

ΤΟ ΚΑΘΑΡΙΣΤΗΡΙΟΝ ΤΟΥ ΑΡΓΥΡΟΥΧΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΟΣ

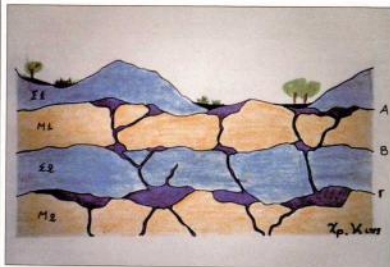
**Μια μεταλλουργική επινόηση
στα μεταλλεία του Λαυρείου,
που στερέωσε την Αθηναϊκή Δημοκρατία
και συνέβαλε στην δημιουργία
του «Χρυσού Αιώνα» των Αθηναίων**

Ευάγγελος Χ. Κακαβογιάννης
Αρχαιολόγος

Οι ανακαλύψεις και οι επινοήσεις που σχετίζονται με την εκάστοτε χρησιμοποιούμενη Τεχνολογία σε οποιονδήποτε τομέα της πρακτικής δραστηριότητας των ανθρώπων, κατά κανόνα επηρεάζουν αμέσως ή εμμέσως, σε μικρό ή σε μεγάλο βαθμό, την ζωή των ατόμων και των κοινωνιών, σε ορισμένες όμως περιπτώσεις, και ιδίως όταν τυχαίνει να συντρέχουν ευνοϊκές συγκυρίες, έχουν εξαιρετική και ευρύτερη σημασία, επειδή τα αποτελέσματά τους είναι πολύ ωφέλιμα για πολλούς ή και για όλους. Το φαινόμενο αυτό, που είναι πανάρχαιο, άρχισε από τότε που «εμφανίσθηκε» ο Homo Faber¹, ήτοι από την αυγή κυριολεκτικά του Πολιτισμού, και συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, μεταξύ αναριθμητών άλλων, είναι οι μεταλλουργικές ανακαλύψεις και επινοήσεις στα μεταλλεία του Λαυρείου, που συνέβησαν κατά την αρχή της Κλασικής περιόδου, και οι επιδράσεις που άσκησαν στην εξέλιξη της Αθηναϊκής Πολιτείας.

Στο υπέδαφος της Λαυρωτικής, ως γνωστόν, υπήρχαν άφθονα μεταλλεύματα που την καθίστασαν μίαν από τις πιο σημαντικές μεταλλοφόρες περιοχές της Μεσογείου. Τα είδη τους ήταν πολλά², εκείνα όμως που είχαν ανέκαθεν μεγάλη οικονομική αξία, ήταν όσα περιείχαν αργυρούχο μόλυβδο, ήτοι κυρίως ο Γαληνίτης (PbS) και ο Κερουσίτης (PbCO₃), επειδή απ' αυτά μπορούσε να εξαχθεί άργυρος (Ag), που ήταν πάντα πολύτιμο μέταλλο, και μόλυβδος (Pb). Τα εν λόγω μεταλλεύματα συνήθως ήταν ανάμικτα με άλλα, κυρίως σιδηρούχα, ψευ-

δαργυρούχα και χαλκούχα, ενίοτε όμως σχημάτιζαν και αμιγή κοιτάσματα. Τα τελευταία, γενικά, ήταν σπάνια και κατά κανόνα μικρού μεγέθους. Τα ανάμικτα αργυρούχα κοιτάσματα, αντίθετα, δεν ήταν μεν δυσεύρετα στην περιοχή, η σημασία όμως της αφθονίας και του μεγέθους τους μειωνόταν κατά πολύ από το ότι το ποσοστό του αργύρου που υπήρχε στα αργυρούχα μεταλλεύματα γενικά, ήταν μικρό. Συγκριτικά με όσα γνωρίζουμε για άλλους παρόμοιους τόπους, τα αργυρούχα μεταλλεύματα του Λαυρείου, ανεξάρτητα από το αν ανήκαν σε αμιγή ή σε



1. Σχηματική στρωματογραφία του υποπόρου της Λαυρεωτικής, Α, Β, Γ: Πρώτη, Δεύτερη και Τρίτη Μεταλλοφόρος Επιαφή, αντίστοιχα. M1: Ανώτερο Σχιστόλιθος, M2: Ανώτερο Μάρμαρο, M3: Κατώτερο Σχιστόλιθος, M4: Κατώτερο Μάρμαρο. Το ίδιο χρώμα δηλώνει το μεταλλοφόρο κομμάτι.

ανάμικτα κοτάσματα, ήταν σχετικά φτωχά σε περιεκτικότητα αργύρου και ως εκ τούτου η επί αξιολογή παραγωγή του πολυτιμου μετάλλου ήταν πάντα ένα κατόρθωμα.

Η παραγωγή αυτή αντιμετώπιζε επίσης μεγάλες τεχνικές δυσκολίες λόγω της γεωλογικής και της κοιτασματολογικής ιδιομορφίας της περιοχής, η οποία, σε γενικές γραμμές, έχει περίπου ως εξής³ (εικ. 1): Στην επιφάνεια περίπου του εδάφους απλώνεται στρώμα σχιστόλιθου και αμέσως κάτω από αυτό στρώμα μαρμάρου, που καλούνται, λόγω της θέσης τους, Ανώτερος Σχιστόλιθος και Ανώτερο Μάρμαρο. Αμέσως χαμηλότερα υπάρχει άλλο στρώμα σχιστόλιθου και ακολουθεί άλλο στρώμα μαρμάρου, που καλούνται αντίστοιχα Κατώτερος Σχιστόλιθος και Κατώτερο Μάρμαρο. Τα αναφερόμενα στρώματα αυτών των εναλλασσόμενων πετρωμάτων δεν είναι παντού οριζόντια, αλλά παρουσιάζουν κλίσεις, αλλού ελαφρές και αλλού έντονες, ανάλογες περίπου με τις ιπτιχώσεις της επιφάνειας της γης. Το κάθε στρώμα επάφεται με το αμέσως υποκείμενο, το δε πάχος του δεν είναι παντού το ίδιο ή ίσο με εκείνο των άλλων, αλλά κυμαίνεται από μερικά εκατοστά μέχρι πολλά μέτρα.

Οι επιφάνειες κατά τις οποίες τα στρώματα των σχιστολιθών εφάπτονται με τα στρώματα των μαρμάρων, και αντίστροφα, καλούνται Μεταλλοφόρες Επιαφές, αυτές δε είναι τρεις, ήτοι: Η Πρώτη (ή ανώτερη), μεταξύ του Ανωτέρου Σχιστολιθού και του Ανωτέρου Μαρμάρου, η Δεύτερη (ή ενδιάμεση), μεταξύ του Ανωτέρου Μαρμάρου και του Κατωτέρου Σχιστολιθού, και η Τρίτη (ή κατώτερη), μεταξύ του κατωτέρου Μαρμάρου και του Κατωτέρου Σχιστολιθού. Οι Επιαφές φυσικά δεν είναι οριζόντιες, αλλά έχουν κλίσεις αντίστοιχες με εκείνες των πετρωμάτων. Η Πρώτη Επιαφή βρίσκεται κοντά σχετικά στην επιφάνεια του εδάφους, η Δεύτερη αρκετά χαμηλότερα και η Τρίτη πολύ πιο χαμηλά και σε βάθος που ενίοτε είναι μεγαλύτερο από 100 μ.

