

ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ.— Κρυσταλλοχημεία και χημική σύνθεσις τῶν χρωμιτῶν "Οθρυος, ὑπὸ Ἀθαν. Γ. Πανάγου*. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Μ. Κ. Μητσοπούλου.

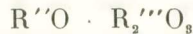
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ἐπὶ τοῦ χημισμού τῶν ἐλληνικῶν χρωμιτῶν ἐλάχιστα μέχρι τοῦδε ἔχουν γραφῆ, μόλις δὲ ἐσχάτως παρατηρεῖται ποιά τις δραστηριότης πρὸς τὴν κατεύθυνσιν ταύτην (5, 7). Εἰς τὰς πλείστας τῶν περιπτώσεων οἱ ἐρευνηταὶ περιορίσθησαν εἰς τὴν δημοσίευσιν χημικῶν ἀναλύσεων χρωμιτῶν ἄνευ περαιτέρω ἐπεκτάσεως εἰς τὴν ἐπεξεργασίαν τοῦ χημισμού των καὶ εἰς τὴν διατύπωσιν συγκεκριμένων ἐπ' αὐτοῦ συμπερασμάτων.

Ἐπειδὴ οἱ χρωμιταὶ τῆς "Οθρυος συγκροτοῦν ἰδιάζουσιν ομάδα (Πανάγος, 1965, σελ. 22 - 26 καὶ Εἰκ. 1, 2 καὶ 3), ἀποτελοῦν ἐνταῦθα ἀντικείμενον ἰδιαίτερας ἐργασίας.

Ἐπὶ τῆς ὀρυκτολογίας τοῦ χρωμίτου ἔχουν λεχθῆ οὐκ ὀλίγα καὶ ἔχουν προταθῆ πλεῖσται ὅσαι ταξινομήσεις (Simpson - 1920, Fisher - 1929, Winchell - 1944). Συμφώνως πρὸς τὰς ἀντιλήψεις τοῦ Palache (1944), αἱ ὁποῖαι εἶναι καὶ αἱ σήμερον ἰσχύουσαι, οἱ χρωμιταὶ περιλαμβάνουν μέλη τῆς ὁμάδος τῶν σπινελίων μετὰ χρώμιον ὡς κυριαρχοῦν τριθενῆς κατιόν. Τὸ κυριαρχοῦν δισθενῆς κατιόν εἶναι κυρίως ὁ σίδηρος καὶ τὸ μαγνήσιον.

Παρατηροῦντες τὰς χημικὰς ἀναλύσεις χρωμιτῶν τῆς "Οθρυος συνάγομεν σαφῶς ὅτι εἰς τὰς ἐνώσεις ταύτας τοῦ γενικοῦ τύπου



τὸ R'' εἶναι κυρίως Fe^{2+} , Mg^{2+} καὶ Mn^{2+} καὶ τὸ R''' κυρίως Cr^{3+} , Al^{3+} καὶ Fe^{3+} .

ΧΗΜΙΣΜΟΣ

Διὰ τὴν διερεύνησιν τοῦ χημισμού τῶν χρωμιτῶν "Οθρυος ὑπῆρχον εἰς τὴν διάθεσιν ἡμῶν 16 πλήρεις χημικαὶ ἀναλύσεις. Αἱ ἀναλύσεις αὗται περιλαμβάνονται εἰς τὸν Πίνακα 1.

* ATHAN. G. PANAGOS: Zur Kristallchemie und chemischen Zusammensetzung der Chromite von Othrys.

Ἐκ τῶν ὡς ἄνω ἀναλυθέντων δειγμάτων (Πίν. 1, 2) παρατηροῦμεν τὰ κάτωθι:

- 1) Τὰ κύρια συστατικά ὀξειδία, τὰ μετέχοντα εἰς τὴν σύνθεσιν τοῦ χρωμιτικοῦ μορίου, εἶναι τὰ Cr_2O_3 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 καὶ FeO , MgO .
- 2) Τὸ MnO μετέχει ἐπίσης, εἰς μικρὰν ἀναλογίαν προφανῶς, ὡς $MnAl_2O_4$ (γαλαξίτης).
- 3) Τὸ Ni ἢ ὑποκαθιστᾷ τὸ μαγνήσιον εἰς τὸν σερπεντίνην ἢ ἀποτελεῖ συστατικὸν τῶν συμπαραμορτούντων ἐντὸς τῶν χρωμιτῶν νικελιούχων σουλφιδίων, ὧν ἡ παρουσία διεπιστώθη μικροσκοπικῶς (7). Εἰς τὴν παρουσίαν τῶν σουλφιδίων πρέπει νὰ ἀποδοθῇ τοῦλάχιστον ἓν μέρος καὶ ἡ παρουσία τῶν Cu , Mo , As . Τὸ Ti εἶναι ἐνσωματωμένον εἰς τὸν ἰλμενίτην.
- 4) Τὸ CaO πρέπει νὰ ἀποδοθῇ κυρίως εἰς τὸ συμπαραμορτοῦν ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον, ἂν καὶ ἐσχάτως ἐρευνηταὶ τινες ὑπαινίσσονται τὴν παρουσίαν τοῦ ἀσβεστίου ἐντὸς τοῦ πλέγματος τῶν σπινελίων.

