

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

МЕТАСОМАТИТЫ БЕРЕЗИТ-ЛИСТВЕНИТОВОЙ ФОРМАЦИИ ЗОЛОТОЙ ГОРЫ (ГОРА КАРАБАШ)

Березитизированные и лиственитизированные породы чрезвычайно широко распространены в гидротермальных месторождениях золото-кварцевой формации Урала и иных регионов (Бородаевский, 1948; Бородаевский и Бородаевская, 1947; Омеляненко, 1970; Сазонов, 1977—1984; Спиридонов, 1977, 1995 и др.). Подобного типа метасоматиты контролируют размещение гидротермальных рудных концентраций золота в пределах месторождения Золотая Гора (Спиридонов и др., 1997).

Геологическое строение района горы Карабаш

Гора Карабаш (окрестности города Карабаша) находится в северной части Магнитогорского мегасинклинория (Нечухин и др., 1986). Магнитогорский мегасинклинорий на широте Карабаша образован серией протяженных круто залегающих тектонических блоков — тел серпентинизированных гипербазитов, сложно дислоцированных вулканитов и вулканомиктовых пород с колчеданными залежами, пиритноносных глинистых и кремнисто-глинистых сланцев, яшмоидов, известняков. Ширина таких блоков до сотен метров, реже до 2 км; длина до 10 км. Альпинотипные гипербазиты (преимущественно гарцбургиты) слагают серию полос ССВ простирания; наиболее крупные из них — западная и центральная, включающая Карабашский массив и его продолжение на юг. Ширина выходов гипербазитов центральной полосы — до 1—2 км. В пределах Карабашского рудного поля довольно широко развиты габброиды. Часть габброидов сопряжена с офиолитовыми гипербазитами. 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-порфиоров. Вероятный возраст титанистых габброидов и габбро-долеритов, кварцевых

габбро, габбро-диоритов и трондьемитов — девонский. Докаменноугольные образования Магнитогорского мегасинклинория тектонизированы и подвержены низкоградному региональному метаморфизму погружения (нагрузки). “Зеленокаменный” метаморфизм захватил слоистые толщи, гипербазитовые, габброидные и гранитоидные массивы, колчеданные месторождения, породил основную массу серпентинитов и сопряженных родингитов.

Описанные образования пересечены и контактово метаморфизованы мелкими интрузивами и дайками кварцевых габбро-диоритов, кварцевых диоритов, микродиоритов, гранодиорит-порфиоров 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 шеллита гумбеитовой формации, метасоматиты и концентрации золота березит-лиственитовой формации. Рудные тела месторождения Золотая Гора — это линейные штокверки, сложенные дайкообразными телами лиственитизированных родингитов с оторочками лиственитизированных серпентинитов и хлоритолитов.

Геологические соотношения метасоматитов березит-лиственитовой формации Золотой Горы

Эти образования развиты вдоль западного и северо-западного контактов Карабашского гипербазитового массива, отдельными пятнами в его южной и северной частях, широко распространены в его центральной части, где локализовано месторождение Золотая Гора. Ореолы лиственитизации (березитизации) наложены на все типы серпентинитов и родингитов, метагабброиды, метаплагиогранитоиды, на ороговикованные породы, гранитоид-порфиры и микродиориты гранодиоритовой формации и постгранодиоритовые пропилиты.

За счет серпентинитов и родингитов возникли кварц-карбонатные, хлорит-карбонатные, тальк-карбонатные метасоматиты с редкими серицитом-мусковитом или фукситом, с вкрапленностью арсенидов Ni, Fe, с прожилками карбонатного (доломит, кальцит), карбонат-хлоритового, кварц-хлорит-карбонатного, изредка существенно кварцевого состава с магнетитом, халькозином, медью, галенитом, арсенидами и антимонидами Fe, Ni, Cu, Co, минералами

Au—Ag. За счет редких гранитоидов образованы кварц-серицитовые и карбонат-кварц-серицитовые метасоматиты с вкрапленостью пирита, арсенопирита, халькопирита, с кварцевыми и карбонат-кварцевыми прожилками с пиритом, галенитом, минералами Au—Ag. Вокруг рудных тел в лиственитизированных серпентинитах развиты широкие ореолы привноса As (с содержанием до 1000 г/т, близ рудных тел до 2 мас. % As), более узкие и менее интенсивные ореолы привноса Sb, Hg, Ag, Au.

