

УДК 553.3/4.078/4:553.2

ПЕРСПЕКТИВЫ ГОРНОГО АЛТАЯ НА СВИНЦОВО-ЦИНКОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ТИПА «МАНТО»

Гусев А.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,
Бииск, e-mail: anzerg@mail.ru*

В Горном Алтае выделяется несколько типов свинцово-цинкового оруденения, среди которых определёнными перспективами обладает гидротермально-метасоматический тип в контактах кислых интрузий по карбонатным породам типа «манто». Для этого типа в регионе выявлена специфическая ассоциация минералов, характерная только для него: сульфосоляная – джемсонит-геокронит-буланжеритовая. Эта ассоциация формировалась в заключительный этап гидротермального процесса и тяготеет к поздней генерации галенита. В рудах месторождений этого типа выявлены повышенные концентрации серебра, висмута, кадмия, германия, галлия, иттрия, лантана, церия, таллия. По перспективным объектам приведены запасы и прогнозные ресурсы металлов.

Ключевые слова: месторождения, руды, запасы, прогнозные ресурсы, галенит, сфалерит, джемсонит, геокронит, буланжерит, свинец, цинк, серебро, Bi, Cd, Ge, Ga, Y, La, Ce, Tl

PERSPECTIVE OF MOUNTAIN ALTAI ON PLUMBUM-ZINK ORE MINERALIZATION OF TYPE «MANTO»

Gusev A.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail. ru

Some types plumbium-zink ore mineralization detached in Mountain Altai between that are definite perspectives possess hydrothermal-metasomatic type in the contact of felsic intrusive for carbonatic rocks of type “manto”. Specific association of minerals discovered for it type ore mineralization that it characterized only for it: sulfosaltic – jemsonite-geocronite-boulangerite. These association formed in the end stage of hydrothermal process and it weigh to late generation of galena. High concentration of silver, bismuth, cadmium, germane, gallium, yttrium, lantana, cerium, tallium. Reserves and extention ores of different metals lead on the perspective objects.

Keywords: depositions, ores, reserves, extention ores, galena, sphalerite, jemsonite, geocronite, boulangerite, plumbium zink, silver, Bi, Cd, Ge, Ga, Y, La, Ce, Tl

Свинцово-цинковое оруденение, как правило, помимо основных металлов содержит значительное число элементов, нередко имеющих промышленное значение. Не является исключением из этого правила и свинцово-цинковое оруденение типа «манто», в рудах которого обнаруживаются промышленные концентрации меди, индия, кадмии, германия, серебра, иттрия, германия, галлия молибдена и других. Основная масса свинцово-цинковых месторождений и проявлений в Горном Алтае изучалась сравнительно давно (в 1930-1960 годы), по некоторым из них информация не отвечает современным требованиям. Отсюда вытекает актуальность изучения указанных объектов современными методами анализа.

Оруденение свинца и цинка формировалось в Горном Алтае в байкало-каледонский, герцинский и позднегерцинско-мезозойский этапы. Материализовано оно в гидротермально-метасоматическом свинцово-цинковом типе «манто» в карбонатных породах (месторождения Ширгайтинское, Ильинское, Верхне-Кастахтинское, Теректинское и другие), среднетемпературном жильном полиметаллическом (стратиформном полиметаллическом в терригенно-чер-

носланцевых разрезах (типа SEDEX, или «филизчайского») (Шлаттер-Кагунское), жильном свинцово-цинковом оруденении (Кварцевое, Кызыл-Чинское, Чаган-Бургазинское и другие) [4].

Геолого-промышленный тип «манто» получил широкое распространение в Горном Алтае [1-3]. Само название этого типа оруденения связано с формой рудных тел, образующих своеобразное «манто» вокруг интрузивных тел. Типоморфной ассоциацией в рудах этого геолого-промышленного типа является сульфосоляная – джемсонит-геокронит-буланжеритовая (\pm аргентит, самородный висмут, айкинит), приуроченная к поздней генерации галенита.

