

© Д. чл. УАГН Э. М. Спиридонов, П. А. Плетнев

МЕТАСОМАТИТЫ ПРОПИЛИТОВОЙ ФОРМАЦИИ ЗОЛОТОЙ ГОРЫ (ГОРА КАРАБАШ)

Геологическое строение района горы Карабаш

Гора Карабаш находится на востоке Соймоновской долины (окрестности города Карабаша) в северной части Магнитогорского мегасинклинория (Главного зеленокаменного прогиба Урала) там, где его структуры пережаты и ширина составляет всего 5—8 км (Нечуехин и др., 1986). Магнитогорский мегасинклинорий на широте Карабаша образован серией протяженных линзо- и лентообразных круто залегающих тектонических блоков — тел интенсивно серпентинизированных гипербазитов, сложно дислоцированных вулканитов и вулканомиктовых пород с колчеданными залежами, сложно дислоцированных глинистых и кремнисто-глинистых сланцев (нередко углеродистых), яшмоидов и иных кремнистых пород, известняков, мраморов, габброидов. Каждый из крупных тектонических блоков колчеданоносной полосы Карабашского рудного поля образован ансамблем сложных складок из нескольких вулканических свит девона, что впервые показал А.Д.Ракчеев (Ракчеев, 1977). В пределах этих блоков залегание шарниров мелких складок крутое до вертикального. Ширина таких блоков от первых до сотен метров, реже до 2 км; длина до 10 км и более. Тектонизированные и в различной степени серпентинизированные альпидогинные гипербазиты (преимущественно гарцбургиты) слагают серию полос ССВ простирания; наиболее крупные из них — западная, которая включает Богородский массив с крупными телами хромититов и цепочку массивов к западу от Карабашского медеплавильного завода, и центральная, включающая Карабашский массив и его продолжение на юг. В телах гипербазитов проявлены бесконечные серпентиновые зеркала и полосы скольжения, макро- и микрзоны дробления, которые фиксируются полосками раскрошенных зерен хромшпинелидов. Ширина выходов гипербазитов западной полосы не превышает 0.3—0.4 км, центральной полосы — до 1—2 км. Серии маломощных полос и линз серпентинитов размещены и восточнее Карабашского массива (их число не менее 8) и западнее его (их число не менее 5). К западу от Карабашского гиперба-

Московский госуниверситет, геол. факультет, г. Москва

зитового массива развита мощная толща колчеданосных вулканитов, к востоку от массива — терригенные и кремнистые породы аспидной формации, базальтоиды.

В пределах Карабашского рудного поля довольно широко развиты габброиды. Часть габброидов сопряжена с офиолитовыми гипербазитами (низкотитанистые оливиновые габброиды и габбро-пироксениты). Большая часть габброидов — послеофиолитовые: это долготные дайки титанистых габброидов и габбро-долеритов в Карабашском гарцбургитовом массиве и более молодые малые интрузивы и дайки кварцевых габбро и габбро-диоритов, которые также внедрились в гипербазиты Карабашского массива и сопровождаются дайками трондьемитов и трондьемит-порфиров. Вероятный возраст титанистых габброидов и габбро-долеритов, кварцевых габбро, габбро-диоритов и трондьемитов — девонский.

Докаменноугольные образования Магнитогорского мегасинклинария тектонизированы и подвержены низкоградному региональному метаморфизму погружения (нагружения). “Зеленокаменный” метаморфизм захватил слоистые толщи, гипербазитовые, габброидные и гранитоидные массивы, колчеданные месторождения, породил основную массу серпентинитов и сопряженных родингитов. Южнее территории Карабашского района породы метаморфизованы в условиях пренит-пумпеллиитовой фации умеренного давления; в южной части Карабашского рудного поля — в условиях переходных от пренит-пумпеллиитовой к пумпеллиит-актинолитовой фации; в центральной части Карабашского рудного поля — в условиях пумпеллиит-актинолитовой фации и переходных от нее к зеленосланцевой фации; в северной части территории — в условиях зеленосланцевой фации (Логинов, 1969; Ракчеев, 1977; Плюснина, 1983; Спиридонов и др., 1997).