Τὸ MgO , ὡς ἐδόθη εἰς τὰ ἀναλυθέντα δείγματα χρωμίτου, δὲν μετέχει καθ' ὅλοκληρίαν εἰς τὸ πλέγμα τούτου, καθ' ὅσον, ὡς γνωστὸν, σημαντικὸν μέρος αὐτοῦ ἀποτελεῖ συστατικὸν τοῦ συμπαραμορτούντος σερπεντίνου. Ἀπεβλήθη τὸ τοιοῦτον μαγνήσιον βάσει τοῦ τύπου $2SiO_2 \cdot 3MgO \cdot 2H_2O$. Ὁ Πίναξ 3 περιλαμβάνει τὸ τελικὸν MgO τὸ ἐνσωματωμένον ἐντὸς τοῦ χρωμιτικοῦ πλέγματος.

Π Ι Ν Α Ξ 3

Τελικὸν MgO ἐνσωματωμένον ἐντὸς τοῦ πλέγματος τῶν χρωμιτῶν.

Αὔξ. ἀριθ. ἀναλύσεως	Τελικὸν MgO	Αὔξ. ἀριθ. ἀναλύσεως	Τελικὸν MgO
1.	12.85	9.	14.08
2.	10.09	10.	14.44
3.	14.68	11.	12.88
4.	15.16	12.	16.54
5.	15.70	13.	13.93
6.	16.39	14.	11.33
7.	14.79	15.	11.58
8.	14.55	16.	11.49

Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν Πινάκων 1, 2 καὶ 3 ἐλογίσθησαν ἐν συνεχείᾳ τὰ μεγέθη: $R''O/R_2'''O_3$, Cr , Fe , Cr/Fe περὶ τῶν ὁποίων καὶ διαλαμβάνομεν εἰς τὸν Πίνακα 4.

Ἐν συνεχείᾳ καὶ συμφώνως πρὸς ἐφαρμοσθεῖσαν ἤδη ὑπὸ τοῦ Thayer μέθοδον ἀποδόσεως τοῦ χημισμοῦ σπινελίων, ἐκφράζεται ἡ σύνθεσις τῶν χρωμιτῶν τῆς "Θηρος ὡς «λόγος μοριακῶν ἀναλογιῶν τῶν συστατικῶν τῶν $R''O$ καὶ $R_2'''O_3$ » (in terms of molecular ratio of $R''O$ and $R_2'''O_3$ constituents), ὡς τοῦτο ἐμφαίνεται εἰς τὸν Πίνακα 5.

Π Ι Ν Α Κ Σ 4

Τὰ ἐπὶ τῇ βάσει τῶν πινάκων 1, 2 καὶ 3 λογισθέντα μεγέθη $R''O/R_2'''O_8$, Cr, Fe, Cr/Fe.

Αἰξ. ἀριθ. ἀναλύσεως	$RO''/R_2'''O_8$	Cr	Fe	Cr/Fe
1.	1.015	27.39	7.60	3.60
2.	0.986	24.17	10.05	2.40
3.	0.958	29.42	10.30	2.85
4.	0.918	28.19	10.85	2.60
5.	0.985	31.13	11.12	2.80
6.	0.960	26.61	12.07	2.20
7.	1.130	26.68	12.35	2.16
8.	0.885	27.03	11.43	2.36
9.	0.896	27.03	12.55	2.15
10.	0.931	27.18	12.66	2.15
11.	1.123	26.65	12.47	2.14
12.	1.228	26.75	11.61	2.30
13.	1.156	26.79	12.14	2.21
14.	0.984	27.44	10.75	2.55
15.	0.957	28.29	10.49	2.69
16.	1.032	28.81	12.14	2.37

Π Ι Ν Α Κ Σ 5

Μοριακαὶ ἀναλογίαι ἐπὶ τοῖς % τῶν συστατικῶν τῶν $R''O$ καὶ $R_2'''O_8$ τῶν χρωμιτῶν Ὀθρυος.