Составлена минерагенческая таблица для полиметаллического оруденения Алтая (табл. 1).

Примером месторождений гидротермально-метасоматического типа «манто» является *Ширгайтинское месторождение*. Находится оно в правом борту р. Песчаной. Полиметаллическое оруденение приурочено к контактам карбонатных пород (известняков, известково-глинистых сланцев) с межпластовыми телами кварцевых альбитофиров. Основные рудные тела зале-

гают в лежачем боку кварцевых альбитофи-
ров, мелкие рудные линзы прослеживаются
вдоль висячего зальбанда. Гидротермально-
метасоматические руды сложены кварцем,
карбонатами, актинолитом, хлоритом. Руд-
ные минералы: молибденит, шеелит, пирро-
тин, сфалерит, галенит, халькопирит, блеклая

руда, пирит, редкие – марказит, айкинит, гео-
кронит, джемсонит, гаунауатит, самород-
ный висмут. Содержания (%): свинца – 1,51;
меди – 1,21–1,22; цинка – 0,84–3,77; триок-
сида вольфрама – 0,01–0,04; молибдена –
0,01–0,03; серебра – 0,4–64,8 г/т. Местами
отмечается золото до 0,8 г/т.

Таблица 1

Минерогеническая таблица полиметаллического оруденения Алтая

Типы оруденения	Типовые объекты	Параметры рудных тел, м	Главные жильные минералы	Главные рудные минералы	Содержания элементов, %, г/т	Типорудные ассоциации	Запасы (тыс. т)
Тип «манто»	Ширгайтинское, Ильинское, ВерхнеКазахстанское	M = 1,5–5; L = 580–1300; H = 300–350	Q, Ep, Kzt, Sid, Ank, Akt, Chl	Sf, Gl, Cp, Mo, Shc, Po, Mr, Bn, Tt, Py, Apy, бурнонит, сам. Bi, Vil.	Pb = 1,2–6,8; Zn = 3,7–10,3 Cu = 0,8–3,4 Ag = 10–495 Bi = 20–115 Cd = 150–300 Ge = 3,5–20 Ga = 5–35 Tl = 2–33 Y = 200–2000 Ce = 100–1000 La = 40–500 Au = 0,2–0,8	Джемсонит– Геокронит– Буланжеритовая; Бурнонит, Айкинит, Аргентит, сам. Bi Монацит ксенотим	C ₁ : Pb = 10–15 Zn = 18–20 Cu = 2–10
«Рудно Алтайский»	Урсульское	M = 3,3–5 L = 65–600; H = 250–300	Q, Sz, St, Ba, Chl, Alb, Tal	Sf, Gl, Cp, Py	Pb = 0,5–3,2 Zn = 1,8–3,5 Cu = 0,1–0,3 Ag = 2,6–150 Au = 0,2–0,3	Py–Gl–Sf	–
Жильный свинцово-цинковый	Кызыл-Чин	M = 5,4–10; L = 140–270; H = 310	Q, Kzt, Sid, Ba, Fl, Kaol	Sf, Gl, Cp, Py, Tt, Mr, Apy	Pb = 1,18–36,1 Zn = 4,41–7,23 Cu = 0,1–0,2 Ag = 1,0–550 Au = 0,1–0,6	Py–Gl–Sf	C ₂ : Pb – 6 Zn – 17,4 Ag – 5,5

Примечание. Параметры рудных тел (в м.): M – мощности, L – длина по простиранию, H – длина по падению. Минералы: Q – кварц, Ep – эпидот, Kaol – каолин, Kzt – кальцит, Sid – сидерит, Ank – анкерит, Akt – актинолит, Chl – хорит, Sz – серицит, Ba – барит, Tal – тальк, Fl – флюорит, HidBt – гидробиотит, Sf – сфалерит, Gl – галенит, Cp – халькопирит, Mo – молибденит, Shc – шеелит, Vil – виллемит, Po – пирротин, Mr – марказит, Tt – тетраэдрит, Py – пирит, Apy – арсенопирит, Alb – альбит, St – стильпномелан.

