

ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ.— Ἡ γένεσις τῶν ἑλληνικῶν κοιτασμάτων μαγνησίτου ἐν τῷ πλαισίῳ λίαν ἀσθενοῦς μεταμορφώσεως, ὑπὸ Γεωργίου Μ. Παρασκευοπούλου*. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Ἰω. Τρικκαλινοῦ.

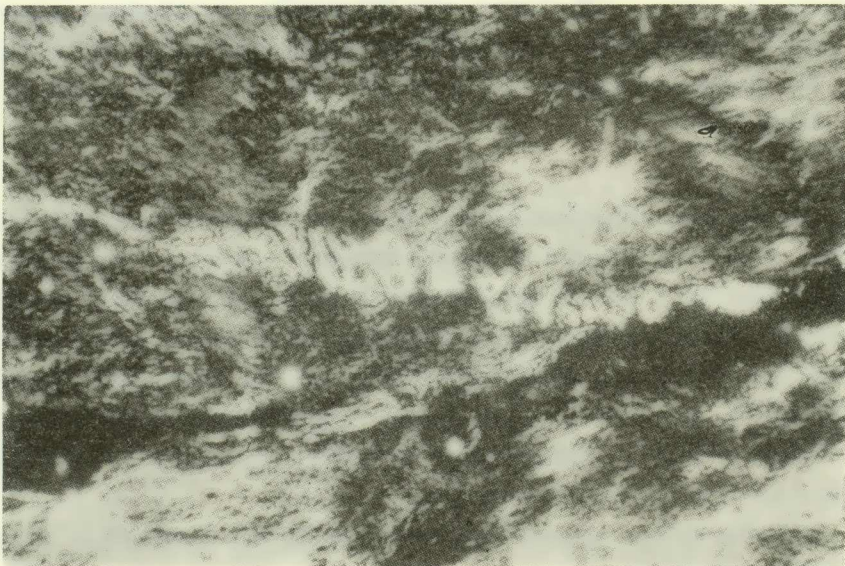
Ἐκ τῶν ἀναμφισβητήτου ἀλπικῆς ἡλικίας, ὑπερβασικῶν πετρωμάτων ἐμελετήθησαν τοιαῦτα μὲ οὐδεμίαν ἢ ἀσθενῆ ἐπίδρασιν τεκτονικῶν παραμορφώσεων (σχιστοποίησιν κτλ.), ἰδίᾳ δὲ ἐμελετήθησαν ἐξ αὐτῶν τὰ ἐγκλείοντα κοιτάσματα μαγνησίτου. Τρεῖς κυρίως περιοχαὶ ἀπετέλεσαν ἀντικείμενον μελέτης, ἦτοι αἱ περιοχαὶ βορείου Εὐβοίας, Βάβδου Χαλκιδικῆς καὶ Ἀγ. Ἀναργύρων Ἐρμιόνης. Αἱ δύο πρῶται ἀποτελοῦν τὰ κύρια κέντρα ἐκμεταλλεύσεως μαγνησίτου ἐν Ἑλλάδι, ἐνῶ εἰς τὴν τρίτην περιοχὴν μόνον ὠρισμένα ἔργα ἐρεύνης ἐγένοντο. Παρατηρήσεις ἐγένοντο καὶ εἰς ἄλλας περιοχάς.

Αἱ συναντηθεῖσαι παραγενέσεις ἐντὸς τῶν ὡς ἄνω ὑπερβασικῶν πετρωμάτων, εἶναι αἱ ἀκόλουθοι :

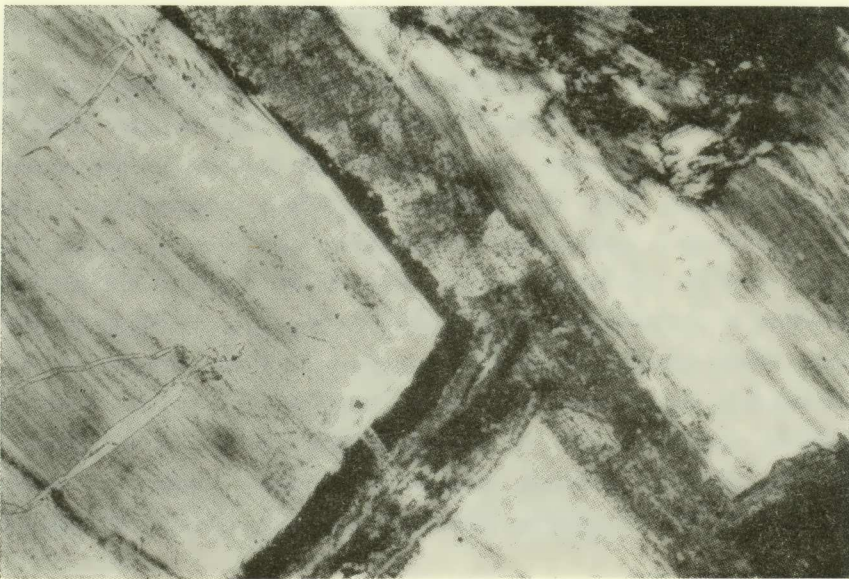
σερπεντίνης + μαγνησίτης + χαλαζίας
 σερπεντίνης + μαγνησίτης + τάλκης
 σερπεντίνης + μαγνησίτης + τάλκης + χαλαζίας
 σερπεντίνης + χαλαζίας + τάλκης

Αἱ παραγενέσεις αὗται εἶναι συνέπεια καθολικῆς μεταμορφώσεως τῶν ὑπερβασικῶν πετρωμάτων, συνητήθησαν δὲ κυρίως ἐντὸς σερπεντινιτῶν ἀλλὰ παρατηροῦνται καὶ ἐντὸς δουνιτῶν, ὡς καὶ περιδοτιτῶν ἐν γένει, μὴ σερπεντινωθέντων ὀλοκληρωτικῶς. Περὶ τῆς παρουσίας καὶ ἐτέρας παραγενέσεως (φορστερίτης + σερπεντίνης + μαγνησίτης) ἀναφερόμεθα κατωτέρω. Ὁ τρόπος ἐμφάνισεως τῶν ὄρυκτῶν τῶν τριῶν πρώτων παραγενέσεων δηλοῖ ὅτι διὰ τὰς ἐν λόγῳ παραγενέσεις ὁ μαγνησίτης, ὁ τάλκης καὶ ὁ χαλαζίας ἐσχηματίσθησαν ἐκ τοῦ σερπεντίνου. Οὕτω, διακρίνονται μορφαὶ ἀντικαταστάσεως τοῦ σερπεντίνου ὑπὸ τάλκου, λεπιοειδεῖς συσσωματώσεις τοῦ ὁποίου καταλαμβάνουν ἐνίοτε τὸ ἐσωτερικὸν κρυστάλλων σερπεντίνου (εἰκ. 1). Ἐπίσης φλεβίδια ἐκ τάλκου διασχίζουν κρυστάλλους σερπεντίνου. Ἀνάλογοι μικροσκοπικαὶ εἰκόνες παρέχονται καὶ ὑπὸ τοῦ μαγνησίτου (εἰκ. 2). Ὁ χαλαζίας εἶναι λίαν σιφρός, εἶναι δὲ ἀναμεμιγμένος

* GEORGES M. PARASKEVOPOULOS, La génèse des gisements de magnésite de Gr ce dans le cadre d'un très faible degré de métamorphisme.



Είκ. 1. Φλέψ και λέπια τάλκου, ἐντὸς σερπεντίνου. Ἄγ. Ἀνάργυροι Ἐρμιόνης, Nicols +, $\times 215$.



Είκ. 2. Φλέβες μαγνησίτου, διασχίζουσαι σερπεντίνην. Ἄγ. Ἀνάργυροι Ἐρμιόνης, Nicols //, $\times 165$.

