

## ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΧΑΛΚΟΥ ΑΠΟ ΘΕΙΟΥΧΑ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ

ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΚΑΣΣΙΑΝΙΔΟΥ

ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΟΣ, ΔΕΚΤΟΡΑΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΚΥΠΡΟΥ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστό τόσο από τις αρχαίες πηγές όσο και από την αρχαιολογική έρευνα ότι, κατά την αρχαιότητα, η Κύπρος ήταν μια από τις σημαντικότερες πηγές χαλκού για την Ανατολική Μεσόγειο. Παρόλα αυτά, σε σύγκριση με τις άλλες πλούσιες σε χαλκό περιοχές, όπως τις Κυκλάδες, την Τίμνα, και την Ανατολία, η μεταλλευτική βιομηχανία αναπτύσσεται αργά στην Κύπρο. Αυτό οφείλεται στην ιδιόμορφη γεωλογία του νησιού. Αν και στο παρελθόν πιθανόν να υπήρχαν μικρές ποσότητες μαλαχίτη και άλλων ανθρακικών ορυκτών του χαλκού, τα κοιτάσματα χαλκού της Κύπρου είναι θειούχα (Constantinou, 1982: 15).

Θεωρητικά μοντέλα για την εξέλιξη της μεταλλουργίας υποστηρίζουν πως αρχικά η παραγωγή χαλκού βασιζόταν στην εκκαμίνευση ανθρακικών ορυκτών, η επεξεργασία των οποίων είναι απλή, ενώ η πολύ πιο πολύπλοκη μέθοδος εκκαμίνευσης των θειούχων μεταλλευμάτων ανακαλύπτεται πολύ αργότερα (Wertime, 1973; Charles, 1981). Μάλιστα στο παρελθόν, μερικοί επιστήμονες υποστήριζαν ότι οι αναγκαίες τεχνολογικές γνώσεις για την εκμετάλλευση των θειούχων μεταλλευμάτων δεν αναπτύχθηκαν παρά μόνο κατά τις ιστορικές περιόδους. Ο Oliver Davies (1930: 76), παραδείγματος χάριν, στη δημοσίευσή του *"Τα Μεταλλεία Χαλκού της Κύπρου"*, του 1930, δήλωσε κατηγορηματικά ότι, αν και μερικοί πιστεύουν ότι η Κύπρος παρήγαγε μεγάλες ποσότητες χαλκού κατά τις προϊστορικές περιόδους, αυτό δεν αληθεύει. Κλείνοντας την εργασία του ο Davies (1930: 84) δηλώνει ότι: *"It seems that the bronze Age people were interested in agriculture and not in mineral resources"*.

Συνεχείς αρχαιολογικές ανασκαφές και αρχαιομεταλλουργικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι η δήλωση αυτή απέχει πολύ από την πραγματικότητα. Το 1938 κατά τη διάρκεια μεταλλευτικών εργασιών στην περιοχή Απλίκι Καραμάλλος βρέθηκε για πρώτη φορά οικισμός της Ύστερης Χαλκοκρατίας σε άμεση σχέση με μεταλλεία χαλκού (Du Plat Taylor, 1952: 133). Το 1942 σε παρόμοιες εργασίες στην περιοχή Αμπελικού Αλέτρι βρέθηκαν όστρακα της Μέσης Χαλκοκρατίας σε όλες τις αρχαίες γαλαρίες που άνοιξαν οι μεταλλωρύχοι, πράγμα που μαρτυρεί την εξόρυξη μεταλλευμάτων ήδη από αυτή την εποχή (Dikaios, 1946; Merrillees, 1984).

Λίγα χρόνια αργότερα ξεκίνησαν και οι ανασκαφές στην Έγκωμη, που θεωρείται η σημαντικότερη θέση της Ύστερης Χαλκοκρατίας στο νησί. Σε μια από τις περιοχές που ανασκάφηκαν, ήλθαν στο φως εργαστήρια μεταλλοτεχνίας και πληθώρα αρχαιομεταλλουργικών καταλοίπων (Dikaios, 1969). Εξίσου σημαντικά εργαστήρια ανακαλύφθηκαν κατά τις ανασκαφές των ιερών της Ύστερης Χαλκοκρατίας στο Κίτιο, που διεξήγαγε ο Βάσος Καραγιώργης τη δεκαετία του εξήντα (Stech et al. 1985; Zwicker, 1985). Από τότε έχουν ανασκαφεί πολλές άλλες θέσεις που χρονολογούνται στην Εποχή του Χαλκού και σχεδόν σε όλες έχουν βρεθεί κατάλοιπα τα οποία σχετίζονται τόσο με την εξαγωγική μεταλλουργία όσο και με τη μεταλλοτεχνία.

