

ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ ΜΗ ΜΕΛΩΝ

ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ.—Διαφοροποιήσεις εις τὸ χρωμιτοφόρον κοίτασμα τῆς περιοχῆς Βουρίνου - Φλάμπουρου (Πρόδρομος ἀνακοίνωσης), ὑπὸ ᾿Αθαν.
Γ. Πανάγου*. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ ᾿Ακαδημαϊκοῦ κ. Μαξ. Μητσοπούλου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ὡς γνωστόν, εἰς τὴν συγκρότησιν τοῦ χρωμιτικοῦ μορίου AB_2O_4 συμμετέχουν δισθενῆ (Mg, Fe, Zn, Mn) καὶ τρισθενῆ (Al, Fe, Cr) κατιόντα, τῶν ὁποίων αἱ ἀκτῖνες ἰόντων, διαφέρουσαι μεταξὺ των, διαδραματίζουσιν σημαντικὸν ρόλον, ἐν προκειμένῳ ἐπηρεάζουσαι αἰσθητῶς τὴν σταθεράν τοῦ κυβικοῦ πλέγματος τοῦ χρωμίτου. Ἡ ὑποκατάστασις εἰς τὸ πλέγμα τοῦτο τῶν τρισθενῶν κατιόντων Fe, Cr ὑπὸ τοῦ Al ἐλαττώνει τὴν σταθεράν τοῦ πλέγματος αἰσθητῶς, διότι ἡ διαφορὰ τῆς ἀκτῖνος ἰόντος τοῦ Al ἐν σχέσει πρὸς τὴν τῶν κατιόντων Fe, Cr εἶναι σημαντικὴ (Βλ. πίν. 1).

Ἡ τοιαύτη μεταβολὴ τῆς σταθερᾶς πλέγματος τοῦ χρωμίτου ἀξιοποιήθη εἰς τὰ κοιτάσματα χρωμιτῶν Βουρίνου - Φλάμπουρου ἐν τῇ προσπάθειά ἐξαγωγῆς γενικωτέρων συμπερασμάτων σχετικῶν πρὸς τὴν διάρθρωσιν τοῦ ὑπερβασικοῦ ὄγκου καὶ τὸν ἀποχωρισμὸν τῶν κοιτασμάτων χρωμίτου, ὡς καὶ διὰ τὴν διαπίστωσιν σχέσεων τοῦ χρωμίτου πρὸς τὴν γειτονίαν του (μητρικὸν πέτρωμα καὶ περιβάλλον αὐτοῦ).

Πίναξ 1

Κατιόν	Ἀκτὺς κατιόντος κατὰ Ahrens (1 9 5 2)
Al	0.51
Cr ³⁺	0.63
Fe ³⁺	0.65
Mg	0.66
Fe ²⁺	0.74
Zn ²⁺	0.74
Mn ²⁺	0.80

α) Διάρθρωσις τοῦ πλουτωνίου

Κατὰ τὰς ἐν ὑπαίθρῳ παρατηρήσεις ὑποπίπτει εὐκόλως εἰς τὴν ἀντίληψιν τοῦ ἐρευνητοῦ τὸ γεγονός ὅτι δύο τοῦλάχιστον ζῶναι διακρίνονται εἰς τὴν περιοχὴν Βουρίνου — Φλάμπουρου : ζώνη βάσεως καὶ ἐστρωμένη ζώνη. Ἀνάλογον διάρθρωσιν τῆς ἐν θέματι περιοχῆς ἀναφέρει καὶ ὁ Ζάχος (6) δεχόμενος ἀναλογίαν τοῦ ὑπερβασικοῦ ὄγκου Βουρίνου — Φλάμπουρου πρὸς τὸν ὑπερβασικὸν ὄγκον τῆς Raduscha (Γιουγκοσλαβία). Κατὰ τὸ πρότυπον τῆς ἀναλύσεως τῆς ἐσωτερικῆς δομῆς τῆς ὡς ἄνω περιοχῆς (Hiessleitner G., 2) ἐπεχείρησεν οὗτος διαχωρισμὸν τοῦ πλουτωνίου εἰς ζώνας, ὁμιλεῖ δὲ περὶ ζώνης βάσεως, μέσης ἐστρωμένης ζώνης καὶ ἀνωτέρας ζώνης.