Послезолоторудные образования, наложенные на лиственитизированные гипербазиты, представлены эгирин-ферросалитовыми сиенитами (Плетнев и Спиридонов, 2001) и кварц-рибекитовыми метасоматитами (Спиридонов и Плетнев, 2001).

Березитизированные гранитоиды внешней части Карабашского массива

Отдельные небольшие по площади участки березитизированных пород развиты на СЗ Карабашского массива в пределах небольшого интрузивного тела кварцевых габбро-диоритов и в отдельных участках даек габбро-диорит-порфиритов и роговообманковых трондьемитов (трондьемит-порфиров). Метасоматиты слагают серицит, кварц, хлорит, карбонаты, пирит, небольшие количества халькопирита, единичные зерна галенита и арсенопирита. Березитизированные породы сопровождаются недеформированными прожилками кварца с железистым доломитом, пиритом, серицитом, галенитом.

Лиственитизированные габброиды внешней части Карабашского массива

Эти породы развиты в СЗ части Карабашского массива. Метасоматиты сложены тонко-, мелко- и среднезернистыми агрегатами хлорита, железистого доломита, серицита, кварца, пирита, с небольшими количествами халькопирита, ильменита, рутила, единичными мелкими зернами арсенопирита. Пирит слагает рассеянную вкрапленность и мелкие гнезда с поперечником до 25 мм, его количество местами достигает 5—10 об. %.

Лиственитизированные серпентиниты внешней части Карабашского массива

Отдельными пятнами широко распространены в южной, юго-западной и менее в северо-западной частях Карабашского массива. Степень лиственитизации весьма различная: листвениты встречаются

ся редко, широко распространены слабо лиственитизированные породы. В юго-западной приконтактной части массива развиты фуксит (хромсерицит-фенгит)-содержащие кварц-магнезитовые, кварц-доломитовые, хлорит-карбонатные, тальк-карбонатные, реже существенно магнезитовые метасоматиты с примесью кварца и халькогенидов, окруженные оторочками хлоритизированных, карбонатизированных и оталькованных серпентинитов. По данным В. Н. Сазонова (Сазонов, 1978) состав типичных фукситсодержащих кварц-магнезитовых лиственитов, мас. %: SiO_2 31,60; TiO_2 0,02; Cr_2O_3 0,23; Al_2O_3 1,37; Fe_2O_3 0,73; FeO 4,21; MnO 0,06; MgO 28,62; NiO 0,15; CaO 0,21; Na_2O 0,12; K_2O 0,47; H_2O^+ 0,38; CO_2 31,97; сумма 100,14. Состав магнезита этих лиственитов отвечает $(\text{Mg}_{0,91}\text{Fe}_{0,08}\text{Ca}_{0,01})\text{CO}_3$.

Лиственитизированные серпентиниты юго-западной, северо-западной и юго-восточной окраин Карабашского гипербазитового массива содержат вкрапленность Ni-содержащего пирита, сульфидов и сульфоарсенидов Ni (полидимит, миллерит, герсдорфит).

Магнезит ядерных частей кристаллов беден Ca и Mn и обогащен Ni (табл. 1, ан. 1). Краевые зоны кристаллов несколько обогащены Fe, Mn и Ca (ан. 2, 3).

Доломит относительно маложелезистый и беден Mn (ан. 4, 5).

Тальк маложелезистый (f 3—5) и не содержит фтор.

Магнетит по составу весьма близок к FeFe_2O_4 , беден Ni и Co, иногда содержит до 0,2—0,4 % Cr_2O_3 и MnO.

