



УДК (553.412'44:549.3):550.42(571.14)

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И ОСНОВНЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРЕБРОПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ МОЧИЩЕНСКОГО ШТОКА (НОВОСИБИРСКОЕ ПРИОБЬЕ, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

А. А. Редина¹, С. Р. Осинцев¹, Ю. О. Редин^{1,2}¹Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, Новосибирск; ²Новосибирский государственный университет, Новосибирск

Мочищенское сереброполиметаллическое рудопроявление расположено в одноименном штоке лейкогранитов. Приводятся результаты исследования вещественного состава и физико-химических условий формирования руд. Главными рудными минералами являются пирит, галенит и сфалерит. Рентгеноспектральным анализом установлены устойчивые характерные примеси в сфалерите (Fe, Mn, Cd) и в галените (Ag, Bi, Ga). В ходе проведенных исследований впервые установлены три минеральные формы нахождения серебра в рудах – канфильдит (Ag_8SnS_6), гессит (Ag_2Te) и шапбахит (AgBiS_2). Результаты исследования изотопного состава серы сульфидных минералов свидетельствуют об эндогенном источнике серы в рудных минералах. Формирование оруденения по результатам крио- и термометрических исследований происходило в достаточно широком диапазоне температур (190–390 °C) из растворов умеренных и высоких концентраций. Газовая фаза флюидов имела углекислотный состав и содержала примеси N_2 и CH_4 .

Ключевые слова: сереброполиметаллическое оруденение, минеральный состав, условия формирования.

MINERAL COMPOSITION AND MAJOR GENETIC FEATURES OF SILVER-POLYMETALLIC MINERALISATION OF THE MOCHISHCHENSKY BUNCH (NOVOSIBIRSK OB REGION, WESTERN SIBERIA)

A. A. Redina¹, S. R. Osintsev¹, Yu. O. Redin^{1,2}¹V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia; ²Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

The Mochishchenskoye silver-polymetallic mineralisation is located in the Mochishchensky leucogranite bunch. The article contains results of studying material composition and physical and chemical conditions of mineralisation. Major ore minerals there are pyrite, galena, and sphalerite. The X-ray spectroscopy identified characteristic stable inclusions in sphalerite (Fe, Mn, Cd) and galena (Ag, Bi, Ga). During the study, for the first time the authors identified three mineral forms of silver occurrence in ores: canfieldite (Ag_8SnS_6), hessite (Ag_2Te), and schapbachite (AgBiS_2). The study of isotope composition of sulphur of sulphide minerals indicates the endogenous source of sulphur in the ore minerals. According to cryo- and thermometric analysis, the mineralisation occurred from moderate- and high-concentration solutions at a wide range of temperature (190–390°C). The gas fluid phase had a carbon-dioxide composition and contained N_2 and CH_4 .

Keywords: silver-polymetallic mineralization, mineral composition, formation conditions

DOI 10.20403/2078-0575-2017-1-80-88

Мочищенский шток расположен на северо-западе Новосибирской области в пределах Колывань-Томской складчатой зоны (КТСЗ) и входит в состав барлакского гранитоидного комплекса [1]. С гранитоидами барлакского комплекса ассоциирует Sn-W, Sn-редкометалльное, Pb-Zn, а также прогнозируется Ag-Pb, Ag-Sb оруденение [7].

В пределах КТСЗ достаточно широко проявлено разнотипное эндогенное оруденение: ртутное, флюоритовое, сурьмяное, золотое, редкометалльное, медно-никелевое, колчеданно-полиметаллическое и др. Главным образом это рудопроявления и точки минерализации. Большая часть проявлений слабо изучена, не ясна их формационная принадлежность, генезис, не определены основные закономерности их размещения. В то же время многие исследователи рассматривают КТСЗ как весьма перспективный регион для обнаружения золотого,

полиметаллического, редкометалльного и медно-никелевого оруденения [1].

Большинство известных полиметаллических рудопроявлений Колывань-Томской складчатой зоны и прилегающих к ней структур Северо-Западного Салаира относится к двум возрастным уровням: кембрийскому (Салаирское, Урское, Каменушинское, Еловское, Смирновское) и среднедевонскому (Омутнинское, Барановское, Яшкинское, Пермское, Михайловское). Генезис Мочищенского рудопроявления во многом спорный [1, 4, 5, 8], но существенно отличается от такового кембрийских и среднедевонских полиметаллических рудопроявлений.

В данной статье рассматриваются условия формирования и минералого-геохимические особенности руд Мочищенского рудопроявления, нетипичных для полиметаллических рудопроявлений КТСЗ.



Основные черты геологического строения Колывань-Томской складчатой области

Колывань-Томская складчатая область расположена на северо-западе Алтае-Саянской складчатой области и в современных тектонических ее структурах является единственной обнаженной частью Центрально-Западно-Сибирской плиты [1]. Юго-восточной границей КТСЗ служит система крупных пологих тектонических разломов, по которым комплексы зоны надвинуты на каледонско-герцинские структуры северо-западной части Салаира, Кузбасса и Кузнецкого Алатау. На северо-западе зона перекрывается мезо-кайнозойским чехлом. Центральная часть образована Буготакско-Митрофановским антиклинорием, а северо-западная и юго-восточная – Новосибирским и Горловско-Зарубинским прогибами соответственно [1].

Колывань-Томская складчатая зона сложена породами среднего девона – раннего карбона (D_2-C_1), которые простираются в северо-восточном направлении (рис. 1). В центральной части зоны распространены карбонатно-терригенные породы среднего и верхнего девона. Периферия структуры на западе сменяется Новосибирским прогибом, который выполнен песчано-сланцевыми относительно слабо дислоцированными отложениями верхнего девона и нижнего карбона [1].