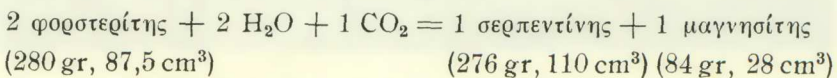
μετά τοῦ μαγνησίτου ἢ σχηματίζει φλεβίδια ἐντὸς αὐτοῦ ἢ καὶ ἐντὸς τοῦ σερπεντινίου. Ἐνίοτε σχηματίζει καὶ ἀμιγεῖς συγκεντρώσεις εἰς τὰ ἔξωτερα τμήματα τοῦ μαγνησίτου. Φλεβίδια ἔξ ἑναλλασσομένων λίαν λεπτῶν στρωμάτων χαλκηδονίου ἢ λίαν σιφροῦ χαλαζίου παρατηροῦνται ὁμοίως συχνάκις (εἰκ. 3).

Εἰς ἀρκετὰς περιπτώσεις συνηντήθη ἐντὸς τῶν ἀναφερομένων παραγενέσεων ἐπιπροσθέτως καὶ δολομίτης ἢ ἀσβεσίτης. Τοῦτο ἐπραγματοποιήθη προφανῶς εἰς τὰς περιπτώσεις καθ' ὅσες ἐκ μέρους τοῦ ὑπερβασικοῦ πετρώματος προσεφέρθη ὡς πρόσθετον συστατικὸν καὶ Ca. Διὰ τὴν περιοχὴν Ἀρχαγγέλου Εὐβοίας ἀναφέρει ἤδη ὁ Petrascheck (1961) τὴν παρουσίαν ἀσβεσίτου καὶ δολομίτου ἐντὸς τοῦ μαγνησίτου. Εἷς τινὰς ἐπίσης περιπτώσεις, ὡς εἰς Βάβδον, διεπιστώθη καὶ ἡ παρουσία ἀκτινολίθου ἢ εἰσέτι καὶ χλωρίτου.

Τὰ κοιτάσματα τοῦ μαγνησίτου ἐν Ἑλλάδι, λίαν ἀξιόλογα ἀπὸ πλευρᾶς ἀποθεμάτων καὶ ποιότητος, σχηματίζουν συγκεντρώσεις ἐκ τοῦ ὄρυκτοῦ τούτου ὑπὸ μορφὴν φλεβῶν διαφόρων διαστάσεων, ὑπὸ μορφὴν πλέγματος φλεβῶν (stockwerk), ὡς καὶ ὑπὸ μορφὴν κοιτῶν καὶ ἀκανονίστων μαζῶν. Ταῦτα εὐρίσκονται ἐντὸς σερπεντινιτῶν, ἐν μέρει καὶ ἐντὸς δουνιτῶν (εἰκ. 4), ὡς καὶ περιδοτιτῶν ἐν γένει, μὴ σερπεντινωθέντων ὀλοκληρωτικῶς. Ὑπόλοιπα σερπεντίνου συναντῶνται συχνάκις ἐντὸς τῶν κοιτασμάτων τοῦ μαγνησίτου.

Ὡς γνωστόν, ὁ σερπεντίνης εἶναι σταθερὸς μέχρι θερμοκρασίας περίπου 500°C, ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι ἡ περιεκτικότης εἰς CO₂ ἐν τῇ ρευστῇ φάσει εἶναι πάρα πολὺ μικρὰ ἢ ἀνύπαρκτος. Ἐκ τῆς καμπύλης 3 τοῦ σχ. 1, προκύπτει ὅτι διὰ περιεκτικότητα τῆς ρευστῆς φάσεως μεγαλυτέραν τῶν 2 moles ἕως καὶ 6 moles ἐπὶ τοῖς ἑκατόν, ἀναλόγως τῆς θερμοκρασίας (P_f = 2 kb), ὁ σερπεντίνης μετατρέπεται εἰς τάλκην καὶ μαγνησίτην, ἐνῶ ἡ καμπύλη 5 δεικνύει ὅτι ἀκόμη καὶ δι' ἐλάχιστην περιεκτικότητα τῆς ρευστῆς φάσεως εἰς CO₂, ὁ σερπεντίνης μετατρέπεται εἰς μαγνησίτην καὶ χαλαζίαν (Johannes 1969, σ. 1099 καὶ 1100). Τοιοῦτοτρόπως, ἡ παρουσία σερπεντίνου ἐντὸς τοῦ πετρώματος ἀποτελεῖ ἔνδειξιν ὅτι ἡ ρευστῇ φάσις περιεῖχεν ἐλάχιστον ἢ οὐδόλως CO₂. Αἱ ἀντιδράσεις διὰ τὰς μνημονευθείσας καμπύλας ἀναφέρονται κατωτέρω.

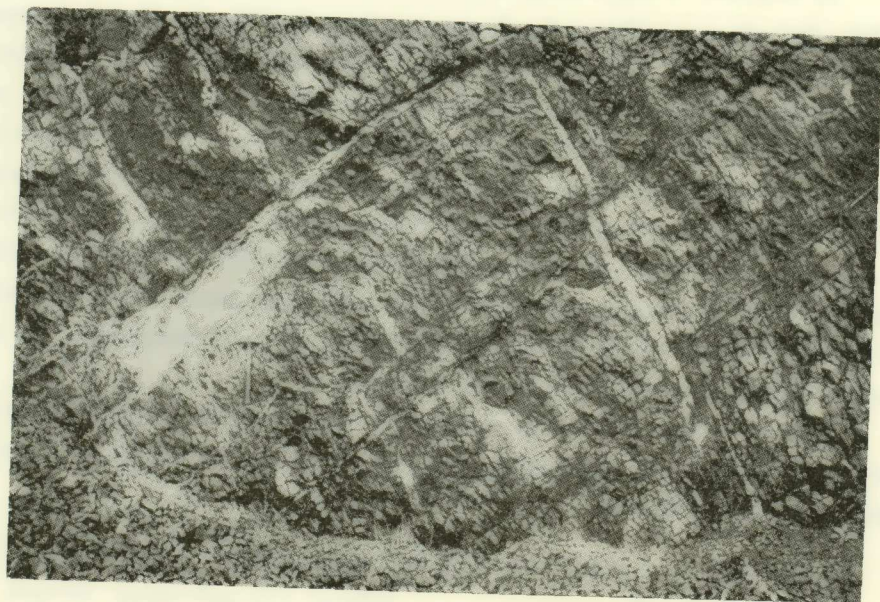
Διὰ τὰ μεγάλης ἀναπτύξεως κοιτάσματα μαγνησίτου ἐν Ἑλλάδι, δὲν δυνάμεθα νὰ σκεφθῶμεν τὴν δημιουργίαν τοῦ μαγνησίτου ἀπ' εὐθείας ἐκ τοῦ φοροστερίτου, κατὰ τὴν ἀντίδρασιν :



Ἡ καμπύλη τῆς ἀντιδράσεως ταύτης (καμπύλη ὑπ' ἀριθ. 1 εἰς τὸ σχῆμα 1),

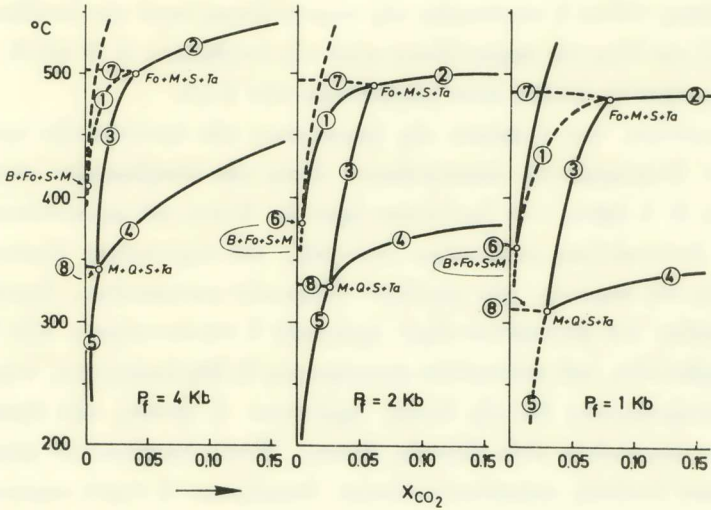


Εικ. 3. Στρωματοειδείς - βοτρυοειδείς συγκεντρώσεις ἐκ στιφροῦ χαλαζίου ἐντὸς σερπεντίνου. Ἄγ. Ἀνάργυροι Ἑρμιόνης, Nicols //, $\times 21$.