* ATHAN. G. PANAGOS, *Differentiation in der Chromerzlagertstätte des Gebietes von Vourinon - Flambouron.*

Κατὰ τὰς ἐρεῦνας του ἐπὶ τῶν τουρκικῶν χρωμιτῶν ὁ Krause (4) διεπίστωσεν ἐπὶ τῇ βάσει χημικῶν ἀναλύσεων δειγμάτων χρωμιτῶν συγκεκριμένης τοποθετήσεως εἰς ζώνας πλουτωνίου ὅτι «οἱ χρωμῖται τῆς ζώνης βάσεως καὶ τοῦ κατωτέρου τμήματος τῆς ἐστρωμένης ζώνης περιέχουν σημαντικωτέραν ἀναλογίαν εἰς Cr μὲ παράλληλον μικροτέραν ἀναλογίαν εἰς Al ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν μέσσην ἐστρωμένην ζώνην, ἐνῶ ἀντιστρόφως ἡ ἐστρωμένη ζώνη περιλαμβάνει χρωμίτας μὲ μικροτέραν ἀναλογίαν εἰς Al ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν ζώνην βάσεως».

Καὶ ὁ G. van der Kaaden (3) ἔδειξεν ἐπίσης εἰς χρωμίτας τῆς ΝΔ Ἀνατολίας (Τουρκία) ὅτι «ὡψηλαὶ ἀναλογίαι Al ἐντὸς τοῦ μορίου τῶν χρωμιτῶν χαρακτηρίζουν περιοχὰς ἀνωτέρας ζώνης ἐνὸς πλουτωνίου ὄγκου, τοῦτέστι περιοχὰς κειμένας ἐγγύτερον πρὸς τὴν ὀροφὴν τοῦ πλουτωνίου (dachnahen Regionen)».

Ἐπειδὴ, ὡς προαναφέρθη, ἡ ἐνσωμάτωσις ἀφθονωτέρου Al εἰς τὸ πλέγμα τοῦ χρωμίτου συντελεῖ εἰς τὴν μείωσιν τῆς σταθεραῆς τοῦ πλέγματός του, θὰ πρέπη κατὰ τὰ ἀνωτέρω νὰ ἀναμένωμεν εἰς τὴν ζώνην βάσεως μεγαλυτέρας σχετικῶς τιμὰς τῆς σταθεραῆς πλέγματος, εἰς δὲ τὴν ἐστρωμένην ζώνην μικροτέρας τιμὰς.

β) Σχέσεις χρωμιτῶν πρὸς τὸ περιβάλλον των

Εἶναι γνωστὸν ἀπὸ προηγουμένης ἐρεῦνας, ὅτι χρωμῖται πλούσιοι εἰς (Mg, Fe)Al₂O₄, δηλαδὴ εἰς κανονικὸν σπινέλλιον, ἀναπτύσσονται ἐντὸς ὑπερβασικῶν πετρωμάτων συνδεδεμένων πρὸς βασικά πετρώματα ἢ ἔστω ὑπερβασικὰ πυροξενόυχα πετρώματα, ἐνῶ τοῦναντίον ἐντὸς δουνιτῶν εὐνοεῖται ἡ ἀνάπτυξις χρωμιτῶν πλουσίων εἰς (Mg,Fe)Cr₂O₄. Οἱ T.P. Thayer (5) καὶ M.A. Bateman (1) εἰς τὰ κοιτάσματα χρωμίτου τοῦ Oregon διαπιστώνουν ὅτι: χρωμῖται πλούσιοι εἰς Cr₂O₃ ἀπαντῶνται εἰς περιβάλλον ἄνευ ἀστρίων καὶ πτωχὸν εἰς Al καὶ Fe (δουνιτικός σερπεντίνης), ἐνῶ, ἀντιθέτως, χρωμῖται πλούσιοι εἰς (Mg, Fe)Al₂O₄ ἀπαντῶνται εἰς περιβάλλον μὲ πυροξενόυχα πετρώματα (γάββροι, νορίται).