Τα κάθε είδους μεταλλοφόρα κοτάσματα της Λαυρεωτικής υπάρχουν κυρίως μόνο στις ως άνω Επιαφές, δεν σχηματίζουν όμως στην κάθε μια ένα ενιαίο εκτεταμένο στρώμα, από τη

μια άκρη της δηλ. μέχρι την άλλη, αλλά μόνο «θύλακες» διαφόρων σχημάτων, μικρούς, μεγάλους ή τεράστιους, οι οποίοι βρίσκονται σε ακονίστιες αποστάσεις ο ένας από τον άλλον. Από την άποψη του αριθμού των κοιτασμάτων και του ποσού των μεταλλευμάτων τους, οι τρεις Επιαφές δεν είναι ισοδύναμες. Η Πρώτη Επιαφή περιέχει αξιόλογα κοτάσματα, ενώ η Δεύτερη πολύ λιγότερα. Πλουσιότερη από όλες είναι η Τρίτη Επιαφή, επειδή αφ' ενός μεν περιέχει πολύ περισσότερα κοτάσματα και από τις δύο μαζί, αφ' ετέρου δε τα κοτάσματά της είναι συνήθως πολύ πιο πλούσια σε αργυρούχο μόλυβδο από εκείνα των άλλων.

Επειδή στα βραχώδη μέρη της Λαυρεωτικής ο Ανώτερος Σχιστόλιθος τυχάνει να έχει φθαρεί κατά τόπους από την διάβρωση των βροχών και των ανέμων, μερικά κοτάσματα της Πρώτης Επιαφής ήταν ευδιάκριτα στην επιφάνεια του εδάφους. Η ανακάλυψη της μεταλλοφορίας του τόπου και εν συνεχεία η δράση των πρώτων μεταλλευτών του ορειλάντου ασφαλιός σ' αυτά⁴. Όπως δείχνει το Μετάλλευμα υπ' αριθ. 3 στον λόφο Βελατούρι του Θορικού⁵, η εκμετάλλευση των αργυρούχων κοιτασμάτων της Λαυρεωτικής άρχισε κατά την Πρωτοελλαδική II περίοδο, τουλάχιστον, ήτοι στο 2.500 π.Χ. περίπου.

Λόγω των πολλών τεχνικών δυσκολιών που παρουσίαζε η παραγωγή των μετάλλων από την τήξη των μεταλλευμάτων τους, οι παλαιότεροι μεταλλουργοί της Λαυρεωτικής μπορούσαν να τήξουν τα αργυρούχα κοτάσματα, τα οποία απετέλούντο μόνο από καθαρό Γαλνίτη ή Κερουσίτη ή ήταν πολύ πλούσια σε προς αυτά. Όλα όσα δεν ήταν πολύ πλούσια, δεν μπορούσαν να τα αθροισήσουν και ως εκ τούτου οι μεταλλευτές, όταν τα συναντούσαν κατά την διάνοιξη των στωών, δεν τα εξόρυσσαν. Το μετάλλευμα που ήταν καθαρός Γαλνίτης ή Κερουσίτης, το έστελναν κατ' ευθείαν για τήξη, χωρίς δηλ. να το υποβάλλουν προηγουμένως σε επεξεργασία και καθαρισμό. Τα αμιγή αργυρούχα κοτάσματα της περιοχής, όπως είδαμε, ήταν γενικά δυσεύρετα και σχετικά μικρά, γι' αυτό λοιπόν η παραγωγή αργύρου γενικά – συγκριτικά βέβαια με εκείνη κατά τους Κλασικούς χρόνους – ήταν επίσης σχετικά μικρή. Αυτό οφειλόταν και στο ότι επι πολλούς αιώνες μετά την έναρξη της εκμετάλλευσης και ως τις αρχές του 5ου αιώνα π.Χ., οι μεταλλευτές της Λαυρεωτικής εγυαρίζαν και εκμεταλλεύονταν, όπως πιστεύεται, μόνο την Πρώτη Επιαφή, ο αριθμός όμως των αργυρούχων κοιτασμάτων που περιείχε δεν ήταν πολύ μεγάλος.

Όπως φανερώνουν τα μνημεία της Λαυρεωτικής, η πρακτική διαδικασία της παραγωγής του αργύρου και του μόλυβδου χωριζόταν κατά τους Κλασικούς χρόνους σε τρία αλληλένδετα στάδια⁶, από τα οποία το πρώτο ήταν η ανακάλυψη και η εξόρυξη των κοιτασμάτων, το δεύτερο η επεξεργασία και ο καθαρισμός του εξορυσσόμενου μεταλλευμάτος από τα συστατικά του που δεν ήταν Γαλνίτης ή Κερουσίτης και το τρίτο η τήξη του για την παραγωγή των μετάλλων. Ο καθαρισμός αυτός ήταν απαραίτητος, για να επιτευχθεί καλή τήξη. Οι εργασίες του κάθε σταδίου διεξάγονταν σε διαφορετικό χώρο και χρειάζονταν αξιόλογους σε αριθμό εργατοτεχνίτες,

ειδικές κτηριακές εγκαταστάσεις και διάφορα εργαλεία και κατασκευές. Οι εγκαταστάσεις για το δεύτερο και το τρίτο στάδιο της παραγωγής ονομάζονται Εργαστήρια Επεξεργασίας και Καθαρισμού του Μεταλλεύματος (ή Εμπλουτισμού) και Εργαστήρια Τήξης αντίστοιχα. Κατά τους προκλασικούς χρόνους, καθώς φαίνεται, το δεύτερο στάδιο της παραγωγής, αυτό που εφαρμόζονταν κατά τους Κλασικούς, δεν υπήρχε.

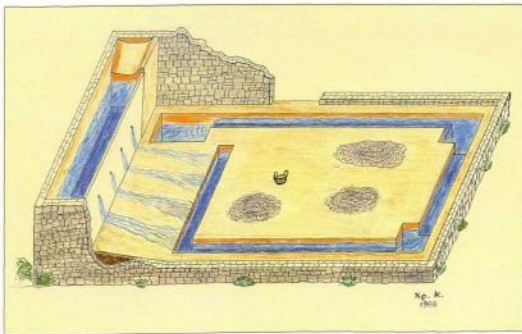
Η εκμετάλλευση μόνο της Πρώτης Επαφής και η εξόρυξη μόνο των αμγών ή των πολύ πλούσιων σε αργυρούχο μολύβδο κοιτασμάτων διήρκεσαν όλη την Προϊστορική περίοδο και ως τα τέλη περίπου του δού αιώνα π.Χ. Αυτό βέβαια είχε ως αποτέλεσμα η παραγωγή αργύρου κατ' αυτό το διάστημα να είναι σχετικά πολύ περιορισμένη, τότε όμως οι μεταλλουργοί της Λαυρεωτικής σκέφθηκαν ή πληροφορήθηκαν ότι τα φτωχά σε αργυρούχο μολύβδο κοιτάσματα ήταν δυνατόν να γίνονται και αυτά εκμεταλλεύσιμα, εάν αφαιρούσε κανείς όλα τα συστατικά τους που δεν περιείχαν αργυρούχο μολύβδο. Η αφαίρεση αυτή ήταν εφικτή, εάν κανείς έβραυε το μέταλλωμα σε πολύ μικρά τεμάχια, το άλεθε ακολούθως σε μύλους, για να το μετατρέψει σε πολύ μικρούς κόκκους, και εν τέλει απομάκρυνε από αυτό όλα τα μη αργυρούχα συστατικά του με την βοήθεια κινούμενου νερού.