Пирит, обогащенный Ni и Co, местами обилен в апосерпентинитовых лиственитах. Слагает ксеноморфные выделения размером до 15 мм, обычно менее 1 мм. Минерал содержит примесь мышьяка (табл. 2, ан. 6).

Полидимит $(\text{Ni}, \text{Fe}, \text{Co})\text{Ni}_2\text{S}_4$ образует сростания с пиритом и с миллеритом и обособленные ксеноморфные выделения до 0,7 мм. Оптически изотропный. Состав минерала довольно устойчив, он содержит 3—4 % Co и 6—7 % Fe (ан. 7).

Миллерит NiS — характерный минерал лиственитов. Обычно слагает тонкие пластинчатые выделения в матрице полидимита, реже обособленные выделения размером до 0,1 мм. Сильно анизотропен. Содержит небольшие примеси Fe, Sb, Bi (ан. 8).

Герсдорфит NiAsS — типичнейший минерал стандартных апопиритовых лиственитов, на Золотой Горе редок. Установлен в парагенезе с пиритом, полидимитом и миллеритом, образует мелкие, чаще неправильной формы выделения размером до 0,2 мм. Содержит примеси Fe, Bi (ан. 9).

Таблица 1

**Химический состав карбонатов лиственитизированных серпентинитов
Золотой Горы**

Компоненты, мас. %	Магнезит			Доломит	
	1 центр	2 →	3 край	4	5
CaO	0,14	1,11	1,03	28,97	35,01
MgO	43,64	42,44	41,14	17,88	24,34
NiO	0,48	следы	0,11	следы	сл.
FeO	4,32	4,87	6,16	6,39	0,16
MnO	следы	0,46	0,74	0,33	0,15
ZnO	0,19	0,29	следы	следы	0,22
PbO	следы	следы	следы	следы	—
CO ₂	51,19	50,83	50,82	46,43	40,12
сумма	100	100	100	100	100
<i>Формульные единицы</i>					
Ca	0,002	0,017	0,016	0,980	1,010
Mg	0,938	0,915	0,899	0,842	0,978
Ni	0,006	—	0,001	—	—
Fe	0,052	0,059	0,075	0,169	0,004
Mn	—	0,006	0,009	0,009	0,004
Zn	0,002	0,003	—	—	0,044

Примечание. Электронный микросонд Camscan, анализ Е. В. Гусева; количество CO₂ рассчитано по разности.

Таблица 2

**Химический состав халькогенидов апосерпентинитовых лиственитов
юго-западной части Карабашского массива**

Компоненты, мас. %	6	7	8	9
	Co—Ni-пирит, n = 3	полидимит n = 7	миллерит n = 3	герсдорфит n = 3
Fe	43,83	6,46	0,97	1,56
Ni	1,44	48,94	64,11	38,25
Co	1,07	3,71	0,12	0,17
Cu	0,06	следы	следы	0,04
S	53,10	42,42	34,72	19,25
As	0,14	следы	—	41,70
Sb	—	—	0,08	—
Bi	—	—	0,41	0,51
сумма	99,64	101,53	100,41	101,48
<i>Формульные единицы</i>				
Fe	0,947	0,347	0,016	0,045
Ni	0,030	2,498	0,994	1,061
Co	0,022	0,189	0,002	0,005
Cu	0,001	—	—	0,001
S	1,998	3,996	0,986	0,978
As	0,002	—	—	0,906
Sb	—	—	0,001	—
Bi	—	—	0,002	0,004
сумма	3	7	2	3

Примечание. Электронный микросонд Camebax Microbeam, анализ И. М. Куликова (ИМГРЭ).
n — число анализов.

