

Εἰς τὴν ἀνακοίνωσίν μας ταύτην* ἐκθέτομεν τὴν μέθοδον, τὴν ὁποίαν κατὰ τὴν γνώμην μας ἐφήρμοζον οἱ Ἀρχαῖοι Ἕλληνες διὰ τὸν ἐμπλουτισμὸν τῶν ἀργυροῦχων μεταλλευμάτων μολύβδου εἰς τὰ ἐπίπεδα πλυντήρια, τὰ ὁποῖα κατεσκευάζοντο ἐκ ἀνθρακίτου.

Ἡ ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΩΝ
ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ
ΕΙΣ ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΠΛΥΝΤΗΡΙΑ ΤΗΣ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ

Υ Π Ο

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΚΟΝΟΦΑΓΟΥ

Ἡ παλαιότερα ἐξηγητικὴ τῆς μεθόδου τοῦ προηγουμένου αἰῶνος Φακίωνας Νέγγη δὲν εὐσταθεῖ δια τὴν περιπτώσιν τῶν ἐπιπέδων ἀρχαίων πλυνηρίων. Αἱ γνώσεις ὁμῶς τῆς ἐποχῆς ἐκείνης ἦσαν ἀνεπαρκεῖς διὰ μίαν ἀναμφισβήτητον ἐξηγήσιν.

Ἡ ἐξακρίβωσις τῆς ἀρχαίας μεθόδου ἐμπλουτισμοῦ εἰς τὰ ἐπίπεδα πλυντήρια εἶναι ἰδιαιτέρας σημασίας διὰ τὴν ἱστορίαν τῶν Ἐπιστημῶν καὶ τῆς Τεχνολογίας.

Λίδομεν κατωτέρω συντόμως τὸ θέμα μας, ἀρχίζοντες ἀπὸ τὰς παλαιότερας σχετικῆς ἐργασίας.

1. Αἱ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΑΙ ΕΡΓΑΣΙΑΙ

1-1. Οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες ἐχρησιμοποίησαν οὐσιαστικῶς ἓνα καὶ μόνον τύπον πλυνηρίων, τὸν ὁποῖον ἐκινῆλαβον ἐπὶ αἰῶνας, ἀπὸ τὸ τέλος πιθανῶς τοῦ ἔκτου αἰῶνος π. Χ. μέχρι τοῦ δευτέρου αἰῶνος π. Χ. Τὸν τύπον τοῦτον ὀνομάζομεν ἐπίπεδον πλυντήριον ἐκ τοῦ σχήματός του.

Τὸ 1965 ὁ συγγραφεὺς τῆς παρούσης ἀνέκλυψε καὶ ἓν ἄλλο εἶδος

* Ἡ ἐπιμέτρησις εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηνῶν κατὰ τὴν συνεσίριον τῆς 29 Μαΐου 1969 ἀπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Στ. Μαρτυνάτου.

Εἰς τὴν ἀνακοίνωσίν μας ταύτην* ἐκθέτομεν τὴν μέθοδον, τὴν ὁποίαν κατὰ τὴν γνώμην μας ἐφήρμοζον οἱ Ἀρχαῖοι Ἑλληνας διὰ τὸν ἐμπλουτισμὸν τῶν ἀργυρούχων μεταλλευμάτων μολύβδου εἰς τὰ ἐπίπεδα πλυντήρια, τὰ ὁποῖα κατεσκευάζον εἰς τὴν Λαυρεωτικὴν.

Τὴν μέθοδον ταύτην ἀποδεικνύομεν διὰ διαφόρων θεωρητικῶν καὶ πειραματικῶν στοιχείων καὶ ἐπὶ τῇ βάσει τῶν συγχρόνων γνώσεων ἐπὶ τῶν φαινομένων τὰ ὁποῖα λαμβάνουν χώραν κατὰ τὸν βαρυμετρικὸν ἐμπλουτισμὸν τῶν μεταλλευμάτων.

Ἡ παλαιότερα ἐρμηνεία τοῦ διαπρεποῦς μηχανικοῦ τοῦ προηγουμένου αἰῶνος Φωκίωνος Νέγρη δὲν εὐσταθεῖ διὰ τὴν περίπτωσιν τῶν ἐπιπέδων ἀρχαίων πλυντηρίων. Αἱ γνώσεις ὅμως τῆς ἐποχῆς ἐκείνης ἦσαν ἀνεπαρκεῖς διὰ μίαν ἀναμφισβήτητον ἐρμηνείαν.

Ἡ ἐξακριβωσις τῆς ἀρχαίας μεθόδου ἐμπλουτισμοῦ εἰς τὰ ἐπίπεδα πλυντήρια εἶναι ἰδιαίτερας σημασίας διὰ τὴν ἱστορίαν τῶν Ἐπιστημῶν καὶ τῆς Τεχνολογίας.

Δίδομεν κατωτέρω συντόμως τὸ θέμα μας, ἀρχίζοντες ἀπὸ τὰς παλαιότερας σχετικὰς ἐργασίας.

I. ΑΙ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΑΙ ΕΡΓΑΣΙΑΙ

I-1. Οἱ ἀρχαῖοι Ἑλληνας ἐχρησιμοποίησαν οὐσιαστικῶς ἓνα καὶ μόνον τύπον πλυντηρίων, τὸν ὁποῖον ἐπανέλαβον ἐπὶ αἰῶνας, ἀπὸ τὰ τέλη πικθανῶς τοῦ ἔκτου αἰῶνος π. Χ. μέχρι τοῦ δευτέρου αἰῶνος π. Χ. Τὸν τύπον τοῦτον ὀνομάζομεν ἐπίπεδον πλυντήριο ἐκ τοῦ σχήματός του.

Τὸ 1965 ὁ συγγραφεὺς τῆς παρούσης ἀνεκάλυψε καὶ ἓν ἄλλο εἶδος

* Ἀνεκοινώθη εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηνῶν κατὰ τὴν συνεδρίαν τῆς 8ης Μαΐου 1969 ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Σπ. Μαρινάτου.

ἀρχαίου πλυντηρίου, τὸ ὁποῖον ἐκ τοῦ σχήματός του ὠνόμασεν ἑλικοειδές. Εἶναι τελείως διάφορον τοῦ ἐπιπέδου πλυντηρίου, ἀσφαλῶς νεώτερον καὶ σπάνιον.

Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ ἑλικοειδοῦς πλυντηρίου ἔρριπτε νέον φῶς εἰς τὴν ἐν γένει ἀρχαίαν τεχνικὴν ἐμπλουτισμοῦ τῶν μεταλλευμάτων*.