Η ως άνω μέθοδος ήταν ασφαλώς πολύ αποτελεσματική, επειδή όμως δαπανούσε σχετικά άφθονο νερό για τον καθαρισμό του μεταλλεύματος, δεν ήταν δυνατόν να χρησιμοποιείται ευρέως στην Λαυρεωτική, λόγω του ότι όλη η περιοχή ήταν, όπως και σήμερα, σχεδόν άυδρη. Παρά ταύτα, σύμφωνα με ορισμένες ενδείξεις, η μέθοδος, καθώς φαίνεται, άρχισε να εφαρμόζεται σε μερικές κοιλάδες, όπου έβρεαν πενιχρά ρυάκια, όπως π.χ. στην Κοιλιάδα Μπερτσέκου⁷, είναι όμως ευνόητο ότι η ανεπάρκεια του νερού δεν επέτρεπε την ταυτόχρονη ενα-

σχόληση πολλών μεταλλουργών με αυτό το έργο, δηλ. την μεγάλη αύξηση της παραγωγής αργύρου. Το νερό που χρησιμοποιούνταν για τον καθαρισμό του μεταλλεύματος, οι μεταλλουργοί, αμέσως μετά την χρήση του, το έχυναν φυσικά ή το άφηναν να χάνεται.

Η διαπίστωση ότι το άφθονο νερό θα μπορούσε να αναδειχθεί σε έναν από τους βασικούς παράγοντες της παραγωγής του αργύρου στην Λαυρεωτική, οδήγησε ασφαλώς τους μεταλλουργούς σε σχετικά προβληματισμό για την προμήθειά του, επειδή όμως οι φυσικές πηγές δεν ήταν δυνατόν να αυξηθούν, εκείνοι επινόησαν μια απλή κατασκευή, στην οποία το νερό που χρησιμοποιούνταν για τον καθαρισμό του μεταλλεύματος μπορούσε εν συνεχεία να αυτοκαθαρίζεται και να χρησιμοποιείται εκ νέου –και επανειλημμένως– για τον ίδιο σκοπό. Η κατασκευή αυτή ήταν το πλυτήριο του μεταλλεύματος (εικ. 2) ή καθαριστήριο⁸, όπως αποκαλούσαν οι Κλασικοί Αθηναίοι, σύμφωνα δε με τις διαπιστώσεις της έρευνας στην Κοιλιάδα Μπερτσέκου, πρέπει να εμφανίσθηκε εκεί στα τέλη περίπου του δού αι. π.Χ. ή στις αρχές του 5ου.

Τα πρώτα πλυτήρια (εικ. 3), που ήταν «πρωτόγονα» μορφολογικά και λειτουργικά, λαξεύθηκαν στις βραχώδεις όχθες κοιλάδων, όπου έβρεε ένας ποταμίσκος ή ένα αξιόλογο ρυάκι. Το καθένα βρισκόταν δίπλα στην κοίτη του και έτσι οι μεταλλουργοί αντιλάσαν εύκολα την αναγκαία ποσότητα του νερού, για να τροφοδοτούν το πλυτήριο τους. Το νερό αυτό χρησιμοποιούνταν συνεχώς, μέχρις ότου οι ρύποι που αποκόπτεσε κατά τον καθαρισμό του μεταλλεύματος, το καθιστούσαν ακατάλληλο για περαιτέρω χρήση. Τότε οι μεταλλουργοί αφαιρούσαν από το πλυτήριο το ακάθαρτο πλέον νερό και έβαζαν καθαρό, που φυσικά το αντιλάσαν από το παρακείμενο ρεύμα. Επιφανειακά λείψανα λαξευμάτων «πρωτόγονων» πλυτηρίων είναι σήμερα ο-



2. Σχηματική παράσταση Ορθογώνιου πλυτηρίου μεταλλεύματος Τύπου Ι.

ρατά στο βόρειο τμήμα της Κοιλιάδας Μπερτσέκου, αμέσως νοτίως της Καμιάρας.

Τα σημαντικά αποτελέσματα που είχε ο καθαρισμός του μεταλλεύματος με την χρήση του νερού, συνετέλεσαν ασφαλώς στην υιοθέτηση της μεθόδου από όλους τους επιχειρηματίες του αργύρου στην Λαυρεωτική, το γεγονός δε αυτό επέφερε την αύξηση των μεταλλευτικών έργων καθώς φυσικά και των πλυντηρίων. Αυτά βέβαια οι μεταλλουργοί εξακολούθησαν να τα κατασκευάζουν στις όχθες των κοιλάδων που διέθεταν τρεχούμενο νερό, με αποτέλεσμα την συγκέντρωση πολλών πλυντηρίων στην κάθε μια απ' αυτές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα και πάλι η Κοιλιάδα Μπερτσέκου, όπου σώζεται συνονθύλευμα λαξευμένων στον βράχο πλυντηρίων σε πολύ μεγάλη έκταση, το ένα δίπλα στο άλλο, και στις δύο όχθες (εικ. 4). Όλα αυτά βέβαια αντλούσαν το ρεύμα της κοιλάδας, όπως δείχνει όμως ο μεγάλος αριθμός τους, σύνταμα και αυτό δεν θα ήταν αρκετό, για να καλύπτει όλες τις σχετικές ανάγκες τους.

Για να αντιμετωπισθεί η ανεπάρκεια του νερού και να μην εμποδίζεται η παραγωγή του αργύρου, οι μεταλλουργοί προχώρησαν σε μίαν άλλη σημαντική επινοήση, με την οποία κατέστησαν δυνατή την λειτουργία των πλυντηρίων τους, έστω και αν δεν υπήρχαν πλησίον τους πηγές, ρυάκια, φρέατα κ.λπ. Έκτοτε, αντί να δημιουργούν τα εργαστήριά τους δίπλα σε φυσικές παροχές νερού, που ήταν άλλωστε και λίγες και φτωχές, τα έκτιζαν πλέον αποδύηστε υπήρχε η κατάλληλη μορφολογία του εδάφους, δίπλα όμως στο καθένα απ' αυτά κατασκευάζαν απαραίτητως μία συνήθως τεράστια υπαίθρια δεξαμενή⁹, στην οποία συγκέντρωναν το νερό των βρο-

χών και το χρησιμοποιούσαν για την τροφοδοσία του πλυντηρίου όλο το έτος. Το πλυντήριο και η δεξαμενή κατασκευάζονταν το ένα δίπλα στο άλλο (εικ. 5).

Η ως άνω αποδέσμευση του πλυντηρίου από τις επίγειες παροχές νερού είχε ευεργετικές επιπτώσεις στην παραγωγή του αργύρου. Τα μεταλλεία βρισκόνταν σε διάφορα μέρη της Λαυρεωτικής, οι μεταλλευτές λοιπόν, για να καθαρίζουν το εξορυσσόμενο μέταλλευμα, το οποίο είχε πάντα μεγάλο όγκο και μεγάλο βάρος, έπρεπε να το μεταφέρουν από το μεταλλείο, σε μέρος όπου υπήρχε τρεχούμενο νερό. Μετά από αυτή την επινοήση μπορούσαν πλέον να κατασκευάζουν το εργαστήριό τους δίπλα σχεδόν στο μεταλλείο τους και να απαλλάσσονται από τον μόχθο, τον χρόνο και την δαπάνη της μεταφοράς του μεταλλεύματος σε μεγάλη απόσταση.

Η εξάρτηση του πλυντηρίου από μια κατασκευαζόμενη δίπλα του δεξαμενή βρόχινου νερού, επέφερε την ραγδαία εξέλιξη του Εργαστηρίου Καθαρισμού του μεταλλεύματος, επειδή αυτό μπορούσε πλέον να αναπτύσσεται σε έναν τελείως ελεύθερο χώρο και να αποκτήσει όλα τα μέσα και τις κατασκευές που ήταν απαραίτητες για την λειτουργία του¹⁰, όπως τράπεζες θράυσης του μεταλλεύματος, μύλους για το άλεσμά του, κτίσματα για την αποθήκευση των προϊόντων της παραγωγής και χώρους για την απόρριψη των υποπροϊόντων της, οικήματα για την διαμονή του προσωπικού, ενίοτε και του ιδιοκτήτη, υπόγειες δεξαμενές πόσιμου νερού¹¹ και άλλα, που είναι εμφανή στα ερείπια των Κλασικών Εργαστηρίων της περιοχής. Λόγω αυτών των εγκαταστάσεων το Εργαστήριο Καθαρισμού έγινε πλέον το κέντρο της διαχείρισης της κάθε μεταλλευτικής επιχείρησης, επειδή σε αυτό φυσί-

3. «Πρωτόγονο» πλυντήριο μεταλλεύματος στην Κοιλιάδα Μπερτσέκου. Άποψη από Δ.



