

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 7^{ΗΣ} ΑΠΡΙΛΙΟΥ 1983

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΜΕΝΕΛΑΟΥ ΠΑΛΛΑΝΤΙΟΥ

ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ.— Νεφελώδη πλαγιόκλαστα σέ διοριτικά πετρώματα τοῦ ὄφειολιθικοῦ συστήματος τῆς Γευγελῆς (Κιλκίς), ὑπὸ Γεωργίου Χριστοφίδη - Ἡλία Σαπουντζή *. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Λουκά Μούσουλου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τὸ ὄφειολιθικὸ σύστημα τῆς Γευγελῆς (Mercier 1966, Bebieen 1977, Bebieen and Mercier 1977) καταλαμβάνει τὴν ἀνατολική πλευρὰ τοῦ ὄρεινοῦ ὄγκου τοῦ Πάϊκου καὶ ἐκτείνεται μέσα στὴν παλιὰ «ζώνη τοῦ Ἀξιοῦ» καὶ συγκεκριμένα στὴ ζώνη τῆς Παιονίας, μὲ κατεύθυνση περίπου B-N. Τὸ ὅλο σύστημα διακρίνεται σὲ δύο πετρογραφικὰ διάκριτες ἐνότητες, τὴ δυτικὴ καὶ τὴν ἀνατολική, ποὺ χωρίζονται μὲ ἓνα ρῆγμα κατευθύνσεως BA - ΝΔ (Bebien, 1977). Διοριτικὰ πετρώματα τοῦ παραπάνω συστήματος καὶ ἰδιαίτερα τῆς ἀνατολικῆς ἐνότητος, καθὼς καὶ μερικοὶ δολερίτες καὶ γάββροι ἐμφανίζονται μεταμορφωμένοι σὲ τέτοιο βαθμὸ ποὺ μποροῦν νὰ θεωρηθοῦν ὡς μεταδιορίτες. Ἀπὸ τὰ ὀρυκτολογικὰ συστατικὰ τῶν πετρωμάτων αὐτῶν, τὰ σιδηρομαγνησιοῦχα ἔχουν ἐξαλλοιωθεῖ κυρίως σὲ οὐραλίτη καὶ χλωρίτη, ἐνῶ τὰ περισσότερα πλαγιόκλαστα ποὺ βρίσκονται σὲ ἐπαφή μὲ αὐτὰ παρουσιάζουν ἓνα καστανωπὸ μέχρι καστανοκόκκινο χρῶμα, ποὺ θεωρεῖται ὅτι προκύπτει ἀπὸ λεπτόκοκκα ἐγκλείσματα (Εἰκ. 1). Ἡ μελέτη τῶν πλαγιοκλάστων αὐτῶν, ποὺ εἶναι γνωστὰ ὡς νεφελώδη πλαγιόκλαστα, θὰ ἀποτελέσει τὸ θέμα τῆς ἐργασίας αὐτῆς.

* G. CHRISTOFIDES - E. SAPOUNTZIS, **Clouded plagioclases from dioritic rocks of the Guevgueli ophiolite complex (Kilkis).**

Ἡ διεθνὴς βιβλιογραφία εἶναι πλούσια ὅσον ἀφορᾷ γενικὰ τὰ νεφελώδη ὄρυκτά. Ὁ μεγαλύτερος ὅμως ἀριθμὸς ἐργασιῶν ἀναφέρεται στοὺς νεφελώδεις ἀστρίους καὶ ἰδίως στὰ νεφελώδη πλαγιόκλαστα. (MacGregor 1931, Poldervaart and Gilkey 1954, Carsterns 1955, Ernst 1960, Neumann and Christie 1962, Anderson 1966, Philpotts 1966, Boone 1969, Murthy 1971, McLelland and Whitney 1980 κ.ἄ.). Ὁ ὅρος νέφωση ὅπως ἐπικράτησε καὶ ἔγινε παραδεκτὸς στὴν ὄρυκτολογία, ἀναφέρεται στὴν παρουσία ἀναρίθμητων μικροσκοπικῶν σκο-



Εἰκ. 1. Νεφελῶδες πλαγιόκλαστο. $\times 185 N$.

τεινόχρωμων ἐγκλεισμάτων, κατανεμημένων σ' ὅλο τὸν κρύσταλλο ἢ σὲ τμῆμα του μὲ ἀποτέλεσμα τὴ δημιουργία ἐνὸς θαμπώματος, μιᾶς «νέφωσης». Ὁ ὅρος νεφελώδεις ἀστρίοι περιορίζεται συνήθως σ' ἓνα ἰδιαίτερο χαρακτηριστικὸ σκοτεινόχρωμο (κοκκινωπὸ, καστανωπὸ μέχρι τεφρόχρωμο) τύπο πλαγιόκλάστων, ποὺ τὰ ἐγκλείσματά τους πιστεύεται γενικὰ ὅτι ἀποτελοῦνται κυρίως ἀπὸ μεταβατικὰ μέταλλα, παρόλο ποὺ μερικὲς φορὲς στὴ νέφωση συμμετέχουν καὶ μικρολίθοι διαφόρων σιδηρομαγνησιούχων καὶ ἄλλων ὄρυκτῶν.

