

## ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ГОРНОГО АЛТАЯ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА

А.И. Гусев

Бийский педагогический государственный университет, г.Бийск

Полиметаллическое оруденение примечательно тем, что ценность в его рудах представляют не только главные рудообразующие металлы - медь, свинец, цинк, но и большая группа сопутствующих элементов: серебро, кадмий, индий, галлий, висмут, германий и другие. Так в конце 1990-х гг. около 40% мирового производства серебра обеспечивали свинцово-цинковые месторождения [5]. В 1990-х гг. цена германия составляла около 1 млн. долл./т, что более чем в 1 тыс. раз выше рыночной цены основных компонентов руд - свинца и цинка.

Фактические данные по добыче свинца в РФ в течение 1990-х гг. показывают интенсивный спад ее (в 6.4 раза) и несоответствие реальных объемов добычи прогнозам, выполненным на период 1995-2025 гг. с учетом основных положений энергетической стратегии России на период до 2020 г. [1]. На территории стран СНГ выявленные объекты свинцово-цинковых руд по массе руды (10 млн. т и более) в общем аналогичны таковым зарубежных капиталистических стран, в тоже время по запасам металлов в 2 раза меньше, что в целом обусловлено более низкими концентрациями суммы металлов в рудах выявленных месторождений. Приведенные статистические материалы указывают на необходимость проведения прогнозно-поисковых и поисковых работ в России на свинцово-цинковые месторождения с богатыми содержаниями суммы металлов, которые, наряду с горно-техническими и другими условиями, определяют конкурентоспособность и рентабельность эксплуатации месторождений.

На территории Горного Алтая известно 6 мелких месторождений 174 проявления, и большое количество пунктов полиметаллической минерализации, относящиеся к различным геолого-промышленным типам (ГПТ) оруденения.

Оруденение свинца и цинка формировалось 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), колчеданно-полиметаллическим в вулканогенных породах («рудноалтайский» тип) (Урскульское месторождение, Шлаттер-Урскульское проявление), среднетемпературном жильном полиметаллическом (Саганы-Кылыйское месторождение), эпитептермальном жильном свинцово-цинковом (Кызыл-Чинское, Чаган-Бургазинское месторождения, проявление Богуты), стратиформном полиметаллическом в терригенно-черносланцевых разрезах (типа SEDEX, или «филизчайского») (Шлаттер-Катунское).

Геолого-промышленный тип «манто» получил широкое распространение в Горном Алтае. Типоморфной ассоциацией в рудах этого ГПТ является сульфосольная – джемсонит-геокронит-буланжеритовая ( $\pm$  аргентит, самородный висмут, айкинит), приуроченная к поздней генерации галенита. Примером месторождений гидротермально-метасоматического типа «манто» является Ширгайтинское месторождение (М-45-VIII). 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 залегают в лежачем боку кварцевых альбитофиров, мелкие рудные линзы прослеживаются вдоль висячего зальбанда. Гидротермально-метасоматические руды сложены кварцем, карбонатами, актинолитом, хлоритом. Рудные минералы: молибденит, шеелит, пирротин, сфалерит, галенит, халькопирит, блеклая руда, пирит, редкие – марказит, айкинит, геокронит, гаунауатит, самородный висмут. Содержания (%): свинца - 1,51; меди - 1,21-1,22; цинка - 0,84-3,77; триоксида вольфрама - 0,01-0,04; молибдена - 0,01-0,03; серебра - 0,4-64,8 г/т. Местами отмечается золото до 0,8г/т.

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 1,5м. 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 содержаний 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, хризоколлы, 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 C<sub>1</sub> - свинец - 10,40; медь - 3,10; цинк - 18,10. Селективная флотация руд показала возможность получения свинцового, цинкового и медного концентратов.

