

УДК 552.11: 552:551:550.42

**ТИПИЗАЦИЯ РТУТНОГО ОРУДЕНЕНИЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ****Гусев А.И.***Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,  
Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru*

Приведены данные по вещественному составу и структурным особенностям месторождений ртути в Алтайском крае. Оруденение ртути приурочено к крупным глубинным разломам, обрамляющим внутриконтинентальные рифтогенные прогибы и отнесено к телетермальному типу (температуры кристаллизации варьируют от 120 до 150°C). Выделены два подтипа оруденения ртути: 1 – кварц-киноварно-диккитовый с аурипигментом и реальгаром; 2 – кварц-киноварно-диккитовый с антимонитом и золотом, отнесённый к перспективному золото-ртутному оруденению. Ртутное оруденение представлено киноварью, а также реальгаром, аурипигментом, антимонитом, золотом, пиритом, *марказитом*, серой самородной, метациннабаритом, *флюоритом*, *баритом*, *диккитом*, *каолинитом*, *графитом*, *анкеритом*, *ярозитом*, галлуазитом, арсенат-беловитом, мансфильдитом. Предполагается связь оруденения с мантийной базальтоидной магмой (соотношения изотопов серы указывают на мантийный не контаминированный источник – (-7,0–8,2 ‰)).

**Ключевые слова:** структурный фактор, телетермальное оруденение, киноварь, метациннабарит, золото, мантийный источник, изотопы серы

**TYPIZATION OF MERCURY ORE MINERALIZATION OF ALTAI KRAI****Gusev A.I.***The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail. ru*

Data on substantial composition and structural peculiarities of deposition mercury in Altai krai lead. Ore mineralization of mercury date to depth faults, that it is frame intercontinental rift trough and it is carry to telethermal type (temperatures of crystallization variate from 120 to 150°C). Two subtypes ore mineralization of mercury detached: 1 – quartz-cinnabar-dickitic with orpiment and realgar; 2 – quartz-cinnabar- dickitic with antimonite and gold, that it is carry to prospect gold-mercury ore mineralization. Mercury ore mineralization occur by cinnabar and so realgar, orpiment, antimonite, gold, pyrite, marcasite, sulfur native, metacinnabar, fluorite, barite, dickite, kaolinite, graphite, ankerite, jarosite, galloysisite, arsenite-belovite, mansfieldite. Related ore mineralization suppose with mantle basaltic magma (ratio of isotopes sulfur order on mantle noncontamination source – (-7,0–8,2 ‰)).

**Keywords:** structural factor, telethermal ore mineralization, cinnabar, , metacinnabar, gold, mantle source, isotopes of sulfur

Важнейшую роль в размещении ртутного оруденения в регионе имеют зоны региональных разломов, которые относятся к категории глубинных, имеющих мантийное заложение (Сарасинский, Чарышско-Теректинский и другие) [1–3]. Наиболее концентрированное оруденение ртути сосредоточено в пределах Сарасинской и Сибирячихинской ртутно-рудных зон. В пределах этой зоны известны месторождения Сухонькое, Ночной Лог, Лагерное, Черемшанское, Ключ Тесный и ряд проявлений, относящихся к ртутной киноварной карбонатной формации. Актуальность исследований определяется тем, что среди ртутных месторождений выделяется перспективный тип золото-ртутный). Цель исследования – типизировать ртутные объекты края и выделить перспективный золото-ртутный тип оруденения [2, 3].

**Результаты исследований**

Месторождение Новое находится в правом борту р. Сараса у подножья склона. Площадь месторождения сложена терригенно-карбонатными отложениями барагашской свиты девона вблизи их тектони-

ческого контакта с эффузивно-осадочными образованиями онгудайской свиты. Ртутное оруденение приурочено к крутопадающей субмеридиональной зоне брекчирования известняков (рудное тело № 1) в подножии борта р. Сараса и к осложненному разрывами субмеридиональному контакту лиловых и серых алевролитов и известняков (рудные тела № 2, 3), расположенных восточнее и выше по правому борту. В пределах рудного тела № 1 известняки интенсивно дробленные в результате пересечения крутопадающих трещин субмеридионального и северо-восточного простирания, что и обуславливает почти вертикальное падение столбообразного рудного тела. Широко развито дорудное окварцевание, а также кальцитизация и диккитизация пород. Ртутное оруденение многостадийное и тесно ассоциирует с разновозрастным окварцеванием и характеризуется разнообразием текстур руд. Наблюдается более трех генераций кварца. Киноварь развивается как по периферии зерен, так и в виде очень тонкой пылевидной вкрапленности в кварце и часто совместно с зернами тонкоиздробленного кварца и известняка является цементом

