

ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ.—Πνευματολυτική και ύδροθερμική δράσις ἐντὸς τοῦ κοιτάσματος χρωμίτου τῆς Ἐρετρίας (Τσαγκλίου), ὑπὸ Ἀθαν. Γ. Πανάγου*. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Μ. Κ. Μητσοπούλου.

Κατὰ τὰς ἐν ὑπαίθρῳ ἐρέυνας ἐπὶ τῶν βασικῶν καὶ ὑπερβασικῶν ἐμφανίσεων τῆς «ζώνης ἀνατολικῆς Ἑλλάδος» τὰ κοιτάσματα χρωμίτου τῆς Ἐρετρίας ἀπετέλεσαν ἀντικείμενον ἰδιαιτέρας, ἐμπεριστατωμένης μελέτης, ἕνεκα τῆς ἐντόνως ἐκδηλουμένης ἐνταῦθα δράσεως τῆς πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς φάσεως ἐντὸς τοῦ κοιτάσματος χρωμίτου τῆς περιοχῆς.

Αἱ ἐν ὑπαίθρῳ ἔρευναι συνετελέσθησαν κατὰ τὰ τέλη τοῦ 1962 καὶ τὰς ἀρχὰς τοῦ 1963. Τὸ συλλεγὲν ὕλικόν καὶ τὰ ἐκ τούτου μικροσκοπικὰ παρασκευάσματα ὑπέστησαν ἐπεξεργασίαν καὶ ἐμελετήθησαν ἐν τῷ Ἐργαστηρίῳ Ὄρυκτολογίας καὶ Πετρολογίας τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν, ὅπου καὶ κατετέθη τὸ περὶ οὗ ὁ λόγος ὕλικόν.

Ἀποτελεῖ εὐχάριστον δι' ἐμὲ καθῆκον, ὅπως εὐχαριστήσω καὶ ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης τὸν Διευθυντὴν τοῦ Ἐργαστηρίου Ὄρυκτολογίας καὶ Πετρολογίας καθηγητὴν κ. Ἀναστάσιον Γεωργιάδην διὰ τὸ ἀμέριστον ἐνδιαφέρον του τὸ ἐπιδειχθὲν κατὰ τὴν ἐκπόνησιν τῆς παρουσίας ἐργασίας, καθὼς καὶ τὸν Διευθυντὴν τοῦ Ἐργαστηρίου Κοιτασματολογίας καθηγητὴν κ. Γεώργιον Παρασκευόπουλον διὰ πᾶσαν παρασχεθεῖσαν συνδρομὴν καὶ βοήθειαν. Εὐχαριστῶ ἐπίσης θερμῶς τὴν διεύθυνσιν τῆς Ἐταιρείας «Μεταλλευτικαὶ Ἐπιχειρήσεις Ἀ. Ἀποστολίδη» διὰ τὰς παρασχεθείσας εἰς ἐμὲ διευκολύνσεις κατὰ τὰς ἐν ὑπαίθρῳ ἐρέυνας.

Ἡ ἐργασία αὕτη ἐξεπονήθη εἰς τὸ πλαίσιον ἀναληφθείσης ὑπὸ τοῦ Ἐργαστηρίου Ὄρυκτολογίας καὶ Πετρολογίας πρὸς τὸ Βασιλικὸν Ἰδρυμα Ἐρευνῶν ὑποχρεώσεως. Τὸ ὡς ἄνω Ἰδρυμα εὐχαριστῶ θερμῶς καὶ ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης.

Εἰσαγωγή

Ἡ περιοχὴ Ἐρετρίας, εἰς τὰς βορείους προσβάσεις τῆς Ὀθρυος, ἀποτελεῖ λοφώδη ζώνην μᾶλλον ὁμαλήν, συγκροτουμένην ἀπὸ ποικιλίαν πετρωμάτων. Ὁ τύπος τῶν πετρωμάτων τούτων καὶ ἡ μεταξύ των σύνδεσις ἀποτελοῦν σαφῆ στοιχεῖα διὰ τὴν κατάταξιν τῆς περιοχῆς εἰς τὴν «ζώνην ἀνατολικῆς Ἑλλάδος». Οἱ σερπεντῖναι καὶ τὰ μετ' αὐτῶν στενωῶς συνδεδεμένα στρώματα ἀργιλλικῶν σχιστολίθων, φυλλιτῶν, ἀσβεστολίθων, ἀσβεστολίθων μετὰ κερατολίθων, κροκαλοπαγῶν κλπ.

* ATHAN. G. PANAGOS, *Pneumatolytische und hydrothermale Erscheinungen in Chromerzlagernstätte von Eretria (Tsangli)*.

ἐκπροσωποῦν εἰς τὴν περιοχὴν Ἑρετρίας τὴν «σχιστοκερατολιθικὴν μετὰ σερπεντινῶν» διάπλασιν τῆς ζώνης ταύτης.

Ἐγένετο προσεκτικὴ ἐν ὑπαίθρῳ ἔρευνα καὶ δειγματοληψία, αἱ ἀκολουθήσασαι δὲ ἐν τῷ Ἑργαστηρίῳ λεπτομερεῖς μικροσκοπικαὶ παρατηρήσεις, βοηθούμεναι ἐν μέρει καὶ ἀπὸ τὴν μικροχημικὴν ἔρευναν, ἀπέδειξαν διὰ τοὺς χρωμίτας τοῦ κοιτάσματος Ἑρετρίας 1) ἐξαλλοιώσεις ἐπὶ τῶν ἀναμφισβητήτου ὀρθομαγματικῆς γενέσεως ὀρυκτῶν, 2) νεοσχηματισμὸν ὀρυκτῶν ἀσχέτων πρὸς ὀρθομαγματικὴν ἢ πρὸς δευτερογενῆ, ὑπὸ τὴν συνήθη ἔννοιαν, γένεσιν.