Ильинское полиметаллическое месторождение (М-45-II) 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)

1. Минерогеническая таблица полиметаллического оруденения

Типы оруденения	Типовые объекты	Параметры рудных тел, м	Главные жильные минералы	Главные рудные минералы	Содержания элементов, %, г/т	Типоморфные ассоциации	Запасы, тыс. т
Тип «манто»	Ширгайтинское, Ильинское, Верхне-Кастахтинское	M=1,5-5; L=580-1300	Q, Ep, Kzt, Sid, Ank, Akt, Chl	Sf, Gl, Cp, Mo, Shc, Po, Mr, Bn, Tt, Py, Apy, бурнотит, 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 Ti=2-33 Y=200-2000 Ce=100-1000 La=40-500 Au=0,2-0,8	Джемсонит-геокронит-буланжеритовая; бурнотит, айкинит, аргентит, сам. Bi  монацит ксенотим	C1: Pb=10-15 Zn=18-20 Cu=2-10
Рудно-алтайский	Урсульское	M=3,3-5 L=65-600	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	-

Примечание. В табл. и 2: Q- кварц, Ep- эпидот, 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.

мощностью до 10-15 м с прожилково-вкрапленной минерализацией галенита, реже халькопирита, теннантита, тетраэдрита, буланжерита, 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, плюмбозит). 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 C<sub>2</sub> – 1215 т. С глубиной наблюдается выклинивание рудных тел и перспективы месторождения ограничиваются разведанными запасами.

Верхнее-Кастахтинское месторождение находится в верховьях ручья Кастахты и контролируется зоной Чарышско-Теректинского разлома (M-45-IV). Было выявлено в 1952 году Нешумаевой К.Д. и исследовано Фоминых А.Д. Участок месторождения сложен породами верхнеживетской эффузивно-осадочной толщи. 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 кислото 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 в 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. Фоми-

## 2. Минерагеническая таблица полиметаллического оруденения

Типы оруденения	Типовые объекты	Параметры рудных тел, м	Главные жильные минералы	Главные рудные минералы	Содержания элементов, %, г/т	Типорфные ассоциации	Запасы (тыс.т)
Жильный Pb-Zn Мезотермальный (Садонский)	Ключ Кварцевый, Саганы-Кылайское	M=1-6,5; L=280-1000	Q, Sz, Kzt, Sid, Ank, Alb, Chl	Sf, Gl, Cp, Po, Py, Tt, Ару, бурнонит, сам. Вi, Фрейбергит, Матильдит Аргентит	Pb=1,2-15,6; Zn=0,1-2,7 Cu=0,1-0,4 Ag=15-185 Вi=200-1200 Cd=50-500 Ge=2,5-15 Ga=5-15 Tl=2-23 Au=0,2-1,8	Gl-Py; Бурнонит, Аргентит, сам. Вi Матильдит Фрейбергит	C2: Pb=0,9-10
Жильный эпитеpмальный Pb-Zn	Кызыл-Чин, Чаган-Бургазы	M=3,3-10 L=400-1400	Q, Sz, Sid, Ba, Chl, Alb, Tal, Fl	Sf, Gl, Cp, Py, Mг, Блѣклые руды, аргентит	Pb=1,5-23,5 Zn=1,7-5,7 Cu=0,1-0,3 Ag=23-956 Au=0,1-6,2	Gl-Sf-Fl	C1: Pb=40 Zn=192
SEDEX	Шлаттер-Катунское	M=2-15	Q, Sid, Ba, Alb, HidBt	Py1-4, Sf, Gl, Cp, Po	Pb=0,1-3,5 Zn=1-1,5 Cu=0,1-0,4 Ag=15-1560 Cd=5-15	Микроглобулярный, фрамбoidalный Py -Sf- Gl-Po	-

ных 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 км<sup>2</sup>), где терригенные и карбонатно-терригенные разрезы горноалтайской серии инъецированы порфиrowыми интрузиями кувашского комплекса (D<sub>2</sub>) с дифференциатами от габбро до гранит-порфира. Интрузии сопровождаются порфиrowыми дайками диоритовых порфиритов, гранодиорит-порфиров, гранит-порфиров Кувашского ареала. Относительно некоторых интрузий зонально располагается оруденение медно-молибден-порфиrowое, полиметаллическое (Ильинское, Ширгайтиснкое месторождения), жильное медно-сульфидное, жильное золото-сульфидно-кварцевое (проявление Скотоимпорт).