Полиметаллическое оруденение Колывань-Томской складчатой зоны

Обобщение имеющихся литературных данных по эндогенному оруденению КТСЗ и сопряженных с ней структур Северо-Западного Салаира позволяет отнести к наиболее древним типам оруденения проявления полиметаллической и колчеданно-полиметаллической минерализации. Оруденение этого типа проявилось на двух возрастных уровнях: кембрийском и среднедевонском, для которых характерна пространственная связь с субвулканическими интрузиями [1].

Оруденение первого возрастного уровня развито в основном в структурах Салаира, где известно несколько промышленных объектов этого типа (Салаирское, Урское, Каменушинское) и множество мелких месторождений, рудопроявлений и точек минерализации. Они локализованы среди эффузивно-осадочных отложений кембрия и представлены метасоматическими залежами, минерализованными зонами дробления, вкрапленностью рудных минералов в зонах интенсивного расщелачивания и гидротермального изменения пород. К главным рудным минералам относятся пирит, галенит, сфалерит, халькопирит, в меньших количествах встречаются блеклые руды, пирротин, борнит. В рудах кембрийского уровня отмечаются повышенные содержания Ag (до 600 г/т) и Au (до 1,5 г/т).

Ближние по типу проявления колчеданно-полиметаллической минерализации в пределах КТСЗ

развиты среди эффузивно-осадочных отложений среднего девона (Омутнинское, Барановское, Яшкинское, Пермское, Михайловское), а также в прилегающих структурах Северо-Западного Салаира (Огневское, Романовское и др.). Для них характерно прожилково-вкрапленное и метасоматическое вкрапленное оруденение, представленное пиритом, сфалеритом, халькопиритом и галенитом, в небольшом количестве пирротин, арсенопирит, борнит, гематит, самородным золотом и сульфосолями. Подобные полиметаллические руды часто сопровождаются кварцево-жильной медной серебросодержащей минерализацией.

В отличие от перечисленных месторождений и рудопроявлений сереброполиметаллическое оруденение Мочищенского штока локализуется среди гранитоидов барлакского комплекса и отличается по возрасту, минеральному составу и условиям формирования.

Геологическое строение и минеральный состав руд Мочищенского штока

Мочищенский шток сложен среднезернистыми, иногда порфировидными биотитсодержащими лейкогранитами (рис. 2) [1]. В гранитах отмечаются трещины юго-восточного падения ($110-130^\circ$) под углом $10-50^\circ$ и северо-западного ($280-310^\circ$) под углом $70-90^\circ$. Гидротермальное изменение гранитов приурочено к ослабленным тектоническим зонам. Полосы неизмененных гранитов отделены друг от друга кварц-серицитовыми метасоматитами с довольно густой вкрапленностью пирита. Граниты вблизи контакта с метасоматитами пронизаны многочисленными тонкими жилами кварца мощностью от 1 мм до 1–2 см [6].

Приконтактные изменения гранитов выражаются в частичном замещении отдельных зерен полевого шпата (обычно в полосе 10–20 см), серицитом и хлоритом [6].

В пределах крупной гидротермально проработанной полосы гранитов выделены три рудоносные зоны. Главная находится в центральной части карьера, где пространственно приурочена к контакту мелкозернистых гранитов с порфировидными биотитсодержащими лейкогранитами. Выявленное рудное тело представляет собой кварц-сульфидную жилу, выполняющую центральную часть гидротермально-метасоматической колонки. Мощность жильного тела в верхней части разреза составляет 0,3–0,5 м, вниз по падению увеличивается до 2–2,5 м. На самых верхних уступах карьера рудный выход главной зоны представлен выщелоченными, осветленными песчано-гравийно-глинистыми рыхлыми образованиями светлых и желтоватых тонов. Они не содержат внешних признаков полиметаллической минерализации. В нижнем горизонте на глубине примерно 30 м обнажены относительно свежие полиметаллические руды. Кварц-сульфидная жила этой зоны наряду с пиритом содержит галенит