Σήμερα λοιπόν γνωρίζουμε ότι οι προϊστορικοί κάτοικοι της Κύπρου δεν ενδιαφέρονταν μόνο για τη γεωργία, όπως πίστευε ο Davies, αλλά αντίθετα εκμεταλλεύτηκαν στο έπακρο τον ορυκτό πλούτο του νησιού. Πότε όμως ξεκινά η εξαγωγή χαλκού από τα θειούχα ορυκτά του Τροόδους και ποια ήταν η μέθοδος εκκαμίνευσης; Για να απαντηθούν τα δύο αυτά ερωτήματα πρέπει να κάνουμε μια ανασκόπηση των αρχαιομεταλλουργικών ευρημάτων και μελετών των τελευταίων δεκαετιών, η οποία λόγω έλλειψης χρόνου θα είναι αναγκαστικά πολύ σύντομη.

## ΜΕΣΗ ΧΑΛΚΟΚΡΑΤΙΑ

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, οι αρχαιότερες ενδείξεις για εξόρυξη μεταλλευμάτων προέρχονται από τη θέση Αμπελικού-Αλέτρι όπου βρέθηκαν όστρακα ερυθροσιλβωτών πύθων μέσα στις αρχαίες γαλαρίες. Τα όστρακα χρονολογούν τη μεταλλευτική δραστηριότητα στον 20-19ο αιώνα π.Χ. Σωστικές ανασκαφές του Τμήματος Αρχαιοτήτων στην περιοχή του μεταλλείου εντόπισαν επίσης τα αρχιτεκτονικά κατάλοιπα ενός οικισμού (Dikaios, 1946; Merrillees, 1984).

Κατά την ανασκαφή αυτού του αρχαιολογικού χώρου βρέθηκαν μεταξύ άλλων κεραμική, λίθινα εργαλεία, μικρή ποσότητα μεταλλευμάτων, μια πήλινη μήτρα καθώς επίσης και ένα πήλινο χωνευτήριο (Merillees, 1984: 7). Η ανάλυση των μεταλλευμάτων έδειξε ότι τα χαλκούχα μεταλλεύματα ήταν πυριτικά και όχι θειούχα ενώ τα άλλα μη χαλκούχα δείγματα ήταν πλούσια σε μαγγάνιο (Zwicker et al., 1981: 335). Πειράματα που διεξήγαγε η ομάδα του Καθ. Zwicker στο Erlangen της Γερμανίας έδειξαν ότι κάτω από αναγωγικές συνθήκες μείγμα των δύο αυτών μεταλλευμάτων παράγει χαλκό και σκωρία πλούσια σε μαγγάνιο. Αναλύσεις του στρώματος σκωρίας που βρέθηκε μέσα στο χωνευτήριο έδειξαν ότι πιθανόν το δοχείο αυτό να χρησιμοποιούνταν για τον καθαρισμό του χαλκού ο οποίος είχε παραχθεί σε κάμνο τήξεως από τα πιο πάνω μεταλλεύματα (Zwicker et al., 1981: 338). Τα αποτελέσματα αυτά λοιπόν υποστηρίζουν ότι η παραγωγή χαλκού στο Αμπελικού Αλέτρι βασίζεται στην εκμετάλλευση πυριτικών ορυκτών του χαλκού τα οποία επεξεργάζονταν με τη βοήθεια μαγγανιούχων συλλυπασμάτων, και όχι στην εκμετάλλευση θειούχων μεταλλευμάτων (Zwicker et al., 1981: 336-7).

Σε παρόμοια συμπεράσματα οδηγήθηκαν οι επιστήμονες οι οποίοι ανέλυσαν τα αρχαιομεταλλουργικά κατάλοιπα από τη θέση Αλάμπρα- Μούττες όπου ανασκάφηκε οικισμός της Μέσης Χαλκοκρατίας, που βάσει ραδιοχρονολόγησης με άνθρακα 14 χρονολογείται γύρω το 1900 με 1800 π.Χ (Coleman et al., 1996: 335).

Κατά τη διάρκεια της ανασκαφής βρέθηκαν μεταξύ άλλων 16 κομμάτια σκωρίας, 40 κομμάτια ορυκτών, 16 κομμάτια από χωνευτήρια καθώς επίσης και 23 μεταλλικά αντικείμενα (Gale et al., 1996b: 130). Χημικές και ορυκτολογικές αναλύσεις επεσήμαναν ότι από τα 16 δείγματα πλούσια σε χαλκό μόνο ένα είναι θειούχο, ενώ όλα τα άλλα είναι ανθρακικά (Gale et al., 1996b: 368).