Описанные образования пересечены и контактово метаморфизованы мелкими интрузивами и дайками кварцевых габбро-диоритов, кварцевых диоритов, микродиоритов, гранодиорит-порфиров инверсионной гранодиоритовой формации С1 (Бородаевский, 1948; Берзон, Бородаевский, 1984; Спиридонов и др., 1997). Эта гранитоидная формация широко проявлена в складчатых структурах Среднего и Южного Урала. С гранодиоритовой формацией связана серия метасоматитов и рудных концентраций: железорудные скарны, пропилиты калиевые (в том числе, биотитовые метасоматиты) и медно-порфировые концентрации, пропилиты натровые (в том числе, тальк-карбонатные породы), метасоматиты и концентрации шеелита гумбеитовой формации, метасоматиты и концентрации золота березит-лиственитовой формации. Данная работа посвящена описанию полегранодиоритовых метасоматитов пропилитовой формации.

Метасоматиты пропилитовой формации Карабашского массива

Метасоматиты пропилитовой формации широко развиты в Карабашском рудном поле, в том числе в пределах Карабашского гипербазитового массива и по его периферии. К востоку от горы Карабаш в районе оз. Черное среди метавулканитов девона развиты пропилиты хлорит-актинолит-эпидот-клиноцоизит-альбитового состава, — переходного типа от более глубинной и более высокотемпературной эпидот-актинолитовой фации к менее глубинной и более низкотемпературной эпидот-хлоритовой фации по (Омельяненко, 1970). В пределах Карабашского массива и по его западной периферии развиты пропилиты хлоритовой фации. Метасоматиты пропилитовой формации, заместившие базиты или гранитоиды, содержат парагенез альбит + хлорит + кварц в ассоциации с Са силикатами (эпидот, клиноцоизит, титанит); отличить их от метасоматитов березит-лиственитовой формации, заместивших протолиты того же состава, достаточно просто. Значительно сложнее различить те и другие, когда протолит представлен гипербазитами (серпентинитами). Апогипербазитовые (апосерпентинитовые) метасоматиты как пропилитовой, так и лиственитовой формаций часто представлены тальк-карбонатными породами. Тальк-карбонатные метасоматиты пропилитовой формации постоянно содержат гематит и магнетит (Hess, 1933; Wellman, 1942; Neale, 1957; Griffiths, 1972; Ekstrand, 1975 и др.), нередко заметное количество турмалина, иногда Ni-тальк (Спиридонов и др., 2000). Тальк-карбонатные метасоматиты лиственитовой формации гематит и Ni-тальк не содержат. Метасоматиты березит-лиственитовой формации в отличие от пропилитовой содержат сульфиды, арсениды, антимониды и минералы Au—Ag.

Пропилитизированные гранитоиды Карабашского массива

Среди биотит-роговообманковых кварцевых габбро-диоритов и диоритов развиты зоны осветленных — пропилитизированных пород (альбит + эпидот + хлорит + кварц + титанит ± серицит-мусковит) с прожилками эпидот-кварцевого и альбит-эпидот-кварцевого состава. Изредка в пропилитизированных гранитоидах находятся мелкие гнезда крупночешуйчатых хлорита (рипидолита) и мусковита с кварцем и эпидотом. Состав мусковита, мас. %: SiO_2 46,03; V_2O_3 0,04; Al_2O_3 34,71; Fe_2O_3 3,65; ZnO 0,05; MgO 0,47; CoO 0,05; CaO 0,09; Na_2O 0,88; K_2O 10,22; H_2O^+ 3,82 (определено по разности); сумма 100; Cr, Ti,

Mn, Ni, F — не обнаружены; формула гидроксилмусковита — $(K_{0,865}Na_{0,113}Ca_{0,006})_{0,984}(Al_{1,770}Fe^{3+}_{0,183}V_{0,002}Mg_{0,040}Co_{0,003}Zn_{0,002})_2[Si_{3,055}Al_{0,945}O_{10}](OH)_2$.