рудных брекчий. С пострудным окварцеванием связано переотложение киновари в полостях трещин. Рудное тело не имеет четких границ, по простиранию прослежено на 50 м, по падению на 60 м, а глубже выклинивается. Среднее содержание ртути 0,69%. Рудные тела № 2 и 3, расположенные на восточном фланге месторождения, локализируются на границе красноцветных и серо-зеленых алевролитов, в 1–10 м от тектонического контакта терригенных пород с известняками. Тонкораспыленная киноварь локализуется в красноцветных алевролитах и песчаниках, в маломощных (до 10 см) кальцитовых прожилках и псевдоморфозах кальцита по ископаемым органическим остаткам. Наличие киновари в красноцветных породах обусловлено их более высокой пористостью. Протяженность рудных тел 635 и 465 м при мощности до 1,5–3,2 м (средняя – 0,35 м) и содержании ртути от сотых долей до 0,71%. Без изменения мощности рудные тела прослежены до глубины 50 м. Падение согласное под углами 50–80° на восток. В центре брекчий, обособленно от киновари, широко развит пирит, в том числе мышьяковистый (As до 0,82%). В рудах месторождения в подчиненных количествах отмечается гидрогетит, реальгар, флюорит, сфалерит, галенит, галлуазит.

Нашими работами в брекчированных окварцованных известняках с киноварью, вскрытых карьером, в рудном теле № 1 установлено в штучных пробах 0,6–2,0 г/т золота, а во вмещающих обохренных карбонатных породах – 0,15 г/т. В брекчированных известняках с киноварью установлено 0,01 г/т золота. Наиболее высокие концентрации золота локализируются в джаспероидах, образовавшихся по флюидо-эксплозивным брекчиям. Соотношения изотопов серы киновари из руд месторождения дают узкий интервал значений от (–1,3) до (–2,3) ‰, указывающие на однородный источник серы, характерный для магматогенного неконтаминированного источника.

Запасы ртути составляют: по рудному телу № 1 категории  $C_1$  – 82,9 т,  $C_2$  – 28,2 т при среднем содержании ртути 0,69%, а по части рудного тела № 2 при протяженности 162 м, средней мощности 0,4 м до глубины 40 м – 6,9 т категории  $C_2$  при среднем содержании ртути 0,34% [155, 156]. В 1971 г. Акташским РУ небольшим карьером (55 м<sup>2</sup>) отработана часть рудного тела № 1 с содержанием ртути до 8,0%, при этом добыто 380 кг ртути.

Месторождение Ночной Лог расположено в 4,5 км к югу от д. Сараса, в 0,9 км выше устья Лога Ночного. На площади месторождения терригенно-карбонатные отложения барагашской свиты в виде узкого ступенчатого клина юго-восточной ориентировки располагаются среди тектонических блоков карбонатных пород сарасинской свиты. Блоки ограничены крутопадающими нарушениями, но одно из них, ограничивающее блок девонских пород с северо-востока, имея падение на ЮЗ под углами 60–80°, с глубиной выволаживается почти до горизонтального, образуя надвиг. С юго-запада надвиг ограничен сбросом с мощными (до 2,5 м) жилами кальцита. Вскрытое на поверхности оруденение приурочено, преимущественно, к двум зонам трещиноватости и дробления СЗ простирания и контролируется пересечением крутопадающих зон и пологих трещин. Выявлено 5 рудных тел протяженностью до 50–131 м мощностью 0,1–18,0 м со средним содержанием ртути 0,06–0,26%. Киноварь приурочена к доломитам и образует мелкую вкрапленность, примазки и тонкие прожилки, часто в ассоциации с кальцитом и окисленным пиритом. На месторождении широко развит карст.

Слепое поднадвиговое оруденение характеризуется значительным размахом по вертикали (до 230 м), зоны повышенной трещиноватости и рудоносности отстоят от плоскости экрана надвига на 30–45 м. Кондиционных рудных тел не оконтурено, но скважинами подсечены отдельные интервалы мощностью 0,6–3,0 м с промышленными содержаниями ртути 0,1–0,59%. Минералогический состав ртутных руд аналогичный вышеописанному, но более широко распространен кварц, также установлены ртуть самородная и ртутьсодержащие блеклые руды. С глубиной увеличивается содержание реальгара и аурипигмента, образующих значительные скопления. Кварц наиболее широко развит в поднадвиговой толще, где образует линзочки и прожилки. По данным гомогенизации газовой-жидких включений температуры отложения кварца 145–130°C, киновари – 130–120°C. Известняки подверглись значительной доломитизации и почти соответствуют доломиту (MgO – 20,54%). Суммарные запасы ртути категории  $C_1$  – 59,5 т,  $C_2$  – 13,0 т.