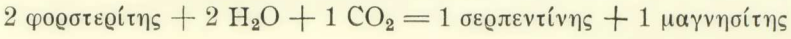
Εικ. 4. Διασταυρούμεναι φλέβες μαγνησίτου, ἐντὸς δουνιτῶν. Κλιτεῖς λόφου Μαδάρες (Φοῦρνοι) περιοχῆς Πισσῶνος, Κεντρικῆς Εὐβοίας.

διὰ χαμηλὰς πιέσεις δίδει διὰ τὸ χαμηλότερον αὐτῆς ἄκρον θερμοκρασίαν, προσεγγίζουσιν ἐκείνην ἢ δίδει ἡ τομὴ τῶν καμπυλῶν τῶν ἀντιδράσεων 3 (2 σερπεντίνης + 3 CO₂ = 1 τάλκης + 3 μαγνησίτης + 3 H₂O) καὶ 5 (1 σερπεντίνης + 3 CO₂ = 2 χαλαζίας + 3 μαγνησίτης + 2 H₂O). Ἡ ἐν λόγῳ τομὴ εἶναι ταυτοχρόνως καὶ τομὴ τῶν καμπυλῶν τῶν ἀντιδράσεων 3 καὶ 8 (1 σερπεντίνης



Σχ. 1. Ἴσοβαρεῖς καμπύλαι ἰσορροπίας ἀντιδράσεων πραγματοποιουμένων ὑπὸ περιεκτικότητος τῆς ρευστῆς φάσεως εἰς CO₂ λίαν χαμηλὰς (κατὰ Johannes, 1969).
 X_{CO₂} = moles CO₂ / (moles CO₂ + moles H₂O).
 B = βρουκίτης, F = φορστερίτης, M = μαγνησίτης,
 Q = χαλαζίας, S = σερπεντίνης, T = τάλκης.

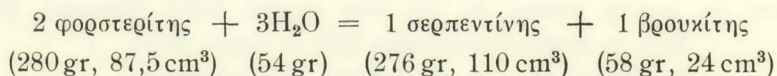
νης + 2 χαλαζίας = 1 τάλκης + H₂O) καὶ ἀντιπροσωπεύει τὴν παραγένεσιν : σερπεντίνης + μαγνησίτης + τάλκης + χαλαζίας. Ὅμως ἡ κατὰ τὴν ὥς ἄνω ἀντίδρασιν δημιουργία σερπεντίνου καὶ μαγνησίτου εἰς ἴσας ἀναλογίας μορίων ἤτοι ἀναλογίαν ὄγκων 3,9 : 1 δὲν συμβιβάζεται μὲ τὴν παρουσίαν τοῦ μαγνησίτου ἐντὸς μαζῶν σερπεντίνου λίαν δυσαναλόγως μεγαλυτέρων. Ἐν τούτοις εἰς ὠρισμένους περιοχάς, ὡς εἰς τὴν περιοχὴν Πισσῶνος ἐν κεντρικῇ Εὐβόια καὶ δὴ εἰς τὰς νοτίας καὶ δυτικὰς κλιτεῖς τοῦ λόφου Μαδάρες, παρατηρήθη καὶ ἡ παραγένεσις ὀλιβίνης + σερπεντίνης + μαγνησίτης, ἐντὸς δουνιτῶν, ἐνῶ ἐντὸς σερπεντινιτῶν διὰ τὴν αὐτὴν περιοχὴν συναντιῶνται παραγενέσεις ἐκ τῶν ὡς ἄνω ἀναφερομένων. Εἶναι προφανὲς ὅτι ἡ δημιουργία μαγνησίτου κατὰ τὴν ἀντίδρασιν :



ἐγένετο εἰς τὰς περιπτώσεις κατὰ τὰς ὁποίας ἡ περιεκτικότης τῆς ρευστῆς φάσεως εἰς CO_2 ἦτο μικροτέρα τῆς ἀπαιτουμένης διὰ τὴν πραγματοποίησιν τῶν ἀντιδράσεων 3 καὶ 5. Ταυτόχρονος δημιουργία τῆς παραγενέσεως κατὰ τὴν ἀντίδρασιν 1 καὶ παραγενέσεων κατὰ τὰς ἀντιδράσεις 3, 5 καὶ 8, δύναται διὰ τὴν αὐτὴν περιοχὴν νὰ πραγματοποιηθῇ μόνον ὑπὸ χαμηλὰς πιέσεις (χαμηλοτέρας τῶν 2 kb), διότι ἡ καμπύλη 1 προσεγγίζει τὴν τομὴν τῶν καμπυλῶν 3, 5 καὶ 8 μόνον διὰ χαμηλὰς πιέσεις. Οὕτω ἡ συνύπαρξις τῆς παραγενέσεως κατὰ τὴν ἀντίδρασιν 1 μὲ ὠρισμένης ἢ καὶ ὅλας τὰς παραγενέσεις κατὰ τὰς ἀντιδράσεις 3, 5 καὶ 8, σημαίνει ὅτι αἱ ἐπικρατήσασαι πιέσεις ἦσαν χαμηλότεραι τῶν 2 kb.

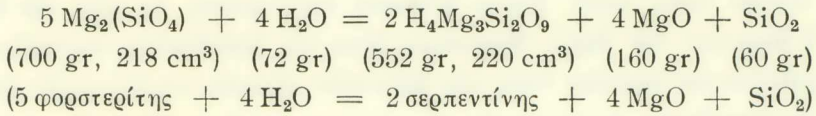
Τὰ ἀνωτέρω, ἦτοι ὁ τρόπος τῆς ἐμφανίσεως τῶν ὄρυκτῶν τῶν τριῶν πρώτων ἐκ τῶν ἀναφερομένων παραγενέσεων ἐντὸς τῶν ὑπερβασικῶν πετρωμάτων (σ. 83), ἰδίᾳ δὲ ἡ σχέσις τῶν ὑπολοίπων ὄρυκτῶν ἔναντι τοῦ σερπεντίνου, καθὼς καὶ ἡ λίαν δυσαναλόγως μεγαλυτέρα ἀνάπτυξις τοῦ σερπεντίνου ἔναντι τοῦ μαγνησίτου εἰς τὰς περιοχὰς τῶν μεγάλων ἑλληνικῶν κοιτασμάτων, δεικνύουν ὅτι τῆς δημιουργίας τοῦ μαγνησίτου εἶχεν προηγηθῆ ἡ σερπεντινίωσις τῶν δουνιτῶν καὶ τῶν περιδοιτῶν, τοῦ μαγνησίτου προκύψαντος ἔξ ἤδη ὑπάρχοντος σερπεντίνου.

Ἡ μεταμόρφωσις διὰ τῆς ὁποίας προέκυψεν ἡ γένεσις τῶν ἑξεταζομένων κοιτασμάτων μαγνησίτου εἶναι ἀλπικῆς ἡλικίας. Ἐντὸς ὑπερβασικῶν πετρωμάτων ἀλπικοῦ τύπου ἐντόνως σερπεντινωθέντων ἀναφέρεται ἡ συχνὴ παρουσία βρουκίτου, προκύπτοντος κατὰ τὴν ἀντίδρασιν :



ὡς τοῦτο π. χ. μνημονεύεται ὑπὸ τοῦ Hostetler et al. (1966) καὶ τῶν Evans καὶ Trommsdorff (1972). Ἐπίσης ἀναφέρεται ἡ παρουσία βρουκίτου ἐντὸς σερπεντινιτῶν, ἀνευρεθέντων διὰ δειγματοληψιῶν εἰς τὴν μεσοατλαντικὴν ράχιν (Aumento, 1970). Ἡ ἀναλογία βρουκίτου ἐν σχέσει μὲ τὸν σερπεντίνην διὰ τὴν ἀνωτέρω ἀντίδρασιν εἶναι 1 : 4,6. Διὰ τοὺς σερπεντινίτας τῶν ἑξεταζομένων ἑλληνικῶν κοιτασμάτων μαγνησίτου δυσκολευόμεθα νὰ δεχθῶμεν σερπεντινίωσιν τοῦ φορστερίτου κατὰ τὴν ὡς ἄνω ἀντίδρασιν, γενομένην εἰς οἰανδήποτε φάσιν προηγηθεῖσαν τῆς φάσεως μεταμορφώσεως καθ' ἣν ἐδημιουργήθησαν τὰ κοιτάσματα λευκολίθου, καθόσον εἰς τὰς περιοχὰς ταύτας δὲν διαπιστοῦνται φαινόμενα ὡς ταῦτα καθορίζονται ὑπὸ τῆς ὡς ἄνω ἀντιδράσεως. Βεβαίως, ἐν μικρὸν μέρος MgO δύναται νὰ δεσμευθῇ πρὸς σχηματισμὸν χλωρίτου, ἐφ' ὅσον ἀποδίδεται ὀλίγον Al_2O_3 ἐκ τῶν πυροξένων. Τοῦτο ὅμως δὲν λύει τὸ πρόβλημα.