Оруденение локализуется в известняках и известково-глинистых сланцах в участках их тонкого переслаивания. Рудные тела имеют форму согласных пласто- и линзообразных залежей. Наиболее крупное из них имеет длину по простиранию 580 м, среднюю мощность 1,5 м. Руды 2 типов: медно-свинцово-цинковые и медно-цинковые, слагающие отдельные тела или крупные участки последних. Реже отмечаются медные, медно-молибденовые и молибденовые разновидности, заключенные обычно в блоках медно-цинковых руд. Отношение содержания основных компонентов в рудах: Cu:Pb:Zn = 1:1,1:2,9.

До глубины 40–65 м руды интенсивно окислены и состоят из рыхлого пористого агрегата лимонита, церуссита, смитсонита, малахита, реже англезита, азурита, хризоллы, куприта, вульфенита, штольцита. В первичных рудах преобладают сфалерит,

галенит, халькопирит, в меньших количествах присутствуют молибденит, шеелит, пирротин, марказит, весьма редко – борнит, блеклая руда, бурнонит, пирит, арсенопирит. Жильные минералы представлены в основном кварцем, эпидотом, кальцитом. Разведанные балансовые запасы месторождения составляют (тыс. т): по категории C₁ – свинец – 10,40; медь – 3,10; цинк – 18,10. Селективная флотация руд показала возможность получения свинцового, цинкового и медного концентратов.

Ильинское полиметаллическое месторождение открыто в 1951 г. М.А. Тригубовичем, разведано в 1951–54 гг. с помощью поверхностных горных работ и скважин до глубины 350 м. Оруденение локализуется в песчаниках и известково-глинистых сланцах барагашской свиты нижнего девона и контролируется зоной субмеридионального разлома, трассирующегося дайкой

риолит-порфиров кувашского комплекса. В восточном лежачем контакте дайки развита зона окварцевания длиной 1300 м, мощностью до 5 м с крутым (70-80°) восточным падением. Зона сопровождается полосой гидротермально измененных пород (кварц, эпидот, кальцит, флюорит, серицит, хлорит) мощностью до 10–15 м с прожилково-вкрапленной минерализацией галенита, реже халькопирита, теннантита, тетраэдрита, буланжерита, джемсонита, геокроита, пирита, сфалерита. Оруденение прерывистое, кустового характера распространения, тяготеет к зальбандам. До глубины 20–25 м руды в значительной степени окислены (лимонит, церуссит, реже смитсонит, малахит, азурит, англезит, плюмбоярозит). Средние содержания в рудах (%): Pb – 1,23; Zn – 0,35; Cu – 0,04; F – до 2,11; Ag – 9,6–10,2 г/т; Au – до 0,2 г/т. Забалансовые запасы свинца категории C₂ – 1215 т. С глубиной наблюдается выклинивание рудных тел и перспективы месторождения ограничиваются разведанными запасами.

Верхне-Кастахтинское месторождение находится в верховьях ручья Кастахты и контролируется зоной Чарышско-Теректинского разлома. Было выявлено в 1952 году Нешумаевой К.Д. и исследовано Фоминых А.Д. Участок месторождения сложен породами верхнеживетской эффузивно-осадочной толщии. Рудовмещающей является ее средняя часть мощностью 150–180 м, представленная известковистыми и углисто-глинистыми сланцами с прослоями кислых туфов, туфогенных и полимиктовых песчаников. Верхнеживетские отложения прорваны небольшим массивом пироксенового габбро, малым телом гранит-порфиров и дайками диабазов. Месторождение приурочено к западному крылу Каерлыкской синклинали, имеющему крутое (56–70°) падение на В и сопряженному по разломам с западным крылом Терехтинской антиклинали. Рудное тело представляет собой межпластовую залежь, образованную путем метасоматоза известковисто-глинистых сланцев, расположенную в месте сопряжения трещин северо-восточного направления с благоприятными для рудоотложения породами в контакте малой интрузии кислого состава. В трещинах в ряде случаев наблюдается прожилковое оруденение (мощность прожилков 2–3 см). Эрозией в месте наиболее глубокого вреза вскрыта лишь верхняя часть рудного тела. Оно прослежено на 300 м при мощности богатых руд 11 м. По данным химического и спектрального анализов бороздовых и точечных проб установлено содержание свинца 0,24–6,88%; цинка 0,62–10,32%; меди