Месторождение Сухонькое находится в левом борту р. Сараса по кл. Сухонькому. Площадь месторождения сложена доломитизированными известняками и известня-

ками сарасинской свиты нижнего кембрия, перекрытыми по надвику карбонатно-терригенными отложениями барагашской свиты нижнего девона, прорванными редкими дорудными дайками долеритов и базальтов девона субмеридиональной ориентировки.

Для месторождения характерно блоковое строение за счет наличия крутопадающих взбросов северо-западного простириания и разрывов северо-западного простириания. Надвиг имеет волнистую плоскость сместителя, ориентированную в северо-восточном направлении (азимут  $12-17^\circ$ ) с углом падения от  $10$  до  $60^\circ$  на СЗ. По сбросу СВ ориентировки он смещен на глубину свыше  $0,6$  км. Надвиговые швы содержат милониты и служили экраном для дорудных процессов доломитизации и окварцевания и рудообразования. Породы девона залегают моноклиально с падением на запад под углами  $45-70^\circ$ ; а центральной части они смяты в довольно напряженные складки. Разведано три рудных тела. Первое – контролируется зоной взброса СЗ простириания (угол падения  $65-70^\circ$ ), имеет протяженность  $104$  м, среднюю мощность  $1,33-2,29$  м, среднее содержание ртути –  $0,27\%$ , прослежено на глубину  $55$  м.

Рудные тела № 2, 3 располагаются в поднадвиговой толще и имеют размеры соответственно  $60 \times 40-60$  м и  $270 \times 140$  м при средней мощности  $14$  м и среднем содержании ртути  $0,30$  и  $0,22\%$ . По падению оруденение прослежено на  $30-90$  м. Определенный интерес представляют карстовые полости, выполненные глиной и обломками руд, с промышленными содержаниями на отдельных интервалах. Для руд, в основном, характерна вкрапленная и прожилковая текстуры, при сгущении прожилков наблюдаются участки со штокверковой текстурой. Рудные тела, обычно, сложены доломитизированными известняками, вмещающими прожилки, вкрапленники и тонкие просечки кристаллической (преимущественно, микрокристаллической) и порошковой киновари. Киноварь чаще всего наблюдается самостоятельно, реже в ассоциации с кальцитом, кварцем, реальгаром, аурипигментом. Второстепенными минералами, устанавливаемыми только при микроскопических исследованиях, являются антимонит, пирит, марказит, сера самородная, метациннабарит, флюорит, барит, диксит, каолинит, графит, анкерит, ярозит, галлуазит, арсенат-беловит, мансфильдит и др. В киновари в аномальных концентрациях установлены As (до  $5\%$ ), Ag (до  $10$  г/т).

Пространственно основная масса оруденения мышьяка обособлена от ртутно-рудных тел, наиболее насыщена минерализацией мышьяка (реальгар, реже аурипигмент), рудовмещающая толща ниже поднадвиговой зоны киноварного оруденения имеет вертикальную мощность  $150-200$  м, а в целом, вертикальный размах реальгаровой минерализации превышает  $600$  м. В реальгаре в аномальных содержаниях установлены Sb до  $0,3\%$  и Hg до  $0,1\%$ .

На месторождении в десятках проб-протолок устанавливается золото в количестве от единичных пылевидных зерен до  $34,5$  г/т ( $27,6$  мг на  $0,8$  кг пробы), а по спектральному анализу штучных проб содержания золота достигают  $0,01-0,08$  г/т. Наиболее часто повышенные содержания золота отмечаются в брекчированных доломитизированных и окварцованных известняках кембрия поднадвиговой толщи, как вмещающих ртутное оруденение, так и безрудных, а также в кварцевых гравелитах (брекчиях). Соотношение изотопов серы сульфидов на данном месторождении варьирует от  $(-8,2)\%$  до  $(-7,0)\%$ , указывая на значительную однородность источника серы. Значения соотношений изотопов серы сульфидов указывает на магматогенный источник, характерный для не контаминированных мантийных магм.

Суммарные запасы ртути месторождения на  $1.09.1973$  г. составляют: категории  $C_1 - 251,46$  т,  $C_2 - 31,2$  т при среднем содержании ртути в рудных телах  $0,2-0,3\%$ . По состоянию на  $01.01.2002$  г. в сводном балансе запасов запасы ртути категории  $C_1$  пересчитаны и составили  $207$  т, категории  $C_2 - 47$  т при средних содержаниях ртути в рудах  $0,24\%$ .