Οι χημικές αναλύσεις έχουν δείξει ότι οι σκωρίες μπορεί να είναι προϊόν αναγωγικής τήξεως και όχι άλλων μεταλλουργικών διεργασιών (Gale et al. 1996b: 390). Το γεγονός ότι δεν περιέχουν καθόλου matte ή έστω θειούχες ενώσεις του χαλκού, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ορυκτών που βρέθηκαν στον οικισμό είναι ανθρακικά και όχι θειούχα, οδήγησε τους ερευνητές στο συμπέρασμα ότι οι σκωρίες αυτές προήλθαν από την επεξεργασία ανθρακικών και όχι θειούχων μεταλλευμάτων (Gale et al., 1996b: 390).

Παρόλα αυτά, η χημική ανάλυση των αντικειμένων από την Αλάμπρα εντόπισε ψηλές ποσότητες σιδήρου καθώς και μικρές ποσότητες θείου ενώ η μικροσκοπική ανάλυσή τους έδειξε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό εγκλεισμάτων είναι θειούχες ενώσεις του χαλκού και του σιδήρου (Gale et al., 1996b: 379). Σημαντικές ποσότητες σιδήρου μπορούν να περάσουν στο χαλκό κατά τη διάρκεια αναγωγικής τήξης ανθρακικών ενώσεων εάν χρησιμοποιηθεί περίσσεια σιδηρούχου συλλυπάσματος και οι συνθήκες στην κάμνο είναι πολύ αναγωγικές. Αυτό όμως δεν εξηγεί την παρουσία του θείου. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι είναι πιθανόν τα ανθρακικά μεταλλεύματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν να περιείχαν θείο που στη συνέχεια πέρασε στο τελικό προϊόν (Gale et al., 1996b: 380). Οι αναλύσεις όμως των μεταλλευμάτων από την Αλάμπρα δεν ανίχνευσαν σημαντικές ποσότητες θείου (Gale et al. 1996b: Table 2.3). Έστω λοιπόν και εάν οι σκωρίες περιέχουν μεγάλες ποσότητες θείου και τα μεταλλεύματα από τον οικισμό δεν είναι θειούχα, πιστεύω ότι η παρουσία θειούχων εγκλεισμάτων στα μεταλλικά αντικείμενα μαρτυρεί την έναρξη κάποιας μικρής εκμετάλλευσης των θειούχων μεταλλευμάτων. Δυστυχώς όμως, τα στοιχεία που έχουμε στο παρόν στάδιο, δεν μας επιτρέπουν να εξακριβώσουμε πότε ακριβώς ξεκινά η εκμετάλλευση των θειούχων κοιτασμάτων.

## ΥΣΤΕΡΗ ΧΑΛΚΟΚΡΑΤΙΑ

Κατά την Ύστερη Χαλκοκρατία η μεταλλουργία αναπτύχθηκε σημαντικά. Μεταξύ άλλων ανακαλύφθηκαν τα φουσερά και τα ακροφύσια και βελτιώθηκε το σχήμα των καμίνων, με αποτέλεσμα ψηλότερες θερμοκρασίες και πιο αναγωγικές συνθήκες. Επίσης ξεκίνησε η συστηματική χρήση των συλλιπασμάτων που οδήγησε στην παραγωγή σκωριών με χαμηλότερο σημείο τήξεως και ιξώδες που διαχωρίζονταν πιο εύκολα από το μέταλλο (Charles, 1981: 164-167). Οι εξελίξεις αυτές της τεχνολογίας κατέστησαν λοιπόν δυνατή την εξαγωγή χαλκού από τα θειούχα ορυκτά.

Δεν υπάρχει καμμία αμφιβολία ότι στην Κύπρο, κατά την Ύστερη Χαλκοκρατία η παραγωγή χαλκού βασιζόταν στην εκμετάλλευση των πλούσιων αποθεμάτων του Τροόδου σε θειούχα μεταλλεύματα. Έμμεση απόδειξη αυτής της δήλωσης αποτελεί η ραγδαία ανάπτυξη της μεταλλευτικής βιομηχανίας και η αύξηση στην παραγωγή και εξαγωγή χαλκού που παρατηρείται, πράγμα που διαφαίνεται μέσα από την πληθώρα αρχαιομεταλλουργικών και αρχαιολογικών ευρημάτων. Αναμφίβολες αποδείξεις όμως προσφέρουν οι επιστημονικές μελέτες των αρχαιομεταλλουργικών κατάλοιπων από τις ανασκαμμένες θέσεις της Ύστερης Χαλκοκρατίας.