κά θα κατοικούσαν και οι επικεφαλής των μεταλλευτικών έργων και αυτό θα πορείζε την διατροφή των δούλων του μεταλλείου καθώς και τα εργαλεία της εργασίας τους.

Η επινοήση του πλυντηρίου ακολουθήθηκε μετά από λίγο καιρό από μία μεγάλη ανακάλυψη που άλλαξε τελείως τα κοιτασματολογικά δεδομένα της περιοχής και έδωσε μια σφιγή εικόνα του αληθινού μεγέθους του ορυκτού πλούτου της. Όπως μας πληροφορεί ο Αριστοτέλης (Αθηναίων Πολιτεία 22.7), «ἐπὶ Νικοδόμου ἄρχοντος», δηλ. το 483 π.Χ., «ἐφάνη τὰ μέταλλα τὰ ἐν Μαρωσίαι (τῆς Λαυρεωτικῆς) καὶ περιεγένοντο τῆ πάλει τάλαντα ἑκατόν». Το γεγονός αυτό δηλώνει, κατά τους ειδικούς, την ανακάλυψη της Τρίτης Επαφῆς του Λαυρεωτικού υπεδάφους, που αποτελεί το μεγαλύτερο ορόσημο της μεταλλευτικής ιστορίας των Αττικών αργυρειών. Η Επαφή αυτή περιείχε, όπως είδαμε, πολύ περισσότερα κοιτάσματα από τις δύο υπερκείμενες, και ήταν ένας πραγματικός θησαυρός, ανέγγιχτος ακόμη από οποιαδήποτε εκμετάλλευση.

Η σημασία αυτής της ανακάλυψης φαίνεται και από το εξής: Σύμφωνα με τα σωζόμενα πολυάριθμα ἰχνη της δραστηριότητας των Κλασικών μεταλλευτών και μεταλλουργών, που είναι σήμερα ορατά στην επιφάνεια του εδάφους, κατά τους προκλασικούς χρόνους οι μεταλλευτές εργάστηκαν σε πολύ λίγα μέρη της μεταλλοφόρου περιοχής, μετά όμως την επινοήση του πλυντηρίου και την ανακάλυψη της Τρίτης Επαφῆς η εκμετάλλευση απλώθηκε σταδιακά σε ολόκληρη την ἔκτασή της και αγγίξε τα όρια της μεταλλοφορίας προς κάθε σημείο του ορίζοντα. Όλη η Λαυρεωτική, όπως δείχνει το πλήθος των υπογείων στοών, των μεταλλευτικών φρεάτων και των ερειπίων των Εργαστηρίων Καθαρισμού του

μεταλλεύματος καθώς και εκείνων για την τήξη του, μεταβλήθηκε τότε σε ένα «απέραντο» εργοτάξιο με ανάλογα παραγωγικά και οικονομικά αποτελέσματα.

Το πλυντήριο ήταν το κύριο μέσο για την αξιοποίηση των κοιτασμάτων της Τρίτης Επαφῆς, όπως και των άλλων δύο. Η Επαφή αυτή ήταν μὲν η πλουσιότερη, το μεγαλύτερο όμως μέρος του πλούτου της απετέλειτο από κοιτάσματα ανάμικτα και αυτά, όπως είδαμε, ήταν εκμεταλλεύσιμα μόνο με την χρήση του πλυντηρίου. Ενδεικτικό της μεγάλης σημασίας που είχε αυτή η χρήση για την εκμετάλλευση της Λαυρεωτικής κατά τους Κλασικούς χρόνους, είναι το ότι οι κυριότερες κατασκευές σε κάθε σωζόμενο Εργαστήριο Καθαρισμού του μεταλλεύματος είναι ακριβώς το πλυντήριο και η παρακείμενη υποαίθρια δεξαμενή νερού. Εργαστήριο αυτού του είδους χωρίς πλυντήριο, ως τώρα ταυλάχιστον, δεν έχει βρεθεί.

Άμεσως μετά την επινοήση του το πλυντήριο έγινε αντικείμενο συνεχούς μελέτης¹² από τους μεταλλουργούς με αποτέλεσμα την βελτίωση της λειτουργίας και της απόδοσής του. Σύμφωνα με την πιο εξελιγμένη μορφή του (εκ. 2 και 7), το πλυντήριο ήταν μια ορθογώνια κατασκευή μήκους 10 μ. και πλάτους 7, κατά μέσον όρο, συνήθως εν μέρει λαξευμένη στον βράχο και εν μέρει κτιστή. Ο μεγάλος άξονάς του κατευθυνόταν κατά κανόνα από Β. προς Ν., όλες δε οι ορατές επιφάνειές του καλύπτονταν με εξαιρετικό υδραυλικό κιοάμα¹³ που τις καθιστούσε αδιάβροχες. Στην Β. στενή πλευρά του υπήρχε μία υπέργεια στενώνμακρη Δεξαμενή (Δ), πλάτους 0,80 μ. περίπου, που εκτεινόταν μέχρι σημείου που απείχε σχεδόν 1 μ. από την ΒΑ. γωνία του. Ο πυθμένας της Δεξαμενής βρισκόταν



4. Παρακείμενα πλυντήρια μεταλλεύματος λαξευμένα στον βράχο της Α. όχθης της Κοκόδας Μπερσακού. Άποψη από Δ.

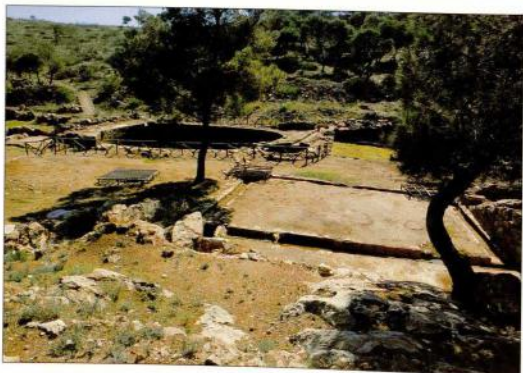
στο ίδιο επίπεδο με το δάπεδο του πλυντηρίου, το δε ύψος της, που ήταν συνόμα και το βάθος της, δεν υπερεβαίνει κατά κανόνα τα 0,90 μ. Το προς το εσωτερικό του πλυντηρίου τοίχωμα της Δεξαμενής ενίοτε ήταν κτιστό, συνηθέστερα όμως αποτελείτο από ορθές μαρμαρίνες ή σχιστολιθικές πλάκες, των οποίων τα σημεία επαφής σφραγιζόνταν με υδραυλικό κονίαμα. Το τοίχωμα αυτό είχε πάχος 0,12 μ. περίπου και έφερε στο μέσο του ύψους του 4 ή περισσότερες απές εκροής, ανάλογα με το μήκος της Δεξαμενής, που βρίσκονταν όλες στο ίδιο επίπεδο και απείχαν το ίδιο η μία από την άλλη. Οι απές είχαν σχήμα υδροδυναμικό, άρχιζαν δηλ. με μεγάλη διάμετρο (0,10 μ. περίπου) στην εσωτερική πλευρά του τοιχώματος και τελείωναν με μικρή (0,02 μ.) στην εξωτερική.