Πράγματι, ὑπὸ τὸ μεταλλογραφικὸν μικροσκόπιον παρατηρήθησαν ὀρυκτὰ τοῦ χρωμιτικοῦ κοιτάσματος, ἄφθονα, δυνάμενα νὰ διακριθῶν εἰς ὀρυκτὰ πρωτογενῆ τυπικῆς ὀρθομαγματικῆς γενέσεως καὶ εἰς ὀρυκτὰ νεοσχηματισθέντα κατόπιν δράσεων, αἵτινες ἠκολούθησαν τὸ ὀρθομαγματικὸν στάδιον κρυσταλλώσεως. Οἱ σχηματισμοὶ οὗτοι οὐδεμίαν φαίνεται νὰ ἔχουν σχέσιν μὲ τὰ δευτερογενῆ ὀρυκτὰ ἐξ ἀλλοιώσεων τῇ ἐπιδράσει ἐξωγενῶν παραγόντων ἢ μὲ ὀρυκτὰ προερχόμενα ἐκ τῆς δράσεως τοῦ τεκτονικοῦ παράγοντος (μεταμόρφωσις), ἀποδεικνύουν δὲ δρᾶσιν τῆς τὸ ὀρθομαγματικὸν στάδιον κρυσταλλώσεως ἀκολουθησάσης πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς φάσεως. Τὰ ἐκ τῆς δράσεως ταύτης φαινόμενα ἀποτελοῦν τὸ ἀντικείμενον τῆς παρούσης ἐργασίας.

Γ Ε Ν Ι Κ Ο Ν Μ Ε Ρ Ο Σ

Ἡ ἐντὸς τοῦ χρωμιτικοῦ κοιτάσματος Ἑρετρίας παρατηρουμένη πνευματολυτικὴ καὶ ὑδροθερμικὴ δρᾶσις ἐκδηλοῦται κατὰ προτίμησιν εἰς τὰς ἀσθενέστερας θέσεις τῶν χρωμιτικῶν σωμάτων, εἰς θέσεις δηλαδὴ προσφερομένας καλύτερον εἰς τὴν δρᾶσιν τῶν ἀεριοδῶν προϊόντων καὶ ὑπερκρισίμων διαλυμάτων, ἅτινα λαμβάνουν μέρος εἰς τὰς ὡς ἄνω δρᾶσεις. Αἱ ἀσθενέστεραι αὗται θέσεις, ὡς εἶναι αἱ μικρορρωγμαί, δίαυλοι, πόροι, ἐγκολπώσεις καὶ οἱ πάσης φύσεως ἀνάλογοι σχηματισμοί, οἱ δημιουργούμενοι κατὰ τὴν πῆξιν τοῦ μάγματος καὶ κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς δράσεως τῆς μαγματικῆς διαβρώσεως, ὑπῆρξαν ἀναμφισβητήτως σημαντικοὶ παράγοντες εἰς τὴν ἐν συνεχείᾳ ἐκδηλωθεῖσαν πνευματολυτικὴν καὶ ὑδροθερμικὴν δρᾶσιν.

Ἡ θέσις τῶν νεοσχηματισθέντων τούτων προϊόντων τῆς πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς δράσεως ὑπὸ τὴν μορφὴν ἐγκλεισμάτων, ἐπανθισμάτων, ἐπιφλοιώσεων, συμφύσεων, γεμισμάτων ρωγμῶν ἢ πόρων κλπ. καὶ ἡ σχέσις των πρὸς τὰ ἀρχικὰ ὀρυκτὰ, ἀκόμη δὲ ὁ ἴστος καὶ ἡ ὑφή των, τουτέστιν ἡ ἰδιομορφία ἢ μὴ τῶν κρυσταλλικῶν κόκκων των, τὸ μέγεθος αὐτῶν κλπ., ἀπετέλεσαν ἐν πολλοῖς σαφῆ κριτήρια διὰ τὴν ἐξαγωγήν συμπερασμάτων ἀφορώντων εἰς τοὺς ἐν θέματι νεο-σχηματισμούς.

Ἡ ὑπὸ τὸ μικροσκόπιον παρατήρησις ἀποδεικνύει σαφῶς ὅτι ἡ πνευματολυτική καὶ ὑδροθερμική δρᾶσις ἐντὸς τοῦ χρωμιτικοῦ κοιτάσματος Ἐρετρίας ἐκδηλοῦται α) δι' ἐπιδράσεων ἐπὶ τῶν ἀρχικῶν ὀρυκτῶν (ὀρθομαγματικῆς γενέσεως), καὶ β) διὰ τῆς δημιουργίας νέων ὀρυκτῶν.

α) Ἡ ἐπὶ τῶν ἀρχικῶν ὀρυκτῶν ἐπίδρασις.

Ταύτην δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν ἐπὶ τοῦ κυρίως ὀρυκτοῦ, τοῦ χρωμίτου, καθὼς καὶ ἐπὶ τῶν παραγενετικῶν, ὀλιβίνου, πυροξένου καὶ πρωτογενοῦς μαγνητίτου.

Ἐπὶ τοῦ χρωμίτου αὕτη ἐκδηλοῦται ἀφ' ἑνὸς διὰ τῆς νεο-δημιουργίας χρωμοπυριτικῶν ὀρυκτῶν, συντελουμένης εἰς βᾶρος τῶν χρωμιτικῶν κόκκων (π.χ. οὐβαροβίτης, καιμιμερίτης κλπ.), ἀφ' ἑτέρου δὲ δι' ἐξαλλοιώσεως αὐτοῦ τούτου τοῦ χρωμιτικοῦ κόκκου. Ἡ τελευταία αὕτη δρᾶσις ἐπὶ τῶν χρωμιτικῶν κόκκων δὲν πρέπει νὰ συγχέεται μὲ τὴν κατὰ πολὺ ἐνωρίτερον συντελουμένην μαγματικὴν διάβρωσιν τῶν χρωμιτικῶν κόκκων, κατὰ τὴν ὁποίαν οὐδεμία ἐξαλλοιώσις γίνεται.

Ἡ ἔντασις τῆς πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς δρᾶσεως ἐπὶ τοῦ χρωμίτου ἐπηρεάζεται σταθερῶς ἀπὸ τὸν βαθμὸν διαβρώσεως καὶ διαρρηξέως του, ἀπὸ τὸν ἴστων καὶ τὴν ὑφὴν του, ὡς καὶ ἀπὸ τὴν παρούσαν ἢ μὴ ἐν ἀφθονίᾳ παραγενετικῶν ὀρυκτῶν (π.χ. ὀλιβίνου καὶ πυροξένων).