Η ανασκαφή του οικισμού μεταλλωρύχων, Απλίκι Καραμάλλος, που ανακαλύφθηκε κοντά στα μεταλλεία, αποκάλυψε μεταξύ άλλων, ποσότητα μεταλλεύματος, λίθινα εργαλεία, και αντικείμενα που έχουν σχέση με την εξαγωγή του χαλκού, όπως ακροφύσια και χωνευτήρια (Du Plat Taylor, 1952). Μεγάλες χελώνες ροόμορφης σκωρίας μαρτυρούν την εκκαμίνευση χαλκού στα εργαστήρια του οικισμού (Muhly, 1989: 307). Δυστυχώς στην ανασκαφή δεν βρέθηκαν οι ίδιες οι εγκαταστάσεις, έτσι δεν γνωρίζουμε το σχήμα των καμίνων φρύξεως και τήξεως. Αυτό δεν εκπλήσσει αφού η περιοχή που ερευνήθηκε ήταν ένα μικρό μέρος του όλου αρχαιολογικού χώρου ο οποίος παρεμπιπτόντως καταστράφηκε κατά την επιφανειακή εξόρυξη του κοιτάσματος που ακολούθησε.

Σημαντικά εργαστήρια μεταλλοτεχνίας ανακαλύφθηκαν και στις ανασκαφές της Περιοχής ΙΙΙ της Έγκωμης (Dikaios, 1969). Εδώ βρέθηκαν μεταξύ άλλων σημαντικές ποσότητες σκωρίας, ακροφύσια παρόμοια με αυτά από το Απλίκι, κεραμικά φουσερά όπως αυτά που παρουσιάζονται σε σύγχρονες τοιχογραφίες της Αιγύπτου, κομμάτια από καμίνους, κοιλότητες στο έδαφος που ερμηνεύτηκαν ως κάμινοι καθώς και ένα μεγάλο χωνευτήριο χαλκού.

Εξίσου σημαντικά ευρήματα προήλθαν από τις ανασκαφές της περιοχής Ι του Κίτιου όπου στην περιοχή μεταξύ του οχυρωματικού τείχους της πόλης και του Ναού Ι ανακαλύφθηκαν εργαστήρια μεταλλοτεχνίας (Stech et al., 1985; Zwicker, 1985). Εδώ βρέθηκαν μεταξύ άλλων κάμινοι, χωνευτήρια, σκωρίες, ακροφύσια, κλπ. Επίσης στο Κίτιο εντοπίστηκε για πρώτη φορά ένας τύπος αρχαιομεταλλουργικού ευρήματος ο οποίος ονομάζεται στα αγγλικά *furnace conglomerate*. Αυτό είναι βασικά ένα μείγμα από κομμάτια ορυκτού, σκωρίας και ξυλάνθρακα που δεν έχει αντιδράσει πλήρως και ερμηνεύεται ως προϊόν της φρύξεως. Με άλλα λόγια είναι ένα ενδιάμεσο προϊόν το οποίο στη συνέχεια δέχεται περαιτέρω επεξεργασία στην κάμινο τήξεως. Μελετώντας το υλικό από τις άλλες θέσεις της Χαλκοκρατίας ο Muhly (1989: 302) εντόπισε *furnace conglomerate* σε όλες τις άλλες θέσεις.

Τόσο τα ευρήματα από το Κίτιο όσο και αυτά από την Έγκωμη και από τις άλλες θέσεις της Ύστερης Χαλκοκρατίας έχουν αποτελέσει το θέμα ερευνών και αναλυτικών προγραμμάτων σε μια προσπάθεια κατανόησης των σταδίων επεξεργασίας των θειούχων μεταλλευμάτων και της μεθόδου παραγωγής χαλκού από αυτά. Βάσει των αρχαιομεταλλουργικών ευρημάτων έχει σχηματιστεί η ακόλουθη θεωρητική διαδικασία: το προϊόν ενός πρώτου σταδίου επεξεργασίας, το *furnace conglomerate*, μεταφερόταν από τα εργαστήρια κοντά στα μεταλλεία, στα εργαστήρια των παραλιακών πόλεων όπου τοποθετούνταν σε μικρές καμίνους τήξεως. Τα προϊόντα αυτής της εκκαμίνευσης ήταν σκωρία αναμειγμένη με σφαιρίδια χαλκού καθώς επίσης και χαλκός ο οποίος μαζεύονταν στον πυθμένα της καμίνου. Στη συνέχεια οι τεχνίτες έσπαζαν την σκωρία για να απελευθερώσουν τα σφαιρίδια χαλκού. Αυτά τα έλιωναν μαζί με τον υπόλοιπο χαλκό