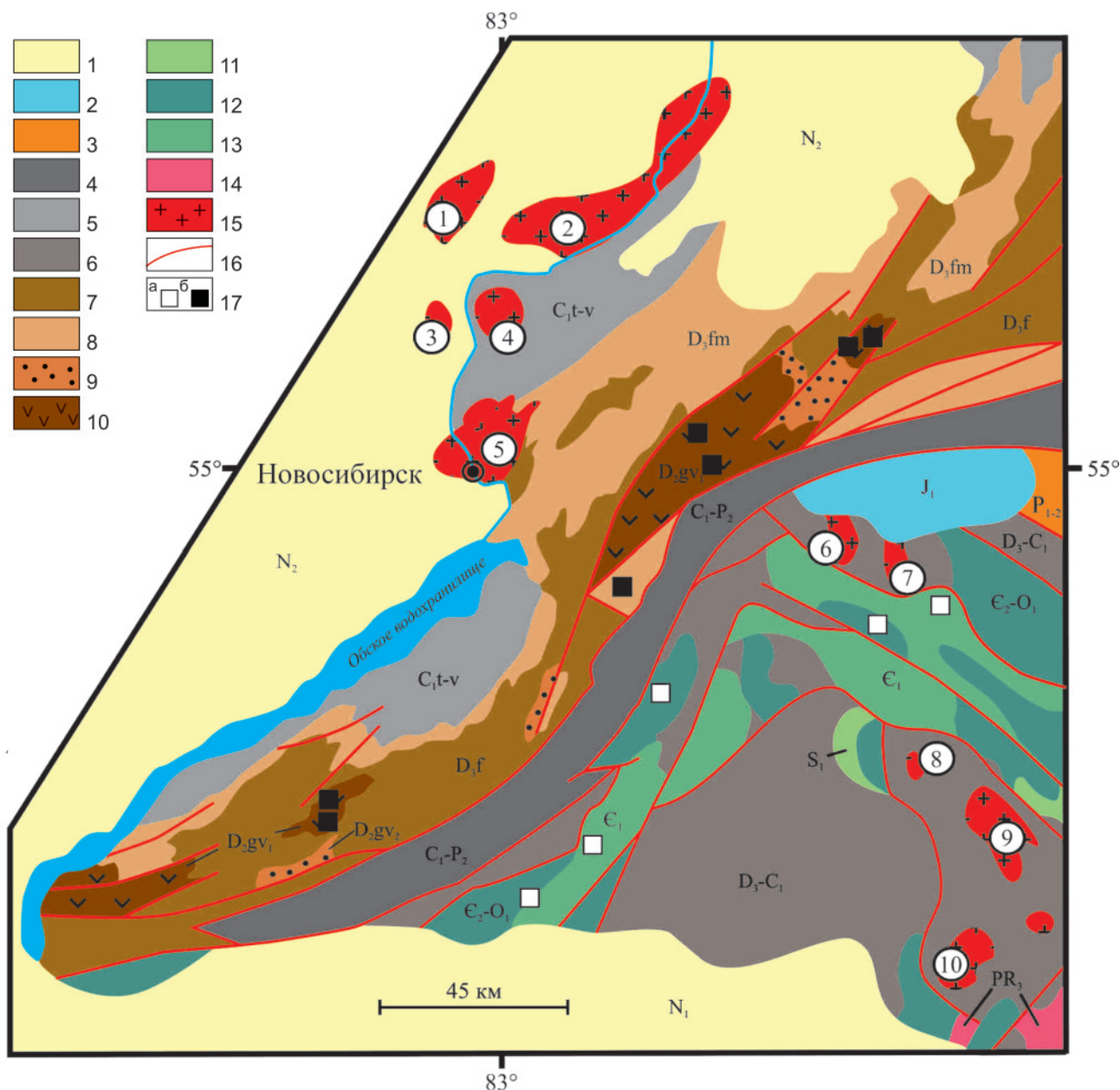


Рис. 1. Размещение гранитоидных массивов и участков полиметаллического оруденения в области сочленения Колывань-Томской складчатой зоны и северо-западной части Саяла (по [1, 2] с упрощениями)

1 – песчано-глинистые осадки N_1-N_2 ; 2 – терригенные отложения с конгломератами и бурыми углями J_1 ; 3 – карбонатно-терригенные угленосные отложения P_{1-2} ; 4 – терригенно-карбонатные отложения, карбонатно-терригенные отложения C_1-P_2 ; 5 – терригенно-карбонатные отложения C_1-t-v ; 6 – карбонатно-терригенные отложения D_3-C_1 ; 7 – карбонатно-терригенные отложения, эффузивы, туфы D_3f ; 8 – карбонатно-терригенные отложения D_3fm ; 9 – лавы и туфы смешанного состава, песчаники, алевролиты D_2gv_2 ; 10 – андезитобазальты, карбонатно-терригенные отложения D_2gv_1 ; 11 – терригенные отложения S_1 ; 12 – эффузивы среднего, основного и смешанного состава, карбонатно-терригенные отложения, туфы, сланцево-песчистые отложения, сланцы, известняки E_2-O_1 ; 13 – известняки, карбонатно-песчистые отложения, вулканиты различного состава, карбонатно-сланцевые, псаммитовые отложения E_1 ; 14 – карбонатно-кремнисто-вулканогенные образования PR_3 ; 15 – гранитоидные массивы (1 – Орловский, 2 – Обской, 3 – Колыванский, 4 – Барлакский, 5 – Новосибирский, 6 – Улантовский, 7 – Коуракский, 8 – Елбанский, 9 – Выдрихинско-Федосеевский, 10 – Залесовский); 16 – разрывные нарушения; 17 – рудопроявления полиметаллов: а – кембрийские; б – среднедевонские

и сфалерит. Она установлена в обоих бортах карьера, отстоящих друг от друга на расстоянии около 300 м, и выходит за его пределы. Рудное тело неправильной формы, имеет крутое ($75-80^\circ$) северо-восточное падение и почти субширотное простирание. Вторая (Северная) зона вскрыта на верхних уступах в северной части карьера и представлена мощной

(до 5 м) полосой окварцевания, протягивающейся в северо-западном направлении. В ней отмечается метасоматический тонкозернистый кварц, переходящий в более крупнокристаллический, местами содержащий полости, выполненные гребенчатым и друзовидно-гребенчатым кварцем. В метасоматическом кварце отмечаются более поздние тонкие