Αἰξ. ἀριθ. ἀναλύσεως	$R''O$	FeO	MgO	MnO	R_2O_8	Cr_2O_8	Al_2O_8	Fe_2O_8
1.	.4896	34.11	65.09	0.80	.4822	54.60	44.63	0.77
2.	.4372	39.84	59.51	0.65	.4431	52.43	46.92	0.65
3.	.5089	28.18	71.55	0.27	.5311	53.25	46.36	0.39
4.	.5054	25.35	74.38	0.27	.5504	49.23	44.73	6.04
5.	.5397	27.58	72.15	0.27	.5479	54.63	40.81	4.56
6.	.5261	22.49	77.24	0.27	.5480	46.70	44.40	8.90
7.	.5004	26.43	73.30	0.27	.4426	34.34	55.63	10.03
8.	.4819	24.85	74.87	0.27	.5447	47.69	44.49	7.82
9.	.4814	27.18	27.55	0.27	.5372	48.36	42.91	8.73
10.	.5084	29.29	70.44	0.27	.5461	47.81	45.09	7.10
11.	.5434	39.22	58.78	2.00	.4826	53.09	45.86	1.05
12.	.6211	32.06	66.04	1.90	.5058	50.85	48.28	0.87
13.	.5628	36.62	61.38	2.00	.4867	52.91	45.94	1.15
14.	.4667	39.55	60.22	0.23	.4740	55.65	43.52	0.83
15.	.4670	37.79	61.50	0.71	.4881	55.99	42.84	1.17
16.	.5024	41.02	56.73	2.25	.4865	56.92	41.93	1.15

Ἐκ τοῦ πίνακος 5 καθίσταται σαφές ὅτι:

1) Εἰς τὸ $R''O$:

α) κυριαρχοῦν συστατικὸν εἶναι τὸ MgO, τοῦ FeO διατηροῦντος ἐπίσης ὑψηλὰς τιμάς.

β) τὸ MnO συμμετέχει μὲ μικρὰν ἀναλογίαν.

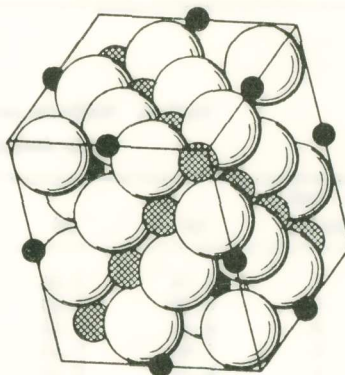
γ) ἡ μέση ἀναλογία εἰς mol ἐπὶ τοῖς % τῶν FeO: MgO: MnO εἶναι 32: 67.2: 0.8.

2) Εἰς τὸ $R_2'''O_8$:

- α) κυριαρχούν συστατικόν είναι τὸ Cr_2O_3 , τοῦ Al_2O_3 διατηροῦντος ἐπίσης λίαν ὑψηλὰς τιμὰς.
 β) τὸ Fe_2O_3 συμμετέχει μὲ μεταβλητὴν ἀναλογία.
 γ) ἡ μέση ἀναλογία εἰς mol ἐπὶ τοῖς % τῶν Cr_2O_3 : Al_2O_3 : Fe_2O_3 εἶναι 50.9: 45.3: 3.8.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΝ ΤΗΣ ΚΥΨΕΛΙΔΟΣ

Κατὰ τὸν Bragg (1) εἰς τὴν συγκρότησιν τῆς στοιχειώδους κυψελίδος τῶν σπινελίων μετέχουν 32 ἰόντα ὀξυγόνου καὶ 24 κατιόντα, ἐκ τῶν ὁποίων 8 ἔχουν τετραεδρικήν καὶ 16 ὀκταεδρικήν σύνταξιν (Εἰκ. 1).



Εἰκ. 1.— Δομὴ σπινελίου

Γενικῶς, τὸ περιεχόμενον τῆς κυψελίδος εἶναι $8 \text{R}''\text{O}$, $\text{R}_2''\text{O}_3$.