Ἡ τοιαύτη μεταβολὴ τῆς συνθέσεως τῶν χρωμιτῶν ἐν συναρτήσει πρὸς τὸ περιβάλλον των ἐκδηλοῦται ἐπίσης διὰ μεταβολῶν τῆς σταθεραῆς πλέγματος, κατὰ τοιοῦτον μάλιστα τρόπον, ὥστε νὰ ἔχωμεν μικρὰς τιμὰς εἰς τὴν πρώτην καὶ μεγαλυτέρας τιμὰς εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν. Τοιοῦτόν τι εἶναι εὐνόητον ὅταν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ σταθερὰ πλέγματος τοῦ σπινελίου (Mg,Fe)Al₂O₄ εἶναι σημαντικῶς μικροτέρα τῆς τοῦ (Mg,Fe)Cr₂O₄.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

Ἐπὶ τοῦ ὑπερβασικοῦ ὄγκου Βουρίνου — Φλάμπουρου ἐγένετο κατὰ τὸ θέρος τοῦ 1964 πυκνὸν δειγματοληψίας.

Ἀκτινογραφήθησαν 86 δείγματα χρωμιτῶν (ἀκτινογραφήματα Debye — Scherrer). Κατὰ τὴν ἀποτίμησιν τῶν ἀκτινογραφημάτων κόνεως ἐφηρμόσθη ἡ «ἀσυμμετρικὴ» μέθοδος κατὰ Straumanis. Ἐχρησιμοποιήθη κυλινδρικός θάλαμος ἀκτινοσκοπήσεων τύπου Phillips (λυχνία Fe, φίλτρον Mn, τάσις 40 KV, ἔντασις 12 mA).

Ὁ πίναξ 2 περιλαμβάνει τὰς θέσεις συλλογῆς τῶν δειγμάτων μὲ τὰς ἀντιστοίχους τιμὰς τῆς σταθερᾶς πλέγματος. Αἱ τιμαὶ αὗται κατεχωρίσθησαν ἐν συνεχείᾳ ἐπὶ τοῦ χάρτου τῆς εἰκ. 1. Ὁ πίναξ 3, τέλος, δεικνύει τὴν κατ' ἐπαρχίας κατανομὴν τῶν τιμῶν τῆς σταθερᾶς πλέγματος τῶν χρωμιτῶν τῆς ἐν θέματι περιοχῆς.

Πίναξ 2

Περιοχὴ	Αἰξ. ἀριθ. παρ/τος	Θέσις	Σταθερὰ πλέγματος	Παρατηρήσεις
Βούρινον	B 1	1.—Ἀγ. Νικόλαος	8.243	A
	B 2	»	8.237	
	B 3	»	8.250	
	B 20	2.—Πεῦκα	8.227	
	B 21	»	8.238	
	B 28	3.—Κοκκινόσταλος— Κοπάνες	8.262	
	B 31	»	8.258	
	B 33	4.—Κουρσούμια	8.255	
	B 36	»	8.258	
	B 38	»	8.243	
	B 46	5.—Καστράκι	8.215	
	B 48	»	8.215	
	B 51	6.—Ριζὸ	8.252	
	B 52	»	8.256	
	B 54	7.—Γριμπογιώργη	8.240	
	B 55	»	8.232	
	B 58	8.—Ταμπόρια	8.248	
	B 63	»	8.254	
	B 65	9.—Βοῦδόλακκας	8.266	
	B 66	»	8.258	
	B 71	10.—Παλιοκαρυά	8.254	
	B 72	»	8.264	
	B 74	11.—Δραγκόση (α)	8.258	
	B 76	»	8.264	
	B 77	12.—Δραγκόση (β)	8.272	
	B 78	»	8.261	