В рудном узле прогнозируются свинцово-цинковое оруденение типа «манто», а также медно-золото-порфиrowое в интрузиях порфиrowого 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 [3, 4]. Площади типовых рудных полей составляют 30 км<sup>2</sup>, рудных узлов – 1200 км<sup>2</sup>. Средние удельные продуктивности для рудных полей: свинца – 0,026 млн.т/км<sup>2</sup>, цинка – 0,017 млн.т/км<sup>2</sup>, меди – 0,004 млн.т/км<sup>2</sup>; для рудных узлов: свинца – 0,00195 млн.т/км<sup>2</sup>, цинка – 0,0013 млн.т/км<sup>2</sup>, меди – 0,000325 млн.т/км<sup>2</sup>.

Прогнозные ресурсы для Ильинского рудного узла свинца (удельная продуктивность 0,00195 т/км<sup>2</sup>) и цинка (удельная продуктивность 0,0013 т/км<sup>2</sup>) при коэффициенте геологического подобия 0,7 категории P<sub>3</sub> составят: QP<sub>3</sub> свинца= 132540,0019540,7=1,8 млн.т.; QP<sub>3</sub> цинка= 132540,001340,7=1,2 млн.т.

*Урсuльский ртутно-полиметаллический рудный узел* приурочен к южной части Ануйского тектонического блока, сложенного туфогенно-терригенными образованиями урсuльской серии (D<sub>3</sub>) и терригенно-вулканогенными разрезами курагинской свиты (D<sub>2</sub>) в составе Онгудайского прогиба. Среди пород курагинской свиты отмечаются дацит-риолитовые субвулканические образования (D<sub>2</sub>), а существенно туфогенно-терригенные разрезы урсuльской серии пронизаны штоками, дайками, силлами габбро-долеритового урсuльского комплекса (D<sub>3</sub>). Металлогенический профиль рудного узла комплексный и включает мелкие месторождения свинца и цинка (Верхнее-Кастахтинское) в карбонатных породах, а также жильные проявления меди, полиметаллов и эпитеpмальные флюоритовые и сурьяно-ртутные, сопровождаемые ореолами золота, ртути, сурьмы, мышьяка, свинца, цинка, меди. В рудном узле прогнозируется полиметаллическое оруденение типа «манто». Площадь рудного узла 1515 км<sup>2</sup>.

При удельных продуктивностях свинца-0,00195 т/км<sup>2</sup> и цинка – 0,0013 т/км<sup>2</sup> и коэффициенте геологического подобия 0,7, прогнозные ресурсы категории P<sub>3</sub> составят: QP<sub>3</sub> свинца = 151540,0019540,7=2,06 млн.т.; QP<sub>3</sub> цинка= 151540,001340,7=1,38 млн.т.

Аналогичное оруденение распространено в районе Урмановского ручья, где выявлено более 10 слабо изученных полиметаллических и баритовых с сульфидами рудопроявлений. Урманское проявление расположено в 4 км к В от пос. Комсомолец, в 1,8-1,9 км южнее устья руч. Урманский. Известняки чагырской свиты ( $S_1$ ) с зонами дробления и окварцевания субмеридионального, реже СЗ простирания, прорваны дайкообразными телами кварцевых порфиров коргонского комплекса ( $D_{1,2}$ ). 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. Нами впервые обнаружены в рудах Урмановского участка несурьфидные цинковые руды, приуроченные к висячему боку джаспероидов и образующие линзочки виллемита мощностью от 2 до 12 см. По данным штучного опробования такие руды показывают цинка от 0,5 до 2,6%, кадмия от 25 до 136 г/т.

Прогнозируемое Урманское рудное поле площадью 30 км<sup>2</sup> при коэффициенте геологического подобия 0,7 и вышеуказанных удельных продуктивностях оценивается по категории  $P_2$ :  $QR_2 Pb = 3040,02640,7 = 0.546$  млн.т.;  $QR_2 Zn = 3040,01740,7 = 0,357$  млн.т.;  $QR_2 Cu = 3040,00440,07 = 0,084$  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 ( $S_{1,2}$ ) 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 разлома.