Μπροστά στην Δεξαμενή απλώνονταν ένα Δάπεδο που είχε μήκος ίσο με το δικό της και πλάτος λίγο μικρότερο από 2 μ. Το Δάπεδο αυτό, που το ονομάζουμε Επικλινές (Ε), είχε πάντα μια μικρή καταφερική κλίση (2-3° περίπου) προς ένα Αυλάκι (Α1) ορθογώνιας τομής και τυφλό κατά το ένα άκρο του, πλάτους και βάθους 0,40 μ. περίπου. Το Αυλάκι ήταν παράλληλο με την Δεξαμενή, είχε ίδιο μήκος με αυτήν και συνεχιζόταν από ένα δεύτερο παρόμοιο. Το δεύτερο Αυλάκι (Α2) σχημάτιζε ορθή γωνία με το πρώτο, πορευόταν κατά μήκος και εν επαφή με την Δ. πλευρά του πλυντηρίου και κατέληγε σε ένα Φρεάτιο (Φ1) στην ΝΔ. γωνία του, που άλλοτε ήταν κυκλικό, διαμέτρου 1,20 μ. περίπου, και άλλοτε ορθογώνιο. Το βάθος του κυμαινόταν γύρω στο 1,50 μ. Από τα χείλη του Φ1 ξεκινούσε ένα τρίτο Αυλάκι (Α3), όμοιο με τα προηγούμενα, που πορευόταν κατά μήκος και εν επαφή με την Ν. στενή πλευρά του πλυντηρίου και κατέληγε στο δεύτερο Φρεάτιο (Φ2) που ήταν παρόμοιο με το Φ1 και βρισκό-

ταν στην ΝΑ. γωνία του. Από τα χείλη του Φ2, τέλος, ξεκινούσε ένα άλλο παρόμοιο Αυλάκι, το τέταρτο (Α4), που πορευόταν κατά μήκος και εν επαφή με την Α. πλευρά του πλυντηρίου και κατέληγε στο τρίτο και τελευταίο Φρεάτιο (Φ3), που ήταν παρόμοιο με τα άλλα και βρισκόταν δίπλα στο Επικλινές Δάπεδο (Ε) που αναφέραμε.

Ο χώρος που οριζόταν από το Φ3, από την προς αυτό στενή πλευρά της Δεξαμενής (Δ) και από την παρακείμενη γωνία του πλυντηρίου, ήταν πάντα υπερυψωμένος, η δε άνω επιφάνειά του βρισκόταν σε επίπεδο 0,15 μ. περίπου υψηλότερα από τα χείλη της Δεξαμενής (Δ). Η επιφάνεια αυτή, που είχε διαστάσεις 1 x 1 μ. περίπου, ονομάζεται Χώρος Μετάγγισης του νερού (Μ), ήταν δε πάντα ελαφρά κοίλη και με μικρή καταφερική κλίση προς την Δεξαμενή. Ο χώρος επίσης που οριζόταν από τα 4 Αυλάκια του πλυντηρίου (Α1-Α2-Α3-Α4), είχε μια χαμηλή διόγκωση από την περιφέρεια προς το κέντρο του, με αποτέλεσμα το νερό που έπεφτε πάνω του, να κυλάει και να καταλήγει σε αυτό. Ο χώρος αυτός καλείται Στεγνωτήριο (Σ) και καταλαμβάνει τα 3/4 περίπου του εμβαδού του πλυντηρίου. Η άνω επιφάνειά του βρισκόταν συνήθως 0,30 μ. υψηλότερα από την επιφάνεια του γύρω εδάφους.

Ο καθαρισμός του αλεσμένου μεταλλεύματος στο πλυντήριο από όλα τα μη αργυρούχα συστατικά του βασιζόταν στο ότι ο αργυρούχος μόλυβδος είχε κατά σύμπτωση το μεγαλύτερο ειδικό βάρος από όλα τα άλλα. Για την μέθοδο που εφαρμόζονταν κατ' αυτόν, οι ειδικοί έχουν διατυπώσει διάφορες απόψεις, όπως π.χ. ότι οι μεταλλουργοί χρησιμοποιούσαν κοσκίνα, ξύλινα ρείθρα¹⁴ κ.ά., όλοι όμως υποθέτουν βασίμως ότι, κατά τον καθαρισμό, το νερό με την κίνησή του παρέσυρε τους κόκκους όλων των άλλων συστατικών, επειδή ήταν ελαφρότεροι, και άργησε καθα-



5. Πλυντήριο μεταλλεύματος και παρακείμενη υπαίθρια δεξαμενή νερού στην Αγ. Τριάδα. Αποψη από Β.



ρούς μόνο τους κόκκους του αργυρούχου μολύβδου, επειδή ήταν οι βαρύτεροι. Κατά τον γράφοντα, ο καθαρισμός πραγματοποιόταν ως εξής¹⁵:

Το πρώτο βήμα της εργασίας ήταν το κλείσιμο των οπών εκροής της Δεξαμενής (Δ) και το γέμισμά της με καθαρό νερό σχεδόν μέχρι τα χείλη της. Ο μεταλλουργός έβραζε μερικές φουγέτες αλασμένου μεταλλεύματος μέσα σε μια πήλινη λεκάνη, μετρίου μεγέθους, που έφερε δύο ισχυρές λαβές, και εν συνεχεία πήγαινε μπροστά στη Δεξαμενή. Εκεί κρατώντας την λεκάνη από τις λαβές της, βύθιζε λαβή μέρος των χελιών της στο νερό και την γέμιζε μέχρι την μέση της περίπου. Ακολούθως την έβγαζε από το νερό και κρατώντας την πάντοτε από τις λαβές, την κινούσε για λίγο κυκλικά και έντονα. Με αυτήν την οριζόντια κυκλική κίνηση όλο το νερό της λεκάνης, φυσικά και το περιεχόμενο μετάλλευμα, γύριζε μέσα σ' αυτήν κυκλικά και έντονα, σχηματίζοντας μικρή δίνη. Μόλις σταματούσε η κυκλική κίνηση της λεκάνης, η περιδίνηση του νερού άρχιζε να κοπάει και τότε όλοι οι κόκκοι του Γαλιμνίτη ή του Κερουσίτη του μεταλλεύματος, λόγω του ότι ήταν οι βαρύτεροι, άρχιζαν να κατακάθονται στον πυθμένα της, ενώ όλοι οι άλλοι, ως ελαφρότεροι, συνέχιζαν να αιωρούνται μέσα στο νερό και να κινούνται μαζί με αυτό κυκλικά. Όταν ο μεταλλουργός έβλεπε ότι όλοι οι κόκκοι που περιείχαν αργυρούχο μολύβδο είχαν κατακαθεί στον πυθμένα, έγερνε λίγο την λεκάνη και έχυνε σιγά-σιγά το νερό της μέσα στην Δεξαμενή. Μαζί με το νερό έφευγαν φυσικά και όλοι οι ακόμη αιωρούμενοι μέσα σ' αυτό κόκκοι, με αποτέλεσμα να μείνουν τελικά στον πυθμένα της λεκάνης, καθαροί, μόνο οι κόκκοι του Γαλιμνίτη ή του Κερουσίτη. Όταν τελείωνε ο καθαρισμός, ο μεταλλουργός άδειαζε το περιεχόμενο της λεκάνης στο Στεγνιτήριο (Σ), για να στεγνώσει, και συνέχιζε την ίδια εργασία βάζοντας και πάλι στην λεκάνη του ακαθάριστο μετάλλευμα. Οι μεταλλουργοί που μπορούσαν να «πλένουν» μετάλλευμα ταυτόχρονα σε κάθε πλυντήριο, ήταν τουλάχιστον ένας περισσότερο από όσες ήταν οι σπές εκροής της Δεξαμενής της.