Λαμβανομένων ὑπ' ὄψιν τῶν ἀνωτέρω καὶ ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἀναλύσεων τοῦ Πίνακος 1 ὑπελογίσθη ὁ ἀριθμὸς κατιόντων ὁ ἐκπροσωπούμενος ἐντὸς τῆς κυψελίδος τῶν ἀναλυθέντων χρωμιτῶν καθ' ὃν τρόπον ἐμφαίνεται τοῦτο εἰς τὸν Πίνακα 7. Ὁ ὑπολογισμὸς οὗτος ἐγένετο ὡς κάτωθι:

Αἱ ἐπὶ τοῖς % ἀναλογίαι τῶν ὀξειδίων διαιροῦνται διὰ τοῦ μοριακοῦ βάρους των (μοριακαὶ ἀναλογίαι - molecular ratios). Ὑπολογίζονται ἐν συνεχείᾳ τὰ $\text{R}''\text{O}$ καὶ $\text{R}_2''\text{O}_3$. Αἱ μοριακαὶ ἀναλογίαι λογίζονται κατόπιν εἰς «ἄτομα κατὰ κυψελίδα» διὰ συναθροίσεως 8 δισθενῶν καὶ 16 τρισθενῶν κατιόντων δι' ἐκάστην κυψελίδα. Ὁ ὑπολογισμὸς οὗτος γίνεται συμφώνως πρὸς τὸ ὑπόδειγμα τοῦ Πίνακος 6.

Αἱ τιμαὶ αὗται τοῦ Πίνακος 7 προεβλήθησαν:

- α) εἰς τριγωνικὸν πρῖσμα συνθέσεως τῶν σπινελίων (triangular prism of composition) ἐπινοηθὲν καὶ περιγραφέν ὑπὸ τοῦ Stevens (9) (Εἰκ. 2).

Π Ι Ν Α Ξ 6

Υπόδειγμα ύπολογισμού τῶν ἀτόμων κατὰ κυψελίδα.

Κύρια ὀξειδία ἀναλύσεως	Ἀναλογίαι ἐπὶ τοῖς %	Μοριακὸν βάρος	Μοριακαὶ ἀναλογίαι	Ἄτομα κατὰ κυψελίδα
Cr ₂ O ₈	40.03	152.02	.2633	Cr = 8.74
Al ₂ O ₈	21.94	101.94	.2152	Al = 7.14
Fe ₂ O ₈	0.60	159.68	.0037	Fe = 0.12
			.4822	16.00
FeO	12.00	71.84	.1670	Fe = 2.73
MgO	12.85	40.32	.3187	Mg = 5.21
MnO	0.28	70.93	.0039	Mn = 0.06
			.4896	8.00

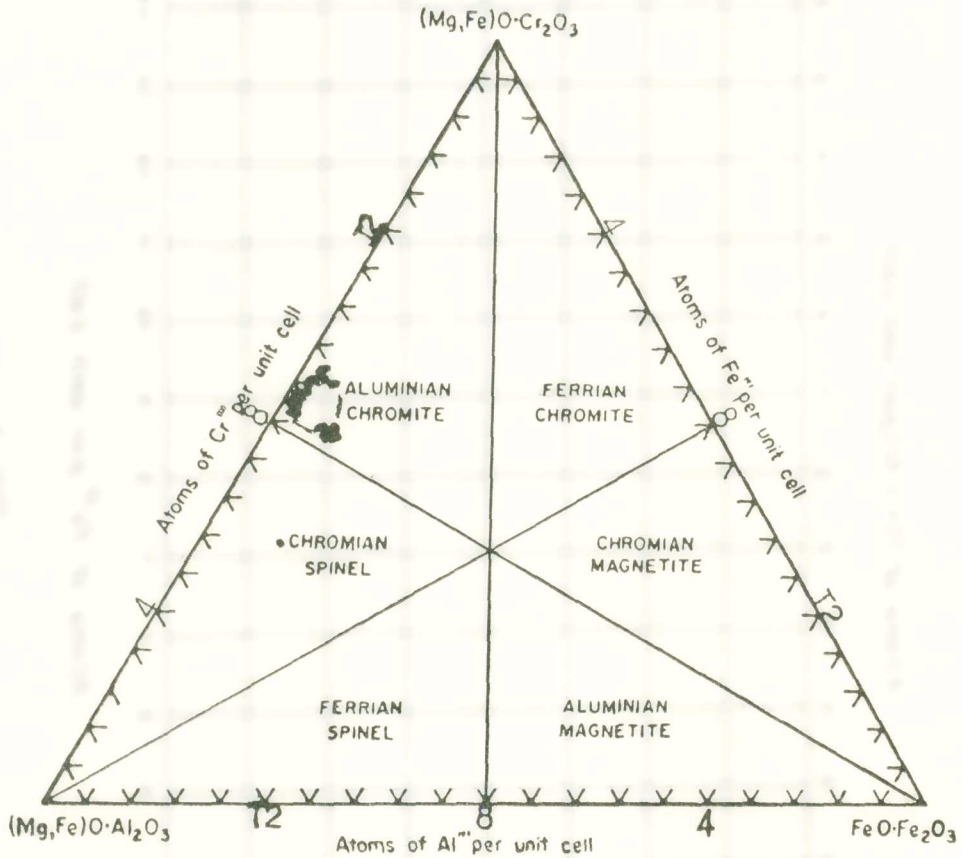
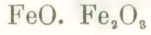
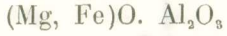
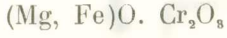
Π Ι Ν Α Ξ 7

