

С. Б. АБОВЯН

О НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ХРОМШПИНЕЛИДОВ АРМЕНИИ

Из физических свойств хромшпинелидов в настоящей статье рассматриваются окраска, просвечиваемость и отражательная способность в зависимости от химического состава минерала.

Хромшпинелиды относятся к минеральным соединениям черного цвета с металлическим блеском; окраска их проявляется лишь в очень тонких слоях—0,03 мм и меньше. По данным Г. А. Соколова [4] пластинка хромшпинелида, окрашенная, например, при толщине 0,03 мм в зеленовато-сранжевый тон, при толщине 0,04 мм показывает уже буровато-оранжевую окраску, а при толщине 0,01 мм—желтовато-зеленую. Поэтому, для сравнительной оценки окраски хромшпинелидов необходимо иметь шлифы стандартной толщины, например, в 0,03 мм. В работах А. Г. Бетехтина [1, 2] и С. А. Кашина [3] рассмотрены явления метаморфизма зерен хромшпинелидов, при котором в последних по периферии и трещинкам образуются каемки, непрозрачные в проходящем свете, и более светлые по сравнению со свежим минералом в отраженном свете. Поэтому хромшпинелиды, предназначенные для изучения окраски, должны быть не метаморфизованными.

Многими исследователями было замечено, что различные минеральные виды хромшпинелидов в тонких шлифах (0,03 мм) окрашены различно. С целью установления зависимости окраски хромшпинелидов от их химического состава нами был отобран целый ряд образцов из рудообразующих и акцессорных хромшпинелидов. Из каждого образца были изготовлены прозрачные и полированные шлифы для определения соответственно просвечиваемости и отражательной способности хромшпинелидов и были отобраны пробы для химического анализа. Для акцессорных хромшпинелидов химический состав был определен в пробах специально полученного тяжелого концентрата, очищенного от магнитной фракции.

Для различных минеральных видов Г. А. Соколов [4] дает следующую окраску в тонком шлифе (табл. 1), при этом им же впервые определено устанавливается общая зависимость между окраской хромшпинелидов и их химическим составом, что дает возможность приблизительно определить вид хромшпинелида под микроскопом по его окраске.

Таблица 1

Вид хромшпинелида	Окраска в тонком (0,03 мм) шлифе
Магнопикотит	Светлая, буровато-оранжевая или буровато-розовая, часто с оливковым оттенком.
Пикотит	Светлая, буровато-оранжевая, часто с оливковым оттенком.
Алюмохромпикотит	Буровато-оранжевая с оливковым оттенком.
Хромпикотит	Буровато-красная.
Алюмохромит	Бурокрасная или буромалиновая.
Хромит	Темная бурокрасная или темная буромалиновая.
Феррихромит Феррихромпикотит }	Не просвечивают.

Среди отобранных нами образцов, судя по их химическому составу имеются лишь две разности хромшпинелидов—магнохромиты (по классификации Г. А. Соколова этот вид именуется хромитом) и хромпикотиты.

Хромпикотит в прозрачных шлифах в большинстве случаев характеризуется темными, бурокрасными, реже темными, буромалиновыми оттенками цветов, а магнохромит—более светлыми оттенками буровато-красного цвета.

Прежде всего необходимо отметить, что рассматривая цвета аксессуарных хромшпинелидов под микроскопом, нетрудно заметить, что хромшпинелиды, отобранные из дунитов вблизи от рудных тел, ничем не отличаются по своей окраске от хромшпинелидов, слагающих рудное тело. Приводим химические анализы рудообразующего и аксессуарного хромшпинелидов, отобранных из вмещающих дунитов в непосредственной близости от рудного тела (табл. 2, образцы №№ 257, 402).

Анализы выполнены в химической лаборатории ИГН АН Армянской ССР аналитиками А. А. Петросян и А. К. Иваняном. Оба хромшпинелида под микроскопом характеризуются одинаковыми буровато-красными цветами. Как видно из таблицы, они имеют примерно одинаковые химические составы и представлены хромпикотитами.

Исходя из приведенных данных можно заключить, что большинство рудных тел месторождений Армении, залегает на месте своего образования, т. е. они являются автомагматическими.