Прогнозируемое Сергеевское рудное поле имеет площадь 35 км<sup>2</sup>. Прогнозные ресурсы основных компонентов при коэффициенте геологического подобия 0,7 по нему составят:  $QR_2 Pb = 0,02643540,7 = 0,637$  млн.т.,  $QR_2 Zn = 3540,01740,7 = 0,42$  млн.т.,  $QR_2 Cu = 3540,00440,7 = 0,098$  млн.т.

Кочеданно-полиметаллический «рудноалтайский» ГПТ выявлен среди кислых вулканитов куратинской свиты ( $D_2$ ). Урскульское месторождение (М-45-IV) находится в верховьях одноименной реки и включает Центральный и Северный участки. В его пределах зоны расланцевания являются рудовмещающими структурами, в них вулканогенные породы (риолиты, дациты) превращены в сланцы, в которых в разных количествах присутствуют серицит, хлорит, альбит, кварц, стильпномелан и тальк. Рудоносные зоны Центрального участка имеют 250-500 м длины при мощности 30-70 м. Простирание этих зон северо-восточное, падения крутые юго-восточные. Их внутреннее строение очень сложно: основную роль играют интенсивно окварцованные породы, менее широко распространены окремненные породы, хлоритовые сланцы, порфиroidы. Основное рудное тело имеет ССЗ простирание и крутое, согласное с расланцеванием, падение на ЮВ. С поверхности тело прослежено на 65 м при средней мощности 3,3 м. Оно приурочено к интенсивно расланцованным плагиоклазовым порфиритам. Оруденение представлено обильной вкрапленностью галенита и сфалерита, реже халькопирита и пирита, в кварцево-стильпномелановой породе. Химический анализ проб показал среднее содержание свинца 1,9% и цинка 1,57%. Пробирный анализ дал серебра до 1 г/т и следы золота. Вмещающие породы несут убогую вкрапленность рудных минералов, создающих ореол минерализации вокруг рудного тела. К С и Ю последнее переходит в зоны более слабого оруденения и минерализации. Таким образом, полная длина прослеженной полосы оруденения составляет 600 м. По падению рудное тело не выдержано по мощности и содержанию рудных компонентов. Оно прослежено без выклинивания на 120 м, причем на горизонте 1930 м оно содержит свинца 0,01% и цинка 1,87%; на 1870 м свинца 0,33% и цинка 2,81%; на 1770 м свинца 1,13% и цинка 3,24% при средних мощностях 0,73 м; 2,59 м; 2,38 м. Медь присутствует в количестве 0,06%. Западнее параллельно основному рудному телу расположено второе, прослеженное по простиранию до выклинивания на 200 м и по падению без выклинивания на 140 м. Содержание свинца в нем до 3,14%; цинка до 1,5% и меди 0,01% при средней мощности 3 м. На Центральном участке, кроме того, прослежено 7 зон минерализации, в которых местами отмечается содержание свинца до 0,68%; цинка до 3,19%; меди до 0,08%; серебра до 2,6 г/т.

В пределах Урскульского рудного узла выделяется одноименная рудная зона, приуроченная к восточному флангу рудного узла, сложенная вулканогенными образованиями куратинской свиты ( $D_2$ ) с описанным одноименным месторождением и несколькими проявлениями колчеданного типа. Прогнозирование на этот тип оруденения проводится по аналогии с Золотушинским рудным районом Рудного Алтая. Удельные продуктивности для Золотушинского рудного района: свинца - 0,42 тыс. т/км<sup>2</sup>, цинка - 1,43 тыс. т/км<sup>2</sup>. При коэффициенте геологического подобия 0,7 и площади Урскульской рудной зоны 600 км<sup>2</sup> прогнозные ресурсы категории  $P_3$  составят:  $QR_3 Pb = 60040,4240,7 = 176$  тыс.т.,  $QR_3 Zn = 60041,4340,7 = 600$  тыс.т.