Ἐτέρα δυνατότης πρὸς δημιουργίαν τῆς προηγηθείσης σερπεντινώσεως τοῦ φορστερίτου θὰ ἦτο τοιαύτη πραγματοποιουμένη κατὰ τὴν ἀντίδρασιν (Correns, 1968, σ. 283) :

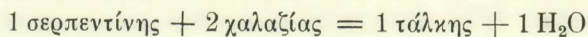
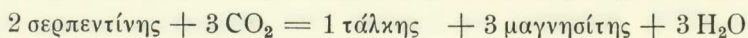
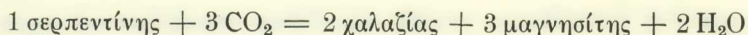


Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην σημαντικαὶ ποσότητες, ἐν συγκρίσει μὲ τὸν σχηματιζόμενον σερπεντίνην, ἐκ MgO καὶ SiO₂ πρέπει νὰ διακινήθωσιν περαιτέρω. Τὸ MgO δύναται νὰ σχηματίσῃ μετὰ τοῦ SiO₂ καὶ H₂O, σεπιόλιθον, καθὼς καὶ ἀναλόγους ἐνώσεις τῆς ὁμάδος τῶν σαπωνολίθων (soapstones), ὡς γυμνίτην κλπ. Ὅμοίως εἶναι δυνατὴ δέσμευσις μικροῦ μέρους ἐκ τοῦ ἀποβαλλομένου MgO πρὸς σχηματισμὸν χλωρίτου, ἐφ' ὅσον ἀποδεσμεύεται Al₂O₃ ἐκ τῶν πυροξένων. Ἡ παρατήρησις δεικνύει, συνήθῃ παρουσίαν στιφοῦ χαλαζίου καὶ ὀπαλλίου ἐντὸς ἐλληνικῶν ἀλπικῶν σερπεντινιτῶν, συμπεριλαμβανομένων καὶ σερπεντινιτῶν στερουμένων μαγνησίτου δι' οὗς βεβαίως ἀποκλείεται ἡ προέλευσις τοῦ SiO₂ ἐκ φαινομένων σχηματισμοῦ μαγνησίτου. Ἀλλὰ καὶ διὰ σερπεντινίτας τῶν κοιτασμάτων μαγνησίτου διαπιστοῦται ἡ παρουσία στιφοῦ χαλαζίου καὶ ὀπαλλίου εἰσέτι καὶ εἰς θέσεις μακρὰν τῶν θέσεων σχηματισμοῦ τοῦ μαγνησίτου. Περαιτέρω εἶναι γνωστὴ καὶ ἡ παρουσία σεπιολίθου ἐντὸς σερπεντινιτῶν τῆς Εὐβοίας. Ἐπ' αὐτοῦ ἀναφέρεται ὁ Petrascheck (1964, 1972), ὅστις ὁμως συνδέει τὴν γένεσιν τοῦ σεπιολίθου μὲ τὴν γένεσιν τοῦ μαγνησίτου. Πέραν ὁμως ὄλων αὐτῶν, ἡ παρουσία ἀφθόνου ρευστῆς φάσεως κατὰ τὴν σερπεντινώσιν τοῦ φορστερίτου, θὰ ἠδύνατο νὰ ἔχῃ ὡς ἀποτέλεσμα τὴν μερικὴν μεταφορὰν τῶν ὡς ἄνω δύο συστατικῶν, MgO καὶ SiO₂, εἰς τὰ περιβάλλοντα ἰζήματα ἢ τὸ θαλάσσιον ὕδωρ. Εἰς δειγματοληψίας πετρωμάτων ἐκ τῆς μεσοατλαντικῆς ράχως καθὼς καὶ ἐκ τῆς Ἰνδοαραβικῆς τοιαύτης ἀνευρέθησαν μετὰ τῶν ἄλλων ὀφιολίθων καὶ σερπεντινίται (Aumento, 1970, Aumento καὶ Loubat, 1971, Miyashiro et al., 1969 καὶ 1971, Wenner καὶ Taylor, 1971, Chernysheva καὶ Berzukov, 1966). Τοῦτο σημαίνει ὅτι πραγματοποιεῖται σερπεντινώσις τοῦ ὑπερβασικοῦ ὕλικου, ὡς ἄλλωστε καὶ σπιλιτίωσις διαβασῶν - γάββρων, εἰς τὸν χῶρον τῶν μεσοωκεανίων ράχων, ὑπὸ συνθήκας μεταμορφώσεως λίαν χαμηλοῦ βαθμοῦ. Ὑπὸ τοιαύτας προϋποθέσεις, διακίνησις MgO καὶ SiO₂ πρὸς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ θὰ ἦτο εὐκόλως νοητὴ, μὲ δυνατότητα βεβαίως μερικῆς δεσμεύσεως τῶν συστατικῶν τούτων ὑπὸ τοῦ σερπεντινίτου πρὸς σχηματισμὸν στιφοῦ χαλαζίου - ὀπαλλίου καὶ χλωριτῶν - σεπιολίθου (σαπωνολίθων), κατὰ τὴν διέλευσιν τῆς ρευστῆς φάσεως διὰ τῆς μάζης τοῦ

ὑπὸ μεταμόρφωσιν ὑπερβασικοῦ ὕλικου. Τὸ MgO, ὡς καὶ τὸ CaO τὸ διακινούμενον κατὰ τὴν σπιλιτίωσιν διαβασῶν - γάββρων, ἀποδιδόμενα διὰ τῆς ρευστῆς φάσεως εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ δύνανται νὰ προκαλέσουν τὴν δημιουργίαν ἀνθρακικῶν ἀλάτων ἐντὸς αὐτοῦ. Καίτοι ἐλλείπουν παρατηρήσεις ὡς πρὸς τὴν διακίνησιν ἢ δέσμευσιν τοῦ MgO, θεωροῦμεν, λόγῳ τῆς διαδεδομένης παρουσίας σιφροῦ χαλαζίου καὶ ὀπαλλίου ἐντὸς τῶν ἑλληνικῶν ἀλπικῶν σερπεντινιτῶν ὡς καὶ λόγῳ τῆς ἀνευρέσεως σερπεντινιτῶν εἰς τὰς μεσοωκεανίους ράχεις, ὅτι σερπεντινώσεις κατὰ τὴν προηγουμένην ἀντίδρασιν ὑπερβασικῶν πετρωμάτων συμπλεγμάτων ἀλπικοῦ τύπου ἐν τῷ ἑλληνικῷ χώρῳ συνετελέσθη ὀπωσδήποτε. Μεταξὺ τούτων νοοῦνται καὶ τοιαῦτα φιλοξενούντα κοιτάσματα μαγνησίτου.