Месторождение Черемшанское находится в левом борту р. Черемшанка, в ее верхнем течении, в  $3,5$  км выше д. Черемшанка. Гнездовидные рудные тела приурочены к субширотному разлому в контакте карбонатно-терригенных образований венда-нижнего кембрия и вулканогенных пород средне-основного состава усть-семиной свиты. Рудовмещающие образования венда-нижнего кембрия представлены углеродистыми известняками, доломитами, песчаниками, гравелитами, силицилитами, имеющими крутое ( $60-80^\circ$ ) северное падение. Главное рудоконтролирующее нарушение типа взброса имеет субширотное простириание при почти вертикальном падении. Ширина зоны дробления и лимонитизации до  $60$  м, амплитуда перемещения

по нарушению достигает несколько сотен метров. Нарушение осложнено сбросами и взбросами СЗ и СВ простирания, а также сетью параллельных и субпараллельных нарушений. Оруденение преимущественно локализуется в трещинах субширотной и северо-западной ориентировки, секущих известняки, доломиты и кварциты, т.е. относительно хрупкие породы. Основное оруденение сосредоточено в двух рудных телах протяженностью до 57,3 и 41,0 м, мощностью 1,74–1,76 и 1,7 м при среднем содержании ртути 0,33 и 0,44%. Первое рудное тело прослежено по падению на глубину до 100 м без признаков выклинивания. Второе находится в 100 м южнее. Главные минералы руд: доломит, кальцит, кварц, киноварь, реже – пирит, лимонит, окислы марганца, аурипигмент, реальгар, марказит. Отмечаются поздние прожилки кварца с вкрапленностью галенита. Запасы ртути категории  $C_1 + C_2$  составляют 153 т при среднем содержании 0,62%. По данным разведочно-эксплуатационных работ установлено, что рудные тела представлены сетью редких пологих трещин оперения, вследствие чего запасы в значительной степени не подтвердились и месторождение признано бесперспективным. Рекомендуется проведение поисков слепых рудных тел под покровом девонских отложений.

В сводном балансе запасов по состоянию на 01.01.2002 г. состоят запасы ртути категории  $C_1$  – 25 т, категории  $C_2$  – 18 т при средних содержаниях ртути в рудах 0,5%.

Месторождение Ключ Тесный находится в левом борту одноименного ключа, левого притока р. Кыркыла, в его верхнем течении. Площадь месторождения сложена известняками и силицилитами каянчинской свиты, прорванными дайками диабазов девонского возраста. Киноварное оруденение приурочено к зоне брекчирования и дробления и интенсивной кальцитизации северо-западной ориентировки мощностью 5–30 м. Киноварь в виде прожилков, примазок, иногда густо пропитывает породы и является цементом брекчий. Вскрыто на поверхности и прослежено на глубину до 15 м одно рудное тело длиной 25,5 м, мощностью 1,91 м, со средним содержанием ртути 0,36%, состоящее из четырех гнезд протяженностью от 1,0 до 9,4 м, но на глубине 30 м буровыми скважинами промышленного оруденения не установлено. В 1956 г. Н.С.Коржневым подсчитаны запасы ртути категории  $C_1$  – 6,4 т,  $C_2$  – 2 т.

В Сибирячихинской ртутно-рудной зоне локализовано проявление Шипуниха.

Проявление Шипуниха находится в 5 км юго-восточнее с. Б. Березовка в правом склоне долины р. Шипуниха. В структурном отношении участок «Шипуниха» располагается в восточной части Сибирячихинской грабен-синклинали, где песчано-сланцевые отложения горноалтайской серии по крупному разлому соприкасаются с толщей серых, реже темно-серых известняков барагашской свиты. В известняках зафиксированы сложные системы трещин и зон дробления, наиболее выдержанными являются трещины северо-западного и широтного направления. Проявление приурочено к трещине субширотного простирания и представлено минерализованной зоной мощностью 1,2 м, ограниченной двумя параллельными трещинами. Оруденение неравномерное, прожилково-вкрапленное. Наиболее богатая минерализация отмечается в брекчированных известняках, насыщенных гнездами и жилками кальцита. Они залегают в лежащем боку зоны и имеют мощность около 0,3 м. Выше, в интервале 0,3–0,8 м, наблюдаются четковидные жилы светло-бурого кальцита с крупными (до 10 см) гнездами киновари. В интервале 0,8–1,3 м отмечаются темно-серые брекчированные известняки с прожилками и гнездами киновари, располагающимися вдоль трещин скола. По данным химических анализов содержание ртути в 4 бороздовых пробах, отобранных в канаве № 547, колеблется от 0,01 до 0,56%, составляя в среднем 0,19%. Минерализованная зона канавой № 547 прослежена по простиранию на 7,3 м. В брекчированных известняках с тонкой вкрапленностью пирита, антимонита и галенита содержание золота варьируют от 0,5 до 3,7 г/т. Пробность золота составляет 897%. Основные примеси в золоте – ртуть, медь и серебро. Соотношения изотопов серы в киновари из руд проявления дают узкий интервал значений от (–1,9) до (–2,5)%, указывающие на однородный источник серы, характерный для магматогенного не контаминированного источника.