Ἀριθμὸς δισθενῶν καὶ τρισθενῶν κατιόντων κατὰ κυψελίδα,
τῶν ἀναλυθέντων χρωμιτῶν Ὄθρου.

Αἰξ. ἀριθ. ἀναλύσεως	Cr	Al	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mg	Mn
1.	8.74	7.14	0.12	2.73	5.21	0.06
2.	8.39	7.51	0.10	3.19	4.76	0.05
3.	8.52	7.42	0.06	2.25	5.72	0.03
4.	7.88	7.16	0.96	2.03	5.95	0.02
5.	8.74	6.53	0.73	2.21	5.77	0.02
6.	7.47	7.10	1.43	1.80	6.18	0.02
7.	5.49	8.90	1.61	2.12	5.86	0.02
8.	7.63	7.12	1.25	1.99	5.99	0.02
9.	7.74	6.86	1.40	2.18	5.80	0.02
10.	7.65	7.21	1.14	2.34	5.64	0.02
11.	8.49	7.34	0.17	3.14	4.70	0.16
12.	8.14	7.72	0.14	2.57	5.28	0.15
13.	8.47	7.35	0.18	2.93	4.91	0.16
14.	8.91	6.96	0.13	3.16	4.82	0.02
15.	8.96	6.85	0.19	3.02	4.92	0.06
16.	9.11	6.71	0.18	3.28	4.54	0.18

Εἰς τὸ διάγραμμα τοῦτο τὰς 6 κορυφὰς τοῦ πρίσματος κατέχουν αἱ ἐνώσεις:
 FeO. Cr₂O₈ (ferro-chromite - σιδηροχρωμίτης)
 FeO. Al₂O₈ (hercynite - ἑρκυνίτης)
 FeO. Fe₂O₈ (magnetite - μαγνητίτης)
 MgO. Cr₂O₈ (magnesiochromite - μαγνησιοχρωμίτης)
 MgO. Al₂O₈ (spinel - σπινέλιος)
 MgO. Fe₂O₈ (magnesioferrite - μαγνησιομαγνητίτης)

β) Εἰς τριγωνικὸν διάγραμμα, κατὰ Stevens. Πρόκειται περὶ διαγράμματος σχήματος ἰσοσκελοῦς τριγώνου, διηρημένου εἰς 6 πεδία (Εἰκ. 3). Τὰς κορυφὰς τοῦ τριγώνου κατέχουν αἱ ἐνώσεις:



Εἰκὼν 3

Ἐκ τῶν ὡς ἄνω διαγραμμάτων καθίσταται σαφὲς ὅτι:

α) Εἰς τὸ τριγωνικὸν πρῆσμα συνθέσεως τῶν σπινελίων (Εἰκ.2) αἱ προβολαὶ τῶν ἀναλυθέντων χρωμιτῶν ὄθρουος περιορίζονται εἰς τὴν περιοχὴν τῶν $(Mg, Fe)O \cdot (Cr, Al)_2O_3$, ἐγγύτερον μάλιστα πρὸς τὴν περιοχὴν $MgO \cdot (Cr, Al)_2O_3$ καὶ σαφῶς μακρὰν τοῦ πεδίου τῶν $(Mg, Fe)O \cdot Fe_2O_3$.

β) Εἰς τὸ τριγωνικὸν διάγραμμα (Εἰκ. 3) οἱ ἀναλυθέντες χρωμῖται προβάλλονται ἐντὸς τοῦ πεδίου τῶν ἀργιλιούχων χρωμιτῶν (Aluminian Chromites).