Ι-2. Τὰ ἐπίπεδα πλυντήρια παρατηρήθησαν καὶ περιεγράφησαν τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ διαπρεποῦς μηχανικοῦ μεταλλείων Ἄνδρέα Κορδέλλα κατὰ τὸ 1871, ὅταν τὸ Λαύριον ἐκίνησε καὶ πάλιν τὸ ἐνδιαφέρον τῶν νεωτέρων. Τὸ 1881 ὁ Φωκίων Νέγρης μελετᾷ τὸ ἐπίπεδον πλυντήριον καὶ περιγράφει τὴν λειτουργίαν του.

Τὴν ἐρμηνεῖαν τοῦ Φ. Νέγρη δέχονται καὶ ἐπαναλαμβάνουν ὅλοι οἱ μετὰ τοῦτον ἀσχοληθέντες μὲ τὸ ἀρχαῖον Λαύριον, ἰδιαίτερος ὁ F. Ardaillon (1897) καὶ ὁ μηχανικὸς M. Bremer (1947).

Ὁ συγγραφεὺς τοῦ παρόντος ἀπὸ ἐτῶν εἶχε παρατηρήσει ὅτι ἡ κατὰ Φ. Νέγρη μέθοδος κατεργασίας δὲν εὐσταθεῖ ὑπὸ τὸ φῶς τῶν νεωτέρων γνώσεων ἐπὶ τῆς βαρυμετρικῆς συμπυκνώσεως τῶν μεταλλευμάτων. Ἦτο ὅμως πολὺ δύσκολον νὰ δοθῇ διαφορετικὴ ἐρμηνεῖα μὲ ἀναμφισβήτητα ἐπιχειρήματα.

Ἡ ἀνακάλυψις τῶν ἑλικοειδῶν πλυντηρίων ἐπέτρεψεν εἰς τὸν ἀνακοινοῦντα νὰ συλλάβῃ τελικῶς τὸν τρόπον τοῦ ἐμπλουτισμοῦ, τὸν ὁποῖον οἱ ἀρχαῖοι Ἑλληγες ἠκολούθουν εἰς τὰ ἐπίπεδα πλυντήρια.

II. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΑΡΧΑΙΟΥ ΠΛΥΝΤΗΡΙΟΥ

II-1. Τὰ ἐπίπεδα πλυντήρια ἔχουν πολλάκις περιγραφῆ. Δίδομεν πάντως ἐνταῦθα νέαν περιγραφὴν, ἀπαραίτητον διὰ τὴν κατανόησιν τῶν ὄσων μετὰ ταῦτα ἐκθέτομεν.

Αἱ δεκάδες τῶν ἀρχαίων ἐπιπέδων πλυντηρίων, τὰ ὁποῖα ὑπάρχουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Λαυρεωτικῆς, ὁμοιάζουν κατὰ πολὺ, ἀπὸ πά-

* Ἴδὲ τὴν μετὰ τὴν παροῦσαν δημοσιευομένην ἐνταῦθα ἀνακοίνωσιν τοῦ συγγραφέως μετὰ τοῦ Καθηγητοῦ H. MUSSCHE εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηνῶν μὲ θέμα: «Τὰ ἑλικοειδῆ πλυντήρια τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων εἰς Λαύριον».

σης απόψεως *. Ούτω, θὰ λάβωμεν ὡς παράδειγμα ἐπίπεδον πλυντήριον εἰς τὴν θέσιν Σούρεζα - Μπότσαρι, τὸ ὁποῖον διατηρεῖται καλῶς καὶ εἶχον καθαρίσει διαδοχικῶς ὁ μηχανικὸς Pediani (1934), ὁ μηχανικὸς M. Bremer (1943) καὶ ὁ ἀρχαιολόγος Yank (1945).

Εἰς τὸ σχῆμα 1 δίδομεν τὸ σχέδιον τοῦ ἐν λόγῳ πλυντηρίου, ὡς τοῦτο ἐγένετο ὑπὸ τοῦ Ν. Κυριαζοπούλου, τεχνικοῦ τῆς Γαλλικῆς Ἑταιρείας Μεταλλείων Λαυρίου.

Εἰς τὸ σχῆμα 2 δίδομεν σχέδιόν μας ἐν τῷ χώρῳ τῆς ἀναπαραστάσεως τοῦ ἐν λόγῳ πλυντηρίου. Δίδομεν ἐπίσης σχετικὰς φωτογραφίας ἐκ τοῦ πλυντηρίου τούτου εἰς τὰ σχήματα 3 - 4 - 5 - 6 - 7.

Π-2. Τὰ ἀρχαῖα ἐπίπεδα πλυντήρια ἔχουν ἐπιφάνειαν 30 - 80 m² καὶ πλάτος 4 ἕως 6 μέτρων.

Διακρίνομεν τὰ ἐξῆς μέρη (Σχῆμα 2) :

Δ. Δεξαμενὴν τροφοδοσίας εἰς ὕδωρ τοῦ πλυντηρίου διὰ τὸν ἐμπλουτισμὸν τοῦ λειοτριβηθέντος μεταλλεύματος. Ὑψος τῆς δεξαμενῆς 70 - 100 cm.

O₁—O₂—O₃—O₄. Ἡ δεξαμενὴ φέρει τέσσαρα ἢ καὶ περισσότερα ἀκροφύσια, ἐκ τῶν ὁποίων ἔρρεε τὸ ὕδωρ τὸ ἀναγκαῖον διὰ τὸν ἐμπλουτισμὸν. Τὰ ἀκροφύσια εἶναι 30 - 50 ἐκ. ὑπεράνω τοῦ ἐπιπέδου Κ τοῦ πλυντηρίου καὶ 40 - 50 ἐκ. κάτω τῆς ἀνωτέρας στάθμης ὕδατος τῆς δεξαμενῆς Δ. Τὰ ἀκροφύσια ἔχουν διάμετρον περὶ τὰ 20 mm.

Κ. Κεκλιμένον λεῖον ἐπίπεδον μικρᾶς κλίσεως 2% περίπου καὶ μήκους 1,5 - 3 m. Ἐπὶ τούτου ἀμέσως ἢ ἐμμέσως ἐγένετο προφανῶς ὁ ἐμπλουτισμὸς.