0,01–3,45%, серебра от 10 до 124 г/т. Отмечается увеличение содержания полезных компонентов с глубиной. Мощность оруденелых вмещающих пород висячем боку рудного тела 60–65 м, в лежачем – не установлена. Эти породы содержат свинца от сотых долей до 2,34%; цинка – от десятых до 3,04% и меди – до 1,18%. Руды содержат в виде примесей группу цветных и редких металлов и редких земель. По данным спектрального анализа точечных и бороздовых проб установлено содержание рубидия – 0,035%; кадмия – 0,02%; циркона – 1%; олова – более 0,1%; лантана – 0,05%; ниобия – 0,01%; иттербия – 0,03%; иттрия – 0,2%; церия – 0,1%. По данным изучения полированных шлифов руды являются полиметаллическими вкрапленными и прожилковыми, слабо окисленными с поверхности. В наиболее богатых рудах количество рудных минералов составляет 20% от общего объема породы. Руды представлены, в основном, сфалеритом, халькопиритом, галенитом и пиритом, встречающимися совместно с кварцем, карбонатами, баритом и флюоритом. Реже отмечаются буланжерит, геокронит, джемсонит, самородный висмут, аргентит. Этот сравнительно простой состав выдержан на всем протяжении рудной зоны. Структурные взаимоотношения между рудными минералами указывают на почти одновременную кристаллизацию, что отличает их от типичных полиметаллических руд Рудного Алтая. Формирование сульфосольной ассоциации с самородным висмутом и аргентитом происходило одновременно с галенитом поздней генерации. Фоминых А.Ф. в 1959 году произвел подсчет прогнозных запасов по рудному телу, имеющему длину 300 м при средней мощности 12,7 м на глубину 150 м. При средних содержаниях свинца 1,62%; меди 0,22%; цинка 2,40% общие запасы руды (объемный вес 2,9) составляют 828 676 тыс. т. Запасы металлов в руде составляют: свинца – 13 424 тыс. т; цинка – 19 888 тыс. т; меди – 1 823 тыс. т. Участок заслуживает постановки детальных поисково-разведочных работ.

На территории Горного Алтая выделяется несколько металлогенических таксонов, перспективных на полиметаллическое оруденение типа «манто».

Ильинский медно-молибден-полиметаллический рудный узел приурочен к восточной части Ануйского тектонического блока (площадь 1325 км²), где терригенные и карбонатно-терригенные разрезы горноалтайской серии инъецированы порфиrowыми интрузиями кувашского комплекса (D₂) с дифференциатами от габ-

бро до гранит-порфира. Интрузии сопровождаются порфировыми дайками диоритовых порфиритов, гранодиорит-порфиром, гранит-порфиром Кувашского ареала. Относительно некоторых интрузий зонально располагается оруденение медно-молибден-порфировое, полиметаллическое (Ильинское, Ширгайтисское месторождения), жильное медно-сульфидное, жильное золото-сульфидно-кварцевое (проявление Скотоимпорт).

В рудном узле прогнозируются свинцово-цинковое оруденение типа «манто», а также медно-золото-порфировое в интрузиях порфирового типа. Аналоговая оценка прогнозных ресурсов металлов на тип «манто» базируется на следующих данных. В месторождениях типа «манто» запасы руды варьируют от 1,8 до 100 млн. т. Площади типовых рудных полей составляют 30 км², рудных узлов – 1200 км². Средние удельные продуктивности для рудных полей: свинца – 0,026 млн. т/км², цинка – 0,017 млн. т/км², меди – 0,004 млн. т/км²; для рудных узлов: свинца – 0,00195 млн. т/км², цинка – 0,0013 млн. т/км², меди – 0,000325 млн. т/км².