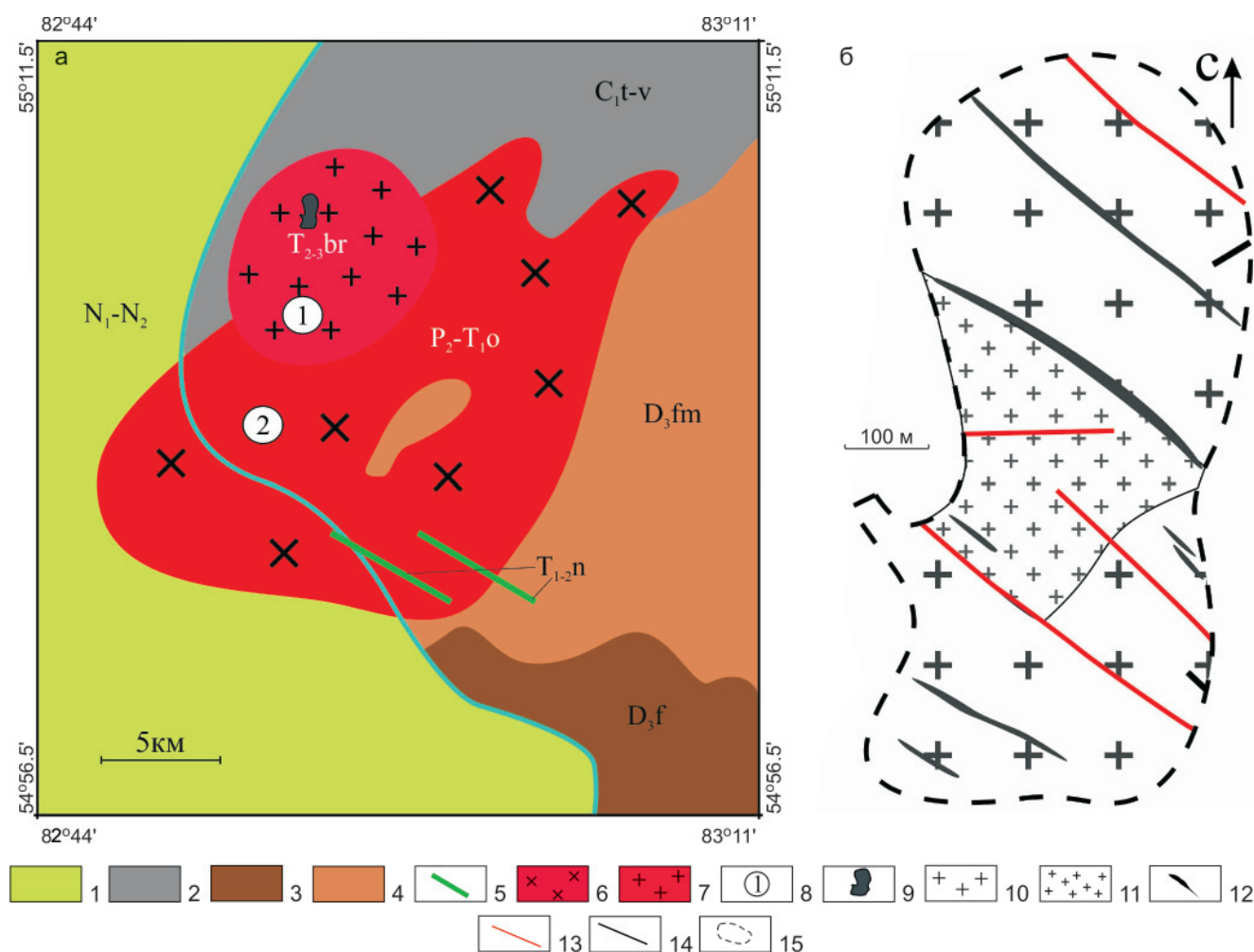


Рис. 2. Схема расположения Мочищенского штока (а) и его геологическое строение в контуре одноименного карьера (б) по [7]

1 – песчано-глинистые осадки N_1-N_2 ; 2 – терригенно-карбонатные отложения C_1t-v ; 3 – карбонатно-терригенные отложения, эффузивы, туфы D_3f ; 4 – карбонатно-терригенные отложения D_3fm ; 5 – долериты, порфиры, микродиориты, спессартиты, диорит-порфиры, монцодиориты новосибирского комплекса $T_{1-2}n$; 6 – гранодиориты, граносиениты порфировидные, адамеллиты, граниты биотит-роговообманковые, плагиограниты, плагиогранит-порфиры, микроплагиограниты обского комплекса P_2-T_1o ; 7 – лейкограниты биотитовые, гранит-порфиры барлакского комплекса $T_{2-3}br$; 8 – массивы: 1 – Мочищенский, 2 – Новосибирский; 9 – расположение карьера; 10 – среднезернистые биотитовые лейкограниты; 11 – мелкозернистые граниты; 12 – зоны березитизации; 13 – тектонические зоны; 14 – дайки плагиоклазовых порфиров; 15 – контуры карьера [3]

кварцевые прожилки. Южная зона характеризуется значительным количеством пирита. Содержание рудообразующих элементов в ней на порядок ниже, чем в первых двух, но она имеет большую мощность и крутое падение [6].

Исследование руд и рудоносных флюидов Мочищенского штока проводилось по образцам, отобранным в последние 30 лет, и отражает минералогические особенности и физико-химические условия формирования оруденения на различных гипсометрических уровнях. Руды характеризуются небольшим разнообразием минерального состава: главные рудообразующие минералы – пирит, сфалерит, галенит; второстепенные – пирротин; редкие – канфилдит (Ag_8SnS_6) и гессит (Ag_2Te). В единичных пробах установлено до 0,2–0,4 г/т золота. Нерудные минералы представлены кварцем, серицитом и калиевым полевым шпатом. Структура руд глав-

ным образом крупно- и среднезернистая, текстура вкрапленная, прожилково-вкрапленная и гнездово-вкрапленная. Количество рудных минералов варьирует от 10 до 70 %.

Пирит представлен зернистыми агрегатами, хорошо ограненными кристаллами кубического габитуса. Кристаллы пирита часто сильно катаклизированы, а межзерновое пространство и трещины залечиваются галенитом и сфалеритом.

Сфалерит ассоциирует с галенитом и пиритом и встречается в виде ксеноморфных выделений и зернистых масс. В сфалерите установлен пирротин в виде продуктов распада твердых растворов (рис. 3, а, б); из примесей в значимых количествах определены (мас. %) железо (до 11,3), марганец (до 0,39) и кадмий (0,82) (табл. 1).