C₁, C₂, C₃, C₄. Ἀγωγοὶ ὕδατος οἱ ὁποῖοι ἔφερον τὸ ρέον ὕδωρ ἐκ τῆς δεξαμενῆς Δ τελικῶς εἰς τὴν δεξαμενὴν Ε διὰ νὰ ἀνακυκλοφορηθῇ τοῦτο διὰ χειρῶν.

* Ἡ μελέτη πάντως τῶν λεπτομερειῶν τῶν διαφόρων ἐπιπέδων πλυντηρίων, τὴν ὁποίαν συνεχίζομεν, εἶναι μεγάλης σημασίας διὰ τὴν ἔρευναν τῆς ἐξελίξεως τῆς τεχνικῆς σκέψεως τῶν Ἀρχαίων. Π. χ. ἡ μελέτη τῶν συστημάτων ἀνακυκλοφορίας τοῦ ὕδατος, καὶ τῆς μορφῆς τῶν ἀκροφυσίων καὶ τῆς συστάσεως τοῦ κονιάματος στεγανοποιήσεως.

β_2 και β_3 . Δύο κυλινδρικοί ή τετράγωνοι μικροί δεξαμεναί, αί όποιαί έχρησίμευον διά τήν καλύτεραν καθίζησιν τών στερεών αίωρημάτων, τά όποια παρεσύροντο υπό τοῦ κυκλοφοροῦντος ὕδατος.

Ε. Ἡ δεξαμενή ἀνακυκλοφορίας τοῦ ὕδατος. Ἐκ ταύτης έτροφοδοτεῖτο συνεχῶς τὸ ὕδωρ εἰς τήν δεξαμενήν Δ.

Λ. Ἐπιφάνεια έλαφρῶς κεκλιμένη, εἰς τήν όποίαν έτοποθετοῦντο τὰ πλούσια και πτωχὰ μεταλλεύματα μετά τόν έμπλουτισμόν.

Όλαι αἱ έπιφάνειαι τών δεξαμενῶν και δαπέδων ἦσαν έπενδεδυμένοι διά ἀδιαβρόχου κονιάματος, τὸ όποῖον έδιδε καλήν στεγανότητα, ὥστε νά μή ὑπάρχη ἀπώλεια ὕδατος.

Τὸ θναυμάσιον τοῦτο κονίαμα ἀποτελεῖ θέμα ιδιαιτέρας μελέτης μας, ἥτις συνεχίζεται.

III. Η ΥΠΟΘΕΣΙΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ Φ. ΝΕΓΡΗΝ

III-1. Ἡ ὑπόθεσις αὕτη δύναται νά χωρισθῆ εἰς δύο τμήματα : 1^{ον}) τήν μέθοδον έμπλουτισμοῦ ἐπὶ τοῦ έπιπέδου Κ, και 2^{ον}) τόν τρόπον τῆς ἀνακυκλοφορίας τοῦ ὕδατος.

Τὸ δεύτερον μέρος εἶναι ἀναμφισβητήτως πλήρως δικαιολογημένον.

Ἡ ἀνακυκλοφορία τοῦ ὕδατος έγινετο ὡς ὁ Φ. Νέγρης πρώτος ἀπέδειξε. Πᾶσα μετά ταῦτα μελέτη κατέληξεν εἰς τὸ αὐτὸ συμπέρασμα.

Τὸ πρώτον ὅμως μέρος τῆς μεθόδου έμπλουτισμοῦ δέν εὔσταθεῖ, ὡς θὰ ἀποδείξωμεν περαιτέρω.

1^{ον}) Μέθοδος έμπλουτισμοῦ.

Τὸ λειοτριβηθὲν μετάλλευμα «έστρώνετο» ἐπὶ τοῦ έπιπέδου Κ εἰς μικρὸν πάχος.

Ἐπὶ τούτου έρρεε τὸ ὕδωρ ἐκ τών ἀκροφυσίων Ο.

Τὸ ὕδωρ παρέσυρε τοὺς έλαφροὺς κόκκους, οἵτινες εἶναι και πτωχοὶ εἰς μόλυβδον (και ὡς ἐκ τούτου εἰς ἄργυρον*) και ἄφηνεν ἐπὶ τοῦ έπιπέδου τοὺς βαρεῖς κόκκους, τοὺς πλουσίους εἰς μόλυβδον.

* Ὁ ἄργυρος ἀκολουθεῖ τόν μόλυβδον, διότι εὔρισκεται διαλελυμένος ἐντός τών κόκκων τοῦ κερουσίτου (cérousite - CO_3Pb) ἢ τοῦ γαληνίτου (galène - PbS).

Τὸ μῆμα τοῦτο τοῦ μεταλλεύματος ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου Κ συνέλεγον οἱ ἀρχαῖοι, τὸ ὅποιον ἦτο καὶ τὸ ἐμπλούτισμα.

Τὸ «στεῖρον» παρεσύρετο ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ C_1 καὶ τὸ λεπτότερον εἰς τοὺς ἀγωγούς ἢ τὰς δεξαμενὰς $C_2, \beta_2, C_3, \beta_3, C_4$.

Τὸ στεῖρον ἐξήγετο ἐκ τούτων, ἐποθετεῖτο εἰς τὸ ἐπίπεδον Λ διὰ νὰ «στραγγίσῃ» καὶ μετὰ ταῦτα ἀπεμακρύνετο.

2ον) Μέθοδος ἀνακυκλοφορίας τοῦ ὕδατος.

Τὸ ὕδωρ ρέει πρῶτον εἰς τὸν ἀγωγὸν C_1 καὶ μετὰ ταῦτα δι' ὑπερχειλίσεως ἀπὸ προβλεπόμενα φράγματα εἰς τὴν δεξαμενὴν β_2 , τὸν ἀγωγὸν C_3 , τὴν δεξαμενὴν β_3 , τὸν ἀγωγὸν C_4 καὶ τελικῶς τὴν δεξαμενὴν ἀνατροφοδοσίας Ε. Εἰς τὴν δεξαμενὴν Ε τὸ ὕδωρ ἔφθανε σχεδὸν καθαρὸν, ἀπηλλαγμένον στερεῶν αἰωρημάτων.

Ἐκ τῆς δεξαμενῆς Ε ἀνετροφοδοτεῖτο εἰς τὴν δεξαμενὴν Δ διὰ χειρῶν.

III-2. Ἄς ἴδωμεν, διατί ἡ θεωρία αὕτη δὲν εὐσταθεῖ, ὡς πρὸς τὸ πρῶτον μέρος τοῦ ἐμπλουτισμοῦ.