Αἱ ἔνεκα τῆς δρᾶσεως ταύτης ἐξαλλοιώσεις παρατηρήθησαν συνήθως κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν κόκκων, κατὰ μῆκος μικρορρωγμῶν ὡς καὶ ἐντὸς πόρων ἢ διαύλων, ὅπου καθίστανται ἐμφανεῖς κυρίως ἐκ τῆς ἐντονωτέρας ἀνακλαστικῆς ἰκανότητός των. Γενικῶς ἡ ἀναζήτησις καὶ διάγνωσις των εἶναι δύσκολος ὑπόθεσις, διευκολύνεται ὅμως σημαντικῶς ἐκ τῆς συχνῆς παρουσίας παρὰ τὰς θέσεις ἐξαλλοιώσεως τοῦ χρωμίτου καὶ ἐτέρων εὐδιακριτῶν προϊόντων τῆς ἰδίας δρᾶσεως, ὡς εἶναι ὁ οὐβαροβίτης καὶ ὁ χλωρίτης. Τὸ προῖδον τοῦτο ἐξαλλοιώσεως τοῦ χρωμίτου (Εἰκ. 1, 2) ἐμφανίζεται ὑπὸ τὸ μεταλλογραφικὸν μικροσκόπιον ὡς *ισότροπον μέσον ἐντονωτέρας ἀνακλαστικῆς ἰκανότητος* καὶ ἀπετέλεσε κατὰ καιροὺς ἀντικείμενον μελέτης πλείστων ἐρευνητῶν (ὁ G. Horninger, 1941, σελ. 328, ὀνομάζει τοῦτο «grauen Magnetit»), ἐνθ' ὁ K. Spangenberg, 1943, καὶ ἀργότερον ὁ P. de Wijkerslooth, 1943, 1946, τὸ θεωροῦν ὡς ἐξεργασίαν πρὸς σιδηροχρωμίτην - Ferrichromit). Τὸ ζήτημα, τί ἀκριβῶς εἶναι, ἀποτελεῖ ἀντικείμενον ἰδιαίτερας μελέτης. Φαίνεται ὅτι πρόκειται περὶ πλουσιωτέρου εἰς σίδηρον μέλους σειρᾶς τινος τῶν σπινελλίων, τοῦ ὁποίου ἡ ἀνάπτυξις εὐνοεῖται ὑπὸ τὰς νέας συνθήκας, αἵτινες ἐδημιουργήθησαν ἔνεκα τῆς πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς φάσεως.

Ἐπὶ τοῦ πυροξένου παρατηρήθη ἐπίσης ἡ ὡς ἄνω ἐπίδρασις. Πράγματι, ὑπὸ τὸ μικροσκόπιον παρατηρεῖται ἐξαλλοιώσις τοῦ πρὸς ὀρυκτόν τι μὲ σαφῆ τὰ γνωρίσματα ἀμφιβόλου. Πρόκειται περὶ προϊόντος ἐντόνως πρασίνου χρώματος, πιθανώτατα σμαραγδίτου, τοῦ ὁποίου ἡ ἀνάπτυξις ἐγένετο δαπάναις τοῦ πυροξένου, ἀφοῦ βεβαίως προσεπορίσθη ἐκ τοῦ χρωμίτου τὸ ἀπαραίτητον διὰ τὴν σύνθεσιν τοῦ μορίου του χρώμιον. Κριτήρια σαφοῦς γενετικῆς κατατάξεως τοῦ νέου ὀρυκτοῦ δὲν ἀνευρέθησαν. Τὸ πιθανώτερον εἶναι ὅτι ἀποτελεῖ προϊόν τοῦ πνευματολυτικοῦ σταδίου.

Ἐπὶ τοῦ ὀλιβίνου ἡ ἐπίδρασις τῆς πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς φάσεως εἶναι ὀλιγώτερον ἐκδηλός. Μικροσκοπικὰ παρασκευάσματα δι' ἀνακλώμενον καὶ διερχόμενον φῶς διηρηνήθησαν ἐπισταμένως, ἐπειδὴ ὅμως τὰ ὑπερβασικὰ πετρώματα τῆς Ἐρετρίας ἔχουν ἐντόνως σερπεντινωθῆ, ἡ ἀναμφισβήτητος δρᾶσις τῆς πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς φάσεως ἐπὶ τοῦ ὀλιβίνου δὲν γίνεται ἐκ πρώτης ὄψεως ἀντιληπτή.

Εἶναι γνωστόν, ὅτι ὁ κατὰ τὸ ὀρθομαγματικὸν στάδιον κρυσταλλώσεως τοῦ μάγματος σχηματιζόμενος ὀλιβίνης, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ πνευματολυτικοῦ-ὑδροθερμικοῦ παράγοντος ὑφίσταται μίαν ἀρχικὴν σερπεντινίωσιν. Ὅταν ὅμως σκεφθῆ τις ὅτι ἡ δρᾶσις τῆς πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς φάσεως εἶναι πεπερασμένη καὶ συνήθως οὐχὶ λίαν μακρᾶς διαρκείας, εἶναι ἐπόμενον ἡ ἀρχικὴ αὕτη σερπεντινίωσις νὰ μὴ ἔχη τὸν ἐκπεφρασμένον χαρακτήρα μιᾶς πλήρους σερπεντινιώσεως, ὡς ἡ ἀκολουθοῦσα τελικὴ ἢ ὀφειλομένη εἰς τοὺς ἐξωγενεῖς παράγοντας. Θὰ ἦτο λοιπὸν δυνατὸν νὰ ἀνεύρωμεν ὑπὸ τὸ μικροσκόπιον κριτήρια διακρίσεως τοῦ σερπεντίνου τοῦ προελθόντος ἐκ τῶν δύο ὡς ἄνω δράσεων; Ὁ Krause ἀναφέρει ὡς κριτήριον διαχωρισμοῦ τῶν τὴν ὑπὸ τὸ μεταλλογραφικὸν μικροσκόπιον διάφορον ἀνακλαστικὴν ἰκανότητα, τοῦτο ὅμως δὲν φαίνεται νὰ ἐπαληθεύη τοῦλάχιστον εἰς τοὺς σερπεντίνους τῆς Ἐρετρίας, χωρὶς βεβαίως αὐτὸ νὰ σημαίη καὶ ὅτι ἀποκλείεται. Ὅ,τι ἐνταῦθα ἀσφαλῶς διεπιστώθη, εἶναι μία μεταβολὴ τῆς ἀνακλαστικῆς ἰκανότητος τοῦ σερπεντίνου ἀναλόγως τοῦ βαθμοῦ σερπεντινιώσεως, ἐντονωτέρα διὰ τὰ πλέον προκεχωρημένα στάδια σερπεντινιώσεως. Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἀναφέρεται ἐν τῇ βιβλιογραφίᾳ ὡς σαφέστερον κριτήριον διακρίσεως τῆς ἀρχικῆς, ἐκ τῆς δράσεως τῆς πνευματολυτικῆς-ὑδροθερμικῆς φάσεως, σερπεντινιώσεως, ὁ νεο-σχηματισμὸς μαγνητίτου. (Κατὰ τὴν τελικὴν σερπεντινίωσιν τὸ Fe-οὔχον προϊόν εἶναι ὁ λειμωνίτης). Ὁ νεοσχηματιζόμενος οὗτω μαγνητίτης, μηδεμίαν σχέσιν ἔχων μὲ τὰς ἐπὶ τῶν χρωμιτικῶν κοκκίων ἐπιφλοιώσεις ἢ μὲ τοὺς ἰδιομόρφους κρυστάλλους μαγνητίτου ἀναμφισβήτητου ἐνδομαγματικῆς γενέσεως, ἀναπτύσσεται εἰς λίαν μικρὰ κοκκία, μόλις ὀρατὰ εἰς τὰς ἰσχυρὰς μεγεθύνσεις τοῦ μικροσκοπίου, τόσον μικρὰ, ὥστε ἡ διάγνωσις