Лиственитизированные родингиты внешней части Карабашского массива

В лиственитизированных родингитах развиты новообразованные Fe—Al—Mg хлориты (пикнохлорит до диабантита, Сг-пикнохлорит), карбонаты — доломит и кальцит, магнетит, тальк, рутил, кварц, халькозин, медь. Лиственитизированные родингиты периферии месторождения содержат диабантит, вкрапленность и мелкие гнезда (до 35 мм) пирита (до 5—8 об. %), в подчиненном количестве халькопирит, пирротин, единичные зерна арсенопирита и герсдорфита. Лиственитизированные родингиты промежуточной зоны месторождения содержат диабантит, рутил, обильный магнетит и бедны халькогенидами; это мелкие выделения борнита, халькозина, меди, единичные зерна герсдорфита.

Лиственитизированные серпентиниты Золотой Горы

Лиственитизированные (карбонатизированные, оталькованные и хлоритизированные) серпентиниты и менее распространенные листвениты карбонат-тальк-хлоритового состава развиты в центре Карабашского массива — в пределах месторождения Золотая Гора. Метасоматиты содержат заметное количество магнетита и тонкую вкрапленность арсенидов Ni, аксессуарные халькозин и самородную медь. В центре зональных сростаний арсенидов Ni изредка находится реликтовый аварунит, за счет которого, вероятно, и возникли арсениды Ni. Во внешней части ореолов лиственитизации серпентинитов развиты орселит и маухерит в мелких до 90 мкм выделениях в силикатной, реже в карбонатной матрице; орселит количественно преобладает. Во внутренней части ореолов лиственитизации серпентинитов и непосредственно в зальбандах рудных тел развит маухерит.

Орселит $Ni_{5-x}As_2$ самый распространенный арсенид в лиственитизированных породах Золотой Горы, слагает обособленные выделения и включения в маухерите. В отраженном свете на фоне силикатов выглядит как очень яркий минерал розовато-белого или кремово-розоватого цвета, заметно анизотропен. Содержит небольшие количества меди и железа, содержание кобальта от 0,0n до 4 %, величина Ni: Co колеблется от 2000 до 20; характерно наличие 0,3—0,5 % Sb и 0,5—1 % Te и отсутствие S (табл. 3). Состав орселита Золотой Горы колеблется от $Ni_{5,01}As_2$ до $Ni_{4,83}As_2$. Выделения орселита нередко зональны по составу, внешние зоны обогащены кобальтом. Орселит Золотой Горы заметно более никелистый, чем в мес-

Таблица 3

**Химический состав орселита и маухерита зональных сростаний
в лиственитизированных серпентинитах Золотой Горы**

Компоненты, мас. %	10	11	12	13	14	15	16	17
	Орселит			Маухерит		Орселит	Маухерит	Орселит
	центр	→	край			центр		центр
Ni	66,27	64,42	63,08	52,48	61,71	49,59	65,64	62,61
Co	0,03	1,86	3,34	0,04	0,03	1,64	0,45	2,62
Fe	0,32	0,36	0,56	0,16	0,81	0,36	0,60	0,41
Cu	0,53	0,19	0,34	0,34	0,40	0,41	0,47	следы
As	34,30	33,84	35,31	47,84	36,98	45,39	34,55	36,55
Sb	0,34	0,30	0,40	0,35	0,29	0,55	0,30	0,45
Te	1,09	—	—	—	0,70	следы	0,54	0,74
S	—	—	—	0,41	0,00	0,98	—	следы
сумма	102,88	100,97	103,03	101,62	100,92	98,92	102,55	102,78
<i>Формульные единицы в расчете на 7 атомов (орселит), на 19 атомов (маухерит)</i>								
Ni	4,901	4,828	4,639	10,91	4,674	10,52	4,855	4,606
Co	0,002	0,139	0,245	0,01	0,002	0,35	0,033	0,194
Fe	0,024	0,028	0,043	0,04	0,066	0,08	0,047	0,031
Cu	0,036	0,013	0,024	0,06	0,028	0,08	0,033	—
сумма	4,963	5,003	4,591	11,02	4,770	11,03	4,968	4,831
As	1,989	1,986	2,035	7,78	2,194	7,53	2,003	2,128
Sb	0,011	0,011	0,014	0,04	0,011	0,06	0,011	0,016
Te	0,037	—	—	—	0,025	—	0,018	0,025
S	—	—	—	0,16	—	0,38	—	—
сумма	2,037	1,997	2,049	7,98	2,230	7,97	2,032	2,169

Примечание. Электронный микросонд Camscan, анал. Н. Н. Коротаева; Pb, Bi, Zn, Mn, Au, Ag, Pd, Pt, Te и Se не обнаружены

торождениях Ni—Co—As и пятиэлементной формаций (Боришанская и др., 1981; Чвилева и др., 1988).