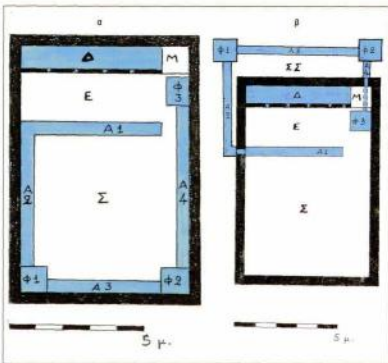
Το αιώρημα που έφευγε από την λεκάνη στην Δεξαμενή κατακάθιζε στον πυθμένα της, με αποτέλεσμα το νερό να καθαρίζεται μόνο του

και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και πάλι. Όταν μετά τον καθαρισμό αρκετών λεκανών μεταλλεύματος το νερό της Δεξαμενής θάλωνε σε τέτοιο βαθμό, που δεν ήταν πλέον εύκολο να διακρίνει κανείς τον διαχωρισμό των κόκκων μέσα στην λεκάνη, οι μεταλλουργοί άνοιγαν τις σπές της Δεξαμενής και τότε όλο το νερό της, από τα χείλη της μέχρι το επίπεδο των οπών εκροής, έφευγε, έπεφτε πάνω στο Επικλινές Δάπεδο (Ε) και έρριε μέσα στο Πρώτο Αιλάκι (Α1) του πλυντηρίου. Εν συνεχεία το νερό περνούσε μόνο του στο Δεύτερο Αιλάκι (Α2) και έπεφτε μέσα στο Πρώτο Φρεάτιο (Φ1), όπου ουσιαστικά στάθμευε για λίγο. Όταν το Φρεάτιο αυτό ήταν γεμάτο, το νερό περνούσε μόνο του με την υπερεκχειλίση στο Τρίτο Αιλάκι (Α3) και έπεφτε μετά στο Δεύτερο Φρεάτιο (Φ2), όπου στάθμευε επίσης, όταν όμως γέμιζε και αυτό, συνέχιζε την πορεία του μέσα στο Τέταρτο Αιλάκι (Α4) και κατέληγε στο τελευταίο Φρεάτιο (Φ3). Από εκεί ένας μεταλλουργός το αντίλασε με δοχείο και το έρχανε στον Χώρο της Μετάγγισης (Μ), από όπου κυλούσε ήρεμα στην Δεξαμενή.

Όλοι μαζί οι χώροι του πλυντηρίου στους οποίους κινείται ή στάθμευε το νερό, ήτοι η Δεξαμενή (Δ), το Επικλινές Δάπεδο (Ε), τα Αιλάκια (Α1-Α2-Α3-Α4), τα Φρεάτια (Φ1-Φ2-Φ3) και ο Χώρος Μετάγγισης (Μ), αποτελούσαν ένα συνεχές αλλά ανισόπεδο αγωγό, του οποίου η πορεία σχημάτιζε ένα πλήρες ακανόνιστο «κυκλωμα» με αρετήρια και τέρμα την Δεξαμενή (Δ). Το μήκος αυτής της πορείας, σε νοητή ευθεία ανόπτυση, ήταν συνήθως μεγαλύτερο από 25 μ. Όταν το νερό κυλούσε μέσα στα Αιλάκια και ιδίως όταν στάθμευε στα Φρεάτια και την Δεξαμενή, όλοι οι αιωρούμενοι μέσα σε αυτό κόκκοι των συστατικών, που είχε παρασύρει κατά το «πλύσιμο» του μεταλλεύματος, κατακάθιζαν σιγά-σιγά στους πυθμένες,

6. -Λαυρινική Γλαυζο-Αθηνάικη αργυροπρόβαση (440-420 π.Χ. περίπου). Αθήνα, Νομισματικό Μουσείο, αρθ. 2397

7. (α) Σχηματική κάτοψη Ορθογωνίου πλυντηρίου μεταλλεύματος Τύπου I. (β) Σχηματική κάτοψη Ορθογωνίου πλυντηρίου μεταλλεύματος Τύπου II.



λόγω του βάρους τους, με αποτέλεσμα να απαλλάσσεται από αυτούς και να καθαρίζεται μόνο του. Η φυσική καθίζηση, εν ολίγοις, το γενικό σχήμα του πολυμερούς αγωγού καθώς και το μήκος του αποτελούσαν ωστε, με μία μόνο απλή μεταγίγισση από το Φ3 στον παρακείμενο υπερυψωμένο χώρο (Μ), το νερό να επιστρέφει στην αφετηρία του και μάλιστα να επιστρέφει σε αυτήν καθαρά, δηλ. κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί και πάλι για τον ίδιο σκοπό. Όταν το νερό ήταν πλέον πολύ ακάθαρτο, οι μεταλλουργοί το αντικαθιστούσαν με καθαρό. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η επιπόνηση του πλυντηρίου ήταν η απάντηση στην μεταλλουργία στην λειψυδρία της Λαυρεωτικής, επειδή με αυτό είχαν πλέον την δυνατότητα να χρησιμοποιούν πολλές φορές την ίδια ποσότητα νερού, για την ίδια εργασία, με πολύ μικρές απώλειες.

Όταν οι κόκκοι των συστατικών που κατακάθιζαν στους πυθμένες της Δεξαμενής, των Αιλικών και των Φρεατίων αυξανόταν κατά πολύ μετά τον καθαρισμό μεγάλης ποσότητας μεταλλεύματος και εμποδίζαν με τον όγκο τους την λειτουργία του πλυντηρίου, οι μεταλλουργοί τους αφαιρούσαν και τους απέριπταν σε κατάσταση λάσπης σε ορισμένους χώρους μέσα ή έξω από το Εργαστήριο, εκεί δε αποξηραίνονταν και σχημάτιζαν με τον καιρό μεγάλους σωρούς. Οι σωροί αυτοί ονομάστηκαν από τους μεταλλουργούς της εποχής μας πλυνίτες¹⁶.

Οι μεταλλουργοί της Λαυρεωτικής κατέβαλαν συνεχώς προσπάθειες για την βελτίωση τόσο της λειτουργίας όσο και της μορφής του Ορθογωνίου πλυντηρίου, αυτό δε οδήγησε στην δημιουργία δύο Τύπων, ήτοι του Τύπου Ι και του Τύπου ΙΙ¹⁷ (εικ. 7α-β), καθώς και ορισμένων παραλλαγών τους. Μία απ' αυτές ήταν το διπλό πλυντήριο. Κατά τα τέλη της Κλασικής περιόδου ή τις αρχές του 3ου αιώνα π.Χ. εμφανίστηκε και ένα άλλο είδος πλυντηρίου, το Κυκλικό¹⁸, το οποίο, όπως πιστεύεται, χρησίμευε για τον καθαρισμό των πολύ τεχνικών σε άργυρο μεταλλευμάτων. Από το τελευταίο έχουν βρεθεί πολύ λίγα παραδείγματα.

Το πλυντήριο γενικά ήταν ένα τεχνολογικό επίτευγμα, το οποίο άνοιξε ένα νέο κεφάλαιο στην εκμετάλλευση της Λαυρεωτικής. Η χρήση του είχε τεράστια οικονομική σημασία, επειδή κατέστησε εκμεταλλεύσιμα όλα σχεδόν τα αργυρούχα κοιτάσματα της, που ήταν φτωχά σε αργυρούχο μόλυβδο. Τα κοιτάσματα αυτά αποτελούσαν, όπως είδαμε, το ασυγκρίτο μεγαλύτερο μέρος της μεταλλοφορίας της, ως την εμφάνισή του όμως παρέμεναν ανεκμετάλλευτα, επειδή δεν ήταν δυνατόν να αξιοποιηθούν από τους μεταλλουργούς λόγω τεχνικών προβλημάτων σχετικών με την τήξη τους. Το πλυντήριο στην ουσία πολλαπλασίασε τον σε άργυρο και μόλυβδο ορυκτό πλούτο της περιοχής και έδωσε στους Αθηναίους την δυνατότητα να αξιοποιήσουν πλήρως την σημαντικότερη πλουτοπαραγωγική πηγή της πατρίδας τους. Η χρήση του πλυντηρίου οδήγησε σύντομα στην δημιουργία των Εργαστηρίων Καθαρισμού του μεταλλεύματος καθώς και στην εξειδίκευση των επιχειρήσεων¹⁹ και επέτρεψε σε πολλούς πολίτες να ασχοληθούν επαγγελματικά με κάποιο από τα στάδια της πρακτικής διαδικα-

σίας της παραγωγής του αργύρου και του μόλυβου ή και με όλα μαζί.