	B 80	13.—Δραγκόση (γ)	8.276
	B 82	»	8.267
	B 85	14.—Κουρῆ	8.262
	B 87	»	8.259
Κίσσαβος	B 90	15.—Κίσσαβος	8.230
	B 91	»	8.239
	B 97	16.— » (νοτ.)	8.245
	B 98	»	8.208
Ἀετορράχες	B 100	17.—Κουτροῦλι	8.285
	B 101	»	8.282
	B 106	18.—Ἀγριάντζες	8.268
	B 107	»	8.265
	B 113	19.—Μικρὴ Βρόπολη	8.263
	B 114	» »	8.267
	B 118	20.—Λιβάδια	8.260
	B 119	»	8.256
	B 123	21.—Τσούκα	8.266
	B 124	»	8.262
	B 127	»	8.271
	B 128	»	8.266
	B 130	»	8.248
	B 133	22.—Μεγ. Βρόπολη	8.260
	B 136	» »	8.280
	B 137	23.—Κόκ. Δρόμος	8.235
	B 139	» »	8.264
	B 143	24.—Σηπωτό	8.251
	B 144	»	8.260
	B 217	25.—Περιστέρια	8.256
	B 220	»	8.249
	B 221	26.—Γουρουνοκούμασο	8.254
	B 223	»	8.264
	B 225	27.—Σουρβάλα	8.265
	B 226	»	8.262
	B 228	»	8.243
	B 229	28.—Σάκωνα	8.198
	B 232	»	8.218
Φλάμπουρο	B 149	29.—Μαντέμια	8.216
	B 150	»	8.231
	B 153	30.—Μότσαλη	8.210
	B 154	»	8.230
	B 159	31.—Μουτσάρα	8.242
	B 162	»	8.258

	B 164	32.—Ράχη Τάσου	8.242
	B 165	» »	8.236
	B 169	33.—'Ανεξίτικα	8.243
	B 170	»	8.236
	B 188	34.—Ξερολίβαδο	8.256
	B 191	»	8.255
		
		
	B 206	35.—πρὸ Κονιβοῦ	8.189
	B 207	» »	8.197
	B 211	36.—Κονιβὸ	8.233
	B 213	»	8.244
Παλιάλωνα	B 235	37.—Τσαπουρνιές	8.256
	B 236	»	8.276
	B 237	38.—Παλιογέφυρα	8.254
	B 238	»	8.277
	B 239	39.—'Αμιαούρα (α)	8.248
	B 240	»	8.281
	B 241	40.—'Αμιαούρα (β)	8.271
	B 242	»	8.265