α) Αἱ σύγχρονοι γνώσεις ἐπὶ τοῦ ἐμπλουτισμοῦ τῶν μεταλλευμάτων ἐπὶ ἐπιφανείας μὴ κινουμένης ἀποδεικνύουν ὅτι ἐμπλουτισμὸς ἐπὶ σταθερᾶς ἐπιπέδου ἐπιφανείας κεκλιμένης, μικρᾶς τραχύτητος, εἶναι πρακτικῶς ἀσήμαντος.

Εἰς τὴν ἀρχαιότητα, π.χ. εἰς τὴν Κίαν, ἐχρησιμοποιήθη ἡ «planila», ἣτις ἐμφανίζει κοιλότητος. Τὸν μεσαῖωνα χρησιμοποιοῦνται ἐπιφάνειαι σημαντικῆς τραχύτητος (Agricola - Taggart). Ἐν πάσῃ περιπτώσει δέον τὸ ὕδωρ νὰ ρεῖ ὑπὸ μορφὴν «film» μικροῦ πάχους ἐπὶ μικροῦ πάχους μεταλλεύματος.

Οὕτω δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ γίνῃ δεκτὸν τὸ ὅτι οἱ ἀρχαῖοι ἐνεπλούτιζον τὸ μετάλλευμα ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου Κ. Τοῦτο δὲν εἶναι τραχύ, εἶναι μικρᾶς κλίσεως (2%), τὸ δὲ ὕδωρ δὲν ἔρρεεν ὑπὸ μορφὴν φίλμ, ἀλλὰ ὡς ὀριζόντιος πίδαξ ἐκ τοῦ ἀκροφυσίου Ο τῆς δεξαμενῆς Δ.

β) Οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες δὲν ἐπεζήτησαν τὸν ἐμπλουτισμὸν ἐπὶ τῆς ἐπι-

φανείας Κ του μεταλλεύματος, καθ' ὅσον προσεπάθουν νὰ ἔχουν τὸ ὕδωρ ἐκ τοῦ ἀκροφυσίου Ο μετὰ τῆς μεγίστης δυνατῆς ὀρμῆς.

Πράγματι εἰς ἐπίπεδον πλυντήριον πλησίον τοῦ ἐλικοειδοῦς πλυντηρίου εἰς τὴν θέσιν «Μεγάλα Πεῦκα» παρατηρήσαμεν ἀκροφύσιον ἔχον τομὴν ἐμπειρικῶς μελετηθεῖσαν ὥστε νὰ εἶναι ὑδροδυναμικῆς ροῆς! Δίδομεν φωτογραφίας (Σχ. 8 καὶ 9) τοῦ ἀκροφυσίου τούτου, τὸ ὁποῖον μελετῶμεν εἰσέτι ἀπὸ ὑδροδυναμικῆς ἀπόψεως, διὰ νὰ ἴδωμεν μέχρι ποίου σημείου οἱ Ἀρχαῖοι προσήγγισαν τὰ σύγχρονα δεδομένα. Ἡ ἰδέα τοῦ ἰσχυροῦ συγκεντρωμένου ρεύματος ὕδατος ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου Κ ἀντίκειται πρὸς τὴν ἰδέαν τοῦ ἐμπλουτισμοῦ τοῦ μεταλλεύματος ἐπ' αὐτοῦ.

γ) Προέβημεν εἰς πειραματικὴν δοκιμὴν. Ἐτροφοδοτήσαμεν ὕδωρ ἀπὸ ἀκροφύσιον εἰς ἐπίπεδον, ὅπως εἰς τὸ ἀρχαῖον πλυντήριον. Τὸ μέταλλευμα ἦτο εἰς λεπτὴν στρώσιν εἰς κόκκους κάτω τοῦ 1 mm*. Ὁ ἐμπλουτισμὸς εἶναι ἀνεπαρκῆς, ὁμοιάζει μὲ τὸν παρατηρούμενον εἰς τὸν κλασσικὸν δίσκον (batée) καὶ δέον νὰ γίνεται συχνὸν σταμάτημα τῆς τροφοδοσίας τοῦ ὕδατος διὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τοῦ λεπτοῦ στρώματος τοῦ πλουσίου μεταλλεύματος.

Ἡ παραγωγικότης εἶναι ἀσήμαντος, ὅπως καὶ ἡ ἀπόδοσις.

Ἄλλη, ὡς ἐκ τούτου, ἦτο ἡ μέθοδος τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων.

IV. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΑΣ ΑΠΟΨΕΙΣ ΜΑΣ Ἡ «ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑ ΕΥΛΙΝΩΝ ΠΡΕΙΘΡΩΝ»

IV-1. Δίδομεν ἀμέσως τὸν τρόπον ἐμπλουτισμοῦ κατὰ τὰς ἀπόψεις μας, κατόπιν δὲ θὰ ἀναφέρωμεν τὰ ἐπιχειρήματα τὰ ὁποῖα τὰς στηρίζουν. Παριστῶμεν εἰς τὸ σχῆμα 10 εἰς τὸν χῶρον τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ἐλειτούργει τὸ πλυντήριον.

A. Τὸ μέταλλευμα ἐτροφοδοτεῖτο εἰς ξύλινον ρεῖθρον (ρ) εἰδικῆς μορφῆς καὶ ρυθμιζομένης κλίσεως (Σχῆμα 11).

* Εἶναι ἀπολύτως βέβαιον, ὅτι τὸ μέταλλευμα οὐδέποτε ἐτροφοδοτεῖτο ἐντὸς τῆς δεξαμενῆς Δ διὰ νὰ σχηματίσῃ ἐκεῖ ἰλύν. Τὸ κοιλίωμα τῶν δεξαμενῶν Δ εἶναι πάντοτε τελείως καθαρὸν καὶ χωρὶς φθοράν.

Τὸ ξύλινον ρεῖθρον ἔφερε κοιλότητα, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἐγίνετο ἡ ταξινόμησις τοῦ μεταλλεύματος. Εἰς τὰς κοιλότητας τὸ ὑλικὸν ἀνεταράσσεται διὰ χειρῶν. Ἐντὸς τῶν κοιλοτήτων συνελέγετο τὸ πλούσιον μετάλλευμα, ἐνῶ τὸ πτωχὸν ᾤδευε μετὰ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀγωγὸν C₁*.

Β. Δύο ἐκ τῶν τεσσάρων ἀκροφυσίων εἰργάζοντο, κατὰ πᾶσαν πιθανότητα, διὰ τὸν ἐμπλουτισμόν. Εἰς τὰ ἄλλα δύο προητοιμάζετο ἐν τῷ μεταξὺ ἡ σχετικὴ ἐργασία.