Пропилитовый мусковит выделяется повышенными содержаниями Na (свидетельство относительно повышенной температуры формирования) и Fe^{3+} и отсутствием F, доля фенгитового компонента незначительная.

Пропилитизированные метавулканыты и габброиды обрамления Карабашского массива

В полях развития порфиритоидов и габброидов у западного контакта Карабашского массива вдоль зон разломов или в зонах трещиноватости нередки участки или полосы оветленных — пропилитизированных базитов (хлорит + альбит + эпидот + клиноцоизит + титанит ± кварц, гематит) с прожилками и жилами молочно-белого кварца, кварца с эпидотом, кварца с хлоритом и эпидотом.

Пропилитизированные серпентиниты и родингиты Карабашского массива

Метасоматиты пропилитовой формации, заместившие серпентиниты и в значительно меньшей степени родингиты, широко развиты в западной и особенно в юго-западной частях Карабашского массива, не столь редки и в его центре. Это разнозернистые от микро- и мелко- до средне-крупнозернистых метасоматиты тальк-карбонатные (преобладают), хлорит-тальк-карбонатные, существенно карбонатные, или хлоритовые, или тальковые, которые постоянно содержат вкрапленность или гнезда магнетита и/или гематита, нередко и турмалина. Текстуры этих метасоматитов массивные. В редких случаях, когда протолитом были серпентинитовые сланцы, возникли сланцеватые метасоматиты, обычно тальковые с уплотненными кристалликами магнетита. Переходы между различными типами метасоматитов постепенные. Тальк-карбонатные метасоматиты заместили серпентиниты и отчасти родингиты. Богатые хлоритом метасоматиты (вплоть до массивных хлоритолитов и магнетит-хлоритовых пород) заместили родингиты и развиты вдоль контактов серпентинитов и родингитов (внутри Карабашского массива) и вдоль контактов Карабашского массива серпентинитов с порфиритоидами (особенно вдоль западного контакта).

Наиболее распространены апосерпентинитовые тальк-магнетитовые метасоматиты с примазками и гнездами мелкозернистого

талька, местами с гнездами среднезернистого талька с гематитом или магнетитом. Зачастую среди этих пород развиты штокверки тонких прожилков магнезита или доломита, реже — кварца. Среди тальк-магнезитовых метасоматитов развиты участки с поперечником от n дм до n м зернистых магнезитовых метасоматитов, иногда тальк-содержащих, с гнездами мелкокристаллического магнетита и рассеянной вкрапленностью гематита и турмалина. В них находится масса кварцевых жил и линз длиной до 1—2 м при мощности от n мм до 3—15 см; обычно это “пустые” жилы, иногда они содержат кристаллы магнезита до $2 \times 2 \times 2$ см, редкие мелкие октаэдры магнетита, пластинки гематита и/или мелкие скопления короткопризматических кристаллов турмалина длиной до 2 мм. Вокруг жил кварца нередко развиты мономинеральные оторочки мелкозернистого талька, их мощность до 2—4 см, обычно менее 0.5 см. Сами кварцевые линзы и жилы иногда содержат включения смятых тальковых сланцев (поперечник — 3—4 см), на окончании которых в тенях давления развиты стебельчатые агрегаты талька или талька с кварцем (длина шестиков талька до 6—8 мм). В них изредка наблюдаются мельчайшие примазки ярко-зеленого цвета; микрозондированием установлено, что это богатый Ni ($> 1\%$) тальк, — характерный минерал апоперидотитовых тальк-карбонатных метасоматитов пропилитовой формации (Спиридонов и др., 2000).

Тальк тальк-магнезитовых метасоматитов низкожелезистый, содержит заметные количества Ni и Cr, лишь следы Al, фтор в нем не обнаружен (табл. 1).