των νὰ εἶναι κατὰ κανόνα προβληματική. Ἡ διάγνωσις αὕτη ἀποβαίνει ἔτι αἰνιγματικώτερα, ἂν ληφθῆ ὑπ' ὄψιν ὅτι τελικῶς καὶ ὁ νεοσχηματιζόμενος μαγνητίτης μεταπίπτει (ὡς καὶ ὁ πρωτογενής) πρὸς λειμωνίτην. Ἐν πάσῃ περιπτώσει, εἰς λίαν περιωρισμένην κλίμακα φαίνεται ὅτι παρατηρήθη νεοσχηματισθεὶς μαγνητίτης. Πρὸς ἀποφυγὴν συγχύσεώς του πρὸς κοκκία χρωμίτου ἐγένετο ἀπόξεσις τῶν κοκκίων καὶ ἔλεγχος τῆς μαγνητικῆς των ιδιότητος τῇ βοήθειᾳ λεπτοτάτης βελόνης μαγνητισθείσης πρὸς τοῦτο.

Ἡ ἀρχικὴ αὕτη σερπεντινίωσις τοῦ ὀλιβίνου ἔνεκα τῆς πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς δράσεως (ἀρχομένη ἀσφαλῶς κατὰ τὴν πνευματολυτικὴν φάσιν) θὰ πρέπη νὰ συντελῆται κυρίως κατὰ τὴν ὑδροθερμικὴν φάσιν, ἀφοῦ ἡ παρουσία ὕδατος ἀποτελεῖ ἀπαραίτητον προϋπόθεσιν καὶ εὐνοεῖ τὴν σερπεντινίωσιν τοῦ ὀλιβίνου.

Ἐπὶ τοῦ μαγνητίτου ἡ ἐπίδρασις τῆς πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς φάσεως ἐκδηλοῦται διὰ τοῦ σχηματισμοῦ λειμωνίτου. Οὗτος ἀποτίθεται συνήθως ὑπὸ τὴν μορφήν ἐπανθισμάτων εὐκόλως ὀρατῶν ἐπὶ τοῦ ἀρχικοῦ ὄρυκτοῦ. Τὸ ἀποτέλεσμα ὅμως τοῦτο, ὡς εὐνόητον, συγγέεται ἀπὸ τὴν ἐν συνεχείᾳ περαιτέρω πρὸς λειμωνίτην ἐξαλλοίωσιν καὶ τοῦ νεοσχηματιζομένου μαγνητίτου.

β) Δημιουργία νέων ὄρυκτῶν.

Ἡ πνευματολυτικὴ καὶ ὑδροθερμικὴ δρᾶσις πρὸς τὴν κατεύθυνσιν ταύτην ἐκδηλοῦται κυρίως διὰ τοῦ νεοσχηματισμοῦ ὀξειδιακῶν, θειούχων καὶ χρωμοπυριτικῶν ὄρυκτῶν.

1) Ὄξειδιακὰ ὄρυκτά.

Μαγνητίτης.

Ἀνεφέρθη ἤδη εἰς τὸ περὶ ὀλιβίνου (δηλ. σερπεντίνου) κεφάλαιον, ὅτι τὴν ἐκ τῆς δράσεως τῆς πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς φάσεως (ἀρχικῆν) σερπεντινίωσιν συνοδεύει νεοσχηματιζόμενος μαγνητίτης. Οὗτος παρατηρήθη σπανιώτατα εἰς μικρότατα κοκκία παρὰ τὰς ἑνας σερπεντίνου (ὡς τοῦτο ἤδη ἀνεφέρθη). Ἄς μὴ συγγέεται ὅμως ὁ μαγνητίτης οὗτος πρὸς τὸν ἄφθονον μαγνητίτην τοῦ ὀρθομαγματικοῦ σταδίου, ὅστις ἀποτελεῖ ἐνταῦθα σταθερὸν ὄρυκτὸν τῆς παραγενέσεως τοῦ χρωμίτου.

Αἰματίτης.

Μόνον εἰς μίαν περίπτωσιν ἐνετοπίσθη. Προφανῶς πρόκειται περὶ ὄρυκτοῦ ὑδροθερμικῆς γενέσεως.

2) *Θειοῦχα ὄρυκτά.*

Ἄν κρίνη τις ἀπὸ τὴν συχνότητα ἐμφανίσεως, ἰδίᾳ δὲ ἀπὸ τὴν ποικιλίαν τῶν ἰστῶν των (ἀπὸ ἰδιομόρφους ἕως ἄλλοτριομόρφους κρυστάλλους), τότε ἀναμφισβητήτως τὰ ὄρυκτά ταῦτα κατέχουν σημαντικὸν πλάτος τῆς κρυσταλλώσεως τοῦ ὑπερβασικοῦ μάγματος Ἐρετρίας, ἀναπτυσσόμενα ἀπὸ τὰς πρώτας φάσεις τοῦ ὀρθομαγματικοῦ σταδίου μέχρι καὶ τοῦ τελικοῦ σταδίου τῆς ὑδροθερμικῆς φάσεως. Ἐκ τῶν ὄρυκτῶν τούτων τινὰ διακρίνονται καὶ μακροσκοπικῶς ἐπὶ τῶν δειγμάτων τοῦ χρωμίτου, ἢ μελέτη των ὅμως ἐγένετο κυρίως ὑπὸ τὸ μικροσκόπιον.

Σιδηροπυρίτης.