Среднетемпературные и эпитермальные свинцово-цинковые месторождения относятся к жильному «садонскому» ГПТ. Они имеют много сходных черт и различаются лишь условиями образования по линии различных температур становления руд и связи с магматизмом.

Среднетемпературные свинцово-цинковые месторождения (Кл. Кварцевого, Саганы-Кылайское и многочисленные проявления) обнаруживают пространственную связь с субвулканическими и гипабиссальными интрузивными образованиями кислого состава среднедевонского возраста.

Месторождение ключа Кварцевого (М-45-III) расположено в западном экзоконтакте Цыганского массива гранитоидов, где вскрыто 5 кварцевых жил мощностью от 0,15 до 3 м и протяжённостью от 80 до 240 м. Жилы имеют юго-западное простирание ( $220^\circ$ ) с падением на СЗ под углами  $40-45^\circ$ . Руды представлены галенитом, сфалеритом, реже халькопиритом. В аншлифах установлены тонкие выделения аргентита, матильдита, фрейбергита, самородного висмута. Содержание свинца от 0,15 до 15,58 %, цинка до 2,75 %, меди до 0,05 %. Спектральным анализом установлены молибден (0,001-0,002 %), ванадий (0,1-0,4%), серебро (15-23г/т), кадмий (0,05-0,05%), висмут (0,02-0,1%). Запасы свинца подсчитаны по 3-м жилам в количестве 82,59 т по категории  $C_1$  и 700 т по категории  $C_2$  при среднем содержании свинца 0,15-2,69 %; запасы забалансовые.

Саганы-Кылайское проявление (М-45-III,) приурочено к вулканическому центру на г. Кылай. В рудном поле доминируют свинцовые руды в кварцевых жилах, хотя отмечена и убогая колчеданно-полиметаллическая минерализация. Жильная зона кварц-карбонатного состава имеет мощность от 1 до 6,5 м (средняя 2,41 м) и протяжённость более 1 км. Из первичных сульфидных минералов встречаются галенит и халькопирит. Зона интенсивно окислена и сложена, преимущественно, церусситом, пироморфитом, англезитом, ванадинитом, вольфенитом, мимезитом, буланжеритом, азуритом, редко – самородной медью. В первичных рудах отмечены галенит, сфалерит, халькопирит, реже марказит, тетраэдрит, бурнонит, аргентит, самородный висмут. Содержания свинца от 0,1 до 35,57% (среднее 3,39%), цинка от 0,1 до 15,37% (среднее 4,07%), меди от 0,01 до 2,11%, серебра от 2 до 182 г/т, кадмия от 12 до 25г/т.

В пределах Уймено-Лебедского прогиба выделен прогнозируемый Саганы-Кылайский полиметаллический рудный узел, приуроченный к одноимённой вулканоплутонической постройке (ВПП) центрального типа, сформированной на пересечении разломов северо-восточной и северо-западной ориентировок. В большей части разломные структуры залечены продуктами вулканоплутонической деятельности и хорошо фиксируются в гравимагнитных полях. По геофизическим и геологическим данным на периферии постройки картируются вулканические центры. Свинцово-цинковое оруденение выявлено в центральной и южной частях ВПП. Рудный узел оконтурен по благоприятным рудовмещающим и рудоконтролирующим структурам, месторождениям, проявлениям свинца, цинка и свинцово-цинковым геохимическим аномалиям. Главный ГПТ – жильное свинцово-цинковое оруденение, аналогом которого можно считать промышленные руды Садоно-Унальского рудного поля на Северном Кавказе. Удельные продуктивности по Садоно-Унальскому рудному полю составляют: цинка – 5,45 тыс. т/км<sup>2</sup>, свинца – 4,07 тыс. т/км<sup>2</sup>, а по Садоно-Згидскому рудному узлу: цинка-0,85 тыс. т/км<sup>2</sup>, свинца-0,9 тыс. т/км<sup>2</sup>. Для Прогнозируемого Саганы-Кылайского рудного узла площадью 1625 км<sup>2</sup> при коэффициенте геологического подобия 0,8 Садоно-Згидскому рудному узлу, прогнозные ресурсы категории  $P_3$  составят:  $QP_3 Pb = 1625г0,9г0,8 = 1170$  тыс.т. а  $QP_3 Zn = 1625г0,85г0,8 = 1105$  тыс.т.