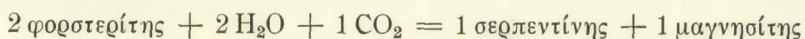
Μὲ τὰ ἀνωτέρω ἀναφερόμενα δὲν σημαίνει ὅτι γενικῶς ἡ σερπεντινώσις τῶν ὑπερβασικῶν πετρωμάτων πραγματοποιεῖται μόνον κατὰ ἓνα τρόπον. Μελέται πρὸς προσδιορισμὸν τῶν σχέσεων D/H καὶ O¹⁸/O¹⁶ ἐπὶ διαφόρων σερπεντινῶν ἔδωσαν διαφορετικὰς τιμάς, ὕπερ προϋποθέτει καὶ διάφορον προέλευσιν τοῦ ἀναγκαιοῦντος πρὸς σερπεντινώσιν H₂O, παραλαμβανομένου ἐκ διαφορετικῶν περιβαλλόντων κατὰ διαφόρους διεργασίας (φαινόμενα) (Wenner καὶ Taylor, 1971, 1973, 1974). Ἡ μετακίνησις τῶν περιδοτιτῶν καὶ τῶν ὑπολοίπων ὀφιολίθων ἐκ τῶν μεσοωκεανίων ράχων καὶ ἐκ τῶν θαλασσίων ἐν γένει λεκανῶν πρὸς τὰ ὑψηλότερα τμήματα τοῦ ἠπειρωτικοῦ φλοιοῦ κατὰ τὰς ὀρογενέσεις καὶ τὰ τεκτονικὰ ἐν γένει φαινόμενα, δημιουργεῖ ἀσφαλῶς προϋποθέσεις, εἰς μίαν ἢ καὶ περισσοτέρας φάσεις, πρὸς πραγματοποίησιν μεταμορφώσεως, συμπεριλαμβανομένης καὶ τῆς σερπεντινώσεως, εἰς διάφορον βαθμὸν, ἀναλόγως τῶν ἐκάστοτε ἐπικρατούντων παραγόντων - ρυθμιστῶν τῆς μεταμορφώσεως.

Αἱ ἀντιδράσεις αἱ λαβοῦσαι χώραν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς μεταμορφώσεως πρὸς δημιουργίαν τῶν συναντηθειῶν παραγενέσεων θὰ πρέπει νὰ ἦσαν αἱ ἀκόλουθοι :



Διὰ τὰς περιοχὰς δουνιτῶν καὶ περιδοτιτῶν ἐν γένει, μερικῶς ἢ οὐδόλως σερπεντινωθέντων κατὰ τὴν προηγηθεῖσαν φάσιν σερπεντινώσεως τῶν ὑπερβασικῶν πετρωμάτων, καὶ δὴ ἐκεῖνας εἰς τὰς ὁποίας ἀνεπτύχθησαν αἱ ὑψηλότεραι θερμοκρασίαι ἐκ τῶν ἐπιτευχθειῶν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς μεταμορφώσεως, καὶ διὰ τὰς ὁποίας ἡ περιεκτικότης τῆς ρευστῆς φάσεως εἰς CO₂ ἦτο μικροτέρα τῆς ἀπαι-

τουμένης διὰ τὴν πραγματοποίησιν τῶν δύο πρώτων ἐκ τῶν ὡς ἄνω ἀντιδράσεων, δεχόμεθα, συμφώνως πρὸς τὰ προηγουμένως ἐκτεθέντα, πραγματοποιήσιν καὶ τῆς ἀντιδράσεως :



Ἡ ρευστὴ φάσις ἐνεπλουτίζετο συνεχῶς εἰς H_2O , προκύπτοντος κατὰ τὴν γένεσιν τοῦ μαγνησίτου, ὡς καὶ τοῦ τάλκου, συμφώνως πρὸς τὰς ἀνωτέρω ἀντιδράσεις. Ἡ γένεσις τῶν κοιτασμάτων ἐγένετο κυρίως διὰ τῆς πρώτης τῶν ἀντιδράσεων. Ἡ συμμετοχὴ τοῦ τάλκου εἰς τὰ κοιτάσματα μαγνησίτου εἶναι πολὺ μικρὰ ἐν σχέσει μὲ τὸν μαγνησίτην, ἐνῶ κατὰ τὴν δευτέραν ἀντίδρασιν θὰ ὄφειλεν ὁ τάλκης νὰ συμμετεῖχεν εἰς διπλασίαν σχεδὸν ἀναλογίαν, κατ' ὄγκον, ὡς πρὸς τὸν μαγνησίτην (τάλκης 378 gr, 140 cm³, μαγνησίτης 252 gr, 84 cm³). Ὁ τάλκης ἔχει δώσει καὶ αὐτοτελεῖς συγκεντρώσεις ἐντὸς τῶν σερπεντινιτῶν (παραγένεσις: σερπεντίνης + χαλαζίας + τάλκης). Ἐπὶ τῶν συνθηκῶν, αἵτινες ἐπεκράτησαν κατὰ τὴν δημιουργίαν τῶν συναντωμένων παραγενέσεων, ἀναφερόμεθα βραδύτερον.

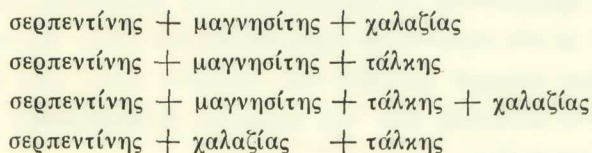
Ἡ συνήθης παρουσία τοῦ μαγνησίτου ὑπὸ μορφὴν πλέγματος φλεβῶν καὶ φλεβιδίων (stockwerk), δηλοῖ ὅτι ὁ σερπεντίνης εἶχεν ὑποστῆ διαρρήξεις πρὸ ἢ καὶ κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐπιδράσεως τῆς μεταμορφώσεως. Διὰ τὰ κοιτάσματα μαγνησίτου τῆς βορείου Εὐβοίας ὁ Petrascheck (1961) παρατηρεῖ ὅτι ταῦτα ἔχουν γραμμικὴν (linear) τοποθέτησιν, κατὰ κατευθύνσεις συμπιπτούσας μὲ τεκτονικὰς γραμμιάς. Οὕτω διακρίνει μίαν ΒΔ - ΝΑ κατεύθυνσιν, καθ' ἣν τοποθετοῦνται εἰς δύο παραλλήλους σειρὰς ἀφ' ἑνὸς μὲν τὰ κοιτάσματα Ψηλοράχης - Κακάβου - Τρουπίου πρὸς δυσμὰς (πρώτη σειρὰ) καὶ ἀφ' ἑτέρου τὰ κοιτάσματα Μαντουδίου - Ἀγίας Τρίτης πρὸς ἀνατολάς (δευτέρα σειρὰ). Μία δευτέρα τεκτονικὴ γραμμὴ ἔχει κατεύθυνσιν Β - Ν, ἀλλὰ δὲν εἶναι ἐξ ἴσου σαφῶς ἐκπεφρασμένη ὡς ἡ προηγουμένη. Γραμμικὴ τοποθέτησις παρατηρεῖται καὶ εἰς τὰ κοιτάσματα Πισσῶνος τῆς κεντρικῆς Εὐβοίας (Μαδάρες, Γερακάρι) μὲ ἐκπεφρασμένην κατεύθυνσιν Β - Ν.