Εἰς ἐλάχιστα ποσὰ ἀνευρέθη σχεδὸν εἰς ὅλα τὰ δείγματα τῶν χρωμιτῶν Ἐρετρίας, συχνὰ δὲ εἰς ὠρισμένας θέσεις ἐντοπίσθη εἰς σημαντικὴν ἀναλογίαν. Ἀναπτύσσεται κατὰ μῆκος ρηγματογενῶν ἐπιφανειῶν, στρώσεων καὶ μικρορρωγμῶν, συνήθως ὑπὸ μορφὴν λεπτοτάτων ἐπιφλοιώσεων ἢ καὶ εἰς λεπτότατα φλεβίδια, σπανιώτερον δὲ καὶ εἰς κόκκους (εἰκ. 3). Ἡ παρουσία του δὲν κατωρθώθη νὰ ἐντοπισθῇ εἰς τὸ περιβάλλον τὸ χρωμιτικὸν κοίτασμα πέτρωμα. Συνήθως ἰδιόμορφος, σπανιώτερον μέχρι ὑπιδιόμορφος, ἢ ἀνάπτυξις τῶν κρυστάλλων του δὲν ἀποκλείει πρῶτον σχηματισμὸν του. Ἡ θέσις του ὅμως ἐντὸς τῶν χρωμιτικῶν σωμάτων (ρωγμαί, στρωσιγενεῖς ἐπιφάνειαι κλπ.), συνηγορεῖ ὑπὲρ τῆς ὕστερογενοῦς ἀναπτύξεώς του, ἰδίᾳ κατὰ τὸ ὑδροθερμικὸν στάδιον, ὅποτε καὶ θὰ κατέλαβε τὰς προσφερομένας αὐτῷ ἀσθενεστέρας θέσεις ἐντὸς τοῦ κοιτάσματος. Ἐξαλλοίωσίς του παρετηρήθη συχνά. Παρὰ τοῦτον διαγιγνώσκεται ὡς προῖον τῆς ἐξαλλοιώσεώς του ὁ λειμωνίτης.

Χαλκοπυρίτης.

Παρετηρήθη ἐπίσης τὸ ὄρυκτὸν τοῦτο (εἰκ. 4). Ἡ παρουσία του προδίδεται ἀπὸ τὰ προϋόντα ἐξαλλοιώσεώς του ἰδίᾳ πρὸς μαλαχίτην καὶ ἄζουρίτην, ἐμφανῆ ἐπὶ τῶν χρωμιτικῶν δειγμάτων λόγῳ τοῦ χρώματός των. Ἀναπτύσσεται εἰς κρυστάλλους ἄλλοτριομόρφους, ἢ δὲ θέσις του προδίδει ἀναμφισβητήτως τὴν γενετικὴν πρὸς τὸν σιδηροπυρίτην σχέσιν. Ἀσφαλῶς πρόκειται κυρίως δι' ὕστερογενὲς προῖον τῆς πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς φάσεως.

Μαγνητοπυρίτης.

Ἄνευρέθη εἰς σημαντικὴν σχετικῶς ἀναλογίαν (εἰκ. 5) νὰ ἀναπτύσσεται εἰς ἀνοικτόχρωμα χρυσίζοντα φλεβίδια ἢ σωροὺς ἐντὸς τῶν χρωμιτῶν συντροφεύμενος πάντοτε ἀπὸ τὸν σιδηροπυρίτην καὶ τὸν χαλκοπυρίτην. Ἡ εἰς φλεβίδια ἀνάπτυξις του συνηγορεῖ ὑπὲρ τοῦ ὕστερογενοῦς τοῦ σχηματισμοῦ του, ἂν καὶ συχνὰ ἢ ὑπιδιόμορφος ἀνάπτυξις τῶν κρυστάλλων του ὀδηγεῖ εἰς σύγχυσιν. Πέριξ τῶν κρυστάλλων του παρετηρήθη λειμωνιτικὴ ἐξ ἀλλοιώσεώς του ἄλλως.

Ἄρσενοπυρίτης - Πεντλανδίτης.

Ἡ μικροχημικὴ ἀνάλυσις δειγμάτων χρωμίτου τῆς Ἐρετρίας ἀπέδειξε τὴν παρουσίαν Ni καὶ As - Co. Κατόπιν τούτου ἀνεζητήθησαν ἐπιμόνως τὰ ἀντίστοιχα ὄρυκτά. Ἡ μικροσκοπικὴ ἔρευνα ἀπέδειξε τὴν παρουσίαν πεντλανδίτου καὶ ἄρσενοπυρίτου. Τὸ πρῶτον ἐκ τῶν ὡς ἄνω ὄρυκτῶν, δηλαδὴ ὁ πεντλανδίτης, ἀποτελεῖ μᾶλλον ὄρυκτὸν μὲ εὖρος κρυσταλλώσεως ἐπεκτεινόμενον μέχρι καὶ τῆς πνευματολυτικῆς φάσεως. Ὁ ἄρσενοπυρίτης ὅμως (προφανῶς Co-οὔχος), ἐντοπισθεὶς εἰς μικροὺς κρυστάλλους, φαίνεται νὰ ἔχη σχέσιν μὲ τὴν πνευματολυτικὴν καὶ ὑδροθερμικὴν φάσιν. Ὑπὲρ τῆς ἐκδοχῆς ταύτης συνηγορεῖ τόσον ἡ θέσις του ἐντὸς τῶν χρωμιτῶν, ὅσον καὶ ἡ συντροφία τῶν ἄλλων θειούχων ὄρυκτῶν, παρὰ τὰ ὁποῖα ἐνετοπίσθη.

Βαλερίτης.

Τὸ ὄρυκτὸν τοῦτο ἀποτελεῖ ἀντικείμενον ἰδιαιτέρας μελέτης.

3) Χρωμοπυριτικά ὄρυκτά.

Οὐβαροβίτης.

Ἄφθονώτατος καὶ εὐκόλως διακρινόμενος ἐκ τοῦ σμαραγδοπρασίνου χρώματός του, ὁ οὐβαροβίτης ἀναπτύσσεται κυρίως κατὰ τὰς ρηξιγενεῖς ἐπιφανείας τῶν χρωμιτῶν, ἐντὸς ρωγμῶν, καθὼς καὶ ἐντὸς κενῶν τῶν χρωμιτικῶν σωμάτων. Ὁ οὐβαροβίτης εὐρίσκεται πάντοτε εἰς στενοτάτην σχέσιν πρὸς τὸν χρωμίτην (εἰκ. 6). Ὑπὸ τὸ μικροσκόπιον ἡ περιοχὴ ἀφορισμοῦ των καθίσταται λίαν ἐκδηλὸς ἐκ τῆς ἐντονωτέρας ἀνακλαστικῆς ἰκανότητος.