Маухерит Ni₁₁As₈ широко распространенный арсенид центральной части месторождения, слагает различной ширины каймы на орселите и обособленные мелкие ромбовидные кристаллы и неправильной формы выделения. В отраженном свете на фоне силикатов выглядит как очень яркий кремово-белый минерал с заметным розоватым оттенком. В сростаниях маухерит и орселит практически не различимы по цвету и величине отражения. В более крупных сростаниях видно, что рельеф маухерита несколько выше, чем у орселита. Маухерит содержит до 1 % Fe, от следов до 4 % Co, величина Ni:Co колеблется от 1000 до 10; характерно наличие — 0,3—0,6 % Sb и до 1 % Te и S (табл. 3, 4). Выделения маухерита как правило зональные

**Химический состав маухерита апосерпентинитовых лиственитов
Золотой Горы**

Компо- ненты, мас. %	18	19	20	21	22	23	24	25
	центр	→	край	пром.	пром.	центр	край	центр
Ni	48,88	47,66	47,24	50,70	47,58	48,23	47,27	51,74
Co	3,02	следы	следы	2,40	2,49	3,26	3,97	0,04
Fe	0,61	0,32	0,21	0,70	0,08	1,14	0,31	0,62
Cu	0,23	4,74	6,88	0,34	0,32	0,00	0,40	0,52
As	46,92	46,72	46,12	47,27	46,46	47,00	46,60	46,71
Sb	0,58	0,57	0,59	0,45	0,58	0,25	0,52	0,35
Te	следы	следы	следы	1,08	0,74	0,60	следы	следы
S	0,03	0,75	0,81	—	0,06	0,60	1,02	0,013
сумма	100,27	100,76	101,85	102,94	99,03	101,17	100,09	100,10
<i>Формульные единицы в расчете на 19 атомов (маухерит)</i>								
Ni	10,33	9,99	9,77	10,48	10,25	10,06	9,92	10,93
Co	0,64	—	—	0,49	0,53	0,68	0,83	0,01
Fe	0,14	0,07	0,05	0,15	0,18	0,025	0,07	0,14
Cu	0,04	0,92	1,32	0,07	0,06	0,02	0,08	0,10
сумма	11,15	10,98	11,14	11,19	11,02	11,01	10,90	11,18
As	7,78	7,67	7,49	7,67	7,83	7,67	7,66	7,73
Sb	0,06	0,06	0,06	0,04	0,06	0,03	0,05	0,04
Te	—	—	—	0,10	0,07	0,06	—	—
S	0,01	0,29	0,31	—	0,02	0,23	0,39	0,05
сумма	7,85	8,02	7,86	7,81	7,98	7,99	8,10	7,82

Примечание. Электронный микроскоп Camscan, аналитик Н. Н. Коротаяева; Pb, Bi, Se, Au, Ag, Pd, Pt не обнаружены.

по составу, их внешние зоны обычно обогащены Co, Cu, S. В ряде случаев внешние зоны сложены маухеритом с 5—7 мас. % Cu (ан. 19, 20). В целом, вариации состава маухерита $Ni_{11,2}As_{7,8}$ — $Ni_{10,9}As_{8,1}$, что близко к вариациям состава маухерита месторождений Ni—Co—As и пятиэлементной формаций (Боришанская и др., 1981).

Орселит и маухерит заключают в своем составе практически всю массу As и Sb метасоматитов. Большая часть арсенидов и основная масса мышьяка и сурьмы Золотой Горы находятся в околорудных лиственитизированных серпентинитах.