Магнезит. Железистость магнезита (брейнерита) тальк-магнезитовых пород варьирует в довольно узких пределах — от 6 до 12. Магнезит заметно обогащен Ni, но содержит очень немного Ca и Mn (табл. 2).

Внешние зоны ореолов апосерпентинитовых метасоматитов пропилитовой формации сложены мелкозернистыми магнетит-тальк-клинохризотилловыми породами. Если в исходных серпентинитах были метакристаллы диопсида, то при пропилитизации клинохризотил замещал не столько антигорит, сколько диопсид, а тальк замещал преимущественно антигорит.

Породы тел родингитов и контактовых зон родингитов с серпентинитами замещены магнетит-хлорит-тальк-карбонатными, магнетит-тальк-карбонат-хлоритовыми, карбонат-хлоритовыми, магнетит-хлоритовыми метасоматитами. Содержания магнетита в них широко варьируют, вплоть до обильного; обычно это октаэдрические кристаллы размером до 7 мм, обычно 1—3 мм и их сростания. Гематита и турмалина значительно меньше. Протолиты этих

Таблица 1

**Химический состав талька апогипербазитовых
магнетит-хлорит-талк-карбонатных метасоматитов пропилитовой
формации. Юго-западный склон горы Карабаш**

Компо- ненты, мас. %					Форм. един.				
	1	2	3	4		1	2	3	4
SiO ₂	62,50	62,28	62,34	62,31	Si	3,993	3,990	3,991	3,988
Cr ₂ O ₃	0,10	0,12	0,10	0,26	Al ^{IV}	0,007	0,010	0,009	0,012
V ₂ O ₃	0,04	0,43	0,27	следы	Mg	2,854	2,818	2,826	2,831
Al ₂ O ₃	0,09	0,13	0,12	0,16	Ni	0,010	0,008	0,008	0,018
FeO	2,32	2,48	2,71	2,52	Co	—	0,006	—	0,003
MnO	0,02	следы	следы	следы	Fe ²⁺	0,124	0,133	0,145	0,135
ZnO	0,07	0,11	следы	следы	Mn	0,001	—	—	—
MgO	29,97	29,51	29,61	29,67	Zn	0,003	0,005	—	—
NiO	0,20	0,16	0,16	0,35	Ca	0,001	0,002	0,002	—
CoO	следы	0,12	следы	0,06	Cr	0,005	0,006	0,005	0,013
CaO	0,02	0,03	0,03	следы	V	0,002	0,022	0,014	—
H ₂ O ⁺	4,67	4,63	4,66	4,67	ОН	2	1,982	1,990	1,999
сумма	100	100	100	100	О	—	0,018	0,010	0,001
					f	4,6	5,1	5,1	5,2

Примечание. Электронный микрозонд Cameca SX-50, анал. Н. Н. Коротаева; количество H₂O⁺ определено по разности.

Таблица 2

**Химический состав магнезита апогипербазитовых
магнетит-талк-карбонатных метасоматитов пропилитовой формации.
Юго-западный склон г. Карабаш**

Компо- ненты, мас. %					Форм. един.				
	5	6	7	8		5	6	7	8
MgO	43,33	42,54	42,00	40,37	Mg	0,930	0,917	0,908	0,882
NiO	0,36	0,35	0,08	0,85	Ni	0,004	0,004	0,001	0,010
CoO	0,08	следы	следы	0,09	Co	0,001	—	—	0,001
FeO	5,24	6,28	7,01	8,40	Fe	0,063	0,076	0,085	0,103
MnO	0,08	0,07	0,09	следы	Mn	0,001	0,001	0,001	—
ZnO	следы	следы	следы	0,19	Zn	—	—	—	0,002
CaO	0,07	0,13	0,32	0,12	Ca	0,001	0,002	0,005	0,002
CO ₂	50,84	50,63	50,50	49,98	CO ₃	1	1	1	1
сумма	100	100	100	100	f	6,9	8,1	8,7	11,6

Примечание. Электронный микрозонд Cameca SX-50, анал. Н. Н. Коротаева; количество CO₂ определено по разности.