Ἐπὶ τοῦ τρόπου γενέσεώς του αἱ γνῶμαι δίστανται. Φαίνεται ὅτι τὸ σημαντικώτερον μέρος τοῦ οὐβαροβίτου ἀνεπτύχθη κατὰ τὴν πνευματολυτικὴν - ὑδροθερμικὴν φάσιν.

Ὑποστηρίζοντες τὴν ἄποψιν περὶ γενέσεως τοῦ οὐβαροβίτου κατὰ τὴν πνευματολυτικὴν - ὑδροθερμικὴν φάσιν, ἀναφέρομεν ὡς κριτήριον τὸ γεγονός ὅτι, ἐκτὸς τοῦ Cr (δεσμευομένου ἀπὸ τὸν χρωμίτην), ὁ οὐβαροβίτης χρειάζεται, πρὸς συγκρότησιν τοῦ μορίου του, Ca καὶ Si, συστατικά, ἅτινα, συμφώνως πρὸς τὰς συγχρόνους ἀντιλήψεις, ἀφθονοῦν εἰς τὰ ὑπερρίσιμα τελικὰ διαλύματα τοῦ μάγματος. Ὅτι κατὰ προτίμησιν ἀπαντᾷ εἰς ρηξιγενεῖς ἐπιφανείας, δικαιολογεῖται, ὅταν σκεφθῇ τις τὸ γεγονός ὅτι τὸ ὄρυκτὸν τοῦτο α) σχηματίζεται ἀπὸ τὰ κυκλοφοροῦντα ἀέρια προτόντα καὶ ὑπερρίσιμα διαλύματα τῆς πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς φάσεως, β) δεσμεύει τὸ Cr ἀπὸ τὸν χρωμίτην. Αἱ ρηξιγενεῖς ἐπιφάνειαι εὐνοοῦν ἀμφοτέρας τὰς προϋποθέσεις, ἀφοῦ α) ἡ κίνησις διὰ τῶν ρωγμῶν εἶναι εὐκολωτέρα, καὶ β) ἡ

δέσμευσις τοῦ Cr εὐνοεῖται κατὰ τὰς ρηξιγενεῖς ἐπιφανείας, ὅπου καὶ τὸ ὡς ἄνω ὀρυκτὸν ἀποτίθεται.

Ὑποστηρίζοντες τὴν τοιαύτην γένεσιν τοῦ οὐβαροβίτου δὲν ἀποκλείομεν τὴν ἔνεκα τῆς δράσεως παραγόντων μεταμορφώσεως γένεσίν του. Καὶ ὁ Krause ὀμιλεῖ περὶ δύο γενεῶν οὐβαροβίτου κατὰ τὰς παρατηρήσεις του ἐπὶ τῶν χρωμιτῶν τῆς Τουρκίας.

Χ λ ω ρ ῖ τ α ι.

Σπάνιοι, ἀνευρέθησαν ἐντὸς μικρῶν χασμάτων τῶν χρωμιτικῶν δειγμάτων. Τὰ ἀνοικτὰ ἰώδη χρώματά των ἀφήνουν νὰ ἐννοηθῇ ὅτι οὗτοι ἐκπροσωποῦνται κυρίως ἀπὸ τὸν καιμμερίτην. Οἱ κρύσταλλοι τοῦ καιμμερίτου συνοδεύονται συνήθως ἀπὸ σερπεντίνην. Ἡ θέσις του ἐντὸς τῶν χρωμιτῶν ὑποδηλοῖ ὅτι εἶναι ὀρυκτὸν ὑστερογενές, πιθανώτατα ὑδροθερμικόν.

Σ Υ Μ Π Ε Ρ Α Σ Μ Α Τ Α

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω παρατηρήσεων καὶ ἐκ τῆς μελέτης τοῦ ὅλου θέματος γίνεται καταφανές, ὅτι τὸ ὀρθομαγματικὸν στάδιον κρυσταλλώσεως τοῦ μάγματος (κατὰ τὸ ὁποῖον συνετελέσθη ὁ ἀποχωρισμὸς τοῦ χρωμίτου) ἠκολούθησε πνευματολυτικὴ καὶ ὑδροθερμικὴ φάσις. Κατὰ τὰς φάσεις ταύτας συστατικὰ τοῦ ὑπερβασικοῦ μάγματος, εἰς ἀέριον κατ' ἀρχὰς κατάστασιν, ἀργότερον ὅμως ὡς ὑπερκρίσιμα θερμὰ ἐνυδρα διαλύματα, μετέσχον εἰς δράσεις ἐντὸς τῆς περιοχῆς τοῦ σχηματισθέντος χρωμιτικοῦ κοιτάσματος με ἀποτέλεσμα τὴν δημιουργίαν ἀφ' ἑνὸς ἐξαλλοιώσεων ἐπὶ τῶν ἀρχικῶν, μαγματικῆς γενέσεως, ὀρυκτῶν, ἀφ' ἑτέρου δὲ νέων ὀρυκτῶν (χρωμοπυριτικῶν, θειούχων ἢ καὶ ὀξειδιακῶν).

Εἶναι γνωστὸν, ὅτι μετὰ τὴν κρυστάλλωσιν μέρους τῶν συστατικῶν τοῦ ὑπερβασικοῦ μάγματος ἢ ἀπομένουσα ὑγρὰ φάσις τοῦ σταδίου τούτου εἶναι λίαν περιωρισμένη. Τὸ μαγματικὸν τοῦτο ὑπόλοιπον, ἐμπλουτισθὲν εἰς πτητικὰ συστατικὰ, ἀποκτᾷ μεγαλύτεραν κινητικότητα. Περιοριζομένου περαιτέρω τοῦ ὄγκου τῆς ὑγρᾶς φάσεως, αὕτη δὲν δύναται πλέον ὅπως συγκρατήσῃ ἐν τῇ μάζῃ της τὰ ἀερίωδη συστατικὰ τοῦ μάγματος. Ταῦτα οὕτω διαφεύγουν καὶ εἶναι δυνατόν, εἰσχωροῦντα ἐντὸς τῆς μάζης τῆς ἀποχωρισθείσης στερεᾶς φάσεως, νὰ ἐπιδράσουν ἐπ' αὐτῆς.