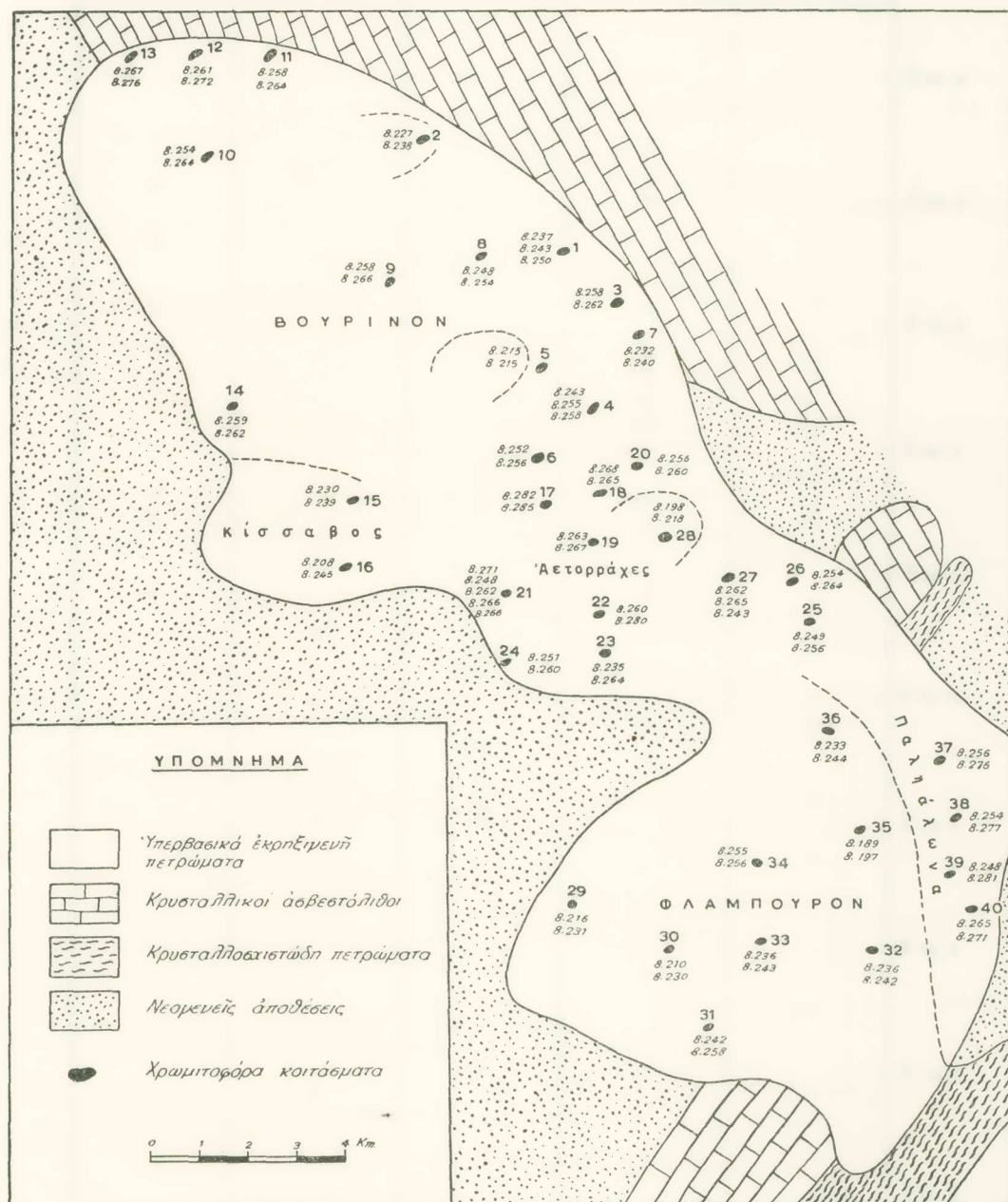
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἀνωτέρω λεχθέντων, συνδυαζομένων μὲ τὰς ἐν ὑπαίθρῳ παρατηρήσεις καὶ μὲ τὰ πειραματικὰ δεδομένα, συμπεραίνομεν ὅτι :

1.—Εἰς τὴν περιοχὴν Βουρίνου — Φλάμπουρου ὑπάρχει εἰς ἀναμφισβήτητος διαφορισμὸς τῶν τιμῶν τῆς σταθερᾶς πλέγματος τῶν χρωμιτῶν τῶν κοιτασμάτων τῆς περιοχῆς. Μεγαλύτεραι τιμαὶ εἶναι κατανεμημέναι εἰς Βούρινον, Ἄετορράχες, Παλιάλωνα (γενικῶς ἄνω τοῦ 8.25 Å). Μικρότεραι τιμαὶ (γενικῶς κάτω τοῦ 8.25 Å) κατανέμονται εἰς Φλάμπουρον καὶ Κίσσαβον.