ΑΝΑΛΟΓΙΑΙ ΤΩΝ ΑΚΡΑΙΩΝ ΜΕΛΩΝ

Τὰ ἀκραῖα μέλη, ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ὁποίων εἶναι δυνατὸν νὰ ἐκφρασθῇ ἡ κρυσταλλοχημικὴ σύνθεσις τῶν χρωμιτῶν, εἶναι τὰ κάτωθι :

MgO. Al₂O₃ σπινέλιος

MgO. Cr₂O₃ μαγνησιοχρωμίτης

FeO. Cr₂O₃ σιδηροχρωμίτης

FeO. Fe₂O₃ μαγνητίτης

1.— Ἀναλογίαι ἀκραίων μελῶν κατὰ κυψελίδα.

Ἐχουν ἤδη διερευνηθῆ καὶ ἀποδοθῆ αἱ κάτωθι σχέσεις, ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ὁποίων ὑπολογίζονται τὰ ἀκραῖα μέλη κατὰ κυψελίδα :

Σπινέλιος

Al/2

Μαγνησιοχρωμίτης

Mg—Al/2

Σιδηροχρωμίτης

(Cr + Al)/2 —Mg

Μαγνητίτης. Οὗτος λαμβάνεται δι' ἀφαιρέσεως τοῦ ἀθροίσματος τῶν ὡς ἄνω ἀκραίων μελῶν ἀπὸ 8 μορ. βάρη, θεωρούμενα ὡς περιεχόμενον μιᾶς κυψελίδος.

Σημ. Τὰ στοιχεῖα Al, Mg, Cr σημαίνουν ἀντιστοίχως ἄτομα Al, Mg, Cr κατὰ κυψελίδα (Πίν. 7).

Αἱ ὑπολογισθεῖσαι ἀναλογίαι τῶν ἀκραίων μελῶν κατὰ κυψελίδα δίδονται εἰς τὸν Πίνακα 8.

Π Ι Ν Α Κ Σ

Ἀναλογίαι ἀκραίων μελῶν κατὰ κυψελίδα.

Αὔξ. ἀριθ. ἀναλύσεως	Σπινέλιος MgO.Al ₂ O ₃	Μαγνησιοχρωμίτης MgO.Cr ₂ O ₃	Σιδηροχρωμίτης FeO.Cr ₂ O ₃	Μαγνητίτης FeO.Fe ₂ O ₃
1.	3.570	1.640	2.730	0.060
2.	3.755	1.005	3.190	0.050
3.	3.710	2.010	2.250	0.030
4.	3.580	2.370	1.570	0.480
5.	3.265	2.505	1.865	0.365
6.	3.550	2.630	1.105	0.715
7.	4.450	1.410	1.335	0.805
8.	3.560	2.430	1.385	0.625
9.	3.430	2.370	1.500	0.700
10.	3.605	2.035	1.790	0.570
11.	3.670	1.030	3.215	0.085
12.	3.860	1.420	2.650	0.070
13.	3.675	1.235	3.000	0.090
14.	3.480	1.340	3.115	0.065
15.	3.425	1.495	2.985	0.095
16.	3.355	1.185	3.370	0.090

2.— Έκατοστιαῖαι ἀναλογίαι ἀκράϊων μελῶν.

Αἱ ἑκατοστιαῖαι ἀναλογίαι τῶν ἀκράϊων μελῶν εἶναι δυνατὸν νὰ ἀποδοθοῦν :

α) ὡς ἑκατοστιαῖαι μοριακαὶ ἀναλογίαι (formula percentage).

β) ὡς ἑκατοστιαῖαι κατὰ βάρους ἀναλογίαι (weights percentage).

Αἱ ἑκατοστιαῖαι μοριακαὶ ἀναλογίαι ὑπολογίζονται διὰ πολλαπλασιασμοῦ τῶν ἀντιστοιχῶν ἀναλογιῶν τῶν ἀκράϊων μελῶν κατὰ κυψελίδα (Πίν. 8) ἐπὶ 100 καὶ διαιρέσεως διὰ τοῦ 8.

Π Ι Ν Α Ξ 9

Έκατοστιαῖαι μοριακαὶ ἀναλογίαι τῶν ἀκράϊων μελῶν.