του προηγούμενου σταδίου για να σχηματίσουν ένα ομοιόμορφο τάλαντο (Stech et al, 1985: 399). Υπάρχουν πολλά προβλήματα με αυτή την ερμηνεία, όπως εξάλλου έχει παρατηρήσει και ο Muhly (1989: 306), αφού μεταξύ άλλων αυτή δεν επεξηγεί την ύπαρξη μεγάλων χελωνών ροόμορφης σκωρίας από το Απλίκι όπου θεωρητικά το προϊόν θα ήταν απλά το furnace conglomerate. Επίσης μια τέτοια ερμηνεία προϋποθέτει μια πολύ πρωτόγονη τεχνολογία η οποία δεν αντιπροσωπεύει την πραγματικότητα της Ύστερης Χαλκοκρατίας.

Εξάλλου, το γεγονός ότι αυτοί οι οικισμοί βρίσκονται στα παράλια της Κύπρου και σε μεγάλη απόσταση από τα μεταλλεία, που βρίσκονται στην περιφέρεια της οροσειράς του Τροόδου, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα κατάλοιπα αυτά πρέπει να προέρχονται από δευτερεύοντα στάδια επεξεργασίας του μεταλλεύματος, όπως την εκκαμίνευση της matte ή τον καθαρισμό του μετάλλου (Muhly, 1989: 302). Άρα τα πρώτα στάδια επεξεργασίας παρέμειναν άγνωστα και θεωρητικά και μόνο η ανακάλυψη και η ανασκαφή ενός εργαστηρίου εκκαμίνευσης κοντά στα μεταλλεία θα μπορούσε να συμπληρώσει τα κενά.

Μετά από τόσα χρόνια αρχαιολογικής έρευνας όμως, μόλις πέρσι ανακαλύφθηκε, επιτέλους, ένα τέτοιο εργαστήριο. Το εργαστήριο εντοπίστηκε τον Ιούλιο του 1996 κατά τη διάρκεια συστηματικής επιφανειακής έρευνας στη θέση Πολιτικό Φοράδες και χρονολογείται, βάσει της κεραμικής, στην Ύστερη Χαλκοκρατία. Η τοποθεσία βρίσκεται 3 χιλιόμετρα νοτιοδυτικά του χωριού Πολιτικό, την αρχαία Ταμασσό, ένα από τα βασίλεια της Κύπρου, η οποία ήδη από τον Όμηρο ήταν γνωστή για τα χαλκούχα μεταλλεία της.

Τον Αύγουστο του 1997 ομάδα από το Πανεπιστήμιο της Γλασκώβης και το Πανεπιστήμιο Κύπρου ανέσκαψαν το εργαστήριο και αποκάλυψαν σημαντικά αρχαιομεταλλουργικά ευρήματα τα οποία θα μας αναγκάσουν να αναθεωρήσουμε παλαιότερες εισηγήσεις και μοντέλα όσον αφορά την παραγωγή χαλκού κατά τη Χαλκοκρατία στην Κύπρο.

Ο αρχαιολογικός χώρος αποτελείται βασικά από ένα μικρό εργαστήριο εκκαμίνευσης παλαιό χείμαρρο που αναπτύχθηκε στις όχθες της αρχαίας κοίτης ενός χείμαρρου. Οι τεχνίτες του εργαστηρίου πέταγαν τις σκωρίες και τα άλλα απορρίμματα της διαδικασίας στην κοίτη του ποταμού σχηματίζοντας έτσι ένα σωρό. Η φετινή περίοδος ανασκαφών δεν μπόρεσε να εντοπίσει εγκαταστάσεις όπως καμίνους φρύξεως και τήξεως και υπάρχει ο φόβος ότι μπορεί να μη διασώζονται, αφού ανακαλύφθηκαν σημάδια από γεωργικό άροτρο στην περιοχή όπου αναμέναμε να βρούμε καμίνους. Παρόλα αυτά έχουμε αρκετά ευρήματα ώστε να είμαστε σε θέση να κατανοήσουμε την μορφή και τον τρόπο λειτουργίας των καμίνων. Η μελέτη των ευρημάτων βρίσκεται ακόμα σε πολύ προκαταρκτικά στάδια. Κατά την ανασκαφή βρέθηκαν διαφορετικοί τύποι ακροφυσίων τα οποία σε γενικές γραμμές μοιάζουν με αυτά από άλλες θέσεις της Ύστερης Χαλκοκρατίας. Επίσης βρέθηκαν μεγάλες ποσότητες κομματιών από τα τοιχώματα των καμίνων τα οποία μας επιτρέπουν την αναπαράσταση του σχήματός τους. Οι κάμινοι ήταν κυλινδρικές με επίπεδη βάση και είχαν διάμετρο γύρω στα 44 εκατοστά. Η εξωτερική επιφάνεια είναι λεία και δεν φέρει σημάδια ψηλής θερμοκρασίας αντίθετα με την εσωτερική επιφάνεια η οποία πολλές φορές είναι καλυμμένη με ένα στρώμα σκωρίας. Δεν γνωρίζουμε το ύψος τους ούτε και το πού και πώς τοποθετούνταν τα ακροφύσια.