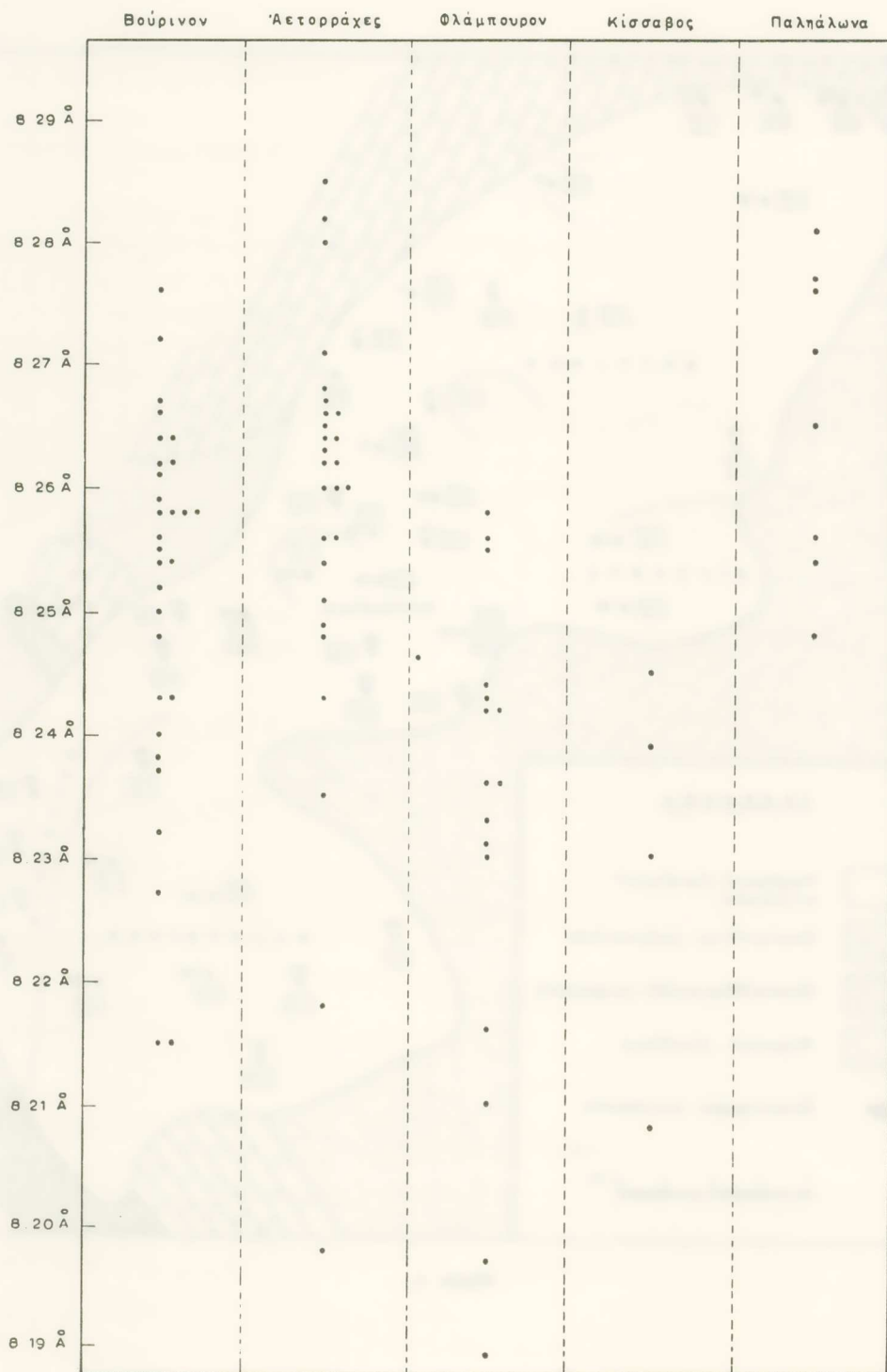
2.—Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν τιμῶν τῆς σταθερᾶς πλέγματος τῶν χρωμιτῶν καθίσταται δυνατὸς ὁ διαχωρισμὸς τῆς ὥς ἄνω περιοχῆς εἰς δύο ζώνας (βλ. χάρτην τῆς εἰκ. 1). Ἡ μία τούτων καταλαμβάνει τὸ βόρειον, κεντρικὸν καὶ ἀνατολικὸν τμήμα τῶν ὑπερβασικῶν ἐμφανίσεων καὶ ἐκπροσωπεῖ βαθύτερον κείμενα τμήματα τοῦ πλουτωνίτου (ζώνη βάσεως). Ἡ ἑτέρα καταλαμβάνει τὸ δυτικὸν τμήμα καὶ ἀποτελεῖ πλησιέστερα πρὸς τὴν ὀροφὴν τοῦ πλουτωνίτου τμήματα (πιθανάτα τὴν μέσσην ἐστρωμένην ζώνην).