Галенит представлен отдельными кристаллами, скоплением зерен, местами слагает сплош-

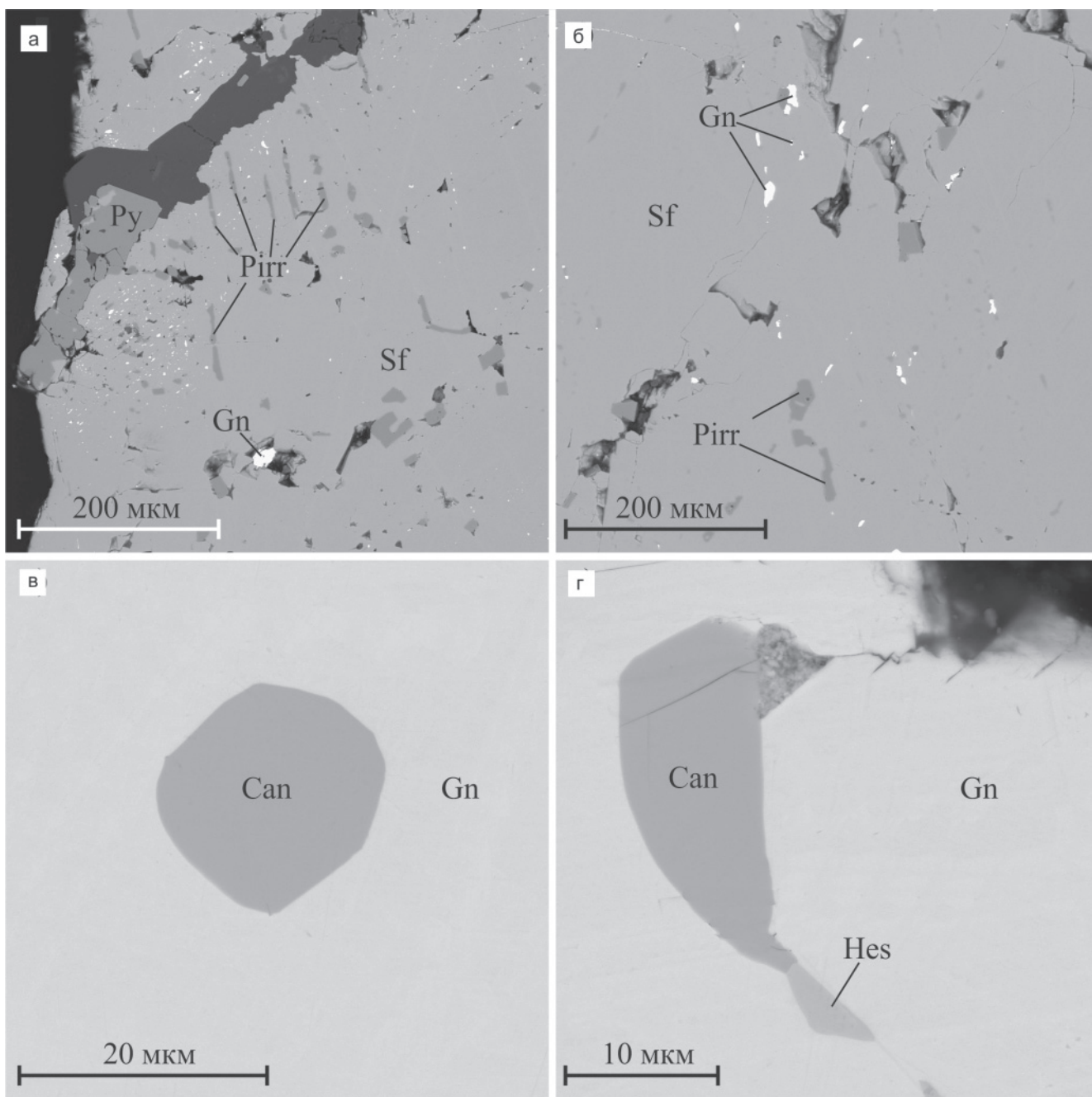


Рис. 3. Рудная минерализация Мочищенского штока: а, б – сростание сфалерита с галенитом и пиритом, а также пирротин в сфалерите в виде продуктов распада твердого раствора; в, г – вкрапленники серебросодержащих минералов в галените (Py – пирит, Pirr – пирротин, Sf – сфалерит, Gn – галенит, Can – канфильдит (Ag_8SnS_6), Hes – гессит (Ag_2Te))

ные агрегаты, захватывающие при отложении выделения пирита, а также образует сростания со сфалеритом. Из примесей в галените в значимых количествах определены (мас. %) серебро (до 0,17), висмут (до 0,52) и галлий (до 0,21) (табл. 2). Более того, установлена положительная корреляция висмута и серебра, что указывает на наличие шапбахита как одной из фаз концентрации серебра. По данным П. Рамдора (1962), шапбахит находится в галените в виде твердого раствора. С помощью метода SIMS (сканирующая электронная микроскопия) выявлены канфильдит и гессит, которые в виде включений встречаются в галените (см. рис. 3, в, г).

Результаты изотопных исследований сульфидной серы приведены в табл. 3. Незначительные отклонения $\delta^{34}\text{S}_{\text{CDT}}$ от нулевого значения свидетельствуют об эндогенном источнике серы рудных минералов [9].

Физико-химические условия формирования оруденения

Для проведения термобарогеохимических исследований взяты образцы кварцевых жил Мочищенского штока, характеризующиеся богатой полиметаллической минерализацией. Были изучены флюидные первичные и псевдотермические включения при помощи методов крио- и термометрии