Ίσως το πιο σημαντικό εύρημα από τις Φοράδες είναι ο τύπος των σκωριών ο οποίος διαφέρει από όλους τους άλλους γνωστούς τύπους σκωρίας από την Κύπρο. Όλα τα κομμάτια προέρχονται από στρογγυλές χελώνες, των οποίων η πάνω επιφάνεια είναι επίπεδη και έχει διάμετρο 44 εκατοστά και η κάτω επιφάνεια είναι κοίλη και έχει διάμετρο 32 εκατοστά. Το βάρος μιας τέτοιας πλάκας υπολογίζεται στα 15-20 κιλά. Το μόνο όμοιο παράδειγμα που έχω εντοπίσει μέχρι τώρα είναι προϊόν των πειραμάτων τήξεως του Bamberger (Bamberger, M. & Wincierz, P., 1990: 133) τα οποία αποτελούσαν μέρος του ερευνητικού προγράμματος του Beno Rothenberg στην περιοχή της Τίμνας στο Ισραήλ. Στα πειράματα σχηματίστηκε σκωρία αυτής της μορφής, στο κάτω μέρος της οποίας υπήρχε ένα παχύ στρώμα χαλκού το οποίο εύκολα διαχωριζόταν

όταν οι δύο φάσεις είχαν στερεοποιηθεί. Η κοιλότητα των σκωριών από τις Φοράδες πρέπει επίσης να περιείχε χαλκό ή μάλλον σουλφίδια του χαλκού.

Το σχήμα της χελώνας μας θυμίζει κάπως την πιο πάνω θεωρητική αναπαράσταση της επεξεργασίας των θειούχων μεταλλευμάτων μόνο που η σκωρία είναι ομοιόμορφη και δεν περιέχει μεγάλα εγκλείσματα χαλκού. Μικροσκοπικές αναλύσεις έδειξαν ότι περιέχει σημαντικές ποσότητες σουλφιδίων του χαλκού καθώς και μεταλλικό σίδηρο, αυτά όμως είναι διασκορπισμένα ανάμεσα στους κρυστάλλους της σκωρίας και ο διαχωρισμός τους από την σκωρία θα ήταν αδύνατος.

Τα εγκλείσματα αυτά όμως μας πληροφορούν για το τελικό προϊόν της τήξεως το οποίο δεν ήταν καθαρός χαλκός αλλά μείγμα σουλφιδίων του χαλκού και του σιδήρου. Όπως έχω ήδη αναφέρει, οι μελέτες και αναλύσεις του υλικού βρίσκονται ακόμα στα πρώτα στάδια, γι' αυτό και αυτή η συζήτηση δεν μπορεί να είναι παρά εντελώς προκαταρκτική. Εάν όμως μετά από ανάλυση σημαντικού ποσοστού των σκωριών ανακαλυφθεί ότι πράγματι όλες περιέχουν μόνο σουλφίδια, τότε πρέπει να υποθέσουμε ότι το εργαστήριο στις Φοράδες παρήγαγε αυτό το ενδιάμεσο προϊόν το οποίο στη συνέχεια μεταφερόταν στα εμπορικά κέντρα για περαιτέρω επεξεργασία και εξαγωγή του καθαρού χαλκού.

Παλιός άραγε να ήταν ο λόγος που η παραγωγή δεν ολοκληρωνόταν στο εργαστήριο αυτό που είναι κοντά στο μεταλλείο; Η Tamara Stech (1982: 112) εισηγήθηκε παλαιότερα ότι πιθανόν να οφείλεται στην επιθυμία της άρχουσας τάξης να έχει άμεσο έλεγχο πάνω στο τελικό προϊόν.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στις Φοράδες δεν έχουν βρεθεί ούτε λίθινα εργαλεία, ούτε στείρο λειοτριμμένο μετάλλευμα ούτε ακόμα κατάλοιπα από τη φρύξη του μεταλλεύματος. Είναι πιθανό λοιπόν τα στάδια αυτά της επεξεργασίας να διεξάγονταν κοντά στο μεταλλείο. Δεν μπορεί όμως να αποκλειστεί το ενδεχόμενο ότι αυτό γινόταν εδώ αφού ένα μεγάλο ποσοστό του αρχαιολογικού χώρου έχει καταστραφεί είτε λόγω της διάβρωσης είτε λόγω πιο πρόσφατων γεωργικών δραστηριοτήτων.