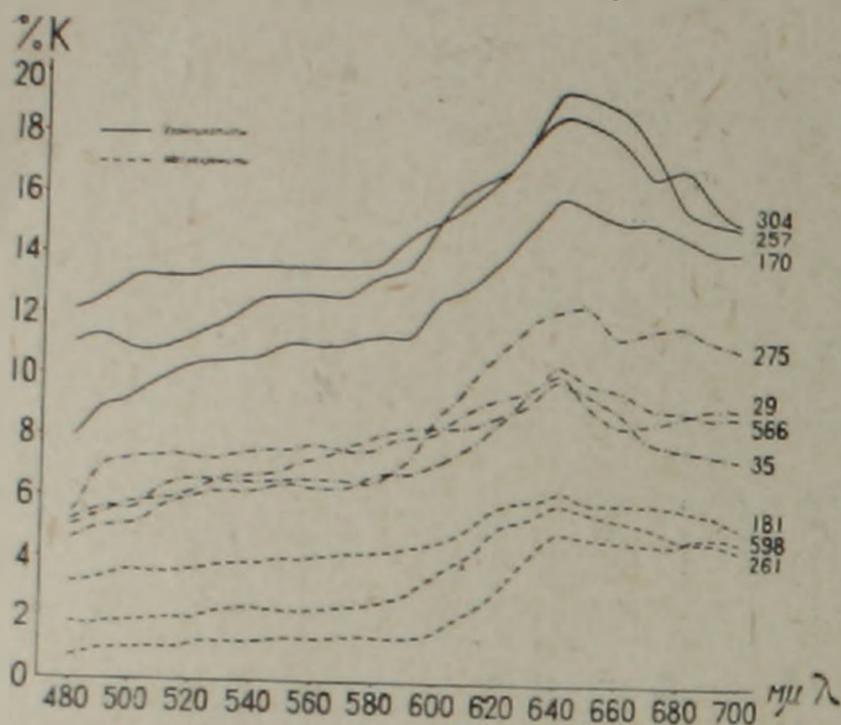
Другой, интересующий нас вопрос—это просвечиваемость хромшпинелидов для света различных длин волн. Измерение просвечиваемости хромшпинелидов проводилось на щелевом микрофотометре в соединении с петрографическим микроскопом. С целью получения света определенной длины волны использовался монохроматор. Данные, полученные в результате измерения просвечиваемости хромшпинелидов при прохождении света различных длин волн от 480 до 700 мμ через интервалы в 10 мμ, нанесены на диаграмму, где по горизонтальной оси отложены длины волн, а по вертикальной—соответ-

Таблица 2

Компоненты	В с с %									
	Образец № 254	Образец № 260	Образец № 418	Образец № 261	Образец № 402	Образец № 365	Образец № 263	Образец № 257	Образец № 375	Образец № 194
SiO ₂	3,80	4,52	не обн.	3,74	2,30	3,16	4,18	—	1,64	3,20
Al ₂ O ₃	6,15	6,34	8,90	6,27	22,70	14,16	25,80	23,27	12,27	12,16
Cr ₂ O ₃	45,63	43,52	50,14	40,64	38,87	48,84	29,48	36,42	46,15	45,79
Fe ₂ O ₃	8,45	8,67	4,97	9,19	4,97	4,46	8,60	6,96	4,61	9,71
FeO	9,76	14,83	12,65	12,94	11,33	16,53	10,80	10,87	15,01	8,51
MgO	13,34	10,10	12,22	11,23	13,40	12,12	16,20	13,34	10,50	15,85
CaO	0,56	0,92	0,38	1,86	1,34	—	0,46	—	0,50	1,50
П. и. п.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
Сумма	87,69	88,40	89,26	85,87	94,91	97,27	96,14	90,86	90,68	96,72
R ₂ O ₃ : RO	1,09:1	1,11:1	1,04:1	1,07:1	1,17:1	1,08:1	1,13:1	1,05:1	1,05:1	1,08:1
Исключенные при пересчете нерудные минералы	серпентин, кальцит	серпентин	кальцит	серпентин, кальцит	серпентин, кальцит	серпентин	серпентин, хлорит	—	серпентин, кальцит	серпентин, хлорит, кальцит
Минеральный вид	Магнохромиты				Хромпикотиты			Хромшпинелиды промежуточные между магнохромитами и хромпикотитами		

ствующие им проценты просвечиваемости. Полученные кривые характеризуют просвечиваемость хромшпинелидов при свете различных длин волн.