Αὐξ. ἀριθ. ἀναλύσεως	Σπινέλιος MgO. Al ₂ O ₃	Μαγνησιοχρωμίτης MgO. Cr ₂ O ₃	Σιδηροχρωμίτης FeO. Cr ₂ O ₃	Μαγνητίτης FeO. Fe ₂ O ₃
1.	44.62	20.50	34.13	0.75
2.	46.94	12.56	39.88	0.62
3.	46.38	25.12	28.12	0.38
4.	44.75	29.63	19.62	6.00
5.	40.81	31.32	23.31	4.56
6.	44.38	32.88	13.81	8.93
7.	55.62	17.63	16.69	10.06
8.	44.50	30.38	17.31	7.81
9.	42.88	29.62	18.75	8.75
10.	45.06	25.44	22.37	7.13
11.	45.88	12.87	40.19	1.06
12.	48.25	17.75	33.13	0.87
13.	45.94	15.44	37.50	1.12
14.	43.50	16.75	38.94	0.81
15.	42.81	18.69	37.31	1.19
16.	41.94	14.81	42.12	1.13

Π Ι Ν Α Ξ 10

Έκατοστιαῖαι κατὰ βάρους ἀναλογίαι τῶν ἀκράϊων μελῶν.

Αὐξ. ἀριθ. ἀναλύσεως	Σπινέλιος MgO. Al ₂ O ₃	Μαγνησιοχρωμίτης MgO. Cr ₂ O ₃	Σιδηροχρωμίτης FeO. Cr ₂ O ₃	Μαγνητίτης FeO. Fe ₂ O ₃
1.	35.07	21.78	42.20	0.95
2.	36.76	13.30	49.14	0.80
3.	37.04	27.13	35.34	0.49
4.	35.67	31.93	24.62	7.78
5.	32.07	33.27	28.83	5.83
6.	35.47	35.53	17.37	11.63
7.	45.56	19.52	21.51	13.41
8.	35.47	32.73	21.66	10.14
9.	33.85	31.62	23.29	11.24
10.	35.69	27.24	27.89	9.18
11.	35.77	13.57	49.31	1.35
12.	38.35	19.08	41.44	1.13
13.	35.99	16.35	46.23	1.43
14.	33.79	17.59	47.59	1.03
15.	33.26	19.63	45.61	1.50
16.	32.24	15.39	50.96	1.41

Αί εκατοστιαῖαι κατὰ βάρους ἀναλογίαι ὑπολογίζονται διὰ πολλαπλασιασμοῦ τῶν ἀντιστοίχων ἀναλογιῶν τῶν ἀκραίων μελῶν κατὰ κυψελίδα (Πίν. 8) ἐπὶ τὸ μοριακὸν βάρους καὶ λογιζομένου τοῦ ἀθροίσματος ὡς 100.

Αἱ ὑπολογισθεῖσαι εκατοστιαῖαι ἀναλογίαι τῶν ἀκραίων μελῶν δίδονται εἰς τοὺς Πίνακας 9 καὶ 10.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ — ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἤδη ἀνωτέρω ἐκτεθέντων συνάγονται τὰ κάτωθι :

- 1.— Οἱ χρωμῖται τῆς Ὀθρουοῦ εἶναι πλούσιοι ἀφ' ἑνὸς μὲν εἰς Cr_2O_3 καὶ Al_2O_3 , ἀφ' ἑτέρου δὲ εἰς MgO καὶ FeO .
- 2.— Ὡς σπάνια στοιχεῖα ἀνεγνωρίσθησαν : V, Cu, Co, Zn, Mo, As, In, Ti .
- 3.— Ἡ σχέσηις Cr/Fe κυμαίνεται μεταξὺ 2.14 καὶ 3.60 μὲ μέσην τιμὴν 2.47.
- 4.— Ἡ σχέσηις $\text{R}''\text{O}/\text{R}_2''\text{O}_3$ κυμαίνεται περὶ τὴν τιμὴν 0.884.
- 5.— Αἱ ἀναλογίαι εἰς mol % διὰ τὰ ὀξειδία $\text{FeO} : \text{MgO} : \text{MnO}$ εἶναι 32 : 67.2 : 0.8, ἐνῶ διὰ τὰ ὀξειδία $\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3$ εἶναι 50.9 : 45.3 : 3.8.
- 6.— Διὰ λογιζομένου τοῦ περιεχομένου τῆς κυψελίδος ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ συμμετοχὴ τῶν κατιόντων ἀκολουθεῖ τὴν σειρὰν $\text{Cr} > \text{Al} > \text{Mg} > \text{Fe}^{2+} > \text{Fe}^{3+} > \text{Mn}$.
- 7.— Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν κατὰ Stevens προβολῶν ἀποδεικνύεται ὅτι οἱ χρωμῖται τῆς Ὀθρουοῦ προβάλλονται α') εἰς τὴν περιοχὴν τῶν $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O}$. $(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_3$ ἐγγύτερον μάλιστα τῶν MgO . $(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_3$ (Εἰκ. 2), β') ἐντὸς τοῦ πεδίου τῶν ἀργιλιούχων χρωμιτῶν (Εἰκ. 3).
- 8.— Αἱ ἀναλογίαι τῶν ἀκραίων μελῶν, τὰ ὅποια μετέχουν εἰς τὴν σύνθεσιν τῶν χρωμιτῶν, δίδονται, α') εἰς ἄτομα κατὰ κυψελίδα, β') εἰς εκατοστιαίας ἀναλογίας, εἰς τοὺς Πίνακας 9 καὶ 10.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) BRAGG, W.H. : The structure of the spinel group of crystals. Phil. Mag., vol. 30, p. 305, 1915.
- 2) FISHER, L.W. : Chromite : its mineral and chemical composition. Amer. Min., vol. 14, p. 341, 1929.
- 3) HIESSLEITNER, G. : Serpentin- und Chromerzgeologie der Balkanhalbinsel und eines Teiles von Kleinasien. Jb. geolog. Bundesamt, Wien, 1951-52.
- 4) ΜΑΡΙΝΟΥ, Γ. : Συνθήκαι γενέσεως τοῦ ὄρυκτοῦ οὐβαροβίτου ἐντὸς χρωμιτικοῦ κοιτάσματος παρὰ τὸν Δομοκόν. Πρακτ. Ἀκαδ. Ἀθηνῶν, 25, 1950.