Ἡ ρευστὴ φάσις ἠδυνήθη εὐκόλως νὰ κυκλοφορήσῃ, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς μεταμορφώσεως, διὰ μέσου τῶν παντοειδῶν διαρρήξεων τοῦ πετρώματος, τῆς δημιουργίας οὕτω τοῦ μαγνησίτου ἐννοουμένης ἐντὸς τῶν πάσης φύσεως διαρρήξεων καὶ ἐπεκτεινομένης πρὸς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς σερπεντινιτικῆς μάζης. Οὕτω ἡ παρουσία τοῦ μαγνησίτου ἐν «ἀναμείξει» καὶ ἐν λεπτομερεῖ κατανομῇ μετὰ τοῦ σερπεντίνου εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ πετρώματος ἀποτελεῖ φαινόμενον ἀσθενεστέρας ἀναπτύξεως, ἐν συγκρίσει μὲ τὴν ἀνάπτυξιν τοῦ μαγνησίτου εἰς φλέβας, κοί-

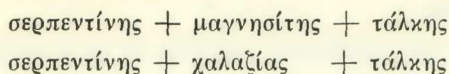
τας κτλ., ἴτοι ἐν σχέσει μὲ τὴν ἀνάπτυξιν αὐτοῦ κατὰ αὐτοτελεῖς μάζας. Ἐπίσης καὶ τὸ γεγονός ὅτι ὁ μαγνησίτης ἀπετέλεσεν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς μεταμορφώσεως εὐκίνητον φάσιν, συνετέλεσεν εἰς τὴν ἐν πολλοῖς μετακίνησιν αὐτοῦ καὶ συγκέντρωσίν του εἰς αὐτοτελεῖς μάζας. Διευρυνομένων τῶν φλεβοειδῶν μορφῶν, δύνανται νὰ προκύψουν κοιτοειδεῖς ὡς καὶ διωγκωμένα καὶ ἀκανόνιστοι μᾶζαι μαγνησίτου. Διωγκωμένα μορφαὶ δίδουν ἐνίοτε ἐντύπωσιν μαζῶν ἀπομεμονωμένων (ἐγκεκλεισμένων) ἐντὸς τοῦ περιβάλλοντος σερπεντινίτου. Τοιαῦται μορφαὶ εἶναι συνήθεις εἰς τὴν περιοχὴν Παρασκευορέμματος, μεταξὺ Προκοπίου καὶ Μαντουδίου, ἐν Εὐβοίᾳ, εἶναι δὲ γνωσταὶ ὡς μορφαὶ «γεωμήλων» ἢ «κεφαλῶν». Ἐχουν σχῆμα ἀκανόνιστον, οὐχὶ σπανίως στρογγύλον, καὶ ἀνάπτυξιν ἀπὸ μεγέθους πυγμῆς μέχρι ἀρκετῶν κυβ. μέτρων. Αἱ μορφαὶ αὗται στεροῦνται συχνάκις «ριζῶν», ἴτοι δὲν συνεχονται μετὰ φλεβοειδῶν μορφῶν, αἵτινες θὰ ἠδύναντο νὰ θεωρηθοῦν ὡς αἱ δίοδοι τῆς ρευστῆς φάσεως κατὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ μαγνησίτου. Τοῦτο ἀναγκάζει τὸν Petrascheck (1961, σ. 643) νὰ δεχθῆ ὅτι τὸ CO_2 ἠκολούθησε ρωγμίδια (Haarrissen) τοῦ πετρώματος, ὁπότε ἐξ οἰωνδήποτε δημιουργηθέντων πυρήνων ἢ μετασωμάτωσις ἐπροχώρησεν ἀκτινοειδῶς (zentripetal) πρὸς δημιουργίαν τῶν μορφῶν τούτων τοῦ μαγνησίτου. Παρουσία «ριζῶν» καὶ μετάβασις τῶν θεωρουμένων μορφῶν «γεωμήλων» ἢ «κεφαλῶν» πρὸς μορφὰς πλέγματος φλεβῶν καὶ γενικῶς σύνδεσις τῶν ἐν λόγῳ μορφῶν πρὸς φλεβοειδεῖς τοιαύτας, ἔχει παρατηρηθῆ εἰς ἀρκετὰς περιπτώσεις. Τοῦτο δηλοῖ τὴν ὑφισταμένην σχέσιν μεταξὺ τῶν διαφόρων μορφῶν κοιτασμάτων τοῦ μαγνησίτου, ὡς συνέπειαν κοινοῦ βασικοῦ φαινομένου σχηματισμοῦ αὐτῶν, ἀλλὰ μὲ διαφορετικὰς ἐξελίξεις τοῦ φαινομένου, συναρτῆσει τῆς συστάσεως καὶ τῆς κυκλοφορίας τῆς ρευστῆς φάσεως, τῆς διαρρήξεως τοῦ πετρώματος καὶ τοῦ βαθμοῦ μετακινήσεως τοῦ MgCO_3 .

Τὸ βασικὸν φαινόμενον δημιουργίας τοῦ μαγνησίτου ἀπετέλεσεν ἡ μεταμόρφωσις. Ἡ γένεσις τοῦ μαγνησίτου ἐπραγματοποιήθη παντοῦ ὅπου ὑπῆρχεν ρευστὴ φάσις ($\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$) καὶ ἡ περιεκτικότης αὐτῆς εἰς CO_2 δὲν ἦτο μικροτέρα τῆς ἀπαιτουμένης πρὸς σχηματισμὸν τοῦ μαγνησίτου. Ἡ ρευστὴ φάσις εὐρισκομένη καὶ διακινουμένη εὐκολώτερον ἐντὸς τῶν παντοειδῶν διαρρήξεων τοῦ σερπεντινίτου οὐχὶ μόνον ἠὲν ὥσπερ τὴν δημιουργίαν τοῦ μαγνησίτου κατὰ τὰς θέσεις ταύτας, ἀλλὰ πιθανώτατα προεκάλεσε καὶ μετακίνησιν αὐτοῦ, ὡς εὐκινήτου φάσεως, εἰς ὑψηλότερα σημεῖα ἐντὸς τῶν διαρρήξεων. Τὸ τελευταῖον τοῦτο τὸ θεωροῦμεν πιθανὸν καὶ ἐκ τοῦ γεγονότος, ὅτι κατὰ τὴν δημιουργίαν τοῦ μαγνησίτου ἡ ρευστὴ φάσις ἐκ τῆς μετατροπῆς τοῦ σερπεντινίου συνεχῶς ἐνεπλουτίζετο εἰς H_2O , ὡς ἤδη ἀνεφέρθη.

Αί αναπτυχθείσαι θερμοκρασίαι, κατά την μεταμόρφωσιν, πρὸς δημιουργίαν τῶν ἀναφερομένων παραγενέσεων :

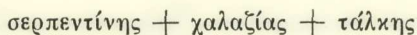


θὰ πρέπει νὰ τοποθετηθοῦν διὰ χαμηλὰς πιέσεις καὶ δὴ χαμηλοτέρας τῶν 2kb, ὡς τὰς δεχόμεθα συμφώνως μὲ τὰ προηγουμένως ἀναφερόμενα, περίξ τῶν 300°C. Ἐπ' αὐτοῦ βασιζόμεθα εἰς τὴν τρίτην παραγένεσιν, διότι αἱ καμπύλαι ἰσορροπίας διὰ τὰς δύο πρώτας παραγενέσεις (σχ. 1) δεικνύουν, ὅτι αἱ ἀντίστοιχοι ἀντιδράσεις εἶναι εὐσταθεῖς εἰς εὐρὸ πλάσιον θερμοκρασιῶν. Ἡ τρίτη παραγένεσις εὐρίσκεται εἰς τὸ σημεῖον τομῆς τῶν καμπυλῶν τῶν δύο πρώτων παραγενέσεων, ἦτοι τῶν καμπυλῶν 3 καὶ 5. Τὸ σημεῖον τοῦτο εἶναι, δι' ὠρισμένην πίεσιν, ἀμετάβλητον, παριστᾷ δὲ ταυτοχρόνως τὴν τομὴν τῶν καμπυλῶν τῶν παραγενέσεων :

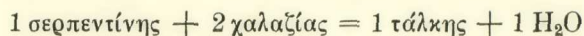


ἦτοι τὴν τομὴν τῶν καμπυλῶν 3 καὶ 8. Ἐκ τῶν καμπυλῶν ἰσορροπίας καὶ δὴ ἐκ τῆς θέσεως τῆς τομῆς τῶν ἀναφερομένων καμπυλῶν, προκύπτει ὅτι διὰ παραδοχὴν πίεσεως 1kb θὰ πρέπει νὰ δεχθῶμεν θερμοκρασίαν 310°C, ἐνῶ διὰ πίεσιν 2kb αὕτη τοποθετεῖται εἰς τοὺς 330°C. Ἡ περιεκτικότης τῆς ρευστῆς φάσεως εἰς CO₂ διὰ τὴν μετατροπὴν τοῦ σερπεντίνου πρὸς σχηματισμὸν μαγνησίτου κατὰ τὰς ἀντιδράσεις τὰς παριστωμένας ὑπὸ τῶν καμπυλῶν 3 καὶ 5, διὰ πιέσεις 1 καὶ 2kb καὶ διὰ τὰς ἀντιστοίχους θερμοκρασίας τὰς διδομένας ὑπὸ τοῦ σημείου τομῆς τῶν καμπυλῶν ἦτοι 310 καὶ 330°C, εἶναι 3 καὶ 2,5 moles % ἀντιστοίχως.