Γ. Ἡ ἀνακυκλοφορία τοῦ ὕδατος ἐγίνετο ὡς ἐξήγησεν ὁ Φ. Νέγρης. Δύο σκλάβοι, βοηθούμενοι ἴσως καὶ ὑπὸ τρίτου εἰς τὴν δεξαμενὴν Ε, ἠδύναντο εὐχερῶς νὰ τροφοδοτοῦν τὴν δεξαμενὴν μὲ τὸ ἀναγκαῖον ὕδωρ διὰ τὴν συνεχῆ τροφοδοσίαν δύο ἀκροφυσίων.

Ὁ ἐμπλουτισμὸς ἦτο ἀσυνεχής. Ὄταν τὰ ρεῖθρα ἐπληροῦντο πλούσιου μεταλλεύματος, ἐξεκενοῦντο μεταφερόμενα πιθανῶς ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου (Λ). Τὸ πτωχὸν μετάλλευμα συνεσωρεύετο ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου (Λ). Ἀπεμακρύνετο ἀργότερον.

Δ. Τὸ μετάλλευμα πρὸς τροφοδοσίαν ἐτοποθετεῖτο εἰς τὸ ὑπερκείμενον ἐπίπεδον Ζ τῆς δεξαμενῆς Δ.

Ὁλόκληρον τὸ πλυντήριο ἐκαλύπτετο διὰ ξυλίνης στέγης διὰ τὸν περιορισμὸν τῆς ἐξατμίσεως τοῦ ὕδατος κατὰ τὸ θέρος.

V. ΑΠΟΔΕΙΞΙΣ ΤΗΣ ΟΡΘΟΤΗΤΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΨΕΩΝ ΜΑΣ

V-1. Τὰς ἐκτεθείσας ἀπόψεις μας εἰς τὸ κεφάλαιον IV θὰ δικαιολογήσωμεν ὡς κατωτέρω, ἀναφέροντες τὰς σχετικὰς παραγράφους.

Α₁. Ὁ Διόδωρος (III, 14) ἀναφέρει κατὰ Πολύβιον, ὅτι οἱ ἀρχαῖοι Αἰγύπτιοι ἐνεπλούτιζον τὰ μεταλλεύματα χρυσοῦ ἐπὶ κεκλιμένης ξυλίνης σανίδος ἐπιχέοντες ἐπὶ τοῦ μεταλλεύματος ὕδωρ.

* Εἶναι πιθανὸν ὅτι τὸ παρασυρόμενον μετάλλευμα εἰς τὸν ἀγωγὸν C₁ ὑφίστατο, ἐὰν ἦτο πλούσιον, καὶ νέον ἐμπλουτισμόν, προτοῦ μεταφερθῆ ὡς ἄχρηστον.

Λέγει: «Ἐπὶ . . . πλατείας σανίδος μικρὸν ἐγκεκλιμένης τρίβουσι . . . ὕδωρ ἐπιχέοντες».

Ἡ πλατεία αὐτὴ σανὶς ἦτο κεκλιμένη καὶ ἔφερεν ἀσφαλῶς εἰς τὰς πλευράς της τοίχωμα, ὥστε τὸ ὕδωρ καὶ τὸ μετάλλευμα νὰ ὀδεύουν συνεχῶς κατὰ τὴν κλίσιν.

Ὁ Διόδωρος δὲν ὀμιλεῖ περὶ τῆς τραχύτητος τῆς ἐπιφανείας τῆς σανίδος. Εἶναι ἀναμφισβήτητον ὅτι ἡ τραχύτης ἦτο ἀρκετὴ, ἐὰν ἐπρόκειτο διὰ λεπτόκοκκον μετάλλευμα, πολὺ μεγαλυτέρα δὲ διὰ καταλλήλων ἐγκοπῶν, ἐὰν τὸ μετάλλευμα ἦτο χονδροκόκκον.

Ὁ Διόδωρος, λοιπόν, ἀναφέρει, ὅτι ὁ ἐμπλουτισμὸς τοῦ μεταλλεύματος τοῦ χρυσοῦ ἐγένετο διὰ ξυλίνων ρεῖθρων (sluices).

Οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες ἐγνώριζον τὰς Αἰγυπτιακὰς μεθόδους καὶ ἐμιμήθησαν κατ' ἀρχὰς ταύτας.

Οὕτως, ἐφήρμοσαν ἀσφαλῶς τὴν μέθοδον ταύτην. Δὲν ἦτο δυνατὸν τελικῶς νὰ ἀντικαταστήσουν τὸ ξύλινον ρεῖθρον μὲ τὴν σταθερὰν ἐπιφάνειαν Κ τοῦ πλυντηρίου. Διότι τὸ ξύλινον ρεῖθρον ἔχει τὴν δυνατὸτητα ρυθμίσεως τῆς κλίσεως καὶ τῆς τραχύτητος τῆς ἐπιφανείας. Ἐπίσης τὴν εὐκόλον ἀλλαγὴν καὶ καλὴν ἀντοχὴν εἰς τὴν φθοράν.

Οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες δὲν ἦτο, λοιπόν, δυνατὸν νὰ ἐγκαταλείψουν μίαν καλὴν μέθοδον διὰ ἄλλην κατωτέραν ἀπὸ πάσης ἀπόψεως καὶ μάλιστα ἀπὸ ἀπόψεως μεταλλικῶν ἀποδόσεων.

Α₂. Ἡ ἀνακάλυψις τῶν ἐλικοειδῶν πλυντηρίων στηρίζει πλήρως τὴν γνώμην μας περὶ τῆς χρησιμοποίησεως ὑπὸ τῶν Ἀρχαίων εἰς τὰ ἐπίπεδα πλυντήρια ξυλίνων ρεῖθρων. Πράγματι τὰ ἐλικοειδῆ πλυντήρια ἐνεφανίσθησαν μετὰ τὰ ἐπίπεδα καὶ ἡ μορφή των θὰ προέκυψε βασικῶς διὰ τῆς ἐξελίξεως ἀρχαιοτέρων μεθόδων. Τὸ ρεῖθρον τοῦ ἐλικοειδοῦς πλυντηρίου εἶναι ἀντιγραφὴ καὶ τελειοποίησις τοῦ ξυλίνου ρεῖθρου τῶν ἐπιπέδων πλυντηρίων. Μάλιστα δυνάμεθα νὰ συναγάγωμεν οὕτω καὶ τὴν πιθανὴν μορφήν τῶν ξυλίνων ρεῖθρων τῶν ἐπιπέδων πλυντηρίων. Τὰ πλέον ἐξελιγμένα θὰ ἦσαν πιθανῶς ἐκ κορμῶν δένδρων ἐσακαμμένων ὅπως τὰ ρεῖθρα τοῦ ἐλικοειδοῦς πλυντηρίου. Δίδομεν εἰς τὸ σχῆμα

11 τὴν πιθανὴν μορφήν τῶν ξυλίνων ρεϊθρῶν τῶν ἐπιπέδων πλυντηρίων.