Ἡ ἔνταση τῆς νέφωσης μεταβάλλεται ἀπὸ πέτρωμα σὲ πέτρωμα καὶ ἀπὸ κρύσταλλο σὲ κρύσταλλο τοῦ ἴδιου πετρώματος, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ περιοχὴ σὲ περιοχὴ

τοῦ ἴδιου κρυστάλλου. Ἡ φύση τῶν ἐγκλεισμάτων ποὺ προκαλοῦν τὴ νέφωση, ἐξ αἰτίας τοῦ μικροῦ τους μεγέθους, εἶναι πολὺ δύσκολο νὰ προσδιοριστεῖ, ἀκόμη καὶ μὲ λεπτομερῆ μικροσκοπικὴ ἐξέταση. Ὁ τρόπος σχηματισμοῦ τῆς νέφωσης ὑπῆρξε ἀντικείμενο πολλῶν ἐπιστημονικῶν ἐργασιῶν καὶ συζητήσεων, ποὺ προκάλεσαν τὴ διατύπωση ποικίλων ἀπόψεων. Στὸ σύνολό τους ὅμως τὰ βιβλιογραφικὰ δεδομένα εἶναι ὑπὲρ τῆς ἁποψῆς ὅτι ὅλοι σχεδὸν οἱ τύποι τῆς νέφωσης εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα κάποιου συνδυασμοῦ μεταμορφώσεως καὶ πιθανὸ μετασωματώσεως.

Ὁ MacGregor (1931) σὲ μιὰ λεπτομερῆ ἐργασία του ὅπου συνοψίζει τὶς περισσότερες ἀπὸ τὶς μέχρι τότε ἀπόψεις γιὰ τὰ νεφελώδη πλαγιόκλαστα, ἀπέδωσε τὴ νέφωση τῶν πλαγιοκλάστων σὲ μικροσκοπικὰ ἐγκλείσματα ὀρυκτῶν σιδήρου, ποὺ σχηματίστηκαν ὡς ἀποτέλεσμα διαμείξεως σιδήρου, ποὺ βρισκόταν στoὺς κρυστάλλους τῶν πλαγιοκλάστων σὲ κατάσταση στερεοῦ διαλύματος, ἔνεκα θερμικῆς μεταμορφώσεως. Τὴν ἁποψὴ τοῦ MacGregor ἀσπάστηκαν πολλοὶ ἐρευνητὲς ὅπως π.χ. οἱ Carstens (1955) καὶ Anderson (1966), μερικοὶ μάλιστα συσχέτισαν τὴ νέφωση καὶ τὴ θερμομεταμόρφωση καὶ θεώρησαν ὅτι ὑπάρχει γενετικὴ σχέση μεταξὺ νεφελωδῶν πλαγιοκλάστων καὶ πετρωμάτων ποὺ μεταμορφώθηκαν θερμικά. Μεταγενέστερα ὅμως παρουσιάστηκαν καὶ ἀπόψεις ἀντίθετες μὲ ἐκεῖνες τοῦ MacGregor. Ἔτσι οἱ Poldervaart and Gilkey (1954) δὲν δέχθηκαν τὴν ἁποψὴ τῆς διαμείξεως σὰν τοῦ μοναδικοῦ τρόπου σχηματισμοῦ νεφελωδῶν πλαγιοκλάστων καὶ θεώρησαν ὅτι ἡ νέφωση ἦταν πολυγενετικὴ. Οἱ Whitney (1972), Whitney and McLelland (1973) καὶ McLelland and Whitney (1980) ἀναφέρουν, σὲ μεταγαββρικὰ πετρώματα, νεφελώδη πλαγιόκλαστα μὲ ἐγκλείσματα σπινελίου, ποὺ σχηματίστηκε ἀπὸ ἀντιδράσεις κατὰ τὴν κελυφιτίωση τῶν σιδηρομαγνησιούχων ὀρυκτῶν (ὀλιβίνης, ὀρθοπυρόξενος) τῶν πετρωμάτων αὐτῶν. Τέλος ὁ Smith (1974) ἔδωσε ἰδιαίτερη ἔμφαση στὴν ὀξειδωτικὴ κατάσταση τοῦ πετρώματος καθὼς καὶ στὸ ρόλο ποὺ παίζει τὸ νερὸ στὴ δημιουργία τῆς νέφωσης.