Для прослеживания зоны на глубину, было пробурено 3 скважины глубиной 25–26 м. Спектральным анализом сколков из керн скважин, представленного известняками с прожилками бурого кальцита и вкрапленностью пирита, антимонита, установлены следующие содержания: Sb – 1,0–3,5%; Ag – 10 г/т; Au – 1,5 – 3,5 г/т; Hg – 0,003%.

Анализы изотопов свинца галенитов из руд Шипунихинского и месторождений приведены в таблице.

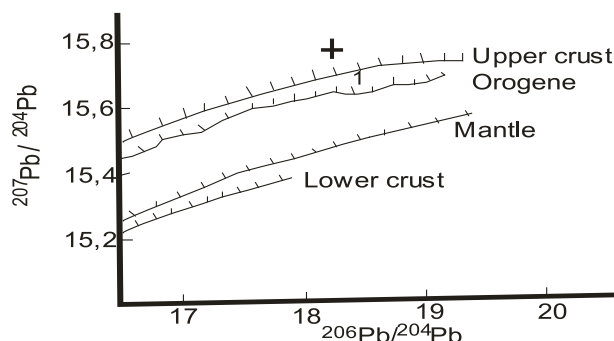
## Соотношения изотопов свинца в галенитах ртутных месторождений Горного Алтая

№ п/п	Месторождения и проявления	Соотношения изотопов свинца		
		$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
<i>Горный Алтай</i>				
<i>Ртутные месторождения</i>				
1	Черемшанское	38,4	32,5	16,6
2	Шипунихинское	38,3	18,3	15,7

Примечание. Анализы выполнены в Лаборатории ИГЕМ (г. Москва).

Анализ таблицы показывает, что для Шипунихинского месторождения наблюдается значительное деплетирование изотопного свинца ( $^{206}\text{Pb}$ ).

На диаграмме соотношений изотопов  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  пробы попадают в область свинцов верхнекорового источника (рисунок).



◆ 1 + 2

Свинцовая изотопная эволюция для нижней и верхней коры, мантии и орогена для отношений  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  в галенитах некоторых ртутных месторождений Горного Алтая. Границы источников: Upper crust – верхней коры, Lower crust – нижней коры, Orogene – орогена, Mantle – мантии по [4]. Ртутные месторождения Горного Алтая: 1 – Черемшанское; 2 – Шипунихинское

### Выводы

Приведенные материалы показывают, что в регионе проявлены два подтипа оруденения ртути:

1 – кварц-киноварно-диккитовый с аурипигментом и реальгаром;

2 – кварц-киноварно-диккитовый с антимонитом и золотом, относящийся нами к перспективному золото-ртутному оруденению [Гусев, 2012].

Ртутное оруденение формировалось при низких температурах (120–150°C) и может быть отнесено к телетермальному типу. Его генерация осуществлялась вне видимой связи с магматизмом, но показывающим сложное мантийно-коровое взаимодей-

ствие. В нём обнаруживается мантийный источник серы сульфидов и не контаминированный коровым материалом. Свинец галенитов из руд месторождений, наоборот, имел своим источником верхнюю кору.

### Список литературы

1. Гусев А.И. Минералогия и полезные ископаемые Алтайского края. – Бийск: Изд-во ГОУВПО АГАО, 2011. – 365 с.
2. Гусев А.И. Типизация золото-ртутного оруденения Горного Алтая // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 12. – С. 87–91.
3. Гусев А.И. Металлогения золота: на примере Горного Алтая и Горной Шории. – Gamburg: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 370 с.
4. Zartman R.E., Haines S.M. The plumbotectonic model for Pb isotopic systematics among major terrestrial reservoirs – a case for bidirectional transport // Geochim. Cosmochim. Acta. – 1988. – Vol. 52. – P. 1327–1339.