Прогнозные ресурсы для Ильинского рудного узла свинца (удельная продуктивность 0,00195 т/км²) и цинка (удельная продуктивность 0,0013 т/км²) при коэффициенте геологического подобия 0,7 категории P₃ составят:

$$QR_3 \text{ свинца} = 1325 \cdot 0,00195 \cdot 0,7 = 1,8 \text{ млн. т.}$$

$$QR_3 \text{ цинка} = 1325 \cdot 0,0013 \cdot 0,7 = 1,2 \text{ млн. т.}$$

Аналогичное оруденение распространено в районе Урмановского ручья, где выявлено более 10 слабо изученных полиметаллических и баритовых с сульфидами рудопоявлений.

Урманское проявление полиметаллов расположено в 4 км к В от пос. Комсомолец, в 1,8–1,9 км южнее устья руч. Урманский. На площади проявления известняки чагырской свиты (S₁) с зонами дробления и окварцевания субмеридионального, реке СЗ простирания, прорваны дайкообразными телами кварцевых порфиров коргонского комплекса (D₁₋₂). Рудные тела не оконтурены, представляют собой вкрапленную, гнездово-вкрапленную минерализацию галенита, сфалерита, свинцовых и цинковых охр, малахита, азурита среди мощных зон джаспероидов (5–15 м) с прожилками кварца, кальцита, барита. В первичных рудах в ассоциации с галенитом встречается тонкая вкрапленность джемсонита, геокронита, буланжерита, самородного висмута, аргентита. По результатам штучного опробования

(с учётом авторского опробования в 2005 году) содержания составили: цинка 4,88–8,63%, свинца – 1,09–2,5%, меди – 0,03–1,25%, серебра – 32–195 г/т, золота от 0,02 до 0,6 г/т, мышьяка от 0,5 до 1,4%, сурьмы от 0,8 до 1,5%, ртути – 5–10 г/т, висмута – 0,6–20 г/т, германия – 1,5–12 г/т, галлия – 5–23 г/т, олова – 1,5–10 г/т, молибдена – 1–30 г/т, таллия – 0,5–11 г/т. Содержания элементов-примесей в некоторых минералах Урмановского проявления приведены в табл. 2.

Обращают на себя внимание очень низкие концентрации редкоземельных элементов во всех сульфидах и высокие концентрации галлия в сфалерите и галените, а также вольфрама и молибдена в сульфидах. Повышенные концентрации редких земель в рудах и низкие концентрации редких земель в сульфидах указывают на присутствие в рудах собственных минералов редких земель, таких как монацит и ксенотим.

На западе Алтайского края выделено перспективное прогнозируемое Урманское рудное поле площадью 30 км². По этому объекту при коэффициенте геологического подобия 0,7 и вышеуказанных удельных продуктивностях оценивается по категории P₂:

$$QR_2 \text{ Pb} = 30 \cdot 0,026 \cdot 0,7 = 0,546 \text{ млн. т.}$$

$$QR_2 \text{ Zn} = 30 \cdot 0,017 \cdot 0,7 = 0,357 \text{ млн. т.}$$

$$QR_2 \text{ Cu} = 0 \cdot 0,004 \cdot 0,07 = 0,084 \text{ млн. т.}$$

Близкие по составу, содержаниям полезных компонентов и структурной позиции не изученные горными работами проявления полиметаллов в контакте нерасчленённых известковых образований чагырской и чесноковской свит (S₁₋₂) и субвулканических риолит-порфиров коргонского комплекса широко проявлены в районе Сергеевского ключа. Проявления приурочены к джаспероидам и кварцитам, содержащим прожилково-вкрапленное оруденение свинца, цинка, меди. Оба участка Урмановский и Сергеевский локализованы в зоне влияния Чарышско-Теректинского глубинного разлома, контролирующего и другие типы оруденения региона.