Στὸν Ἑλλαδικὸ χῶρο ἰδιαίτερα, νεφελώδη πλαγιόκλαστα ἀναφέρθηκαν ἀπὸ τοὺς Σαπουντζῆ (1973), Χριστοφίδη (1977), Κασώλη - Φουρναράκη (1981) καὶ Christofides (1982). Ὁ Christofides (1982) μάλιστα ἐξετάζοντας τὰ νεφελώδη πλαγιόκλαστα τῶν πετρωμάτων τοῦ πλουτωνίτη τῆς Ξάνθης, ἀπέδωσε τὴ γένεση τῆς νέφωσης τῶν γαββρικῶν μὲν πλαγιοκλάστων σὲ διάμειξη ἰόντων σιδήρου ἐνῶ στὰ μονζονιτικὰ πλαγιόκλαστα θεώρησε ὅτι ἔλαβαν χώραν τόσο διαμεικτικὰ ὅσο καὶ φαινόμενα διαχύσεως.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΛΑΓΙΟΚΛΑΣΤΩΝ

Τὰ πλαγιόκλαστα πού ἐξετάζουμε ἀποτελοῦν τὸ κύριο λευκὸ συστατικὸ τῶν μεταδιוריτῶν καὶ ἐμφανίζονται κυρίως σὲ ὑπιδιόμορφους κρυστάλλους κατὰ (010), μήκους μέχρι 2 mm. Συνήθως περικλείουν ἐγκλείσματα μικροκρυστάλλων χλωρίτη, ἀπατίτη καὶ ἐπιδότου. Ἡ σύστασή τους κυμαίνεται ἀπὸ βασικὸ ὀλιγόκλαστο μέχρι ὄξινο βυτωβνίτη. Περιφερειακὰ παρατηρεῖται σὲ πολλοὺς κρυστάλλους ἓνα λεπτὸ καὶ σχετικὰ διαυγὲς τμήμα μὲ μορφὴ κελύφους, περισσότερο ὄξινο ἀπὸ ὅτι ὁ ὑπόλοιπος κρύσταλλος. Ἡ ὅλη ἐμφάνιση τοῦ περιφερειακοῦ αὐτοῦ κελύφους μαρτυρεῖ μιὰ μεταγενέστερη γένεσή του. Οἱ διδυμίες ἐμφανίζονται κανονικὰ μὲ πρὸ συχνές τὴν ἀλβιτικὴ καὶ τὴν περικλινική.

Ἡ δομικὴ κατάσταση τῶν πλαγιόκλαστων προσδιορίστηκε ἀκτινογραφικὰ. Γιὰ τὸ σκοπὸ αὐτὸ ἀκτινογραφήθηκαν κλάσματα πλαγιόκλαστου πού διαχωρίστηκαν μὲ συνδυασμὸ μαγνητικοῦ διαχωριστῆ καὶ βαριῶν διαλυμάτων. Χρησιμοποιήθηκαν τὰ διαγράμματα τῶν Bambauer et al. (1967) μὲ δεῖκτες δομικῆς καταστάσεως $\Delta(\Theta 1) = 2\Theta(131) - (1\bar{3}1)$ καὶ $\Delta(\Theta 2) = 2\Theta(241) - (2\bar{4}1)$, τὸ διάγραμμα τῶν Smith and Gay (1958) μὲ τὸν παράγοντα $\Gamma = 2\Theta(131) + 2\Theta(220) - 4\Theta(1\bar{3}1)$ καὶ τὸ διάγραμμα Smith (1972) μὲ τὶς σταθερές α^* καὶ γ^* . Ἀπὸ τὰ παραπάνω διαγράμματα διαπιστώθηκε ὅτι τὰ πλαγιόκλαστα αὐτὰ εἶναι χαμηλῆς (0) μέχρι ἐνδιάμεσης θερμοκρασίας (0/D) κατὰ Bambauer et al. (1967a).

ΕΓΚΛΕΙΣΜΑΤΑ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΤΗ ΝΕΦΩΣΗ

Ἐκτὸς ἀπὸ τὰ συνηθισμένα ἐγκλείσματα ὀρυκτῶν πού προαναφέρθηκαν, στὰ πλαγιόκλαστα πού ἐξετάζουμε ὑπάρχουν καὶ ἀναρίθμητα καστανόχρωμα μικροσκοπικὰ ραβδία μὲ διατομὴ περίπου 20 - 30 μικρῶν. Τὰ περισσότερα ἀπὸ τὰ ραβδία αὐτὰ εἶναι προσανατολισμένα καὶ διατάσσονται παράλληλα στὸν κρυσταλλογραφικὸ ἄξονα c. Τὰ πλαγιόκλαστα ὅμως αὐτὰ χαρακτηρίζονται ἰδιαίτερα ἀπὸ μικροεγκλείσματα ἑνὸς καστανωποῦ - κοκκινωποῦ ὑλικοῦ, πού εἶναι διάσπαρτα στὴ μάζα τους σὰν σκόνη καὶ δίνουν στοὺς κρυστάλλους ἓνα ἰδιαίτερο καστανωπο - κοκκινωπο χρῶμα. Ἡ κατανομὴ τῶν ἐγκλεισμάτων αὐτῶν εἶναι κατὰ κανόνα ὁμαλὴ σ' ὅλο τὸν κρύσταλλο. Ὑπάρχουν ὅμως καὶ περιπτώσεις ὅπου τὰ ἐγκλείσματα περιορίζονται σ' ἓνα τμήμα μόνο τοῦ κρυστάλλου, συνήθως ἐκεῖνο πού βρίσκεται σ' ἐπαφὴ μὲ τὸ ἐξαλλοιωμένο σιδηρομαγνησιοῦχο ὀρυκτό, ἐνῶ τὸ ὑπόλοιπο τμήμα εἶναι σχετικὰ ἐλεύθερο ἐγκλεισμάτων. Τὸ περιφερειακὸ ὀξινότερο