- 5) ΜΟΥΣΟΥΛΟΥ, Α. : Ειδικός ταξινομητής έμποδιζομένης καταβυθίσεως εις τὰς έγκαταστάσεις έμπλουτισμοῦ τῶν μεταλλείων Κοζάνης. Ἀθήναι 1957.
- 6) PALACHE, C. - BERMAN, H. - FRONDEL, C. : Dana's system of Mineralogy, Vol. I, Wiley, New York, 1951.
- 7) ΠΑΝΑΓΟΥ, Α. : Συμβολή εις τὴν μελέτην τῶν έλληνικῶν χρωμιτῶν. Γεωλ. Χρον. Ἑλλην. Χωρῶν, **18**, 1965.
- 8) SIMPSON, E.S. : A graphic method for the comparison of minerals with four variable components forming two isomorphous pairs. Min. Mag., vol. **19**, p. 99, 1920.
- 9) STEVENS, R.E. : Composition of some chromites of the western hemisphere. Am. Min., vol. **29**, p. 1, 1944.
- 10) TSAKONA, A. : Statistique de l'industrie minière de la Grèce (1940-46). Athènes 1948.
- 11) WINCHELL, A.N. : The spinel group. Am. Min., vol. **26**, p. 422, 1941.

Ἡ έργασία αὕτη έξεπονήθη εις τὸ πλαίσιον ἀναληφθείσης πρὸς τὸ Βασιλικὸν Ἰδρυμα Ἐρευνῶν ὑποχρέωσης ὑπὸ τοῦ Διευθυντοῦ τοῦ Ἐργαστηρίου Ὄρυκτολογίας καὶ Πετρολογίας τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν Καθηγητοῦ κ. Ἀναστασίου Γεωργιάδη, τὸν ὁποῖον θερμῶς εὐχαριστῶ καὶ ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης. Εὐχαριστῶ επίσης θερμῶς τὴν Ἑταιρείαν «Μεταλλευτικαὶ Ἐπιχειρήσεις Ἀ. Ἀποστολίδη» διὰ τὴν παραχώρησιν ἐξ (6) πλήρων χημικῶν ἀνάλυσεων χρωμιτῶν.

ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund von 16 vollständigen chemischen Analysen und 9 Spektralanalysen wird ein Beitrag zur Kristallechemie und chemischen Zusammensetzung der Chromite von Othrys gegeben.

Der wechselnde Chemismus der Chromite wird zunächst durch die einzelnen Bauglieder von $R''O$ und $R_2''O_3$ aufgezeigt.

Die Mengenverhältnisse der Spinel-Endglieder pro Elementarzelle wurden a) in mol - prozent und b) in Gewichts - prozent gegeben, sowie tabellarisch zusammengefasst.

Der Gehalt an zweiwertigen und dreiwertigen Kationen pro Elementarzelle ist errechnet und a) im Spinel - Dreieck - Prisma, nach Stevens b) im Spinel - Dreieck - Diagramm, nach Stevens, projiziert. Den Diagrammen ist zu entnehmen, dass die Chromite von Othrys als Aluminiumchromite anzusprechen sind.