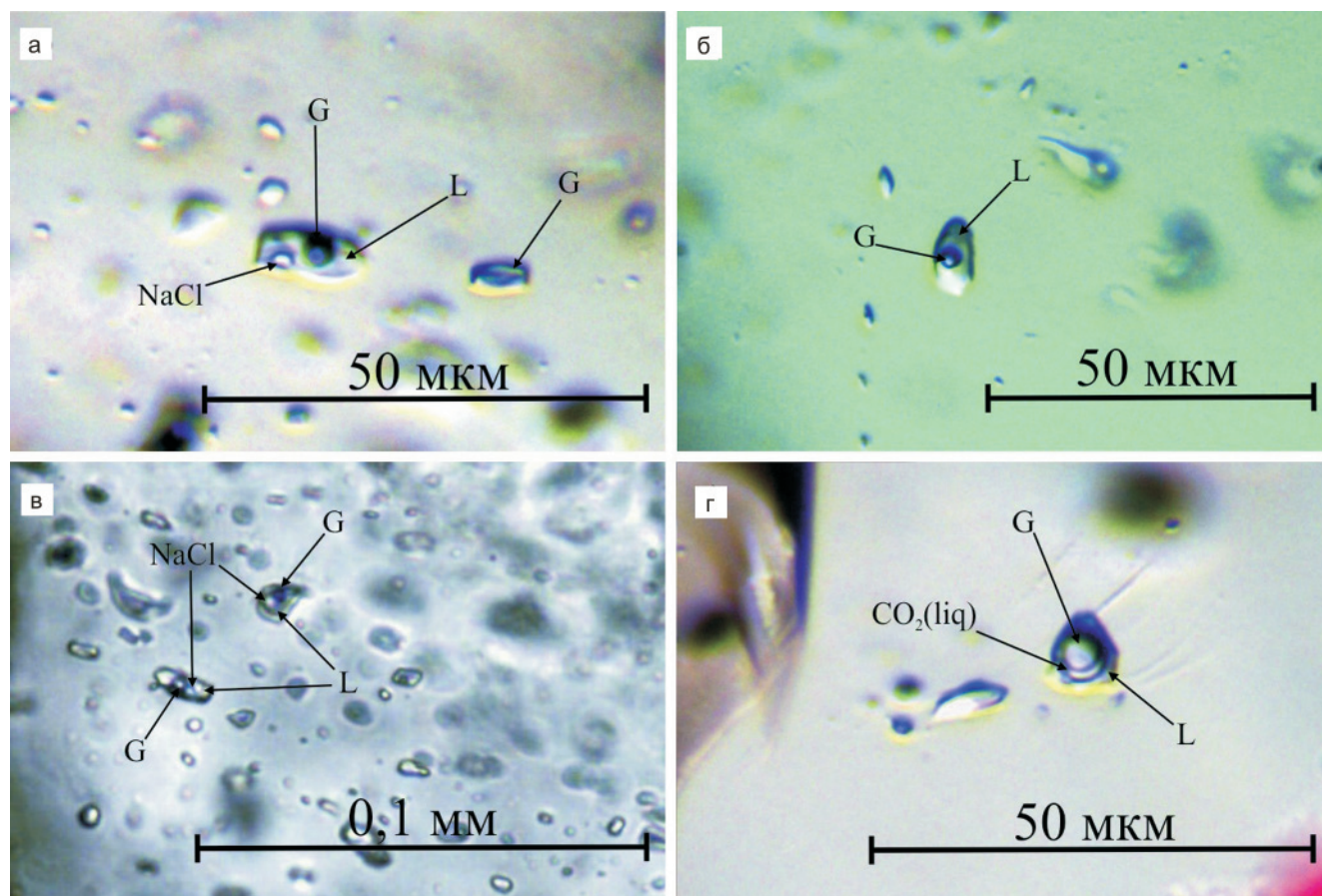


Рис. 4. Флюидные включения в кварце Мочищенского штока

а – трехфазное с кристаллом NaCl и существенно газовое; б – двухфазное; в – два трехфазных с кристаллами галита; г – трехфазное с жидкой CO₂

и рамановской спектроскопии. При изучении полированных пластинок кварца с помощью оптического микроскопа при стандартных условиях выделены следующие типы флюидных включений (ФВ) (рис. 4):

– существенно газовые, в которых доля газовой фазы значительно превалирует над солевым раствором;

– двухфазные газовой-жидкие, в которых доля газового пузырька в растворе составляет 2–17 %;

– трехфазные, содержащие газовую фазу (до 8 %), кубик галита и солевой раствор или газовую фазу, жидкую CO₂ (в виде тонкой каемки газового пузырька) и солевой раствор.

Крио- и термометрические исследования и рамановская спектроскопия двухфазных включений показали, что гомогенизация в жидкую фазу происходит в достаточно широком диапазоне температур (90–356 °C). По температуре и локализации в пределах кварцевых зерен ФВ можно разделить на три группы (табл. 4).

1. Наиболее высокотемпературные (295–356 °C), располагающиеся по зоне роста кристалла и обладающие характерной формой негативных кристаллов. Они имеют наименьшие размеры (3–5 мкм) и низкую соленость (<1 мас. % NaCl-экв), доля газового пузырька в них составляет около 7 %. Газовая фаза отвечает по составу углекислоте, иногда с небольшой долей азота (до 1,9 мас. %).

2. Среднетемпературные (190–290 °C), не имеющие закономерного распространения. Однако можно отметить, что именно они встречаются в трещинках между рудными минералами. Такие ФВ по морфологии округлые, овальные и слегка удлинённые, размерами 6–20 мкм, с долей газо-

Таблица 1

Химический состав сфалерита, мас. %

Zn	S	Fe	Mn	Cd	Сумма
57,9	33,0	7,5	0,27	0,58	99,25
54,8	32,9	10,5	0,33	0,62	99,15
56,0	32,7	9,3	0,31	0,8	99,11
54,3	33,2	10,8	0,37	0,6	99,27
55,8	32,8	9,2	0,37	0,82	98,99
55,1	33,0	9,8	0,39	0,73	99,02
56,8	32,7	8,2	0,29	0,77	98,76
54,6	32,9	10,6	0,26	0,73	99,09
57,1	32,8	8,3	0,32	0,71	99,23
53,7	33,4	11,3	0,26	0,82	99,48
56,3	33,1	9,1	0,34	0,68	99,52
55,3	33,6	9,9	0,36	0,68	99,84

Примечание. Содержания Ge, Co, Ag, Hg, Cu, Sn, Ni, In ниже предела обнаружения.