Κατερχομένης τῆς θερμοκρασίας κάτω τῆς κρίσιμου θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, ἔχομεν βραδύτερον ὑγροποίησιν μέρους τῆς ἀερίωδους φάσεως, κυρίως ἔνεκα ὑγροποίησεως τοῦ ὕδατος εἰς θερμοκρασίαν, βεβαίως, κατὰ πολὺ ὑψηλότεραν τῶν 100°C, καθ' ὅσον ἡ πίεσις παραμένει ὑψηλὴ. Τὰ ὑπέρθερμα ταῦτα διαλύματα ἐπεκτείνουν τὰς ὡς ἄνω δράσεις τῆς ἀερίωδους φάσεως.

Ἡ πῆξις τῆς στερεᾶς φάσεως (τοῦ χρωμιτικοῦ ὑλικοῦ) δημιουργεῖ, ἕνεκα τῆς συστολῆς, μικρορρωγμάς, ἡ δὲ δρᾶσις τῆς μαγματικῆς διαβρώσεως ἐπὶ τῶν χρωμιτικῶν κόκκων, πόρους καὶ διαύλους. Εἰς τοὺς σχηματισμοὺς τούτους δέον ὅπως προστεθοῦν αἱ τριχοειδεῖς ἐπιφάνειαι τῶν ἐπιφλοιώσεων τῶν γενομένων κατὰ τὴν στρώσιν (ὅταν ὑπάρχη) τοῦ χρωμιτικοῦ ὑλικοῦ. Οἱ ὡς ἄνω σχηματισμοὶ ἀπετέλεσαν τὴν ὁδόν, ἣν ἠκολούθησαν τὰ ἀερίωδη συστατικά καὶ ἐν συνεχείᾳ τὰ ὑπερκρίσιμα διαλύματα ἐκ τοῦ μάγματος, ἐκεῖ δὲ ἀπετέθησαν κυρίως τὰ νεοσχηματισθέντα ὀρυκτὰ καὶ ἐξεδηλώθησαν αἱ ἐπὶ τῶν ἤδη ὑπαρχόντων δράσεις τῆς πνευματολυτικῆς καὶ ὑδροθερμικῆς φάσεως. Τὸ γεγονός τοῦτο μάλιστα ἀποτελεῖ πειστικὸν κριτήριον ὅτι ἡ μαγματικὴ διάβρωσις προηγῆθη τῆς δράσεως ταύτης.

Ἡ θέσις τῶν νεο-σχηματισμῶν ἐντὸς τοῦ χρωμίτου, ὁ ἴστος καὶ ἡ ὕψη των ὡς καὶ ἡ μεταξύ των σχέσις ἀπετέλεσαν σαφεῆ κριτήρια διὰ τὴν ἐξαγωγὴν γενετικῶν ἰδίᾳ συμπερασμάτων ἀφορώντων εἰς τοὺς ὡς ἄνω σχηματισμοὺς.

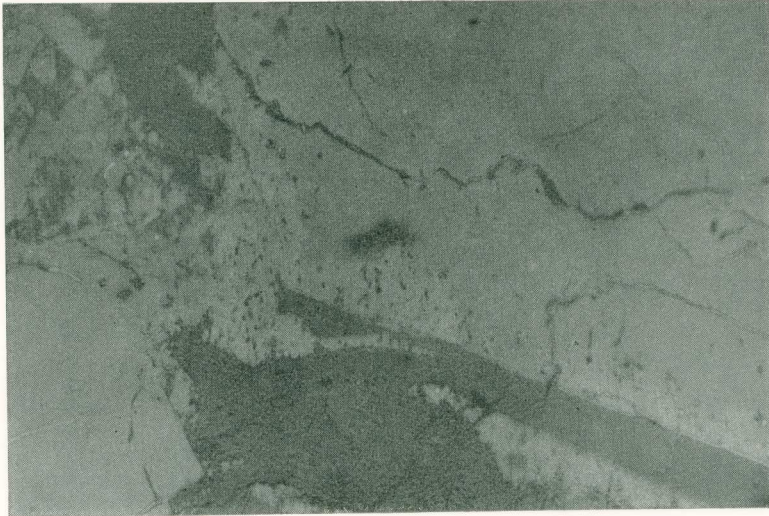
Εἰς τὸν παρατιθέμενον πίνακα 1 συνοψίζονται αἱ παρατηρήσεις καὶ τὰ γενετικὰ συμπεράσματα τὰ ἀφορῶντα εἰς τὰ παρατηρηθέντα ὀρυκτὰ τῶν χρωμιτικῶν δειγμάτων.

ΠΙΝΑΞ 1

Γενετικὴ θέσις τῶν ὀρυκτῶν τῆς παραγένεσεως τοῦ κοιτάσματος χρωμίτου Ἑβερτίας.

Παρατηρηθέντα ὀρυκτὰ	Ἐξ ἀλλοιώσεως ἢ δευτερογενῆ	Ὀρθομαγματικά	Πνευματολυτικά	Ἵδροθερμικά
Χρωμίτης		+		
Ὀλιβίνης		+		
Σερπεντίνης	+		+	+
Πυρόξενοι		+		
Μαγνητίτης		+	+	
Οὐβαροβίτης			+	+
Σιδηροπυρίτης		+	+	+
Χαλκοπυρίτης		+	+	+
Μαγνητοπυρίτης		+	+	+
Ἄρσενοπυρίτης		+	+	+
Πεντανδίτης		+	+	
Χλωρίται				+
Αἱματίτης				+
Λειμωνίτης	+			
Ἄζουρίτης	+			
Μαλαχίτης	+			

ΑΘΑΝ. Γ. ΠΑΝΑΓΟΥ. — ΠΝΕΥΜΑΤΟΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗ ΔΡΑΣΙΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΚΟΙ-
ΤΑΣΜΑΤΟΣ ΧΡΩΜΙΤΟΥ ΤΗΣ ΕΡΕΤΡΙΑΣ (ΤΣΑΓΚΛΙΟΥ)



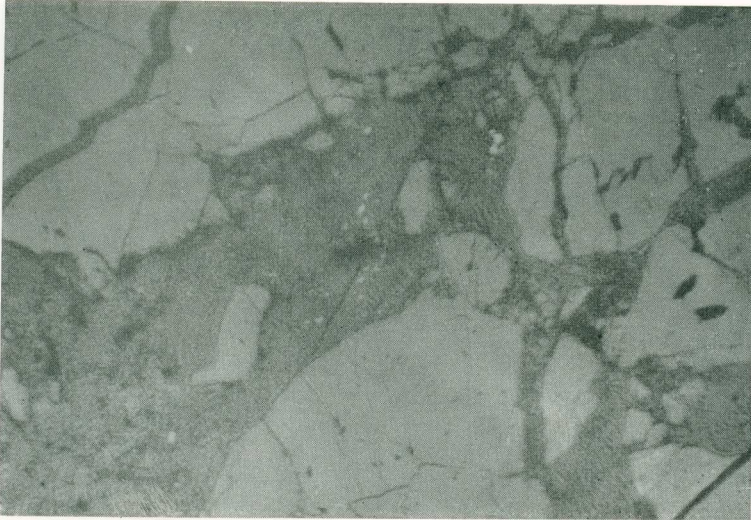
Εἰκ. 1.—'Εξαλλοίωσις χρωμίτου κατὰ τὴν παρυφὴν τοῦ χρωμιτικοῦ κόκκου, διακρινομένη εὐκόλως ἐκ τῆς ὑψηλοτέρας ἀνακλαστικῆς ἰκανότητος. Παρασκ. Ε. 12, Nicols //, $\times 120$