Οι ανασκαφές του εργαστηρίου θα συνεχιστούν στον επόμενο χρόνο και ελπίζουμε ότι θα ανακαλύψουμε πολλά άλλα στοιχεία που θα μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε αυτή την πολύπλοκη τεχνολογία που αναπτύχθηκε κατά την Ύστερη Χαλκοκρατία στην Κύπρο.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Την ανασκαφή της θέσεως Πολιτικό Φοράδες διεύθυναν οι A.B Knapp, Βασιλική Κασσιανίδου και Michael Donnelly και θα ήθελα να ευχαριστήσω τόσο τους δύο συνεργάτες μου όσο και την ομάδα των φοιτητών που εργάστηκε μαζί μας. Η ανασκαφή χρηματοδοτήθηκε από το Πανεπιστήμιο της Γλασκώβης, το Πανεπιστήμιο Κύπρου και το Carnegie Trust for Scottish Universities. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθ. Δημήτριο Μιχαηλίδη για τη βοήθειά του στη διόρθωση του κειμένου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Baberger, M. - Wincierz P., «Ancient smelting of oxide copper ore», in B. Rothenberg (ed), *The ancient metallurgy of copper*, Institute for Archaeo-metallurgical Studies, Institute of Archaeology, University College London 1990, 123-157.
- Charles, J.A., «The coming of copper and copper-base alloys and iron: a metallurgical sequence», in Th.A. Wertime and J.D. Muhly, *The Coming of the Age of Iron*, Yale University Press, New Haven and London 1981, 151- 182.
- Coleman, J.E. - Barlow, J.A. - Mogelonsky, M.K. - Schaar, K.W., «Alambra A Middle Bronze Age Settlement in Cyprus», *Archaeological Investigations by Cornell University 1974 - 1985, Sima*, Vol. CXVII, Paul Astroms Forlag, Jonsered 1996.
- Constantinou, G., «Geological features and ancient exploitation of the cupriferous sulphide orebodies of Cyprus», in J.D. Muhly, R. Maddin and V. Karageorghis (eds)

- Early Metallurgy in Cyprus 4000 - 500 BC*, Pierides Foundation, Nicosia 1982, 13-23.
- Craddock, P.T., *Early Metal Mining and Production*, Edinburgh University Press, Edinburgh 1995.
- Davies, O., «The copper mines of Cyprus», *BSA*, 30, 1928-30, 74-85.
- Dikaios, P., *Enkomi, Excavations, 1948-1958*, Verlag Philipp von Zabern, Mainz 1969.
- Dikaios, P., «A new chapter in the long history of Cyprus: Wartime discoveries of the earliest Copper Age», *Illustrated London News*, 208(5576), 1946, 2 March: 244-245.
- Du Plat Taylor, J., «A Late Bronze Age Settlement at Apliki, Cyprus», *The Antiquaries Journal*, XXXII, 1952, 133-67.
- Gale, N. - Stos Gale, S. - Fasnacht, W., «Metal and metalworking», in Coleman, J.E. - Barlow J.A. - Mogelonsky, M.K. - Schaar K.W., *Alambra, A Middle Bronze Age Settlement in Cyprus. Archaeological Investigations by Cornell University 1974-1985, SIMA, VOL. CXVII*, Paul Astroms Forlag, Jonsered 1996a, 129-142.
- Gale, N. - Stos Gale, S. - Fasnacht, W., «Copper and copper working at Alambra», in Coleman, J.E. - Barlow J.A. - Mogelonsky, M.K. - Schaar K.W., *Alambra, A Middle Bronze Age Settlement in Cyprus. Archaeological Investigations by Cornell University 1974-1985, SIMA VOL. CXVII*, Paul Astroms Forlag, Jonsered 1996b, 359- 426.
- Merrillees, R.S., «Ambelikou Aletri: A preliminary report», *Reports of the Department of Antiquities of Cyprus*, 1984, 1-13.
- Muhly, J.D., «The organisation of the copper industry in Late Bronze Age Cyprus», in *Early society in Cyprus*, ed E. Peltenburg, Edinburgh University Press in association with The National Museums of Scotland and the A.G. Leventis Foundation, 1989, 298-314.
- Stech, T., «Urban metallurgy in LBA Cyprus», in J.D. Muhly - R. Maddin - V. Karageorghis (eds), *Early Metallurgy in Cyprus 4000-500 BC*, Pierides Foundation, Nicosia 1982 105 -115.
- Stech, T.R. - Maddin - Muhly, J.D., «Production at Kition in the Late Bronze Age», in V. Karageorghis - M. Demas (eds) *Excavations at Kition VI: The Pre-Phoenician Levels, Areas I and II. , Part I*, Nicosia Department of Antiquities, 1985, 388 - 402.
- Wertime, Th.A., «The beginnings of metallurgy: A new Look», *Science*, 182/4115, 1973, 875-887.
- Zwicher, «Investigations from the metallurgical workshops at Kition», in V. Karageorghis - M. Demas (eds) *Excavations at Kition VI: The Pre-Phoenician Levels, Areas I and II. , Part I*, Nicosia Department of Antiquities, 1985, 403-429.
- Zwicher, U. - Constantinou, G. - Bucholz, H.G. - Karageorghis, V., «Investigation of an ore, flux and crucible slag from prehistoric copper smelting at Ambelikou, Cyprus», in: *Revue D' Archéométrie. Supplément 1981, Actes du XXème Symposium International d' Archéométrie, Symposium for Archaeometry*, Paris 26-29 Mars 1980, 1981, 331-340