**Химический состав доломита апородингитовых
магнетит-гальк-хлорит-карбонатных метасоматитов
пропилитовой формации. Юго-западный склон горы Карабаш**

Компоненты, мас. %	9	10	11	12	13
CaO	30,29	30,07	29,75	29,55	29,43
MgO	21,07	20,36	18,75	18,38	18,10
NiO	следы	0,09	следы	0,08	следы
CoO	следы	0,12	0,04	0,04	следы
FeO	0,89	1,35	4,27	5,06	5,66
MnO	0,27	0,61	0,38	0,30	0,18
ZnO	следы	0,18	0,09	следы	0,13
CO ₂	47,48	47,22	46,72	46,59	46,50
сумма	100	100	100	100	100

Формульные единицы в расчете на 2 атома металлов

Ca	1,001	0,999	0,999	0,995	0,993
Mg	0,969	0,941	0,876	0,861	0,850
Ni	—	0,002	—	0,002	—
Co	—	0,003	0,001	0,001	—
Fe	0,023	0,035	0,112	0,133	0,149
Mn	0,007	0,016	0,010	0,008	0,005
Zn	—	0,004	0,002	—	0,003
CO ₃	2	2	2	2	2
<i>f</i>	3,0	6,0	12,5	14,3	15,6

Примечание. Электронный микрозонд Cameca SX-50, анализ Н. Н. Коротаева; количество CO₂ определено по разности.

метасоматитов богаты Са, соответственно в метасоматитах из карбонатов преобладает доломит.

Доломит по составу изменчив — железистость колеблется от 3 до 16, заметно варьируют содержания Mn, содержания Ni низкие (табл. 3). Но, соотношения Са: (Mg+Fe) стабильны и весьма близки к единице.

Хлорит в метасоматитах центральных зон участков пропилитизации значительно более высокоглиноземистый, т.е. более высокотемпературный, и представлен рипидолитом и клинохлором (табл. 4, ан. 14—16), в метасоматитах внешних зон достаточно низкоглиноземистый, т.е. значительно более низкотемпературный, и представлен пеннином (ан. 17—19). Рипидолит и клинохлор сравнительно высокожелезистые, пеннин низкожелезистый, те и другие бедны Cr, Ni, Mn, Zn.

**Химический состав хлорита апоридингитовых
магнетит-хлорит-талк-карбонатных метасоматитов
пропилитовой формации. ЮЗ склон горы Карабаш**

Компоненты, мас. %	14	15	16	17	18	19
SiO ₂	28,52	29,18	29,49	34,83	34,54	34,81
TiO ₂	следы	следы	следы	следы	следы	следы
Cr ₂ O ₃	0,03	0,04	следы	следы	0,05	0,03
V ₂ O ₃	0,31	0,28	0,18	0,03	0,25	следы
Al ₂ O ₃	23,05	21,97	20,86	13,34	13,14	12,76
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	—	0,16
FeO	11,53	10,90	10,52	4,06	4,40	4,16
MnO	следы	следы	следы	0,09	следы	следы
ZnO	следы	0,14	следы	0,24	0,21	0,06
MgO	24,66	25,57	26,68	34,68	34,58	35,08
NiO	следы	следы	0,03	0,07	0,17	0,14
CoO	0,03	следы	0,11	0,06	следы	0,11
H ₂ O ⁺	11,87	11,98	12,13	12,60	12,66	12,69
сумма	100	100	100	100	100	100

Формульные единицы в расчете на 10 атомов металлов

Si	2,786	2,842	2,866	3,285	3,265	3,284
Al ^{IV}	1,214	1,158	1,134	0,715	0,735	0,716
Mg	3,590	3,713	3,865	4,876	4,872	4,933
Fe ²⁺	0,942	0,888	0,855	0,320	0,348	0,328
Mn	—	—	—	0,007	—	—
Zn	—	0,010	—	0,017	0,015	0,004
Ni	—	—	0,002	0,005	0,013	0,011
Co	0,002	—	0,009	0,005	—	0,008
Al ^{VI}	1,440	1,364	1,255	0,768	0,720	0,703
Cr	0,002	0,003	—	—	0,004	0,002
V	0,024	0,022	0,014	0,002	0,019	—
Fe ³⁺	—	—	—	—	—	0,011
OH	7,748	7,769	7,865	7,945	7,983	8