Ὁρισμένα ἐμφανίσεις τάλκου ἐντὸς σερπεντινιτῶν ἄνευ ταυτοχρόνου παρουσίας μαγνησίτου, ὡς ἀναφέρονται τοιαῦτα π.χ. εἰς Βασιλικὰ Θεσσαλονίκης (ΕΘ.Ι.Γ.Μ.Ε., 1973, Πολυμερόπουλος, 1960), Σέρβια Κοζάνης (Πολυμερόπουλος, 1960), Μύρτον Ἱεραπέτρας (Μούσουλος, 1962), ἀντιπροσωπεύουν τὴν παραγένεσιν :



ἐνθα ὁ χαλαζίας δύναται νὰ καταναλωθῇ ἐξ ὀλοκλήρου, πρὸς δημιουργίαν τοῦ τάλκου κατὰ τὴν ἀντίδρασιν :



ἦτοι ἀντίδρασιν παρισταμένην διὰ τῆς καμπύλης ὑπ' ἀριθ. 8 τοῦ σχήμ. 1. Τοῦτο τὸ στηρίζομεν εἰς τὸ γεγονός ὅτι θεωροῦμεν, ὡς ἀναφέρομεν, τὸν σχηματισμὸν τοῦ σερπεντίνου προηγηθέντα τοῦ σχηματισμοῦ τοῦ μαγνησίτου, καὶ δὴ δεχόμεθα ὅτι ταυτοχρόνως μὲ τὸν σερπεντίνην ἐσχηματίσθη καὶ SiO_2 , ὡς τοῦτο προκύπτει ἀπὸ τὴν παρουσίαν σιφροῦ χαλαζίου καὶ ὀπαλλίου ἐντὸς τῶν σερπεντινιτῶν. Αἱ θερμοκρασίαι αἱ διδόμεναι ὑπὸ τῆς καμπύλης 8 συμπίπτουν πρακτικῶς μὲ ἐκείνας τῆς παραγενέσεως :

σερπεντίνης + μαγνησίτης + τάλκης + χαλαζίας

ἦτις ἀντιπροσωπεύει τὸ σταθερόν, δι' ὠρισμένην πίεσιν, σημεῖον τομῆς τῶν καμπυλῶν 3 καὶ 8, ὡς καὶ τῶν καμπυλῶν 3 καὶ 5, τοῦ σχήμ. 1. Παρουσίαν τάλκου, συνδεομένου μετὰ τοῦ σερπεντίνου, μὲ ταυτόχρονον παρουσίαν καὶ ἀκτινολίθου, ἀναφέρει ὁ Κατραμπασᾶς (1973) ἐντὸς σερπεντινιωμένων χαρτοβουργιτῶν τῆς περιοχῆς τῶν βοιωτικῶν λιμνῶν Ὑλίκης καὶ Παραλίμνης. Ἡ ἡλικία τῶν ἐν λόγῳ πετρωμάτων θεωρεῖται περιλαμβανομένη μεταξὺ ἀνωτέρου Λιασίου καὶ Κενομανίου - Τουρωνίου.

Ἀναφορικῶς μὲ τὴν προέλευσιν τοῦ CO_2 ἐν τῇ ρευστῇ φάσει ἔχουν διατυπωθῆ ἀπόψεις περὶ πιθανῆς προελεύσεώς του ἐκ τῶν περιβαλλόντων τὰ ὑπερβασικά πετρώματα σχηματισμῶν ἢ ἐγκλεισμένων ἢ καὶ βαθύτερον κειμένων τοιούτων. Κατὰ τὴν μεταμόρφωσιν τῶν σχηματισμῶν τούτων εἰς προγενεστέραν ἢ καὶ κατὰ τὴν ἰδίαν φάσιν μεταμορφώσεως τῶν ὑπερβασικῶν πετρωμάτων ἀποδίδεται CO_2 , συνεπεία σχηματισμοῦ πυριτικῶν ἀλάτων ἐξ ἀντιδράσεων μεταξὺ ἐνώσεων ἐν αἷς συμμετέχουν καὶ ἀνθρακικὰ ἄλατα. Οὕτω, ἀνθρακικὰ πετρώματα, σχιστόλιθοι μετὰ ἀνθρακικῶν ὀρυκτῶν, ἀκόμη καὶ ὑπερβασικά πετρώματα περιέχοντα MgCO_3 , δύνανται νὰ ἀποδώσουν CO_2 κατὰ τὴν μεταμόρφωσιν, ἐφ' ὅσον πραγματοποιοῦνται, ἀντιδράσεις ἀποδίδουσαι CO_2 . Ὁρισμένοι προσπάθειαι πρὸς τὴν κατεύθυνσιν ταύτην ἔχουν συντελεσθῆ, ἄλλαι μὲ θετικά καὶ ἄλλαι μὲ ἀρνητικά ἀποτελέσματα. Ὁ Schoell et al. (1975) ἐκ μελετῶν εἰς τὰς Αὐστριακὰς Ἄλπεις (Zillertal) ἐπὶ τῆς ἰσοτοπικῆς συστάσεως τοῦ Ο καὶ C, ἀνεῦρεν ὅτι εἰς σερπεντινίτας καὶ τάλκικοὺς σχιστολίθους περιέχοντας μαγνησίτην καὶ δολομίτην ἢ ἰσοτοπικὴ σύστασις τοῦ Ο καὶ C τῶν ἀνθρακικῶν ἀλάτων ἦτο ἡ ἴδια πρὸς ἐκείνην τῶν περιβαλλόντων πετρωμάτων. Τοῦναντίον ἀνάλογος προσπάθεια εἰς τὰς Ἑλβετικὰς Ἄλπεις (Lerontine) δὲν ἔδωκε θετικά ἀποτελέσματα (Evans καὶ Trommsdorff 1970, 1974).

R É S U M É

Les gisements de magnésite de Grèce proviennent de l'action d'un très faible metamorphisme régional sur les roches ultrabasiques d'âge alpin. Les paragenèses rencontrées dans les roches correspondantes sont les suivantes : serpentine + magnésite + quartz, serpentine + magnésite + talc, serpentine + magnésite + talc + quartz, serpentine + quartz + talc. Les relations entre la serpentine et les trois autres minéraux dans les trois premières paragenèses prouvent que la formation des gisements a été précédée par la serpentinisation des roches ultrabasiques. Il est très probable que cette serpentinisation se soit déroulée selon le schéma : $5 \text{Mg}_2(\text{SiO}_4) + 4 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{H}_4\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_9 + 4 \text{MgO} + \text{SiO}_2$, pendant l'intrusion de matériel ultrabasique dans un bassin marin ou/et dans les sédiments du bassin, avec apport de MgO et SiO₂ dans l'eau de mer ou/et dans les sédiments encaissants. Les paragenèses rencontrées et plus précisément la troisième paragenèse qui se trouve au point de concours des courbes des deux premières permet de fixer les températures de formation des gisements à 310 et 330°C pour des pressions respectives de 1 et 2 kb. Le point d'intersection défini plus haut, qui est aussi le point d'intersection des courbes des paragenèses serpentine + magnésite + talc et serpentine + quartz + talc, correspond à des teneurs en CO₂ dans la phase fluide, nécessaires à la transformation de la serpentine en magnésite, de 3 et 2,5 moles %, aux pressions et températures respectives citées plus haut. La présence concomitante dans certains cas de la paragenèse forsterite + serpentine + magnésite prouve que les pressions correspondantes étaient inférieures à 2 kb : en effet, la courbe de cette paragenèse s'approche du point d'intersection précédant dans sa partie la plus basse, c'est à dire pour des pressions inférieures à 2 kb. Les observations proviennent surtout des gisements de magnésite de l'île d'Eubée, de Vavdos en Chalcidike et du district d'Ermioni en Argolis.