1. Для акцессорных хромшпинелидов среди полученных 10 кривых можно выделить три типа:



Фиг. 1.

а) кривые образцов 181, 261, 298. Они указывают на общую низкую просвечиваемость (1—4%) соответствующих хромшпинелидов для волн в интервале 480—590 м μ , далее кривые поднимаются, достигая максимума (5—6,4%) для волн 640 м μ , после чего вновь опускаются (4,6—5,2%) при волне 700 м μ . Эти разновидности хромшпинелидов хорошо просвечивают в красных тонах. В проходящем белом

свете они характеризуются темными бурокрасными оттенками цветов и должны быть отнесены к магнохромитам. Сказанное подтверждается химическим анализом (табл. 2, образец № 261), выполненным в химической лаборатории ИГН АН Армянской ССР аналитиками А. А. Петросян и А. К. Иваняном;

б) кривые образцов 304, 170, 257 характеризуют общую низкую просвечиваемость данных хромшпинелидов (9—13,5%) на довольно широком интервале длин волн от 480 до 570—580 м μ , после чего они сравнительно круто поднимаются и достигают максимума (16—19,5%) при волне 640 м μ . Далее кривые постепенно опускаются (15—16%) при волне 700 м μ .

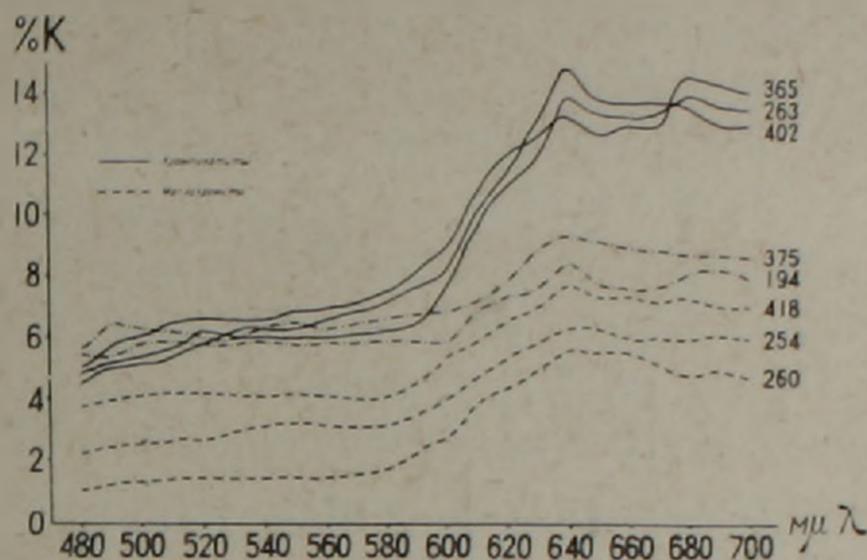
В проходящем белом свете эти хромшпинелиды характеризуются довольно светлыми оттенками буровато-красного цвета. По своему составу все они, по-видимому, относятся к хромпикотитам, так как к этому минеральному виду относится один из этих образцов № 257, химический анализ которого приведен в табл. 2;

в) кривые образцов 265, 29, 566, 35 указывают на общую низкую просвечиваемость (4,5—7,5%) данных хромшпинелидов при волнах в интервале 480—590 м μ . Далее просвечиваемость увеличивается и достигает максимума (9,5—12,3%) при волне 640 м μ , а кривая образца № 274 имеет максимум в интервале волн 640—700 м μ . В пределах волн 640—700 м μ кривые указывают на сравнительно низкую (8,5—11,5%) просвечиваемость.

Химические анализы этих образцов отсутствуют, однако, судя по их окраске в проходящем белом свете, а также по положению, которое они занимают в диаграмме, состав их должен быть промежуточным между магнохромитом и хромпикотитом.