3.—Ὁ διαχωρισμὸς οὗτος (ἡ στικτὴ γραμμὴ ἀποτελεῖ τὸ διαχωριστικὸν ὄριον) συμφωνεῖ ἱκανοποιητικῶς μὲ τὴν γεωλογικὴν παρατήρησιν καὶ τὰ πετρο-



Εικών 1.

Πίναξ 3



λογικά και κοιτασματολογικά δεδομένα, ως τοῦτο λεπτομερῶς ἐκτίθεται εἰς τὴν ἀκολουθοῦσαν (ὑπὸ ἐκπόνησιν) ἐκτενεστέραν μελέτην.

4.—Ἡ γειτονία ἀφ' ἑνὸς τῶν γάββρων (ΒΔΔ τοῦ Κισσάβου) καὶ ἀφ' ἑτέρου τῶν πυροξενιτῶν (εἰς τὴν ζώνην Καστρακίου) ἐπηρεάζουν τὰς τιμὰς τῆς σταθερᾶς πλέγματος τῶν γειτονικῶν κοιτασμάτων εἰς τὰς ὡς ἄνω περιοχὰς (Κίσσαβος : 8.208, 8.230, 8.239, 8.245 Å. Καστράκι : 8.215, 8.215 Å).

5.—Ἐντὸς ἐκτεταμένων μαζῶν δουνιτῶν (Βούρινον, Ἀετορράχες, Παλιά-λωνα) αἱ τιμαὶ τῆς σταθερᾶς πλέγματος εἶναι γενικῶς ὑψηλαί. Εἰς Φλάμπουρον, ὅπου ὁ πυρόξενος συμμετέχει οὐσιωδῶς εἰς τὴν συγκρότησιν τοῦ μητρικοῦ πετρώ-ματος τῶν χρωμιτῶν, αἱ τιμαὶ τῆς σταθερᾶς πλέγματος εἶναι αἰσθητῶς μικρότεραι (βλ. πίν. 3).

ΣΗΜ.—Ἡ ἐργασία αὕτη ἐξεπονήθη εἰς τὸ πλαίσιον ἀναληφθείσης ὑπὸ τοῦ συγγραφέως πρὸς τὸ Β.Ι.Ε. ὑποχρεώσεως. Τὸ Στὸν Βασιλικὸν Ἰδρυμα Ἐρευνῶν εὐχαριστῶ θερμῶς καὶ ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης.

Εὐχαριστῶ ἐπίσης θερμῶς τὸν Διευθυντὴν τοῦ Ἐργαστηρίου Ὁρυκτολογίας καὶ Πετρολο-γίας καθηγητὴν κ. Ἀναστάσιον Γεωργιάδην διὰ τὸ ἀμέριστον ἐνδιαφέρον του κατὰ τὴν ἐκπό-νησιν τῆς παρούσης μελέτης καθὼς καὶ τὸν Διευθυντὴν τοῦ Ἐργαστηρίου Κοιτασματολογίας καθηγητὴν κ. Γεώργιον Παρασκευόπουλον δι' εὐστόχους παρατηρήσεις καὶ ὑποδείξεις του.

ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund von röntgenographischen Untersuchungen wurde unternommen, bezüglich des zonaren Aufbaues des ultrabasischen Massivs von Vourinon-Flambouron, Schlüsse zu ziehen und den Zusammenhang zwischen dem Chromit-aufbau (bzw. den Werten ihrer Gitterkonstante) und dem Typ des umgebenden Nebengesteins festzustellen.

Eine regionale Verteilung der Werte der Gitterkonstanten von Chromit wurde festgestellt. Höhere Werte (über ca. 8.25 Å) sind in Vourinon, Aetoraches und Palialona, kleinere Werte (unter ca. 8.25 Å) in Flambouron und Kissavos, verteilt.

Auf Grund dieser Verteilung lassen sich in diesem Gebiet zwei Zonen unterscheiden : Die erste umfasst tiefer liegende Partien, die zweite dachnäher liegende Partien des basischen Massivs.

Diese Unterscheidung stimmt ausreichend mit der geologischen Beobachtung und den petrographischen und lagerstättlichen Angaben überein.