Β Ι Β Λ Ι Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

- Σ. Ἀρανίτης - Μ. Νικολάου, Ὁ περιδοτικότητα τῶν Ἀγ. Ἀναγύρων Ἐρμιόνης. Πρακτ. Ἀκαδ. Ἀθηνῶν 34, 221 - 228, 1959.
- F. Aumento, Serpentine mineralogy of ultrabasic intrusions in Canada and of the Mid-Atlantic Ridge. Paper Geol. Surv. Canada, 69 - 53, 1970.

- F. Aumento and H. Loubat, The Mid-Atlantic Ridge near 45° N. XVI: Serpentinized ultramafic intrusions. Canadian Journ. Earth. Sci. 8, 631-663, 1971.
- V. I. Chernysheva and P. L. Berzukov, Serpentine from the crest of the Indo-Arabian Ridge. Dokl. Acad. Sci. U.S.S.R., Earth. Sci. Sect. 166, 207-210. Transl. from Dokl. Akad. Nauk SSSR, 166, 961-964, 1966.
- C. W. Correns, Einführung in die Mineralogie. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, 1968.
- Ἑθνικὸν Ἰδρυμα Γεωλογικῶν καὶ Μεταλλευτικῶν Ἐρευνῶν (ΕΘ.Ι.Γ.Μ.Ε.) (1973), Ἐπεξηγηματικὸν τεύχος τοῦ μεταλλογενετικοῦ χάρτου 1:1.000.000 Ι.Γ.Ε.Υ. 1965.
- B. W. Evans and V. Trommsdorff, Regional metamorphism of ultramafic rocks in the central Alps: Parageneses in the system CaO-MgO-SiO₂-H₂O. Schw. Min. Petr. Mitt. 50, 3, 481-492, 1970.
- , Der Einfluss des Eisens auf die Hydratisierung von Duniten. Schw. Min. Petr. Mitt. 52, 2, 251-256, 1972.
- , Stability of enstatite + talc and CO₂-metasomatism of metaperidotite, val d'Efra, Lepontine Alps. Amer. Jour. Sci. 274, pp. 274-296, 1974.
- K. Ζάχος, Οἱ λευκόλιθοι Βάβδου Χαλκιδικῆς. Ἴνστιτούτον Γεωλογίας καὶ Ἐρευνῶν Ὑπεδάφους, V, 1-27, 1957.
- W. Johannes, An experimental investigation of the system MgO-SiO₂-H₂O-CO₂. Amer. Jour. Sci., 267, 1083-1104, 1969.
- P. B. Hostetler - R. G. Coleman - F. A. Mumpton and B. W. Evans, Brucite in Alpine Serpentinities. Amer. Mineralogist 51, 75-98, 1966.
- Π. Κατραμπασᾶς, Μελέτη ἐπὶ τῶν ἐκρηξιγενῶν πετρωμάτων τῆς περιοχῆς τῶν βοιωτικῶν λιμνῶν Ὑλίκης καὶ Παραλίμνης. Ann. Géol. Pays Hellén. 25, 281-300, 1973.
- A. Miyashiro - F. Shido and M. Ewing, Composition and origin of serpentinites from the Mid-Atlantic Ridge near 24° and 30° North latitude. Contr. Min. Petr. 23, 117-127, 1969.
- , Metamorphism in the Mid-Atlantic Ridge near 24° and 30° N. Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. A. 268, 589-603, 1974.
- Α. Μούσουλος, Τὸ πρόβλημα τῆς ἐκμεταλλεύσεως τοῦ ὑπογείου πλοῦτου τῆς Ἑλλάδος. Βραβεῖον Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, 1962.
- W. E. Petrascheck, Zur Bildung griechischer Magnesitlagerstätten. Radex-Rundschau, 4, 641-646, 1961.
- , Neue Beobachtungen an griechischen und türkischen Magnesitlagerstätten. Radex-Rundschau, 6, 303-310, 1962.
- , Weitere Erkenntnisse über die Bildung der Lagerstätten des dichten Magnesits und des Meerschaums. Radex-Rundschau, 2, 103-108, 1964.
- , Beziehungen zwischen kryptokristallinem und spätigem Magnesit. Radex-Rundschau, 5, 339-350, 1972.

- Α. Πολυμερόπουλος, 'Η αξιοποίησης του όρυκτου πλούτου της Βορείου Ελλάδος. Βραβείον Ἀριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Ἐκδοσις Ἐμπορικῆς Τραπέζης Ἑλλάδος, Ἀθήναι, 1960.
- Μ. Schoel - G. Morteani and P. Hormann, O^{18}/O^{16} and C^{13}/C^{12} ratios of carbonates from gneisses, serpentinites and marbles of the Zillertaler Alpen, Western Tauern area (Austria). *Neues Jahrb. Min. Mh.* 444 - 459, 1975.
- Δ. Β. Wenner and H. P. Taylor Jr., Temperatures of serpentinization of ultramafic rocks based on O^{18}/O^{16} fractionation between coexisting serpentine and magnetite. *Contr. Min. Petr.* 32, 165 - 185, 1971.
- , Oxygen and hydrogen isotope studies of the serpentinization of ultramafic rocks in oceanic environments and continental ophiolite complexes. *Amer. Jour. Sci.* 273, 207 - 239, 1973.
- , D/H and O^{18}/O^{16} studies of serpentinization of ultramafic rocks. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 38, 1255 - 1286, 1974.



Ὁ Ἀκαδημαϊκὸς κ. **Ἰω. Τρικκαλινὸς** παρουσιάζων τὴν ἀνωτέρω ἀνακοίνωσιν, εἶπε τὰ ἑξῆς :

Ἔχω τὴν τιμὴν ν' ἀνακοινώσω εἰς τὴν Ἀκαδημίαν μελέτην τοῦ Καθηγητοῦ τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν Γ. Παρασκευοπούλου, ἣτις τιλοφορεῖται ὡς ἀκολούθως «Ἡ γένεσις τῶν ἑλληνικῶν κοιτασμάτων μαγνησίτου ἐν τῷ πλαισίῳ λίαν ἀσθενοῦς μεταμορφώσεως».

Ὁ ἐρευνητὴς Γ. Παρασκευόπουλος ἀναφέρει ὅτι ἡ ἐπίδρασις λίαν ἀσθενοῦς καθολικῆς μεταμορφώσεως ἐπὶ τῶν ὑπερβασικῶν πετρωμάτων ἀλπικῆς ἡλικίας ὑπῆρξεν ἡ αἰτία τῆς δημιουργίας τῶν ἐξεταζομένων ἑλληνικῶν κοιτασμάτων μαγνησίτου. Συγκεκριμένως πρὸ τῆς δημιουργίας τῶν κοιτασμάτων μαγνησίτου εἶχε προηγηθῆ εἰς προγενέστερον στάδιον σερπεντινίωσις τοῦ ὑπερβασικοῦ πετρώματος. Ἡ προηγηθεῖσα αὕτη σερπεντινίωσις πιθανῶς νὰ ἔλαβε χώραν κατὰ τὸν χρόνον τῆς διεισδύσεως τοῦ ὑπερβασικοῦ ὑλικοῦ ἐντὸς τῆς θαλασσίας λεκάνης. Αἱ ἀκολουθοῦσαι παραγενέσεις, ἰδίᾳ ἡ τρίτη, εὐρίσκεται εἰς τὸ σημεῖον τῆς τομῆς τῶν καμπυλῶν τῶν δύο πρώτων παραγενέσεων. Ἐξ αὐτοῦ προκύπτει ὅτι αἱ θερμοκρασίαι τῶν σχηματισμῶν τῶν κοιτασμάτων δι' ὠρισμένας πιέσεις τοποθετοῦνται εἰς 310⁰ καὶ 330⁰ C.