κέλυφος είναι επίσης πιό καθαρό ή δεν περικλείει έγκλεισματα. Άλλες φορές παρατηρείται μιὰ διαφορὰ στὴν πυκνότητα τῶν έγκλεισμάτων ή όποία εκφράζεται με διαφορὰ στὴν ένταση τῆς νέφωσης τοῦ πλαγιόκλαστου (Εικ. 2). Διαφορὰ στὴν ένταση τῆς νέφωσης παρατηρεῖται μερικὲς φορές καὶ στὰ μέλη τῶν διδύμων καὶ πολυδύμων κρυστάλλων. Σὲ μιὰ ἀλβιτική π.χ. διδυμία τὰ διάφορα μέλη πιθανὸ νὰ ἐμφανίζονται με διαφορετική ένταση στὴ νέφωση (Εικ. 3). Κατὰ μῆκος τῶν ἐπιπέδων διδυμίας καθὼς καὶ κατὰ μῆκος τῶν σχισμογενῶν ἐπιπέδων παρατη-



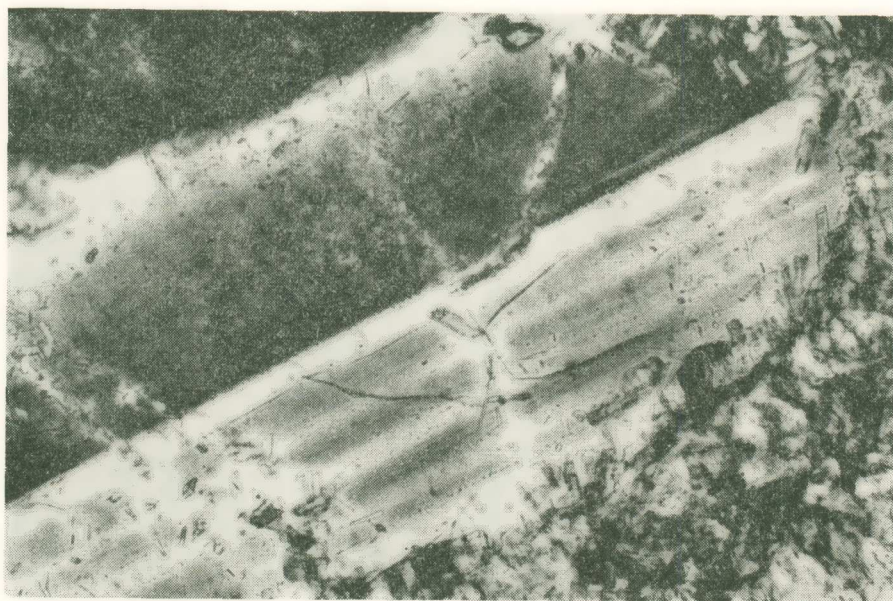
Εικ. 2. Νεφελῶδες πλαγιόκλαστο με νέφωση ποὺ ἐμφανίζεται κατὰ περιοχές καὶ με διαφορετική ένταση. $\times 160$ N-.

ρεῖται συχνὰ κάποια συγκέντρωση τῶν έγκλεισμάτων με ἀποτέλεσμα τὴ μεγαλύτερη ένταση τῆς νέφωσης στὰ σημεία αὐτά. Θὰ πρέπει νὰ ἀναφερθεῖ ὅτι τὸ ποσοστὸ τῶν πλαγιοκλάστων ποὺ ἐμφανίζουν τὸ φαινόμενο τῆς νέφωσης δὲν ὑπερβαίνει κατὰ μέσο ὅρο τὸ 30% τοῦ συνόλου τῶν πλαγιοκλάστων τοῦ πετρώματος.

Ἡ μικροσκοπική παρατήρηση τῶν πλαγιοκλάστων τόσο με διερχόμενο ὅσο καὶ με ἀνακλώμενο φῶς δὲ μᾶς ἔδωσε σαφὴ ἀποτελέσματα ὅσον ἀφορᾷ τὴ φύση τῶν έγκλεισμάτων, ἐξ αἰτίας τοῦ μικροῦ τους μεγέθους. Ἀπὸ τὴν ἀκτινογραφική ἐξέταση ποὺ ἀκολούθησε καὶ στὴν όποία χρησιμοποιήθηκαν κλάσματα

μέ πολύ έντονη νέφωση, πάρθηκαν διαγράμματα, πού έδειξαν τς ανακλάσεις κυρίως τοϋ πλαγιόκλαστου. Σέ μερικές όμως περιπτώσεις παρουσιάστηκαν καί άσαφεΐς ανακλάσεις πού συμπίπτουν μέ ανακλάσεις αίματίτη.