Примечание. Электронный микросонд Cameca SX-50, анал. Н. Н. Коротаева; количество H₂O⁺ определено по разности. 14 — рипидолит. 15, 16 — клинохлор. 17—19 — пеннин

Турмалин — Сг дравит и дравит характерные минералы метасоматитов пропилюитовой формации Карабашского массива. Турмалин преимущественно развит в метасоматитах, редок в кварцевых жилах среди пропилюитов. В апоперидотитовых пропилюитах турмалин слагает псевдоморфозы по зернам феррихромшпинелидов и, соответственно, богат и очень богат хромом — 5—10 % Cr₂O₃ (табл. 5, ан. 20—24), а также никелем — 0,4—0,6 % NiO и Mg, отно-

Химический состав турмалина — Ст дравита (20—24) из апогипербазитовых магнетит-талк-карбонатных метасоматитов и дравита (25) из апоридингитовых магнетит-талк-хлорит-карбонатных метасоматитов пропилитовой формации. Юго-западный склон горы Карабан

Компон., мас. %	20	21	22	23	24	25
SiO ₂	35,70	35,38	36,24	34,57	35,45	36,61
TiO ₂	следы	следы	следы	следы	следы	следы
Cr ₂ O ₃	5,61	5,07	5,23	8,02	10,17	0,03
V ₂ O ₃	0,11	следы	0,10	следы	0,09	0,02
Al ₂ O ₃	24,94	26,18	25,49	22,82	21,82	32,40
Fe ₂ O ₃	3,84	3,79	2,43	4,08	1,17	—
FeO	2,64	2,05	3,68	4,15	6,38	6,81
MnO	следы	следы	0,03	следы	следы	следы
ZnO	0,20	0,15	следы	0,13	следы	0,14
MgO	9,63	9,89	9,57	8,88	7,93	6,92
NiO	0,57	0,54	0,44	0,44	0,48	0,07
CoO	следы	следы	следы	следы	следы	0,08
CaO	0,10	0,05	0,09	0,12	0,05	0,06
Na ₂ O	2,65	2,86	2,72	3,05	2,77	2,83
K ₂ O	0,03	следы	следы	0,03	0,03	0,04
B ₂ O ₃	10,39	10,44	10,43	10,20	10,16	10,55
H ₂ O ⁺	3,59	3,60	3,59	3,51	3,50	3,44
сумма	100	100	100	100	100	100
Si	5,970	5,889	6,038	5,890	6,063	6,030

Формульные единицы

Al ^{IV}	0,030	0,111	—	0,110	—	—
сумма	6	6	6	6	6	6
Al ^{VI}	4,887	5,027	5,004	4,473	4,399	5,963
Cr	0,742	0,668	0,689	1,081	1,375	0,004
V	0,015	—	0,013	—	0,012	0,003
Fe ³⁺	0,356	0,305	0,256	0,447	0,151	—
сумма	6	6	6	6	6	6
Mg	2,402	2,453	2,375	2,255	2,022	1,698
Fe ²⁺	0,369	0,284	0,513	0,591	0,912	0,938
Fe ³⁺	0,127	0,170	0,049	0,076	—	—
Zn (Mn)	0,025	0,018	(0,004)	0,017	—	0,017
Ni	0,077	0,075	0,059	0,061	0,066	0,009
Co	—	—	—	—	—	0,011
Al	—	—	—	—	—	0,327
сумма	3	3	3	3	3	3
Na	0,861	0,923	0,877	1,007	0,918	0,903
K	0,006	—	0,004	0,006	0,006	0,008
Ca	0,018	0,009	0,016	0,021	0,009	0,036
сумма	0,885	0,932	0,897	1,034	0,933	0,947
BO ₃	3	3	3	3	3	3
OH	4	4	4	4	3,995	3,660
O	—	—	—	—	0,005	0,340
f	16,5	18,3	19,5	24,8	32,6	36,5

Примечание. Электронный микрозонд Сатеса SX-50, анал. Н. Н. Коротаева; количества Fe₂O₃ и FeO определены по стехиометрии, B₂O₃ — по формуле, H₂O⁺ — по разности.