## SUMMARY

### THE EXTRACTION OF COPPER FROM SULPHIDE ORES IN CYPRUS IN ANTIQUITY

V. KASSIANIDOU

The field of metallurgy was greatly advanced by the Middle Bronze Age. Among other new developments was the ability to extract copper from sulphide ores. This meant that extremely rich ore deposits which were previously out of reach, could finally be exploited.

One of the areas which benefited from this new discovery was Cyprus. From the 2nd millennium BC until Late Antiquity Cyprus produced and exported large quantities of copper to the neighbouring countries of the Eastern and Central Mediterranean. The mining areas of the Troodos mountains are littered with the debris of the

metallurgical industry. Although most of the slag heaps and mines date to the later, historical periods, the excavations of Bronze Age urban centres have also produced important archaeometallurgical finds. Furthermore, the recent discovery and excavation of a primary smelting workshop at the site of Politiko Phorades has uncovered finds which relate to the first stages of the production.

This paper is a brief overview of the archaeometallurgical finds which relate to these early periods of copper production from sulphide ores and presents some of the results from the excavation of Politiko Phorades.

## INTRODUCTION

The metallurgical industry in Cyprus has a long history, dating back to the Bronze Age. The earliest evidence for copper production on the island is found at the site of Politiko Phorades, where a primary smelting workshop was excavated in 1998. This workshop, which dates to the late Bronze Age, is the earliest of its kind in the Eastern Mediterranean. The workshop was a large, rectangular building with a central hearth and several smaller furnaces. It was used for the smelting of copper from sulphide ores, a process which involves heating the ores to high temperatures in the presence of a reducing agent. The workshop was found to contain a large amount of slag, which is the waste product of the smelting process. The slag was found in several large pits, and its composition was found to be consistent with the smelting of copper from sulphide ores. The discovery of this workshop has provided important insights into the early stages of copper production in Cyprus and the Eastern Mediterranean.

## CONCLUSIONS

The discovery of the Politiko Phorades workshop has provided important insights into the early stages of copper production in Cyprus and the Eastern Mediterranean. The workshop was a large, rectangular building with a central hearth and several smaller furnaces. It was used for the smelting of copper from sulphide ores, a process which involves heating the ores to high temperatures in the presence of a reducing agent. The workshop was found to contain a large amount of slag, which is the waste product of the smelting process. The slag was found in several large pits, and its composition was found to be consistent with the smelting of copper from sulphide ores. The discovery of this workshop has provided important insights into the early stages of copper production in Cyprus and the Eastern Mediterranean.

The discovery of the Politiko Phorades workshop has provided important insights into the early stages of copper production in Cyprus and the Eastern Mediterranean. The workshop was a large, rectangular building with a central hearth and several smaller furnaces. It was used for the smelting of copper from sulphide ores, a process which involves heating the ores to high temperatures in the presence of a reducing agent. The workshop was found to contain a large amount of slag, which is the waste product of the smelting process. The slag was found in several large pits, and its composition was found to be consistent with the smelting of copper from sulphide ores. The discovery of this workshop has provided important insights into the early stages of copper production in Cyprus and the Eastern Mediterranean.

[Faded text, illegible due to low contrast and blurring]

[Faded text, illegible]

[Faded text, illegible]

[Faded text, illegible]

[Faded text, illegible]

[Faded text, illegible]

[Faded text, illegible]

[Faded text, illegible]

[Faded text, illegible]

[Faded text, illegible]

[Faded section header]

[Faded section header]

[Faded text]

[Faded section header]

[Faded text]

[Faded text]