Ή χημική εξέταση τών μελετηθέντων πλαγιοκλάστων μέ ηλεκτρονικό μικρο-αναλυτή έδειξε ότι μεταξύ νεφελωδών καί καθαρών πλαγιοκλάστων ή νεφελωδών καί μή τμημάτων τοϋ ίδιου κρυστάλλου δέν ύπάρχει σαφής διαφορά στό ποσοστό τοϋ τιτανίου ένώ παρουσιάστηκαν μικρές διαφορές στό σίδηρο (Πίν. 1).



Εικ. 3. Νεφελώδης πολύδυμος κρύσταλλος πλαγιοκλάστου μέ διαφορετική ένταση στη νέφωση τών μελών του. $\times 160 N$.

Ή θέρμανση συγκεντρωθέντων νεφελωδών πλαγιοκλάστων στους $700^{\circ}C$ για 10 μέρες δέν προκάλεσε καμιά μεταβολή στό χρώμα τους ένώ ή θέρμανση στους $1050^{\circ}C$ για τόν ίδιο χρόνο προκάλεσε έλαφρή μόνο μεταβολή τοϋ χρώματος μετατρέποντας τò καστανωπό χρώμα σέ πιό κοκκινωπό. Ή έλαφρή αύτή μετατροπή τοϋ χρώματος άρχισε καί ολοκληρώθηκε τήν πρώτη μέρα καί έμεινε σταθερή σέ όλη τή διάρκεια τής θερμάνσεως. Θέρμανση καθαρών πλαγιοκλάστων στους $1050^{\circ}C$ για 10 μέρες προκάλεσε έλαφρά μεταβολή στό χρώμα τους, πού ποτέ όμως δέ φθάνει αύτό πού παρατηρεΐται στά νεφελώδη πλαγιόκλαστα.

ΠΙΝΑΞ 1.

Ἀναλύσεις με μικροαναλυτή νεφελωδῶν καὶ καθαρῶν πλαγιокλάστων.

	1N	1K	2N	2K	3N	3K
SiO ₂	60.89	61.91	52.03	55.07	54.20	54.14
TiO ₂	0.13	0.11	0.15	0.11	0.13	0.11
Al ₂ O ₃	24.11	23.17	29.81	27.40	28.32	28.68
FeO*	0.32	0.22	0.52	0.39	0.44	0.39
CaO	6.35	5.29	12.29	10.31	11.73	11.11
K ₂ O	0.36	0.26	0.18	0.28	0.48	0.48
Na ₂ O	7.66	8.26	4.37	5.40	4.60	4.89
	99.82	99.21	99.35	98.96	99.90	99.80

* Ὀλικὸς σίδηρος, N=νεφελώδη, K=καθαρά, 3N καὶ 3K ἀπὸ τὸν ἴδιο κρύσταλλο.

ΓΕΝΕΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σήμερα εἶναι γενικὰ παραδεκτὸ ὅτι στὴν πλειονότητά τους τὰ νεφελώδη πλαγιόκλαστα περιέχουν ὑπὸ μορφὴ ἐγκλεισμάτων ἓνα ὀξείδιο με μεγάλες ἀναλογίες σιδήρου. Ἡ ἐνσωμάτωση αὐτοῦ στὸ πλαγιόκλαστο, ἐξηγήθηκε ἀπὸ διάφορους ἐρευνητὲς ἄλλοτε μὲν με φαινόμενα διαμείξεως ἄλλοτε δὲ με φαινόμενα διαχύσεως, πάντοτε ὅμως μέσα στὰ πλαίσια φυσικοχημικῶν συνθηκῶν καὶ περιβάλλοντος ποὺ εὐνοοῦν τὶς διεργασίες αὐτές. Μιὰ τρίτη ἄποψη ποὺ ὑποστηρίζει τὴν ταυτόχρονη κρυστάλλωση τοῦ ἀστρίου με τὸ σιδηροξείδιο δὲν ἔγινε ἀποδεκτὴ παρὰ μόνο περιστασιακά.

Ὅσον ἀφορᾷ τὴ φύση τῶν ἐγκλεισμάτων ποὺ προκαλοῦν τὴ νέφωση στὰ μελετηθέντα πλαγιόκλαστα ἀπὸ τὶς ἐνδείξεις ποὺ συγκεντρώσαμε κατὰ τὴν ἀκτινογραφικὴ καὶ χημικὴ ἐξέταση καθὼς καὶ ἀπὸ τὴ θερμικὴ συμπεριφορὰ τους θεωροῦμε ὅτι αὐτὰ εἶναι μᾶλλον συστάσεως αἵματίτη. Ἡ σύσταση αὐτὴ ἔρχεται σὲ συμφωνία καὶ με τὴν ἄποψη ποὺ ἐκφράστηκε ἀπὸ τὸν Boon (1969) κατὰ τὴν ὁποία οἱ νεφελώδεις ἄστριοι με ἐγκλείσματα αἵματίτη περιορίζονται κυρίως σὲ πετρώματα με χλωριτωμένα, μερικῶς ἢ ἐξ ὀλοκλήρου, φεμικὰ συστατικὰ ὅπως

ἀκριβῶς συμβαίνει καὶ μὲ τοὺς μεταδιορίτες ποὺ εἶναι οἱ κομιστὲς τῶν πλαγιόκλαστων ποὺ ἐξετάζουμε.