A₃. Τὸ ὕδωρ τῶν ἀκροφυσίων O₁, O₂, O₃, O₄ δὲν ἐπιπτεν ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου K, διότι οὐδαμοῦ τοπικῶς παρατηρεῖται φθορὰ εἰς τὰ σημεῖα πτώσεως. Διότι τὸ ὕδωρ ἐπιπτεν ἐπὶ ξυλίνων ρεϊθρῶν.

A₄. Αἱ ξύλιναι τράπεζαι δὲν διεσώθησαν λόγῳ τοῦ φθαροῦ τούτων.

A₅. Τὰ ἐπίπεδα πλυντήρια δὲν ἐξείλιχθησαν φαινομενικῶς ἐπὶ αἰῶνας. Λέγομεν φαινομενικῶς, διότι ἡ ἐξέλιξις τῶν ἐγένετο εἰς τὸ κύριον «μηχάνημα» ἐμπλουτισμοῦ, τὸ ὁποῖον ἦτο τὸ ξύλινον ρεϊθρον. Ἡ μορφή τοῦ ρεϊθρου τοῦ ἐλικοειδοῦς πλυντηρίου μᾶς πείθει ὅτι ἡ ἐξέλιξις ἦτο σπουδαιοτάτη. Οἱ Ἀρχαῖοι κατεσκεύαζον ἀσφαλῶς διάφορα ρεϊθρα προσηρμοσμένα εἰς τὸ εἶδος τοῦ μεταλλεύματος καὶ τὴν κοκκομετρικὴν τῶν σύστασιν. Ἀπὸ ἀπόψεως τρόπου κυκλοφορίας τοῦ ὕδατος δὲν ἦτο δυνατὸν νὰ γίνῃ ἐπαναστατικὴ πρόοδος εἰς τὸ ἐπίπεδον πλυντήριον. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ μορφή του δὲν ἤλλαξεν, ἐκτὸς λεπτομερειῶν περὶ τὸν χῶρον τῆς ἀνακυκλοφορίας.

Ἐπαναστατικὴ πρόοδος εἰς τὸ θέμα τῆς ἀνακυκλοφορίας τοῦ ὕδατος ἐγένετο διὰ τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ ἐλικοειδοῦς πλυντηρίου, τὸ ὁποῖον εἶχε πλέον τελείως νέαν μορφήν. Ἐν τούτοις τὰ ἐπίπεδα πλυντήρια διετηρήθησαν, διότι εἶχον πολλὰ προτερήματα, ἰδίως ὡς πρὸς τὴν ἡμερησίαν δυναμικότητα παραγωγῆς καὶ τὴν δυνατότητα ἀλλαγῆς τοῦ εἴδους τοῦ ρεϊθρου.

B. Εἰς τὴν θέσιν τῆς ἀνακυκλοφορίας τοῦ ὕδατος ἀπὸ τῆς δεξαμενῆς E εἰς τὴν Δ δὲν ὑπάρχει τόπος διὰ περισσοτέρους τῶν τριῶν σκλάβων. Οὗτοι δύνανται νὰ τροφοδοτοῦν ὕδωρ διὰ τὴν παροχὴν δύο ἀκροφυσίων περιήπου διαμέτρου 20 mm.

Ἄρα πιθανότατα μόνον δύο ἀκροφύσια (ἢ τρία τὸ πολὺ εἰς ἄλλα πλυντήρια 6 ἀκροφυσίων) εὐρίσκοντο ἐν λειτουργίᾳ. Εἰς τὰ ἄλλα προητοιμάζετο ἡ ἐργασία καὶ τὰ ἀκροφύσια εἰργάζοντο ἐναλλάξ.

Γ. Τὸ μόνον συνήθως ἄνευ τοίχου τμήμα τοῦ πλυντηρίου εἶναι πρὸς

τὸ μέρος τῆς δεξαμενῆς Δ, ὅπου παρατηρεῖται καὶ τὸ ἐπίπεδον Ζ. Ἐκεῖ, λοιπόν, ἦτο φυσικὸν νὰ συσσωρευεῖται τὸ πρὸς ἐμπλουτισμὸν μετάλλευμα. Οἱ περιβάλλοντες τοῖχοι ἐστήριζον τὴν ξυλίνην ὀροφήν.

VI. ΑΠΟΔΟΣΙΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΠΛΥΝΤΗΡΙΩΝ

VI-1. Εἰς ἓν ἐπίπεδον πλυντήριον καὶ διὰ ἓν ἀκροφύσιον ἔχομεν οὐσιαστικῶς ἐμπλουτισμὸν εἰς ἓν ξύλινον ρεῖθρον μήκους 2 - 3 m. Τὸ ξύλινον τοῦτο ρεῖθρον εἶναι ἀνάλογον μὲ τὸ ρεῖθρον τοῦ ἐλικοειδοῦς πλυντηρίου, τὸ ὁποῖον ἐμελετήσαμεν θεωρητικῶς καὶ πρακτικῶς. (Ἴδὲ τὴν μετὰ τὴν παροῦσαν δημοσιευομένην ἐνταῦθα σχετικὴν ἀνακοίνωσιν εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηνῶν μετὰ τοῦ Καθηγ. Η. Mussche).

Τὸ μῆκος του ὅμως ἦτο κατὰ πολὺ μικρότερον. Ἐξ ἄλλου καὶ ἡ παροχὴ ὕδατος εἶναι ἀνάλογος, ἀλλὰ πάντως ὀλίγον κατωτέρα, τῆς τοῦ ἐλικοειδοῦς πλυντηρίου.

Τὸ μικρὸν μῆκος τοῦ ξυλίνου ρεῖθρου ἔδιδεν ἀσφαλῶς ἐλαφρῶς κατωτέρας ἀποδόσεις τῶν τοῦ ἐλικοειδοῦς πλυντηρίου.