Από την επιπόνηση του πλυντηρίου ο Λαυρεωτικός άργυρος άρχισε να ρέει άφθονο, συγκριτικά με το παρελθόν, και να ενισχύει σε μεγάλο βαθμό τα οικονομικά του κράτους. Κατά ευχρήστη συγκυρία, το πλυντήριο εμφανίστηκε σε μια κρίσιμη περίοδο της πολιτικής εξέλιξης της Αθήνας και συγκεκριμένα λίγα χρόνια μετά την γέννηση της Αθηναϊκής Δημοκρατίας. Το νέο πολιτικό σύστημα ενισχύθηκε εμμέσως από αυτό σε μεγάλο βαθμό, επειδή η αύξηση της παραγωγής του Λαυρεωτικού αργύρου επέφερε αναμφισβήτητη την αύξηση των δημοσίων εσόδων, επομένως και την αύξηση της κρατικής οικονομικής δύναμης. Η δύναμη αυτή εξασφάλισε την πολιτική σταθερότητα, η οποία με την σειρά της επέτρεψε στο νέο καθεστώς να ριζώσει βαθιά, να σταθεροποιηθεί και να αναπτυχθεί ταχύως. Η ως άνω ευτυχής συγκυρία συνοδεύθηκε, λίγο καιρό μετά, από μια δεύτερη, επίσης πολύ σημαντική. Ήταν η ανακάλυψη της Τρίτης Επαιφής του υπεδάφους της Λαυρεωτικής (483 π.Χ.), η οποία πρόσφερε στους Αθηναίους σπουδαία και άφθονα αργυρούχα κοιτάσματα, επομένως πολύ μεγαλύτερα και μακροχρόνια έσοδα. Στην αξιοποίηση αυτών των κοιτασμάτων, η χρησιμότητα του πλυντηρίου ήταν θεμελιώδης.

Όταν σε ένα κράτος υπάρχει οικονομική ευχέρεια, αντιμετωπίζονται συνήθως διάφορες ανάγκες του και εκδηλώνονται πολλές δραστηριότητες, μία δε από αυτές είναι η ανάπτυξη της πολεμικής δύναμής του. Κατά τις δύο πρώτες δεκαετίες του 5ου αι. π.Χ. η Αθηναϊκή Δημοκρατία συγκρούστηκε με την Περσική Αυτοκρατορία δύο φορές, ήτοι το 490 στον Μαραθώνα και το 480 στην Σαλαμίνα, και στις δύο όμως θριάμβευσε και πέτυχε την επίβασή της. Ασφαλώς οι θριάμβοι αυτοί οφείλονταν πρωτίτως στις αρετές των Αθηναίων, οφείλονταν όμως επίσης και στον άριστο εξοπλισμό τους, που υποδηλώνει ανώλογες οικονομικές δυνατότητες και δαπάνες του κράτους. Οι τήρες ειδικότερα που κατατρόπωσαν τους Πέρσες στην ναυμαχία της Σαλαμίνας, ναυπηγήθηκαν, σύμφωνα με τον Ηρόδοτο (VII, 144), με τα έσοδα που είχε το κράτος από την εκμετάλλευση του Λαυρεωτικού αργύρου²⁰, η άντληση όμως αυτών των εσόδων – προσθέτουμε εμείς – πραγματοποιήθηκε ασφαλώς χάρη στο πλυντήριο και στην Τρίτη Επαιφή.

Ο Λαυρεωτικός άργυρος είχε τεράστια σημασία για τους Αθηναίους, κυρίως επειδή τους έδινε την διαρκή δυνατότητα να εκδίδουν αργυρό νόμισμα, είναι δε γνωστόν ότι οι αρχαίες πόλεις που είχαν δικά τους μεταλλεία αργύρου και δικό τους νόμισμα, εξελίχθηκαν πολύ διαφορετικά, από εκείνες που δεν είχαν²¹. Η έκδοση των Αθηναϊκών νομισμάτων άρχισε κατά τις αρχές του 6ου αι. π.Χ. και αυξήθηκε επί Πεισιπράτου και των διαδόχων του, μετά την απόκρουση όμως του Περσικού κινδύνου ξεπέρασε κάθε προηγούμενο και έδωσε στην Αθήνα μεγάλη οικονομική δύναμη και πολιτική ακτινοβολία. Τα Αθηναϊκά νομίσματα, δηλ. οι περίφημες «Λαυρεωτικές Γλαύκες»²² (εικ. 6), όπως ονομάζονταν (Αριστοφάνης, *Ορνίθες*, στ. 1105), ήταν περίφημα σε όλο τον κόσμο της Μεσογείου – και πέρα απ' αυτόν – λόγω της σταθερότητας

του βάρους και της καθαρότητας του μετάλλου τους, είναι δε ενίοτι ότι η αύξηση της έκδοσης τους οφειλόταν στην αύξηση της παραγωγής του αργύρου στην Λαυρεωτική και εκείνης στην χρήση του πλυτηρίου και στην εκμετάλλευση της Τρίτης Επαφής.

Η «άναντη» ροή του Λαυρεωτικού αργύρου στο Δημόσιο ταμείο επέτρεψε στο Αθηναϊκό κράτος να αποκτήσει μεγάλη στρατιωτική δύναμη και ισχυρότατο πολεμικό ναυτικό, να συντάξει και να εφαρμόσει μεγαλειώδη σχέδια εξωτερικής και εσωτερικής πολιτικής και να εκτελέσει λαμπρά δημόσια έργα που κόσμησαν την πόλη με αριστουργήματα τέχνης. Η γενικότερη δραστηριότητα των Αθηναίων κατέστησε την Αθήνα οδαιοπόλη της πρωτεύουσας δύναμης του τότε Ελληνικού κόσμου, πολιτική και πνευματική, και τον αιώνα, κατά τον οποίο εκδηλώθηκε, Χρυσό Αιώνα του αρχαίου Ελληνικού Πολιτισμού. Εκ παραλλήλου, όπως μαρτυρούν οι αρχαίοι συγγραφείς και οι επιγραφές, πολλοί Αθηναίοι πολίτες, διάσημοι και μη, ασχολήθηκαν συστηματικά και επαγγελματικά με την εκμετάλλευση των Αττικών αργυρείων και απέκτησαν αξιόλογη και ενίοτε πολύ μεγάλη οικονομική δύναμη με όλες τις ευνοήτες συνέπειες. Φυσικά όλα αυτά δεν υποδηλώνουν ότι η κάθε είδους ακμή της Αθηναϊκής Πολιτείας κατά τους Κλασικούς χρόνους οφείλεται στα μέταλλα του Λαυρείου, είναι όμως βέβαιο ότι οι πόροι από την εκμετάλλευσή τους απέτελεσαν ένα από τα ισχυρότερα κρητιδώματα της Αθηναϊκής Οικονομίας.

Η ανάδειξη των αργυρούχων κοιτασμάτων της Λαυρεωτικής σε οικονομικά κρητιδώματα του Χρυσού Αιώνα οφείλεται στην αρχαία Τεχνολογία και στα έργα της, όπως π.χ. στο πλυτήριο του μεταλλεύματος, που έκανε δυνατή την πλήρη εκμετάλλευσή τους. Η Ιστορία, ως γνωστόν, έχει όχι μόνο επιφανείς, αλλά και φανερά πρωταγωνιστές. Η Τεχνολογία και τα επιτεύγματά της υπάγονται συνήθως στους δευτερούς.