2. Для рудообразующих хромшпинелидов имеется 8 кривых, среди которых также можно выделить три типа:

а) кривые образцов 260, 254, 418 характеризуют низкую просвечиваемость ($1-4\%$) при волнах в интервале $480-580$ м μ , далее просвечиваемость постепенно увеличивается и достигает максимума ($5,6-7,9\%$) при волне 640 м μ , после чего она довольно плавно идет на убыль ($4,6-6,9\%$) при 700 м μ . Максимум просвечиваемости отмечается при волнах, соответствующих оранжево-красным оттенкам цветов. В проходящем белом свете эти хромшпинелиды окрашены в темные бурокрасные цвета. На основании химических анализов, приведенных в таблице 2, они относятся к магнохромитам.



Фиг. 2.

б) кривые образцов 402, 263, 365 характеризуют более высокую просвечиваемость ($5-6,6\%$), в пределах длин волн $480-590$ м μ . Далее просвечиваемость довольно резко увеличивается и достигает максимума ($13,4-14,8\%$) при волне 640 м μ , затем в интервале волн от 650 до 670 м μ она держится примерно на одном уровне и вновь показывает второй максимум ($14,6-14,9\%$) при волне 680 м μ после чего идет на убыль ($12,9-14,0\%$) при длине 700 м μ . Первый максимум просвечиваемости для этих хромшпинелидов наступает на границе оранжевых и красных цветов, а второй максимум — при красном свете. В проходящем белом свете они характеризуются светлыми тонами буровато-красного цвета. По своему составу, судя по химическим анализам, приведенным в табл. 2, образцы №№ 402, 263, 365 относятся к хромпикотитам;

в) кривые образцов 194, 375. В интервале длин волн от 480 до 570 м μ просвечиваемость этих образцов не отличается от просвечиваемости хромпикотитов ($5-6,5\%$), затем она постепенно возрастает и достигает максимума ($8,5-9,4\%$) при волне 640 м μ . Далее просвечиваемость уменьшается и достигает минимума ($7,5\%$) для образца 194 при волне 660 м μ и для образца 375 ($8,2\%$) при волне 700 м μ . По окраске этих хромшпинелидов в проходящем белом свете, положению на диаграмме и химическому составу (табл. 2, образцы №№ 194, 375) они занимают промежуточное положение между магнохромитами и хромпикотитами.

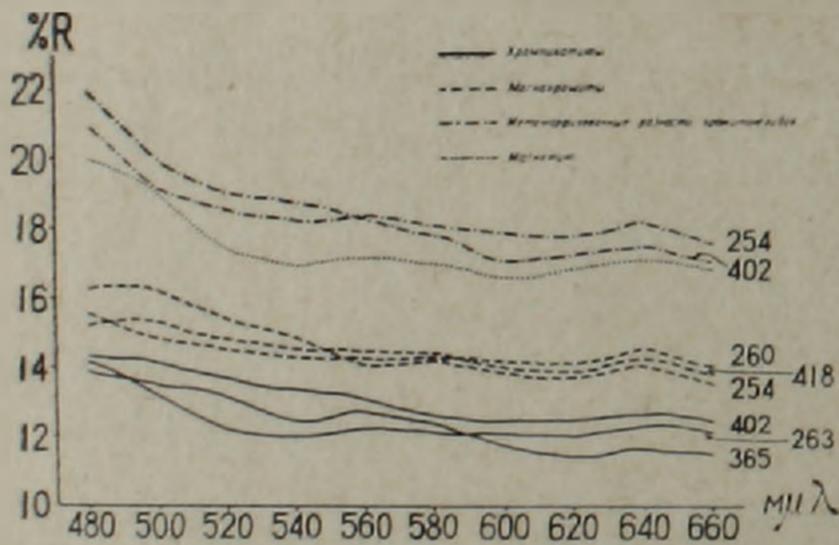
Приведенные данные показывают, что как акцессорные, так и рудообразующие хромшпинелиды в зависимости от их химического состава обладают различной степенью просвечиваемости для лучей различной длины волны. В частности, при толщине шлифа в $0,03$ м.м:

а) магнохромиты характеризуются общей низкой просвечиваемостью (от 1 до 4%) в интервале длин волн от 480 до 590 м μ , максимальной просвечиваемостью (от 5 до 7,9%) при волне 640 м μ и вновь низкой просвечиваемостью (от 4 до 7,3%) в интервале волн от 650 до 700 м μ ;

б) хромпикотиты по сравнению с магнохромитами в интервале тех же длин волн характеризуются сравнительно высокой просвечиваемостью. Так, в интервале длин волн 480—590 м μ просвечиваемость их колеблется от 5 до 19,5%, первая максимальная просвечиваемость от 14 до 19,5% достигается также при длине волн в 640 м μ , вторая максимальная просвечиваемость от 14,9 до 16,9% при 680 м μ и вновь низкая просвечиваемость от 13,4 до 16%—в интервале от 690 до 700 м μ .