Δυνάμεθα, λοιπόν, νὰ εἴπωμεν, ὅτι αἱ ἀποδόσεις ἐπλησίαζον ἐκεῖνας τὰς ὁποίας εὗρομεν πειραματικῶς διὰ τὸ ἐλικοειδὲς πλυντήριον, καὶ ἦσαν ἐλαφρῶς κατώτεροι.

Ὑπενθυμίζομεν τὰς ἀποδόσεις ταύτας :

Διὰ ἓνα τόννον μεταλλεύματος περιεκτικότητος 16% εἰς Pb, ἐλαμβάνετο 0,225 T ἐμπλουτίσματος, περιεκτικότητος 45% εἰς Pb, καὶ 0,775 T στεῖρου περιεκτικότητος 7,5% εἰς Pb.

Ἡ μεταλλικὴ ἀπόδοσις θὰ ἦτο $q = \frac{0,225 \times 45}{1.000 \times 16} = 63\%$ εἰς Pb.

VI-2. Ἡ δυναμικότης τροφοδοσίας διὰ ἓν ἀκροφύσιον θὰ ἦτο ἀνάλογος τοῦ ἐλικοειδοῦς πλυντηρίου, δηλαδὴ περὶ τοὺς 2 τόννους κατὰ δωδεκάωρον. Οὕτω, διὰ δύο ἀκροφύσια δέον νὰ ὑπολογίσωμεν ὅτι εἰς τὸ ἐπίπεδον πλυντήριον ἐγίνετο κατεργασία ἡμερησίως (12 ὥραι) 4 τόννων μεταλλεύματος περίπου.

Ἐν ἀκροφύσιον 20 mm διαμέτρου καὶ διὰ ὕψους ὑδατίνης στήλης 40 cm

δίδει παροχήν 0,6 l/s. Ἐὰς ὑποθέσωμεν, ὅτι κατὰ τὸ δωδεκάωρον ἐχρησιμοποιεῖτο κατὰ τὸ $\frac{1}{3}$ τοῦ χρόνου, ἤτοι 4 ὥρας διὰ τὴν σύγχρονον τροφοδοσίαν τοῦ μεταλλεύματος. Ἴσως ἐπὶ 2 ἀκόμη ὥρας ἐτροφοδοτεῖτο μόνον ὕδωρ διὰ τὴν καλυτέραν ταξινόμησιν τοῦ μεταλλεύματος ἐντὸς τῶν κοιλοτήτων τοῦ ξυλίνου ρεῖθρου. Θὰ ἔχωμεν, λοιπόν, διὰ ἓν λειτουργοῦν ἀκροφύσιον παροχήν $4 \times 60 \times 60 \times 0,6 = 8.640$ l.

Ἄλλα διὰ 1 kg. μετάλλευμα ἀπαιτοῦνται κατὰ τὴν τροφοδοσίαν του 4 kg. περιπίου ὕδατος. Τοῦτο δίδει καθ' ἡμέραν καὶ διὰ ἓν ἀκροφύσιον $\frac{8.600}{4} = 2.160$ kgs μεταλλεύματος.

Διὰ δύο ἀκροφύσια ἔχομεν καθ' ἡμέραν (12 ὥρῶν) 4.320 κιλά μεταλλεύματος.

VI-3. Τὸ ἐπίπεδον πλυντήριο, λόγῳ τῆς ὑπάρξεως τεσσάρων ἀκροφυσίων, κατ' ἐλάχιστον, εἶχε λοιπὸν πολὺ μεγαλυτέραν δυναμικότητα ἀπὸ τὸ μετὰ ταῦτα ἀνακαλυφθὲν ἐλικοειδὲς πλυντήριο. Τὸ τελευταῖον πάντως ὑπερεῖχεν ἀπὸ ἀπόψεως ἀποδόσεων. Τοῦτο ἦτο σπουδαιότατον, ὅταν τὸ μετάλλευμα ἤρχισε νὰ γίνεται πτωχὸν εἰς μόλυβδον καὶ ὡς ἐκ τούτου εἰς ἄργυρον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΔΙΟΔΩΡΟΣ : III, 14.
 AGRICOLA : De re metallica, 1555.
 ΚΟΡΔΕΛΛΑΣ, Α. : Laurium. Marseille 1881.
 ΝΕΓΡΗΣ, Φ. : Laveries du Laurium. Annales de mines, Paris 1881.
 ARDAILLON, F. : Les mines du Laurium dans l'antiquité. Paris 1897.
 BREMER, M. : Revue de la Société de Panarroya. 1947.
 ΚΟΝΟΦΑΓΟΣ, Κ. : Μία ἄγνωστη μέθοδος κυπελλώσεως τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων. Ἀνακοίνωσις εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηνῶν, 1959.—Annales Géologiques des Pays Helléniques, 1959.
 TAGGART, A. : Elements of Ore Dressing. Willey 1951.

R É S U M É

La méthode de concentration des minerais par les anciens Grecs aux laveries planes de Laurium, par *Const. Conophagos.**

Dans cette communication nous présentons la méthode que les anciens Grecs appliquaient, suivant nous, aux laveries planes de Laurium pour la concentration des minerais de plomb.

Cette méthode nous la démontrons sur la base de plusieurs arguments théoriques et pratiques en particulier par application des connaissances modernes sur la concentration barymétrique.

Les considérations d'interprétation de l'ingénieur distingué Phocion Négris à la fin du siècle dernier ne paraissent pas être justifiées à la lumière des données actuelles.

Les premiers travaux.

Les laveries planes ont été utilisées par les Grecs pendant plusieurs siècles, du VI^e siècle a. J. C. jusqu'au II^e siècle a. J. C. Des ruines bien conservées de ces laveries existent encore par plusieurs dizaines.

Ces laveries ont été décrites par l'ingénieur A. Cordellas en 1871 ; l'ingénieur Ph. Négris en 1881 décrit leur fonctionnement. L'interprétation de Ph. Négris a été répétée par F. Ardaillon (1897) et l'ingénieur M. Bremer (1947). En 1965 l'auteur de la présente communication a découvert sur le sol de Laurium un autre genre de laverie qu'il a appelé laverie hélicoïdale. (Voir communication sur ce sujet dans le même fascicule en collaboration avec le Prof. H. F. Mussche).

Cette laverie lui a permis de comprendre finalement le fonctionnement des laveries planes qui est ici exposé.

Description de la laverie plane.

Ces laveries ont été souvent décrites ; on donne ici une nouvelle description détaillée prenant comme exemple une laverie se trouvant à « Souréssa » dont le plan est donné à la figure 1.