Ein Zusammenhang zwischen Chromiten und Nebengesteinen ist festzustellen. In dunitischen Massen trifft man Chromite mit höheren Werten an, in pyroxenhaltigen Gesteinen und in Gesteinen in der Nähe von Gabbro finden sich Chromite mit kleineren Werten der Gitterkonstante.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. BATEMAN, A. M.: Economic Mineral Deposits, New York 1950.
2. HIESSLEITNER, G.: Serpentin- und Chromerz- Geologie der Balkanhalbinsel und eines Teiles von Kleinasien. Geol. Bundesanstalt, Wien 1951.
3. VAN DER KAADEN, G.: On relationship between the composition of chromites and their tectonic - magmatic position in the peridotite in the SW of Turkey. Congr. Intern. XX Session 1956, Section 8.
4. KRAUSE, H.: Erzmikroskopische Untersuchungen an türkischen Chromiten. N. Jahrb. f. Min. Abh. Bd. 90, 1957.
5. THAYER, T. P.: Chromite deposits of Grant Country, Oregon; A preliminary report. U.S. Geol. Surv. Bull. 1940.
6. ΖΑΧΟΥ, Κ.: 'Η χρωμιτοφόρος περιοχή Βουρίνου Κοζάνης. Ι.Γ.Ε.Υ. 'Αθήναι 1953.

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ. — 'Επὶ τῆς ἰονιζούσης ἀκτινοβολίας τῶν ἐκλάμψεων, ὑπὸ
Δημ. Σ. Μποβιάτσου *. 'Ανεκοινώθη ὑπὸ τοῦ 'Ακαδημαϊκοῦ κ. 'Ιωάνν.
 Ξανθάκη.

Κατὰ τὴν πρόσφατον περίοδον ἐντόνου δραστηριότητος τοῦ 'Ηλίου, προκλήθεισας ἀπὸ τὴν ἐμφάνισιν τοῦ κέντρου 69 - 64, ἐμελετήθη σειρά γεωφυσικῶν φαινομένων καταγραφέντων ἀπὸ τὰς πειραματικὰς διατάξεις τοῦ 'Ιονοσφαιρικοῦ 'Ινστιτούτου τοῦ 'Αστεροσκοπείου 'Αθηνῶν.

Κατωτέρω μελετῶμεν τὴν ἐξέλιξιν τῆς ἰονιζούσης ἀκτινοβολίας, ἥτις προσέκυψεν ἀπὸ ἐκλάμψιν τῆς 15.00 L.T ὥρας τῆς 16ης Σεπτεμβρίου 1963, βάσει τῶν συνεχῶν ἐγγραφημάτων τοῦ σταθμοῦ Σκαραμαγκᾶ καὶ τῶν ὀπτικῶν παρατηρήσεων, αἵτινες ἐγένοντο ἐκ τῆς ὑπηρεσίας 'Ηλίου τοῦ 'Αστρονομικοῦ 'Ινστιτούτου τοῦ 'Αστεροσκοπείου 'Αθηνῶν.

Εἶναι γνωστὸν ὅτι ἡλιακὴ ἐκλάμψις «flare» ὀδηγεῖ συχνάκις εἰς μίαν αἰφνιδίαν ἰονοσφαιρικὴν ἀναταραχὴν SID ὀφειλομένην εἰς τὴν πρόσθετον ἐνεργὸν ἀκτινοβολίαν, ἥτις ἐπαυξάνει τὸν ἰονισμόν ἰδίως τῶν κατωτάτων στρωμάτων τῆς ἰονοσφαίρας.

'Ερευνῶντες τὸ συνεχὲς ἐγγράφημα ἐνὸς SID, ὡς τοῦτο καταγράφεται ὑπὸ τοῦ σταθμοῦ κατακορύφου διερευνήσεως τῆς ἰονοσφαίρας τοῦ Σκαραμαγκᾶ, διαπιστοῦμεν ὅτι σημειοῦται αὐξήσις τῆς τιμῆς τῆς ἐλαχίστης συχνότητος ἀνακλάσεως ἐπὶ τῶν στρωμάτων τῆς ἰονοσφαίρας f_{min} .

* DEM. S. BOVIATSCS, On the ionizing radiation of solar flares.