Σχετικὰ μὲ τὸν τρόπο ποὺ σχηματίστηκαν τὰ ἐγκλεισμάτα τοῦ αἱματίτη στὰ μελετηθέντα πλαγιόκλαστα θὰ μπορούσαμε νὰ ἀναζητήσουμε κυρίως δύο πιθανὲς ἐκδοχές. Μιὰ ἀπὸ αὐτὲς εἶναι νὰ δημιουργήθηκαν αὐτὰ ἀπὸ διάμειξη, ὅπως ἔχει ὑποστηριχθεῖ ἀπὸ πολλοὺς ἐρευνητὲς (Ernst 1960, Neumann and Christie 1962 κ.ἄ.). Δηλαδή κατὰ τὴν κρυστάλλωση τῶν πλαγιόκλαστων σὲ ψυχρὴ θερμοκρασία εἰσέρχεται στὶς τετραεδρικές θέσεις Fe^{3+} ὁ ὁποῖος στὴ συνέχεια μὲ πτώση τῆς θερμοκρασίας διαμειγνύεται καὶ σχηματίζει αἱματίτη ἐνῶ ταυτόχρονα γιὰ νὰ διατηρηθεῖ ἡ στοιχειομετρία καὶ ἡ ἰσορροπία φορτίου, τὶς τετραεδρικές θέσεις ποὺ κατεῖχε ὁ Fe^{3+} καταλαμβάνει τὸ Al . Ἡ ἄποψη αὕτη δὲν φαίνεται νὰ εἶναι πολὺ πιθανὴ στὴν περίπτωσή μας γιὰτὶ οἱ συγκεντρώσεις τῶν μικρῶν κόκκων τοῦ αἱματίτη παρατηροῦνται μὲ κάποια μεγαλύτερη συχνότητα σὲ περιοχὲς τῶν κρυστάλλων τῶν πλαγιόκλαστων ποὺ βρίσκονται σὲ ἄμεση ἐπαφὴ μὲ τὰ ἐξαλλοιωθέντα σιδηρομαγνησιοῦχα ὀρυκτὰ τοῦ ἀρχικοῦ πετρώματος. Δὲν ἔτυχε ἐπίσης νὰ παρατηρήσουμε φαινόμενα διαμειξέως σὲ ἄλλα ὀρυκτὰ τοῦ ἴδιου πετρώματος ποὺ θὰ δικαιολογοῦσε μιὰ ἀνάλογη ἱστορία σχηματισμοῦ αὐτῶν μὲ τὰ συνυπάρχοντα πλαγιόκλαστα. Ἀλλὰ καὶ ἡ θερμικὴ συμπεριφορὰ ἀκόμη κατὰ τὴν πειραματικὴ μελέτη τῶν παραπάνω πλαγιόκλαστων δὲν μᾶς ἔδωσε στοιχεῖα ποὺ νὰ ὑποστηρίζουν τὴν ἄποψη τοῦ σχηματισμοῦ τῶν ἐγκλεισμάτων αὐτῶν ἀπὸ διάμειξη.

Ἡ ἐκδοχὴ τῆς δημιουργίας τῶν ἐγκλεισμάτων αὐτῶν τοῦ αἱματίτη ἀπὸ μεταγενέστερη μετακίνηση σιδήρου στὰ πλαγιόκλαστα ποὺ μελετήσαμε φαίνεται περισσότερο πιθανή. Τὸ πέτρωμα στὸ ὁποῖο βρίσκονται ὡς συστατικὰ τὰ νεφελώδη αὐτὰ πλαγιόκλαστα εἶναι ἓνας μεταδιορίτης μὲ κύριο χαρακτηριστικὸ τὴν ἐξαλλοίωση (οὐραλιτίωση - χλωριτίωση) τῶν σιδηρομαγνησιούχων ὀρυκτῶν του, κυρίως κλινοπυροξένων, ποὺ ἐμφανίζεται τὶς περισσότερες φορὲς μὲ μορφὴ κελυφιτίωσης. Ἡ μετατροπὴ μάλιστα τοῦ σιδηρομαγνησιούχου ὀρυκτοῦ προχωρεῖ σὲ τέτοιο βαθμὸ, ποὺ ὁλόκληρο τὸ ὀρυκτὸ μετατρέπεται σ' ἓνα συμπλεκτίτη ἀπὸ χλωρίτη καὶ οὐραλίτη μὲ μερικὸς βελονοειδεῖς κρυστάλλους ὀπτικά ἀπροσδιόριστους. Τὰ ἴδια προϊόντα ἐξαλλοιώσεως παρατηροῦνται καὶ σὲ ρωγμώσεις τῶν πλαγιόκλαστων ἢ ἀκόμη καὶ στὰ διάκενα τῶν ὀρυκτῶν συστατικῶν τοῦ πετρώματος. Ἡ ἐξαλλοίωση αὕτη τῶν πρωτογενῶν πυροξένων τοῦ πετρώματος ἀποδίδεται σὲ δρᾶση ὑδροθερμικῶν διαλυμάτων τὰ ὁποῖα μπορεῖ νὰ συνδένονται μὲ τὸ τελευταῖο μαγματικὸ στάδιο κρυσταλλώσεως τοῦ πετρώματος ἢ μπορεῖ νὰ ὀφεί-