Εἰκ. 2.—'Εξαλλοίωσις χρωμίτου κατὰ μῆκος ρωγμῶν, διακρινομένη εὐκόλως ἐκ τῆς ὑψηλοτέρας ἀνακλαστικῆς ἰκανότητος. Παρασκ. Ε. 17, Nicols //, $\times 120$

ΠΙΝΑΞ ΙΙ

ΑΘΑΝ. Γ. ΠΑΝΑΓΟΥ. — ΠΝΕΥΜΑΤΟΛΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗ ΔΡΑΣΙΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΚΟΙ-
ΤΑΣΜΑΤΟΣ ΧΡΩΜΙΤΟΥ ΤΗΣ ΕΡΕΤΡΙΑΣ (ΤΣΑΓΚΛΙΟΥ)



Είχ. 3.—Κόκκοι σιδηροπυρίτου (λευκόν) μεταξύ τῶν κόκκων χρωμίτου (τε-
φρὸν) ἐντὸς σερπεντίνου (σκοτεινόν).

Παρασχ. Ε. 11, Nicols //, $\times 40$



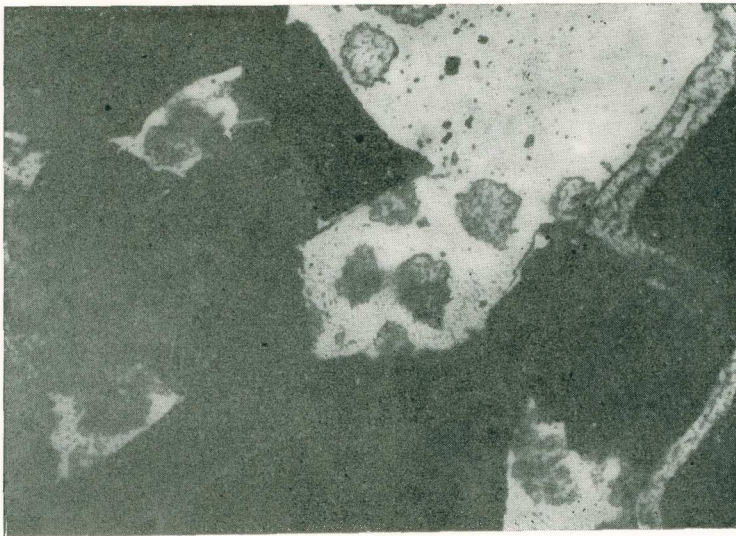
Είχ. 4.—Κρύσταλλος χαλκοπυρίτου (λευκόν) ἐντὸς σερπεντίνου (σκοτεινόν)
τοῦ χρωμίτου (τεφρὸν).

Παρασχ. Ε. 20, Nicols //, $\times 40$

ΑΘΑΝ. Γ. ΠΑΝΑΓΟΥ. — ΠΝΕΥΜΑΤΟΛΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗ ΔΡΑΣΙΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΚΟΙ-
ΤΑΣΜΑΤΟΣ ΧΡΩΜΙΤΟΥ ΤΗΣ ΕΡΕΤΡΙΑΣ (ΤΣΑΓΚΛΙΟΥ)



Είκ. 5.—Φλεβίδιον μαγνητοπυρίτου (φωτεινόν) ἐντὸς χρωμίτου (τεφρόν).
Παρασχ. Ε. 14, Nicols //, $\times 40$



Είκ. 6.—Οὐβαροβίτης (τεφρόν) ἐντὸς χρωμίτου (σκοτεινόν).
Παρασχ. Ε. 18, (διαφανές), Nicols //, $\times 120$

ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund der beobachteten Mineralparagenese im Chromerzgebiet von Eretria (Tsangli) lässt sich folgern, dass bei der Erstarrung des Magmas auf die liquidmagmatische Phase noch eine pneumatolytische, sowie eine hydrothermale Phase gefolgt sind.

Die Wirkung der pneumatolytischen und der hydrothermalen Phase führte

a) zur Umwandlung von primären, liquidmagmatischen Mineralien und

b) zur Neubildung von Oxyden, Sulfiden und Chromsilikaten.

Im Chromit bildet sich durch Umwandlung eine höher reflektierende Substanz, die ebenfalls Spinell-Struktur aufweist. Am Olivin beginnt eine Serpentinisierung, welche von einer Neubildung von Magnetit begleitet wird.

Neubildung von Oxyden (Magnetit, Hämatit), Sulfiden (Pyrit, Kupferkies, Magnetkies, Arsenkies, Pentlandit) und Chromsilikaten (Uwarovit, Smaragdit, Kämmerit) wurde festgestellt. Das notwendige Chrom für die chromhaltigen Neubildungen wird aus dem Chromit bezogen.

Die Altersfolge und genetische Stellung der beobachteten Mineralien wurde untersucht und tabellarisch eingeordnet.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

HORNINGER, G.: Beobachtungen am Erzinhalt von Gesteinen und am Chromerz aus Tampadel in Schlesien. Z. Krist. Min., Abt. B, 52, 315 - 346, 1941.

KRAUSE, H.: Erzmikroskopische Untersuchungen an türkischen Chromiten. N. Jahrb. für Min., Abh. Bd. 90, 1957.

SPANGENBERG, K.: Die Chromerzlagerstätte von Tampadel am Zobten. Z. prakt. Geol. 51, 13 - 23, 25 - 35, 1943.

DE WIJKERSLOOTH, P.: Mikroskopische Beobachtungen an anatolischen Chromerzen. Z. Inst. Lagerstättenforsch. der Türkei (M.T.A.), 1943.

— : Die Metamorphose des anatolischen Chromerzes und ihre Abhängigkeit von den magmatischen Ereignissen. M.T.A., Ser. B, 10, 1946.