Лиственитизированные родингиты Золотой Горы

Лиственитизированные родингиты центральной части месторождения содержат пикнохлорит, Ст пикнохлорит, рутил, магнетит, медь. Халькозин, борнит-халькозиновые сростания, арсениды, ан-

Таблица 5

Химический состав минералов лиственитизированных родингитов Восточного (26—29), Южного (30) и Западного (31—32) рудных тел Золотой Горы

Компоненты, мас. %	26	27	28	29	30	31	32
	талък	пикно-хлорит	Ст пикно-хлорит	пикнохлорит		диабантит	
SiO ₂	60,53	29,29	30,22	31,08	29,25	33,14	32,44
TiO ₂	следы	следы	следы	0,09	0,04	—	следы
Al ₂ O ₃	1,02	19,61	18,91	17,17	19,42	14,36	13,56
Cr ₂ O ₃	0,24	0,12	1,89	0,08	0,11	следы	следы
V ₂ O ₃	следы	0,06	0,29	следы	следы	следы	следы
FeO	4,01	17,78	12,42	15,51	15,67	14,84	16,18
MnO	0,03	следы	0,22	0,29	0,36	0,07	0,28
ZnO	следы	0,29	следы	следы	следы	0,11	0,20
CoO	следы	следы	следы	следы	0,09	0,25	следы
MgO	29,65	20,56	24,09	22,92	23,34	25,08	24,25
NiO	0,24	следы	следы	0,15	0,08	следы	0,17
сумма	95,72	87,86	88,04	87,29	88,36	87,85	87,08
Al _x	1,18	1,18	1,03	1,14	0,84	0,81	
f	7,4	33,0	22,7	28,1	28,0	25,4	28,0

Примечание. Электронный микронд Сатеса SX-50, анал. Н. Н. Коротаева.

тимониды, медь, минералы Au—Ag образуют рассеянную вкрапленность в лиственитизированных породах, но главным образом сконцентрированы в жилах и прожилках кальцита, в том числе волосовидных, которые часто развиты в позднеродиингитовых жилах (диопсид). Агрегаты позднеродиингитового диопсида часто интенсивно деформированы, смяты, будинированы и пропитаны поздним (лиственитовым) кальцитом с халькозином, медью, аурикупритом. Почти вся масса наблюдавшихся нами минералов гр. медистого золота и амальгам Au—Ag находится в прожилках и микропрожилках кальцита

Талък — не столь редкий минерал в лиственитизированных родингитах центральной части месторождения. Талък умеренно железистый и содержит заметную примесь Al и 0,2—0,5 мас. % NiO (табл. 5, ан. 26).

Хлорит, обычно достаточно крупночешуйчатый — характернейший минерал лиственитизированных родингитов. Данный хлорит существенно более глиноземистый и в несколько раз более железистый (табл. 5), чем хлорит ранних и поздних родингитов. Представлен как высоко-, так и низкохромистыми пикнохлоритом и реже диабантитом (ан. 27—32). Причем, в центральной части ореола лиственитизации- в главных рудных зонах Золотой Горы

развит наиболее глиноземистый (по существу, более высокотемпературный) хлорит, близкий к рипидолиту — типичнейшему хлориту лиственитов и березитов стандартных кварцево-жильных золоторудных месторождений (Спиридонов, 1977, 1995 и др.). В более внешней части ореола лиственитизации развит главным образом диабантит. По хромистости хлориты лиственитов и родингитов не отличаются.

Доломит — более ранний из карбонатов апородингитовых лиственитов. Обычно развит в небольших количествах, т. к. почти повсеместно замещен более поздним кальцитом. Доломит и Fe-доломит сохранились от замещения главным образом на периферии рудных тел, где нередко развиты и прожилки как доломита, так и магнетит-доломитового состава.