Таблица 2

Химический состав галенита, мас. %

Pb	S	Bi	Ag	Ga	Сумма
Обр. 1					
85,9	13,6	0	0	0,21	99,71
85,9	13,6	0,18	0	0,14	99,82
86,0	13,7	0	0	0,1	99,8
85,6	13,7	0,15	0	0,14	99,59
86,9	13,1	0	0	0,18	100,18
85,8	13,6	0	0	0,15	99,55
86,0	13,6	0,1	0	0,13	99,83
86,0	13,5	0,1	0	0,1	99,70
86,0	13,5	0	0	0,14	99,64
86,0	13,5	0	0	0,12	99,62
86,5	13,5	0	0	0,15	100,15
86,7	13,3	0,18	0	0,11	100,29
Обр. 2					
85,5	13,3	0,36	0,17	0,16	99,49
85,5	13,2	0,24	0	0,13	99,07
85,4	13,0	0,29	0,16	0,2	99,05
85,8	13,3	0,3	0,17	0,14	99,71
85,3	13,1	0,5	0,13	0,15	99,18
85,7	13,4	0,52	0,2	0,21	100,06
Обр. 3					
85,4	13,4	0,17	0	0,12	99,09
86,2	13,2	0	0	0,12	99,52
86,3	13,4	0	0	0,11	99,81
86,4	13,5	0	0	0,15	100,05
86,1	13,5	0,1	0	0,14	99,84
86,6	13,4	0,2	0	0,14	100,34
86,1	13,6	0	0	0,16	99,86
86,4	13,4	0,27	0	0,16	100,23
86,0	13,4	0,1	0	0,15	99,65
86,6	13,4	0,17	0	0,12	100,29

Примечание. Содержания Se, As, Cu, Sb ниже предела обнаружения.

вой составляющей 2–17 %. Они характеризуются средней соленостью 3,3–10,5 мас. % NaCl-экв. По данным рамановской спектроскопии состав газовой фазы флюида углекислотный с долей метана до 3,9 мас. %.

3. Низкотемпературные (90–190 °С), относящиеся полностью к псевдоторичным ФВ овальной

Таблица 3

Изотопный состав серы сульфидов

Образец	Минерал	$\delta^{34}\text{S}_{\text{CDT}}$, ‰
МЧ	Пирит	+1,1
	Сфалерит	–0,7
	Галенит	–2,6
МЧ-85	Пирит	+0,1
	Сфалерит	–3,6
	Галенит	–3,1

и удлиненной формы, размерами 4–12 мкм, с долей газовой фазы 2–7 % и соленостью от менее 1 до 6,4 мас. % NaCl-экв. Газовая фаза представлена водяным паром.

Таким образом, в двухфазных ФВ наблюдается последовательное уменьшение температуры рудогенного флюида и роли углекислоты в формировании минерализации от первичных включений по зонам роста кристаллов минерала-хозяина (295–356 °С, углекислотные) к псевдоторичным включениям, возникшим за счет частичного растворения кристалла (90–190 °С, хлоридно-водные).

Трехфазные ФВ с кубиком галита характеризуются температурами гомогенизации от 260 до 390 °С, имеют удлиненную форму или грани негативных кристаллов. Их соленость 30–42 мас. % NaCl-экв. Немаловажно, что подобные включения сопровождаются существенно газовыми, что свидетельствует о гетерогенизации флюида в результате процесса ретроградного кипения.

Наличие ФВ, содержащих жидкую CO_2 (см. рис. 4), доказывает, что ранний рудоносный флюид был углекислотным.

Выводы

Приведенные данные показывают, что сереброполиметаллическое оруденение Мочищенского штока по многим признакам отличается от известных полиметаллических месторождений и рудопроявлений в пределах Колывань-Томской складчатой зоны и прилегающих к ней структур Северо-Западного Салаира. Оруденение имеет следующие специфические признаки:

– вмещающие породы – граниты барлакского комплекса;

Таблица 4

Результаты крио- и термометрии и рамановской спектроскопии флюидных включений в кварцевых жилах с полиметаллической минерализацией

Номер пробы	Размер включений, мкм	$T_{\text{гом}}$, °С	$T_{\text{пл. льда}}$, °С	Соленость, мас. % NaCl-экв	Состав газовой фазы
Двухфазные ФВ					
4	3–5	295–356	0,1–2	<1	$\text{CO}_2 \pm \text{N}_2$
39	6–20	190–290	0,2–7	3,3–10,5	$\text{CO}_2 \pm \text{CH}_4$
11	4–12	90–190	0,1–4,2	<1–6,4	H_2O
Трехфазные ФВ					
4	10–16	342–390	–	38–42	–
6	8–12	260–287	–	30–36	–