сительно беден Al, умеренно низкожелезистый,— это St дравит. Особенность состава данного турмалина — высокие содержания Fe^{3+} , т. е. бюргеритового компонента, что коррелирует с наличием в данных метасоматитах магнетита и гематита. В апородингитовых (т. е. апобазитовых) пропилитах турмалин существенно более глиноземистый и железистый, содержит лишь следы хрома и никеля (ан. 25). Фтор ни в том, ни в другом типе турмалина не обнаружен.

Литература

1. Берзон Р. О., Бородаевский Н. И. Месторождение Золотая Гора // Золоторудные месторождения СССР. Т. I. М.: Недра, 1984. С. 187—195.
2. Бородаевский Н. И. Типы золоторудных месторождений, подчиненных ультраосновным породам в Миасском и Учалинском районах Южного Урала // 200 лет золотой промышленности Урала. Свердловск: изд. УФАН СССР, 1948. С. 316—330.
3. Логинов В. П. Пренит-пумпеллиитовая фацита метаморфизма в главной зеленокаменной полосе Среднего Урала // Тр. 2 Урал. петрограф. совещ. 1969. Кн. 5. С. 137—144.
4. Нечухин В. М., Берлянд Н. Г., Пучков В. Н. и др. Глубинное строение, тектоника, металлогения Урала. Свердловск: изд. УНЦ АН СССР, 1986. 107 с.
5. Омеляненко Б. И. Некоторые особенности процессов низкотемпературных окolorудных изменений и попытка их систематизации // Проблемы метасоматоза. М.: Недра, 1970. С. 152—162.
6. Плюснина Л. П. Экспериментальное исследование метаморфизма базитов. М.: Наука, 1983. 159 с.
7. Ракчеев А. Д. Геология и структура Карабашских колчеданных месторождений на Урале // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1977. Т. 52. Вып. 4. С. 20—37.
8. Спиридонов Э. М., Жернаков В. И., Бакшеев И. А. и др. Типоморфизм талька апогипербазитовых тальк-карбонатных метасоматитов Урала // Докл. РАН. 2000. Т. 372. С. 1—3.
9. Спиридонов Э. М., Плетнев П. А., Перельгина Е. В., Рапопорт М. С. Минералогия месторождения медистого золота Золотая Гора (Карабашское), Средний Урал (о проблеме “золото-родингитовой” формации). М.: изд. геолог. ф-та МГУ. 1997. 192 с.
10. Ekstrand O. R. The Dumont serpentinite: A model for control of nickelferrous opaque mineral assemblages by alteration reaction in ultramafic rocks // Econ. Geol. 1975. Vol. 70. P. 183—201.
11. Griffiths R. Genesis of a magnesite deposit Delorotwp, Ontario // Econ. Geol. 1972. Vol. 67. P. 63—71.
12. Hess H. H. The problem of serpentinitization and the origin of certain chrysotile asbestos, talc and soapstone deposits // Econ. Geol. 1933. Vol. 28. P. 634—657.
13. Neale E. R. W. Ambiguous intrusive relationship of the Betts Cove-Tite Cove serpentinite belt, Newfoundland // Geol. Assoc. Canada Proc. 1957. Vol. 9. P. 95—110.
14. Wellman H. W. Talc-magnesite and quartz-magnesite rocks, Gobb-Takaka district // New Zealand J. Sci. Technology. 1942. Vol. 24. N 3B. P. 103—127.