Прогнозируемое Сергеевское рудное поле имеет площадь 35 км². Прогнозные ресурсы основных компонентов при коэффициенте геологического подобия 0,7 по нему составят:

$$QR_2 \text{ Pb} = 0,026 \cdot 35 \cdot 0,7 = 0,637 \text{ млн. т.}$$

$$QR_2 \text{ Zn} = 35 \cdot 0,017 \cdot 0,7 = 0,42 \text{ млн. т.}$$

$$QR_2 \text{ Cu} = 35 \cdot 0,004 \cdot 0,7 = 0,098 \text{ млн. т.}$$

Таблица 2

Содержания элементов-примесей (г/т) в минералах Урмановского проявления

Элементы	Барит	Халькопирит	Сфалерит	Галенит
Be	1,57	2,61	1,34	3,165
Ti	27,37	42,99	45,7	31,12
V	8,77	19,82	10,6	12,56
Cr	4,08	12,67	9,7	7,98
Mn	10,42	28,89	123,6	15,8
Co	3,05	54,53	23,7	3,72
Ni	2,73	6,38	4,56	2,86
Cu	75,74	–	876,9	54,8
Zn	173,47	1984,5	–	1564,9
Ga	0,51	0,992	152,6	112,8
Rb	1,26	1,919	2,5	1,327
Sr	6419,2	82,37	10,7	54,43
Y	2,6	1,152	3,5	1,67
Zr	6,65	26,49	6,7	14,8
Nb	1,11	1,58	1,6	3,23
Mo	28,77	166,58	32,7	48,9
Cs	4,95	7,66	6,87	5,54
Ba	–	137,65	187,7	214,8
La	5,012	1,232	2,43	0,84
Ce	6,3	2,3	4,87	1,23
Pr	0,277	0,217	0,76	0,15
Nd	2,69	0,825	1,65	0,65
Sm	1,994	0,150	0,56	0,11
Eu	0,05	0,014	0,17	0,031
Gd	17,72	0,144	0,34	0,09
Tb	2,008	0,01	0,064	0,014
Dy	0,069	0,118	0,31	0,056
Ho	0,02	0,028	0,054	0,014
Er	0,285	0,072	0,08	0,037
Tm	0,02	0,025	0,0083	0,006
Yb	0,03	0,079	0,8	0,059
Lu	0,01	0,011	0,012	0,011
Hf	5,79	0,565	3,45	0,27
Ta	6,48	0,307	0,43	0,19
W	2,755	13,18	17,8	16,8
Pb	5,82	17,62	45,8	–
Th	1,148	0,272	0,34	0,34
U	0,187	2,907	3,7	0,45

Примечание. Анализы выполнены методом ICP-MS в Лаборатории ИМГРЭ (г. Москва). Прочерки – элементы не определялись.

Таким образом, свинцово-цинковое оруденение типа «манто» широко распространено в пределах Горного Алтая и имеет специфические особенности состава руд, характеризующихся повышенными концентрациями таких элементов, как серебро, висмут, таллий, германий, галлий, кадмий, редкие земли (иттрий, лантан, церий), что намного повышает ценность свинцово-цинковых руд. Прогнозные ресурсы основных и попутных компонентов, оценённых для некоторых объектов, позволяют их отрабатывать современными способами.

Список литературы

1. Гусев А.И. Социокультурное взаимодействие алтайского и русского народов в истории Государства Российского // Труды Всероссийской научно-практической конференции. – Бийск, БПГУ им. В.М. Шукшина, 2006. – С. 245–249.
2. Гусев А.И. // Известия Бийского отделения Русского географического общества, 2006. – Вып. 26. – Бийск: БПГУ. – С. 92–94.
3. Гусев А.И. // Природные ресурсы Горного Алтая: геология, геофизика, экология, минеральные, водные и лесные ресурсы Алтая. – Горно-Алтайск, 2007. – № 2. – С. 14–20.
4. Гусев А.И. Минералогия и полезные ископаемые Республики Алтай. – Бийск: АГАО, 2011. – 383 с.
5. Гусев А.И. Минералогия и полезные ископаемые Алтайского края. – Бийск: АГАО, 2011. – 365 с.