λονται σὲ διαδικασίες μεταγενέστερες τῆς πήξης τοῦ μάγματος καὶ ἄσχετες μὲ τὴν πυριγενὴ δραστηριότητα ἀπὸ τὴν ὁποία δημιουργήθηκε τὸ πέτρωμα. Πολὺ πιθανὸ ἀκόμη νὰ συνδέονται καὶ μὲ τὸν παρακείμενο γρανιτικὸ ὄγκο τοῦ Φανοῦ ποὺ βρίσκεται ἀνατολικότερα.

Κατὰ τὴ διάσπαση τῶν σιδηρομαγνησιούχων ὀρυκτῶν κάτω ἀπὸ αὐτὲς τὶς συνθῆκες ἀποδεδειχθήκαν κυρίως Mg καὶ Fe^{2+} καὶ λιγότερο Ca καθὼς καὶ ἄλλα στοιχεῖα. Τὸ ἀρχικὸ βασικὸ πλαγιόκλαστο διασπάστηκε καὶ αὐτὸ καὶ μέρος τοῦ ἀνορθιτικοῦ του μορίου ἀντέδρασε μὲ τὸ μαγνήσιο καὶ ἔδωσε οὐραλίτη καὶ χλωρίτη. Στὸ σχηματισμὸ τοῦ οὐραλίτη πιθανὸ νὰ ἔλαβε μέρος καὶ τὸ ἀσβέστιο ποὺ ἀποδεδειχθήκε ἀπὸ τὰ σιδηρομαγνησιοῦχα ὀρυκτὰ (κλινοπυρόξενoi). Ἀκολούθησε ἡ δημιουργία νέου πλαγιόκλαστου ὀξινότερου λόγω ἀπωλείας ἀσβεστίου ποὺ ἀπομακρύνθηκε πρὸς τὰ γειτονικὰ πετρώματα ἢ ἔλαβε μέρος στὸν παραπάνω σχηματισμὸ τοῦ οὐραλίτη. Παράλληλα Fe^{2+} ποὺ ἐλευθερώθηκε ἀπὸ τὰ σιδηρομαγνησιοῦχα ὀρυκτὰ κάτω ἀπὸ κατάλληλες συνθῆκες καὶ ἰδιαίτερα μὲ τὴν παρουσία νεροῦ ὀξειδώθηκε καὶ σχημάτισε Fe_2O_3 μὲ μορφὴ ἐγκλεισμάτων ὅτὸ ὀξινότερο πλαγιόκλαστο.

Συμπερασματικὰ λοιπὸν θεωροῦμε ὅτι : α) Ἡ νεφέλωση στὰ μελετηθέντα πλαγιόκλαστα προκαλεῖται ἀπὸ τὴ συγκέντρωση λεπτόκοκκων ἢ μὲ μορφὴ σκόνης ἀδιαφανῶν ἐγκλεισμάτων. β) Τὰ ἐγκλείσματα αὐτὰ ὅπως προκύπτει ἀπὸ ἐνδείξεις ποὺ μᾶς ἔδωσε τόσο ἡ ἀκτινογραφικὴ τους ἐξέταση ὅσο καὶ ἡ θερμικὴ τους συμπεριφορὰ εἶναι μᾶλλον συστάσεως αἱματίτη. γ) Ἡ δημιουργία τῶν ἐγκλεισμάτων συνδέεται ἄμεσα μὲ μεταφορὰ σιδήρου στὰ πλαγιόκλαστα αὐτὰ ἀπὸ τὰ σιδηρομαγνησιοῦχα ὀρυκτὰ τοῦ πετρώματος κατὰ τὴ διάσπασή τους. δ) Ὁ σχηματισμὸς τῶν ἐγκλεισμάτων αὐτῶν ἔγινε μέσα στὰ ὀξινότερα πλαγιόκλαστα μετὰ τὴν ὀξείδωση τοῦ δισθενοῦς σιδήρου σὲ Fe_2O_3 ποὺ εὐνοήθηκε ἀπὸ τὴν παρουσία νεροῦ.

S U M M A R Y

Clouded plagioclases from metadioritic rocks of the Guevgueli ophiolite complex are studied. These plagioclases appear with numerous minute opaque to semiopaque inclusions which colour them brownish to reddish brown and give them a characteristic peculiar feature. Most of the clouded plagioclases are in contact with the decomposed ferromagnesian mineral constituents of the metadioritic rocks. X-rays patterns, chemistry and thermal behavior of concentrates of clear and clouded plagioclases suggest a haematitic composition for the minute inclusions, responsible for the cloudiness.

