης της ύφηλιου, άπάνω από έβδομήντα χρόνια και σε λίγα, άκόμη και σήμερα.

Η λύση Bessemer στάθηκε, όπως είπα, βαθιά τομή στην ιστορία της μεταλλουργίας αλλά ο στρόμβος του δέν ίκανοποιούσε όλες τις άπαιτήσεις. Λογουχάρη δέν μπορούσε να έπεξεργασθή τα φωσφορούχα μαντέμια. Το όξυγόνο καίει το φωσφόρο προς πεντοξείδιο αλλά αυτό ένώνεται με το σίδηρο και το μαγγάνιο προς φωσφορικό σίδηρο και μαγγάνιο που είναι άδιάλυτα και μπορούσαν να βγούν στις σκουριές. Οι πυρίμαχες ύπενδύσεις του Bessemer

ὅμως ἦταν φτιγμένες ἀπὸ πυριτικό ὀξύ και τὸ πυρίτιο ἐξετόπιζε σ' αὐτὰ τὰ δύο ἄλατα τὸ φωσφόρο πρὸς πυριτικό σίδηρο και πυριτικό μαγγάνιο και ὁ φωσφόρος ξαναγύριζε στὴ λυωμένη μάζα, ἐμποδίζοντας νὰ προχωρήσει ἡ ἀναγωγή πρὸς τὸν ἄνθρακα.

Τὴ λύση γιὰ τὶς περιπτώσεις αὐτὲς τὴν ἔδωσαν τὸ 1879 τὰ ξαδέρφια Sidney Thomas και Percy Gilchrist, ἀντικαθιστώντας τὴν πυριτική ὑπένδυση τοῦ στρόμβου μὲ μαγνησιακή. Ἡ πυριτική ὑπένδυση λέγεται ὄξεινη, ἡ μαγνησιακή βασική. Τὴ βασικότητα τὴν αὖξανε ὁ Thomas μὲ προσθήκη ἀσβέστου. Τὰ δολομιτικά τοιχώματα Thomas εἶναι πολὺ ἀκριβὰ σὲ σχέση μὲ τὰ πυριτικά και φθείρονται και πολὺ σύντομα, ἰδίως ὅταν ὑπάρχει μεγάλη δόση πυριτίου στὸ τῆγμα.

Ἡ ἐπιτυχία τοῦ Bessemer ἔδωσε ἀφορμὴ βαθιᾶς ἐπιστημονικῆς ἔρευνας τῶν φαινομένων τῆς μεταλλουργίας σιδήρου και ἀναζήτησης τῶν αἰτίων γιὰ τὰ ὁποῖα ἦταν ἀναγκαῖα ἡ ἀνάδευση στὴν παλιὰ κάμινο δαπέδου. Οἱ ἀδελφοὶ Siemens μελέτησαν ἓνα φούρνο δαπέδου μὲ ἀνακτητὲς τῆς θερμότητος τῶν ἀερίων ὥστε νὰ ὑψώσουν τὴ θερμοκρασία ἐπεξεργασίας. Καὶ οἱ ἀδελφοὶ Émile και Pierre Martin, τὸ 1864, χρησιμοποιώντας πολὺ καλῆς ποιότητος πυρίμαχα σὲ φούρνο Siemens και κάνοντας κατάλληλες διευθετήσεις, κατόρθωσαν νὰ λυώσουν τὸ σίδηρο κατευθεῖαν μὲ τὶς φλόγες τοῦ φούρνου τους.

Ἡ ἐπεξεργασία στὸ φούρνο Siemens-Martin, ὅπως ὀνομάζεται, γίνεται πολὺ βραδύτερη ἀπὸ ὅτι στὸ στρόμβο Bessemer (6 ὥρες περίπου ἀπέναντι 20' πού ἐξαρκοῦν στὸ στρόμβο). Αὐτὸ ἔχει ἀποτέλεσμα τὴν ἐπίτευξη ὑλικοῦ καλύτερης ποιότητος, πιὸ ὁμογενοῦς, μὲ εὐχέρεια μεγάλη παρέμβασης τοῦ μεταλλουργοῦ γιὰ τὴν τροποποίηση τῆς ποιότητος και προσαρμογὴ τῆς πρὸς τὶς ἐπιθυμίες του.

Εἶναι κάπως ἀκριβότερο τὸ ἀτσάλι Siemens-Martin ἀλλὰ εἶναι πολὺ πιὸ κατευθυνόμενο ἀπὸ τὸ ἀτσάλι Bessemer.

Ἄν ὁ στρόμβος Bessemer ἦταν τὸ ἀνοιγμα τῆς πόρτας πρὸς τὴ σύγχρονη μεταλλουργία, ὁ φούρνος Siemens στάθηκε ἡ κλίμακα ἀνεβάσματός της στὴν περιωπὴ τῶν ἀπαιτήσεων τῆς τεχνικῆς πού αὖξαιναν.