3. Отражательная способность хромшпинелидов измерялась также посредством щелевого микрофотометра, но в соединении с рудным микроскопом. Результаты измерений, произведенных в интервале волн от 480 до 660 м μ , нанесены на диаграмму, где по горизонтальной оси отложены длины волн, а по вертикальной—соответствующие им в процентах интенсивности отраженных лучей. Измерения производились как для свежих образцов хромшпинелидов, так и для метаморфизованных.

Среди полученных 8 кривых выделяются три типа:



Фиг. 3.

а) кривые образцов 365, 263, 402 хромпикотиты;

б) кривые образцов 254, 418, 260 магнохромиты;

в) кривые 254 и 402, относящиеся к метаморфизованным разностям хромшпинелидов.

а) Кривые образцов 365, 263, 402, относящиеся к хромпикотитам (табл. 2) свидетельствуют о максимальной от-

ражательной способности от 14 до 14,2% при волне 480 м μ , далее отражательная способность этих хромшпинелидов постепенно падает и доходит до минимума от 11,6 до 12,2% при волне 660 м μ .

б) Кривые образцов 254, 418, 260. Судя по их химическому составу, приведенному в таблице 2; хромшпинелиды в этих образцах представлены магнохромитами. Кривые их указывают на максимальную отражательную способность от 15,3 до 16,3% в интервале волн 480—500 м μ . Далее с увеличением длин волн от 500 до 600 м μ отражательная способность постепенно падает до 13,7—14%, давая небольшие максимумы (14,2—14,5%) при волне 640 м μ .

в) Как отмечалось, в отраженном белом свете, метаморфизованные участки хромшпинелидов отличаются от свежих участков более

светлыми оттенками серого цвета. В связи с этим метаморфизованные хромшпинелиды, по сравнению со свежими характеризуются более высокой отражательной способностью, приближающейся к отражательной способности магнетита. Кривые метаморфизованных разностей хромшпинелидов указывают на максимальную отражательную способность от 21 до 22,8% при длине волны 660 мμ. Далее с увеличением длины волны отражательная способность падает от 18,2—18,8% при волне 540 мμ и до 16,9—17,6% при волне 660 мμ, давая небольшой максимум 17,5—18,2% при волне 640 мμ. Примерно такой же отражательной способностью характеризуется и магнетит, кривая которого также приведена на фиг. 3.

Для всех разностей наибольшее отражение происходит на границе волн синего и голубого, а наименьшее—при волнах красного цвета.

Из изложенного видно, что магнохромиты в интервале длин волн от 480 до 660 мμ обладают более высокой отражательной способностью (от 10,7 до 16,3%), чем хромпикотиты (от 11,6 до 14,2%) в интервале тех же длин волн.

Сравнивая же отражательную способность с просвечиваемостью, видим, как и следовало ожидать, что хромпикотиты, характеризующиеся более высокой просвечиваемостью по сравнению с магнохромитами, обладают меньшей отражательной способностью, чем магнохромиты.

Практическое значение полученных данных заключается в том, что с целью определения минерального вида хромшпинелидов целесообразно использовать быстрые фотометрические методы, ограничивая до минимума довольно дорогие химические анализы. Измерив посредством микрофотометра и монохроматора просвечиваемость и отражательную способность данного хромшпинелида в шлифе нормальной толщины (0,03 мм) и построив соответствующую кривую, можно легко установить принадлежность определенного хромшпинелида к тому или иному минеральному виду. Естественно, что для этой цели необходимо по данным большого количества измерений конкретно установить пределы колебаний просвечиваемости и отражательной способности различных минеральных видов хромшпинелидов. Проведенные же нами измерения являются первой попыткой в этом направлении.

Ս. Բ. ԱՐՈՎՅԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՔՐՈՄՇՊԻՆԵԼԻԳՆԵՐԻ ՖԻԳՒԿԱԿԱՆ ՈՐՈՇ
ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոգիածը նվիրված է քրոմշպինեղիցների ֆիզիկական որոշ հատկու-
թյունների՝ գույնի, լուսաթափանցելիության և անդրադարձման ունակության
լուսարանմանը, որոնք պայմանավորված են միներալների քիմիական կազ-
մությամբ: Միներալների գույնի ուսումնասիրությունը հնարավորություն է
տալիս միկրոսկոպի տակ որոշելու քրոմշպինեղիցների մոտավոր կազմը
և հաստատում է Գ. Ա. Սոկոլովի եզրակացությունն, ալն մասին, որ շլիֆ-
ներում միատեսակ գույներով բնորոշվող քրոմշպինեղիցները ունեն հաս
միատեսակ քիմիական կազմություն:

Քրոմշպինեղիցների լուսաթափանցելիության և անդրադարձման ունա-
կության ուսումնասիրությունը միկրոսկոպի հետ միացված ճեղքավոր միկրո-
ֆոտոմեարով և համապատասխան դիագրամաները թույլ են տալիս անելու
մի շարք եզրակացություններ. 1) ինչպես լուսաթափանցելիությունը, այնպես
էլ անդրադարձման ունակությունը տարբեր քրոմշպինեղիցների մոտ տարբեր
են և ելնելով նրանց քիմիական կազմից բնորոշվում են միանգամայն որո-
շակի մեծություններով, 2) մագնոքրոմիաները ալիքների նույն երկարության
սահմաններում (480—680 մմ) ունեն անդրադարձման ավելի մեծ ունակու-
թյուն (10,7 մինչև 16,3%) քան քրոմոպիկոտիաները (11,6-ից մինչև 14,2%),
3) մագնոքրոմիաների համեմատ, ավելի բարձր լուսաթափանցելիությամբ
բնորոշվող քրոմպիկոտիաները որպես կանոն ունեն ավելի փոքր անդրա-
դարձման ունակություն, քան մագնոքրոմիաները:

Ստացված տվյալների գործնական նշանակությունը կայանում է նրանում,
որ քրոմշպինեղիցների միներալոգիական տեսակը որոշելու համար նպաստա-
կահարմար է կիրառել արագ-ֆոտոմեարիական մեթոդներ, մինիմումի հասց-
նելով բավական թանկարժեք քիմիական անալիզների քանակը: Միկրոֆո-
տոմեարի և մոնոխրոմատորի միջոցով նորմալ հաստության շլիֆում (0,03
մմ) չափելով ավյալ քրոմշպինեղիցի լուսաթափանցելիությունն ու անդրա-
դարձման ունակությունը և կառուցելով համապատասխան կորը, կարելի է հեշ-
տությամբ որոշել քրոմշպինեղիցի այս կամ այն միներալային տեսակը:

Բնական է, որ այդ նպատակի համար անհրաժեշտ է բազմաթիվ չա-
փումների ավյալներով որոշել քրոմշպինեղիցների տարբեր միներալային տե-
սակների լուսաթափանցելիության և անդրադարձման ունակության ստատիս-
տիկական ճշգրիտ սահմանները:

Հեղինակի կողմից կատարված չափումները առաջին փորձն են հանդի-
սանում այդ ուղղությամբ:

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бетехтин А. Г.* К изучению месторождений хромистого железняка. Зап. Ленингр. Горного института, 8, 1934.
2. *Бетехтин А. Г.* Шорджинский хромитоносный перидотитовый массив (в Закавказье) и генезис месторождений хромистого железняка вообще. Хромиты СССР, т. I, изд. АН СССР, 1937.
3. *Кашин С. А.* Метаморфизм хромшпинелидов в хромитовых месторождениях Верблюжьих гор (на Южном Урале). Хромиты СССР, т. I, изд. АН СССР, 1937.
4. *Соколов Г. А.* Просвечиваемость, цвет и химический состав хромшпинелидов. Хромиты СССР, т. II, изд. АН СССР, 1940.
5. *Соколов Г. А.* Хромиты Урала, их состав, условия кристаллизации и закономерности распространения. Тр. ИГН АН СССР, вып. 97. Серия рудных месторождений (12), 1948.