Кальцит широко распространенный минерал апородингитовых лиственитов. Большая его часть сконцентрирована в прожилках и гнездах, около которых в метасоматитах развиты пойкилокристаллы кальцита с поперечником до 5—8 см; они содержат массу мелких включений хлорита, а также включения длиннопризматических кристаллов рутила длиной 2—9 мм. Кальцит лиственитов содержит 0,1—1 % FeO, 0,1—0,8 % MgO, до 0,3 % NiO, до 0,2 % MnO и ZnO, т. е. существенно богаче Fe и Mg, чем кальцит родингитов.

Магнетит апородингитовых лиственитов по составу близок к $FeFe_2O_4$, беден Ni и Co, содержит до 0,2 % Cr_2O_3 , до 0,3 % ZnO и MnO.

Медь самородная — типичный аксессуарный минерал апородингитовых лиственитов центральной части месторождения Золотая Гора. Слагает ксеноморфные выделения размером до 2—3 мм, чаще менее 0,3 мм. По составу это практически чистая медь.

Маухерит в мелких выделениях особо обилен в лиственитизированных серпентинитах вдоль контактов с лиственитизированными родингитами.

Литература

1. **Бородаевский Н. И.** Типы золоторудных месторождений, подчиненных ультраосновным породам в Миасском и Учалинском районах Южного Урала. В кн.: 200 лет золотой промышленности Урала. Свердловск: изд. УФАИ СССР, 1948. С. 316—330.
2. **Бородаевский Н. И., Бородаевская М. Б.** Березовское рудное поле. М.: Metallurgizdat, 1947. 264 с.
3. **Берзон Р. О., Бородаевский Н. И.** Месторождение Золотая Гора. В кн.: Золоторудные месторождения СССР. Т. I. М.: Недра, 1984. С. 187—195.
4. **Боришанская С. С., Виноградова Р. А., Крутов. А. Г.** Минералы никеля и кобальта. М.: МГУ, 1981. 222 с.

5. **Нечеухин В. М., Берлянд Н. Г., Пучков В. Н. и др.** Глубинное строение, тектоника, металлогения Урала. Свердловск: изд. УНЦ АН СССР, 1986. 107 с.
6. **Омельяненко Б. И.** Некоторые особенности процессов низкотемпературных окислительных изменений и попытка их систематизации. В кн.: Проблемы метасоматоза. М.: Недра, 1970. С. 152—162.
7. **Плетнев П. А., Спиридонов Э. М.** Эгирин-ферросалитовые сенинты Золотой Горы (гора Карабаш) // Уральский геологический журнал. 2001. № 6 (24). С. 59—61.
8. **Сазонов В. Н.** Метасоматиты березит-лиственитовой формации Урала, сформировавшиеся на контакте химически разнородных пород. В кн.: Вопросы геохимии и рудообразования. Свердловск: Изд. УНЦ АН СССР, 1977. С. 9—47.
9. **Сазонов В. Н.** Хром в гидротермальном процессе. М.: Наука, 1978. 287 с.
10. **Сазонов В. Н.** Березит-лиственитовая формация и сопутствующее ей оруденение (на примере Урала). Свердловск: Изд. УНЦ АН СССР, 1984. 208 с.
11. **Спиридонов Э. М.** Типоморфизм светлых слюд и хлоритов гидротермальных метасоматитов Северного Казахстана. В кн.: Новые данные о типоморфизме минералов и минеральных ассоциаций. М.: Наука, 1977. С. 44—46.
12. **Спиридонов Э. М.** Инверсионная плутоногенная золото-кварцевая формация каледонид севера Центрального Казахстана // Геология рудных месторождений. 1995. Т. 37. № 3. С. 179—207.
13. **Спиридонов Э. М., Плетнев П. А.** Апонеридотитовые хромит-кварц-рибекитовые метасоматиты Золотой Горы (гора Карабаш) // Уральский геологический журнал. 2001. № 6 (24). С. 61—73.
14. **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.
15. **Чвилева Т. Н., Безсмертная М. С., Спиридонов Э. М. и др.** Справочник-определитель рудных минералов в отраженном свете. М.: Недра, 1988. 505 с.