Πρέπει πιά νὰ ρθει τὸ ἠλεκτρικὸ καμίνι, ὅπου τὸ προϊόν τοῦ ὑψικάμινου τήκεται μὲ βολταϊκὸ τόξο, γιὰ νὰ εἰποῦμε πὼς κάναμε δεῦτερο ἀνοδικὸ ἄλμα πρὸς τὴν τιθάσευση τοῦ σιδήρου σὲ κλίμακα βιομηχανική, γιὰτὶ ἡ μέθοδος τοῦ χωνευτηρίου ἦταν κάπως ἐργαστηριακή, γιὰ τὴν ἀπόληψη ἐκλεκτῶν ποιοτήτων. Μποροῦσε νὰ χρησιμοποιηθεῖ γιὰ πολὺ ἀκριβὰ εἶδη, ὅπως τὰ ἀτσάλια τῶν ὥρολογιακῶν μηχανισμῶν και τῶν ἐπιστημονικῶν ὀργάνων. Αὐτὸ ἔγινε τὸ 1900 περίπου.

Λίγα χρόνια μετὰ, κατασκευάστηκε τὸ ἐπαγωγικὸ ἠλεκτρικὸ καμίνι, ὅπου τὸ ὑλικὸ λυώνει ἀπὸ δινορρεύματα, πού τοῦ δημιουργοῦμε μὲ ἐξωτερικὸ πηνίο ὑψηλῆς συχνότητος.

\*\*\*

Στὰ ἑκατὸ τοῦτα χρόνια πού πέρασαν ἀπὸ τότε πού ὁ Bessemer

έβλωσε τὸ σίδηρο, ἡ ἐπιστήμη καὶ ἡ τεχνικὴ ἐργάσθησαν δραστήρια.

Στὰ ἐπιστημονικὰ ἐργαστήρια τῶν Πανεπιστημίων, τῶν Πολυτεχνείων, τῶν μεγάλων μεταλλουργικῶν ἐπιχειρήσεων, ἀκούραστοι ἐρευνητές, χρησιμοποιώντας ἐξυπνότατα ὄργανα πού τὰ ἐμπνεύστηκαν οἱ ἴδιοι καὶ ἐφαρμόζοντας τὶς κατακτήσεις τῆς ἐπιστήμης, τὸ μικροσκόπιο, τὸ φασματοσκόπιο, τὶς ἀκτίνες Ραϊντγκεν, τὴν ἠλεκτροοπτικὴ μέθοδο κι ὅ,τι ἄλλο ἢ γόνιμη ἀνησυχία τῶν ἐργατῶν τῆς ἐπιστήμης κατασκεύασε, προπαντὸς ὅμως ἀσωτεύοντας τὸ ἐξαισιομυαλό τους, τὴν θαυμαστὴ ἀφοσίωσή τους στὴν ὑπόθεση τῆς ἐπιστήμης καὶ τὴν ἀδάμαστη ἐργατικότητά τους, ἐδούλεψαν ἀπάνω στὶς μεταλλουργικὲς ὕλες. Ἐρευνήθηκαν οἱ συνθήκες, ἡ χημικὴ συμπεριφορὰ, ἡ ἀντοχή, ἡ ἐλαστικότητα, ἡ πλαστικότητα τῶν πιὸ ἀπίθανων κραμάτων καὶ χημικῶν ἐνώσεων κι ἔτσι κατορθώθηκε νὰ ἔχουμε σήμερα ὕλικά κατασκευῶν μὲ ἰδιότητες ὄνειρευτές, ἐργαλεῖα, παρασκευάσματα, ἱκανὰ νὰ ἀντιμετωπίσουν τὶς ἀνάγκες καὶ νὰ ἐξυπηρετήσουν ἄρτια τὸν ἐπιστημονικὸ ὄργασμὸ τοῦ αἰῶνα μας.

Τὸ ἀποτέλεσμα τῶν ἐρευνῶν αὐτῶν εἶναι κάτι καλύτερο ἀπὸ τὰ θαύματα ὕλικά πού μᾶς ἀπόδωκε. Εἶναι ἡ μέθοδος ἐργασίας πού ὀδηγεῖ στὴν πρόοδο. Ὁ ἄνθρωπος τοῦ εἰκοστοῦ αἰῶνα δὲν εἶναι πιὰ ὁ μαθητευόμενος μάγος τῆς μεταλλουργίας. Εἶναι ὁ δημιουργὸς πού ἔχει ὑποτάξει στὸ ἰσχυρὸ πνεῦμα του καὶ τὴ δυνατὴ του θέληση τὸ ὕλικό.

Κι ἂν σήμερα δὲν χρησιμοποιεῖται πιὰ ὁ μετατροπέας τοῦ Bessemer στοὺς συγχρονισμένους μεταλλουργικοὺς κολοσσούς δὲ μειώνεται καθόλου ἡ τιμὴ πού ὀφείλεται σ' αὐτὸν τὸν πρωτοπόρο τῆς σύγχρονης μεταλλουργικῆς δραστηριότητας, τὸν σὲρ Ἐρίκο Μπαίσεμερ.

ΕΞΕΔΟΘΗ  
ΧΡΙΣΤΟΥ ΑΓΑΛΛΟΠΟΥΛΟΥ  
ΕΡΓΑΤΙΚΟΝ  
ΔΙΚΑΙΟΝ  
ΣΧΕΣΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σελ. 400 — Δρχ. 150

ΕΚΔΟΣΙΣ  
ΚΕΝΤΡΟΥ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