It is believed that the cloudiness of the plagioclases under investigation is related to the decomposition and oxidation of the ferromagnesian minerals of the primary rock. During the above decomposition Fe^{2+} is released and in the presence of water solution is oxidised to form Fe_2O_3 .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A. T. Anderson, Jr., Mineralogy of the Labrieville anorthosite, Quebec. Amer. Mineral. 51, 1671 - 1711, 1966.
- H. J. Bamberger - M. Corlett - E. Eberhard - K. Viswanathan, Diagrams for the determination of plagioclase using X-ray powder methods. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 47, 339 - 349, 1967.
- H. J. Bamberger - E. Eberhard - K. Viswanathan, The lattice constants and related parameters of plagioclases (low). Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 47, 350 - 363, 1967a.
- J. Bébien, Mafic and ultramafic rocks associated with granites in the Vardar zone. Nature, 270, 232 - 234, 1977.
- J. Bébien - J. L. Mercier, Le cadre structural de l'association ophiolites-migmatites-granites de Guéguéli (Macédoine, Grèce): une croûte de bassin inter-arc? Bull. Soc. géol. Fr., (7), t. XIX, no 4, 927 - 937, 1977.
- G. M. Boone, Origin of clouded red feldspars: Petrologic contrasts in a granitic porphyre intrusion. Amer. J. Sci. 267, 633 - 668, 1969.
- H. Carstens, On the clouding of plagioclase in coronited metadolerites. Norsk. Geol. Tidsskr. 35, 129 - 134, 1955.
- G. Christofides, Clouded plagioclases from the Xanthi plutonic complex (Northern Greece). Chem. Erde, 41, 255 - 261, 1982.
- W. G. Ernst, Diabase-granophyre relations in the Endion sill, Duluth, Minnesota. J. Petrol., 1, 286 - 303, 1960.
- Α. Κασώλη - Φορνάρακη, Συμβολή στην όρυκτολογική και πετρολογική μελέτη άμφιβολιτικών πετρωμάτων τής Σερβομακεδονικής μάζας. Διδ. διατρ., 'Επιστ. 'Επετηρ. Φ. Μ. Σχολής Α. Π. Θεσσαλονίκης, Παρ. 32, Τόμ. 20, 231 σελ., 1981.
- A. G. MacGregor, Clouded feldspars and thermal metamorphism. Mineral. Mag. 22, 524 - 538, 1931.
- J. M. McLelland - P. R. Whitney, A generalized garnet-forming reaction for metaigneous rocks in Adirondacks. Contrib. Mineral. Petrol. 72, 111 - 122, 1980.
- J. L. Mercier, Etude géologique des zones internes des Hellénides en Macédoine Centrale (Grèce), Vol. I. Contribution à l'étude du métamorphisme et de l'évolution magmatique des zones internes des Hellénides. Vol. II. Thèse, Paris, Ann. Geol. Pays Hellén. le serie, 20, 792 p., 1968-B, 1966.

- G. S. Murthy - M. E. Evans - D. I. Gough, Evidence of single domain magnetite in the Michikaman anorthosite. *Canad. J. Earth Sci.* 8, 361 - 370, 1971.
- H. Neumann - O. H. J. Christie, Observations on plagioclase aventurines from southern Norway. *Norsk. Geol. Tidsskr.* 42, pt. II, 389 - 393, 1962.
- A. R. Philpotts, Origin of the anorthosite-mangerite rocks in Southern Quebec. *J. Petrol.* 7, 1 - 64, 1966.
- A. Poldervaart - A. K. Gilkey, On clouded plagioclase. *Amer. Mineral.* 39, 75-91, 1954.
- Η. Σαπουντζής, Γεωχημική και πετρογενετική έρευνα τών γαββρικών πετρωμάτων τής περιοχής Θεσσαλονίκης. Διατρ. ύφηγ. 182 σελ. Θεσσαλονίκη, 1973.
- J. V. Smith, Critical review of synthesis and occurrence of plagioclase feldspars and a possible phase diagram. *J. Geol.* 80, 505 - 525, 1972.
- , Feldspars minerals. Vol. 2. Springer - Verlag, Berlin, Heidelberg, N. York, 1974.
- J. V. Smith - P. Gay, The powder patterns and lattice parameters of plagioclase feldspars. II. *Mineral. Mag.* 32, 744 - 762, 1958.
- P. R. Whitney, Spinel inclusions in plagioclase of metagabbros from the Adirondack Highlands. *Amer. Mineral.* 57, 1429 - 1439, 1972.
- P. R. Whitney - J. M. McLelland, Origin of coronas in metagabbros of the Adirondack Mts., N. Y. *Contrib. Mineral. Petrol.* 39, 81 - 98, 1973.
- Γ. Χριστοφίδης, Συμβολή εις τήν μελέτην τών πλουτωνικών πετρωμάτων τής περιοχής Ξάνθης. Διδ. διατρ., 249 σελ., Θεσσαλονίκη, 1977.
-