A la figure 2 nous donnons une représentation de cette laverie en perspective cavalière.

* Communication présentée à l'Académie d'Athènes par l'Académicien Mr S. Marinatos.

On trouve aussi des photos de cette laverie aux figures nos 3-4-5-6-7.
Les laveries planes ont une surface de 30 à 80 m² et une largeur de 4 à 6 mètres.

On distingue les parties suivantes :

Δ. Réservoir d'eau pour l'eau de lavage.

O₁ - O₂ - O₃ - O₄. Quatre ou un nombre plus grand de tuyères d'un diamètre de 20 mm environ. Hauteur des tuyères du sol 40 à 50 cm.

K. Plan incliné de 2 % d'une longueur de 1,5 à 3 m.

C₁ - C₂ - C₃ - C₄. Conduites ouvertes dans lesquelles l'eau circule pour arriver au réservoir E.

β₂ - β₃. Petits puits pour la sédimentation des parties solides entraînées par l'eau.

L'hypothèse de Ph. Négris.

Elle doit être séparée en deux parties :

1° La circulation de l'eau.

Cette hypothèse nous paraît parfaitement exacte.

L'eau qui coule par les tuyères tombe dans la conduite ouverte C₁, puis par β₂, C₃, β₃, C₄ arrive au réservoir E. De ce réservoir elle est réalimentée à la main dans Δ.

Dans β₂ - β₃ se déposent par sédimentation les parties du minerai pauvre entraînées par l'eau recirculante.

2° La concentration du minerai.

Cette théorie est à changer.

Ph. Négris admet que le minerai déjà broyé était étalé sur le plan K suivant une petite couche.

Sur cette couche de minerai tombait l'eau des tuyères O.

L'eau entraînait les grains légers laissant sur le plan K les grains lourds, c.-à-d. les grains riches en plomb.

Le concentré était donc finalement recueilli sur le plan K.

Voyons pour quelle raison cette hypothèse de concentration paraît erronée.

a) On connaît maintenant qu'une telle concentration sur une surface plane non rugueuse ne peut pas être d'un rendement satisfaisant. Pendant l'antiquité en Chine on utilisait la « planila » qui présentait une cupule. Pendant le moyen-âge les surfaces étaient rugueuses (Agricola-Taggart).

D'ailleurs dans ces cas l'eau doit s'écouler en forme de film d'eau et non à partir de tuyères.

La surface du plan K est ici très lisse.

- b) Les anciens Grecs s'efforçaient d'avoir un jet d'eau d'une grande vitesse d'écoulement. À une laverie plane nous avons observé que la section de la tuyère était prévue de forme convenable hydrodynamique (figures-photos n° 8 et n° 9).
- c) Nous avons fait une expérience dans des conditions analogues à celles décrites par Ph. Négris. La concentration est insuffisante. Par conséquent on doit conclure que la méthode des anciens était toute autre.

La méthode par des sluices en bois que nous proposons.

Nous donnons notre hypothèse que nous représentons dans la figure n° 10 en perspective.

- A. Le minerai était alimenté dans un sluice en bois de forme spéciale et de pente réglable (figure 11).
Ce sluice présentait des cupules dans lesquelles se déposait le minerai riche. L'eau avec le stérile tombait dans la conduite C₁ (Voir la figure n° 11).
- B. Très probablement on travaillait avec deux tuyères (sur quatre) en préparant le travail dans l'autre moitié de la laverie.
- C. La recirculation de l'eau se faisait comme Ph. Négris avait expliqué.
- D. La concentration était discontinue. Le concentré était finalement déposé sur le plan Λ. Le minerai pauvre sur le même plan Λ.
- E. Toute la laverie était couverte par un toit en bois pour diminuer la vaporisation de l'eau en été. Elle reposait sur le mur qui entourait la laverie.

Démonstration de l'exactitude de nos vues.

A₁ Diodore (III, 14) parlant de la concentration des minerais d'or au second siècle avant J. C. par les Egyptiens dit que les minerais broyés étaient concentrés sur une planche en bois légèrement penchée en déversant par dessus de l'eau. «Ἐπί . . . πλατείας σανίδος μικρὸν ἐγκεκλιμένης τρίβουσι . . . ὕδωρ ἐπιχέοντες».

Diodore donc dit nettement que la concentration se faisait par des sluices en bois. Il ne dit pas si la planche était rugueuse ou rendue rugueuse suivant la granulation du minerai.

Les anciens Grecs connaissaient les méthodes égyptiennes. On ne peut pas admettre qu'ils n'avaient pas utilisé une méthode bien supérieure à l'emploi d'un plan fixe et lisse.

- A₂ La découverte des laveries hélicoïdales appuie parfaitement notre théorie. Les laveries hélicoïdales sont apparues après les laveries planes et probablement ont été la répétition intelligente et perfectionnée des sluices en bois des laveries planes.
On devrait même admettre que les sluices employés avaient la forme des laveries hélicoïdales.
- A₃ On n'observe pas d'usure sur le plan K aux points où devaient tomber les jets de l'eau des tuyères O₁ - O₂ - O₃ - O₄.
Par conséquent ces jets tombaient sur des sluices en bois.
- A₄ Il est normal que les sluices en bois ne soient pas retrouvés. Ils étaient amovibles.
- A₅ La laverie plane n'a pas évolué au point de vue de la forme. C'est normal. Car l'engin principal était le sluice en bois. Celui-ci avait certainement évolué. Il a abouti même à la découverte de la laverie hélicoïdale.

Capacité de traitement et rendement de la laverie plane.

Des essais faits (voir seconde communication sur les laveries hélicoïdales) sur la laverie hélicoïdale nous ont donné les rendements que les anciens Grecs devaient obtenir.

Comme la longueur du sluice est plus petite dans la laverie plane on doit estimer que les rendements obtenus étaient un peu inférieurs à ceux obtenus dans les laveries hélicoïdales.

Par tonne de minerai à 16% de plomb on obtenait approximativement 0,225 T de concentré à 45% de plomb et 0,775 T de stérile à 7,5% de Pb.

Le rendement métal était donc de $\frac{0,225 \times 45}{1,000 \times 16} = 63\%$ en plomb.

La capacité de traitement pour une laverie de 4 tuyères avec deux tuyères en marche est estimée à 4 tonnes de minerai traité par jour de 12 heures de travail.

Ceci découle surtout du débit d'eau des tuyères des ces laveries et du tonnage de minerai qu'on peut traiter avec ce débit.