- рудные тела – кварц-серицитовые метасоматиты, приуроченные к ослабленным тектоническим зонам;
- главным образом жильная форма рудных тел;
- минеральный состав (пирит, галенит, сфалерит, пирротин, канфилдит, гессит, шапбахит) и геохимический профиль руд (Ag-Bi-Pb-Zn (Cd, Ga));
- наличие трех минеральных форм нахождения серебра в рудах – канфилдит (Ag_8SnS_6), гессит (Ag_2Te) и шапбахит (AgBiS_2); все они – в галените, причем первые два – в виде включений, а последний – в виде продуктов распада твердого раствора;
- эндогенный источник серы рудных минералов (по результатам исследования изотопного состава серы сульфидных минералов);
- формирование жильного сереброполиметаллического оруденения при температурах 190–390 °C из растворов с концентрациями солей от умеренных до высоких;
- присутствие примеси N_2 и CH_4 (помимо углекислоты) в газовой составляющей флюидов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-35-00253.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Геодинамика**, магматизм и металлогения Колывань-Томской складчатой зоны / В. И. Сотников, Г. С. Федосеев, Л. В. Кунгурцев и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1999. – 227 с.
2. **Гранитные** карьеры Новосибирского Приобья: путеводитель экскурсии / сост.: Г. С. Федосеев, С. В. Жигалов, Н. Н. Крук // II Междунар. геол. конф. «Граниты и эволюция Земли: граниты и континентальная кора». – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – 32 с.
3. **Минералогия** области сочленения Салаира и Колывань-Томской складчатой зоны / Н. А. Росляков, Ю. Г. Щербakov, Л. В. Алабин и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. – 243 с.
4. **Небера Т. С., Коноваленко С. И., Борозновская Н. Н.** К оценке потенциальной рудоносности гранитоидов Колывань-Томской складчатой зоны // Нефть. Газ. Геология. Экология: современное состояние, проблемы, новейшие разработки, перспективные исследования. Материалы круглых столов. – Томск: ТПУ, 2010. – С. 241–248.
5. **Новые** данные по гранитоидам Новосибирского Приобья (Западная Сибирь) / Г. А. Бабин, Г. С. Федосеев, А. С. Борисенко и др. // Граниты и эволюция Земли: граниты и континентальная кора: матер. II Междунар. геол. конф. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – С. 28–30.
6. **Осинцев С. Р.** Мочищенское полиметаллическое проявление в Новосибирском Приобье (Колывань-Томская складчатая зона) // Актуальные вопросы геологии Сибири. – Томск: ТГУ, 1988. – С. 87–90.
7. **Серебро-сурьмяная** рудная формация / А. С. Борисенко, Г. Г. Павлова, А. А. Оболенский и др. – Новосибирск: Наука, 1992. – 189 с.
8. **Хомичев В. Л., Никонов Ю. Н., Антонович Р. М.** Эталон борок-бибеевского габбро-гранитоидного комплекса (Колывань-Томская зона). – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2003. – 244 с.
9. **Ohmoto H., Rye R. O.** Isotopes of sulfur and carbon // *Geochemistry of hydrothermal deposits*. 2nd ed. In: Barnes H.L. (ed.). – New York: J. Wiley & Sons, 1979. – P. 461–560.

REFERENCES

1. Sotnikov V.I., Fedoseev G.S., Kungurtsev L.V. *Geodinamika, magmatizm i metallogeniya Kolyvan'-Tomskoy skladchatoy zony* [Geodynamics, magmatism, and metallogeny of the Kolyvan-Tomsk folded zone]. Novosibirsk, SB RAS Publ., NITs OIGGM, 1999. 227 p. (In Russ.).
2. *Granitnye kar'ery Novosibirskogo Priob'ya: putevoditel' ekskursii* [Granite open cuts of the Novosibirsk Ob region: A field guide]. Compiled by Fedoseev G.S., Zhigalov S.V., Kruk N.N. *Mezhdunarodnaya geologicheskaya konferentsiya «Granity i evolyutsiya Zemli: granity i kontinental'naya kora»* [Granites and the Earth's Evolution: Granites and the Continental Crust. Proceedings of 2nd International Geological Conference]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2014. 32 p. (In Russ.).
3. Roslyakov N.A., Shcherbakov Yu.G., Alabin L.V., et al. *Minerageniya oblasti sochleneniya Salaira i Kolyvan'-Tomskoy skladchatoy zony* [Minerageny of the area of joining of Salair and the Kolyvan-Tomsk folded zone]. Novosibirsk, SB RAS Publ., Geo Branch, 2001. 243 p. (In Russ.).
4. Nebera T.S., Konovalenko S.I., Boroznovskaya N.N. [Potential ore content estimate of granitoids of the Kolyvan-Tomsk folded zone]. *Neft'. Gaz. Geologiya. Ekologiya: sovremennoe sostoyanie, problemy, noveyshie razrabotki, perspektivnye issledovaniya. Materialy kruglykh stolov* [Oil. Gas. Geology. Ecology: The current state, problems, innovation, promising studies. Proceedings of round tables]. Tomsk, TPU Publ., 2010, pp. 241–248. (In Russ.).
5. Babin G.A., Fedoseev G.S., Borisenko A.S., et al. [New data on granitoids of the Novosibirsk Ob region (Western Siberia)]. *Granity i evolyutsiya Zemli: granity i kontinental'naya kora. Materialy II mezhdunarodnoy geologicheskoy konferentsii* [Granites and the Earth's evolution: Granites and continental crust. Proceedings of 2nd International Geological Conference]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2014, pp. 28–30. (In Russ.).
6. Osintsev S.R. [The Mochishchenskoe polymetallic occurrence in the Novosibirsk Ob region (Kolyvan-Tomsk folded zone)]. *Aktual'nye voprosy geologii Sibiri* [Topical issues of Siberian Geology]. Tomsk, Tomsk University Publ., 1988, pp. 87–90. (In Russ.).

7. Borisenko A.S., Pavlova G.G., Obolensk A.A. et al. *Serebrosur'myanaya rudnaya formatsiya* [Silverstibium ore formation]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1992. 189 p. (In Russ.).
8. Khomichev V.L., Nikonov Yu.N., Antonovich R.M. *Etalon borok-bibeevskogo gabbro-granitoidnogo kompleksa (Kolyvan'-Tomskaya zona)*

[Standard of the Borok-Bibeevsky gabbro-granitoid complex]. Novosibirsk, SNIIGiMS Publ., 2003. 244 p. (In Russ.).

9. Ohmoto H., Rye R. O. Isotopes of sulfur and carbon. *Geochemistry of hydrothermal deposits*. 2nd ed. In: Barnes H.L. (ed.). New York, J. Wiley & Sons, 1979, pp. 461–560.

© А. А. Редина, С. Р. Осинцев, Ю. О. Редин, 2017

Университет МEGATPEHД
(Белград, Республика Сербия)
проводит 7-й Международный симпозиум по менеджменту природных ресурсов
31 мая 2017 г.



www.fmz.edu.rs
simpozijum@fmz.edu.rs