Σημειώσεις

1. Ιστορία του Ελληνικού Έθνους, τόμ. Α', Αθήνα 1970, σ. 27.
2. Γ.Π. Μαρinos/W.E. Petraschek, Λαύριον, Ινστιτούτο Γεωλογίας και Ερευνών Υπεράκτιου, Γεωλογικά και Γεωφυσικά Μελέτα, τόμ. IV/1, Αθήνα 1956, σ. 200 κ.ε.
3. Κωνσταντίνος Η. Κονοφάκος, Το αρχαίο Λαύριο και η ελληνική τεχνική παραγωγή του αργύρου, Αθήνα 1980, σ. 155 κ.ε.
4. Ευάγγελος Χ. Κακαβονάνης, «Οι διαχρονικές σχέσεις της Σίβηρος με την Λαυρεωτική», Πρακτικά Α' Διεθνούς Συνεδρίου Συμποσίου Σίβηρος 25-28 Ιουνίου 1998, Αθήνα 2000, τόμ. Α', σ. 188 κ.ε.
5. Paulle Spilvaels, «The Early Helladic period in Mine No. 3», *Tholos VIII* (1972-1976), σ. 151 κ.ε.
6. Κονοφάκος, ό.π., σ. 167 κ.ε.
7. Ευάγγελος Χ. Κακαβονάνης, «Αρχαιολογικές έρευνες στην Λαυρεωτική για την ανακάλυψη μεταλλευτικών όρυων και μεταλλουργικών εγκαταστάσεων των προκλασικών χρόνων», *Αρχαιολογικό Ανάλεκτο εφ' Αθηνών* X00 (1989), σ. 74 κ.ε.
8. Αρσποκράτιον, *Λέξεις ρητορικά*, λ. «πυργεύων».
9. Ευάγγελος Χ. Κακαβονάνης, «Το Εργαστήριο Καθάρωσης του αργυρούχου μεταλλεύματος της Λαυρεωτικής», *Αρχαιολογία* 11 (2001-2002), σ. 166 κ.ε.
10. Κονοφάκος, ό.π., σ. 212 κ.ε.
11. Α. Λαγκουράος/Ε. Καναβονάνης, «Ευρήματα Λαυρεωτικής», *Αρχαιολογικό Ανάλεκτο εφ' Αθηνών* IX (1976), σ. 27 κ.ε., σελ. 3, σκ. 2-4.
12. Ευάγγελος Χ. Κακαβονάνης, «Η εξέλιξη του Ορθογώνιου πλυτηρίου μεταλλεύματος Τύπου I της Λαυρεωτικής».

- Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία, Πρακτικά του Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη 1997, σ. 85 κ.ε.
13. Κονοφάκος, ό.π., σ. 255 κ.ε. και σ. 378, σκ. 17-3.
 14. André Cordéas, Le Laurium, Marseille 1869, σ. 93 κ.ε.
 15. Ανδρέας Κορδέας, Η διαχρονία της Εταιρείας των Μεταλλουργικών Λαυρίου και το Μεταλλευτικό και Μεταλλουργικό αυτής προϊόντα εν τη Δ' Ολυμπιακή Εκέλευση, Εν Αθήναις 1888, σ. 31 κ.ε. Ph. Negris, «L'avenues anciennes du Laurium», *Annales des Mines* XX (1881), σ. 160 κ.ε. Ed. Ardillon, Les Mines du Laurium dans l'Antiquité, Paris 1897, σ. 68 κ.ε. Κονοφάκος, ό.π., σ. 223 κ.ε. και σ. 236, σκ. 10-19 και 10-20.
 16. Ε. Κακαβονάνης, «Μια νέα απόψη για την λειτουργία των πλυτηρίων μεταλλεύματος της Λαυρεωτικής κατά τους Κλασικούς χρόνους», Α' Συμπόσιο Αρχαιολογίας, «Ευθεία» Αρχαιολογίας και Αρχαιολογίας, Πρακτικά Συμποσίου, Αθήνα 26-28 Ιανουαρίου 1990, Αθήνα 1992, σ. 79 κ.ε.
 17. Αδίκουρας/Καναβονάνης, ό.π., σ. 41 κ.ε. και θ και 9.
 18. Ευάγγελος Χ. Κακαβονάνης, «Έπει το Τύπου ΙΓ των αρχαίων ορθογώνιων πλυτηρίων των μεταλλευμάτων της Λαυρεωτικής», *Αρχαιολογικό Δελτίον* 44-46 (1989-1991) Μελέτες, σ. 1 κ.ε.
 19. Κονοφάκος, ό.π., σ. 247 κ.ε., σκ. 10-30 - 10-37.
 20. Ευάγγελος Χ. Κακαβονάνης, *Μεταλλο Εργαστήρια και Συγκολλητήρια. Η οργάνωση της εκμετάλλευσης του ορυκτού πλυτηρίου της Λαυρεωτικής από την Αθηναϊκή διαχρονία*, σ. 289 κ.ε. (υπό εκτύπωση).
 21. Ι.Κ. Τρακαλιώτης, «Η ομορφιά των μεταλλοφόρων κοιτασμάτων αργύρου και αργύρου Λαυρίου εν τη ουσία της πόλεως των Αθηνών και του Πολιτισμού αυτής», Πρακτικά της Ακαδημίας Αθηνών 50 (1975), σ. 321 κ.ε.
 22. H. Montgomery, «Silver, coins and the wealth of a City-State», *Opuscula Atheniensia* XV (1984), σ. 123 κ.ε.
 23. Μάνης Οικονομίου, *Αρχαία Νομισματά*, Αθήνα 1996, σ. 24 και 106-107, σκ. 79.

The Washing-Table of Argentiferous Ore in the Lavrion Mines

Evangelos Ch. Kakavoyannis

Among the various ores of the Lavreatiki subsoil more important are galenite (PbS) and cerussite (PbCO₃), because they contain argentiferous lead. Occasionally these ores, which are usually composite and include non-argentiferous elements, form pure deposits that, however, are rare and limited. The mineral wealth of the region mainly consists of composite deposits.

The exploitation of the argentiferous deposits in Lavreatiki seems to have commenced during the Proto-Helladic II period, that is around 2,500 BC. Until the end of the sixth century BC the miners used to extract only the purely argentiferous deposits and those rich in argentiferous lead, while all the rest deposits were not mined, due to the technical problems in their smelting.

Around the late sixth or the early fifth century BC, the metallurgists of Lavreatiki discovered - or learned from others - that the composite argentiferous ores could be turned to recoverable ones. If they were granulated, then mill grinded and finally washed with running water, so that all their non-argentiferous components to be removed. This method was indeed very effective, however it stumbled at the fact that Lavreatiki was a dry land. Thus, to handle the shortage of water, the metallurgists invented the ore washing-table: a device in which the water would drift away the lightweight non-argentiferous granules of the grinded ore and would leave clean the heavier argentiferous lead particles. Then, through a circulation system of canals and basins, the water would be self-cleaned, due to the subsidence, from all the components it had drifted along during its course and would return to its starting point pure and appropriate for use for the next cleansing route.

The adoption of the washing-table solved the problem of water shortage and in fact multiplied the exploitable mineral wealth of Lavreatiki. Soon after it led to the maximization of the mining works and as a result to the provision of the Athenian State with an important and steady income from the exploitation of the Lavreatiki silver. This considerable financial support contributed to the establishment of the newly born Democracy and the exorcism of the Persians and fortified as well the earth of Athens for its great political and intellectual flourishing, fruit of which was the so-called Golden Age of Greek civilization.