Кызыл-Чинское месторождение (М-45-XVII) находится в 9 км к юго-западу от с. Чаган-Узун на высотах 1800-1970 м и приурочено к зоне одноименного разлома, по кинематике относящегося к сбросу. Рудное поле выделено по наиболее концентрированной площади распространения полиметаллического оруденения, относящегося к эпитептермальному типу и обнаруживающему тесную ассоциацию с флюоритом и киноварью. Околорудные изменения на Кызыл-Чинском месторождении и проявлениях представлены аргиллизитами.

В геологическом строении принимают участие вулканогенная аксайская и терригенная кызылшинская свиты девона. Важнейшим структурным элементом рудного поля является зона Кызылчинского разлома, представляющая собой пучок сближенных субпараллельных и оперяющих разрывов и полосу интенсивной гидротермальной проработки, мощностью около 1 км. Морфологически разлом предсвывает собой крутой сброс южного падения мощностью около 1 км. На месторождении главный сместитель разлома проходит по контакту аксайской и кызылшинской свит и вмещает наиболее важную I рудную зону. Другим крупным нарушением является Аккаинский ступчатый сброс, контролирующий некоторые полиметаллические рудные тела и жилы флюорита. Месторождение представлено четырьмя рудными зонами.

I рудная зона – протяжённость около 1400 м при мощности от нескольких метров на флангах до 150 м центральной части. Разбита на блоки частыми поперечными разрывами системы Аккаинского сброса. Прослежена на глубину 220 – 310 м. Собственно рудная зона развита по туфогенно-терригенным образованиям. Метасоматические изменения пород представлены окварцеванием, карбонатизацией, каолинизацией, флюоритизацией, баритизацией, сульфидизацией. В ее пределах выделено 4 рудных тела линзообразной формы. Главное рудное тело расположено в восточной части рудной зоны. Длина его с поверхности 270 м при средней ширине 5,4 м; на горизонте штольни изученная длина 140 м, при средней мощности 10 м. Среднее содержание с поверхности: Pb – 1,32%, Zn – 4,41%, на горизонте штольни: Pb – 1,18%, Zn – 7,23%. II рудная зона – локализована в зоне сброса, оперяющего Кызылчинский разлом. Представляет собой осветленные породы, которые тянутся в широтном направлении на 900 м с крутыми падениями в южных румбах. Из метасоматических изменений наиболее характерна каолинизация. В восточной части рудной зоны находится рудное тело, протяжённостью 220 м и средней мощностью 0,8 м (от 0,3 до 3 м), содержание Pb – 5% (от 0,01 до 36,1%), Zn – сотые доли %, Ag от 1 до 23,6 г/т. III рудная зона находится в 2 км от основных участков месторождения, рудоносность ее значительно уступает двум первым рудным зонам. IV рудная зона представляет собой полосу интенсивно осветленных пород арыджанской свиты венда-среднего кембрия, аксайской и кызылшинской свит девона. Мощность ее до 40-50 м, простирание субширотное, падение южное, крутое ( $70-80^\circ$ ). Выделена в зоне оперяющего шарнирного сброса по отношению к Кызылчинскому разлому. Осветление пород обусловлено каолинизацией, окварцеванием, в центральной части выделяется тело кварцитов (3x20 м) с галенитовой минерализацией в виде прожилков до 30 см мощностью. По спектральному анализу содержания свинца 1-10 %, цинк

- сотые, ртуть тысячные доли процента, серебра до 500 г/т. Рудных тел в зоне не выделено, но к ней приурочена комплексная геохимическая аномалия свинца, цинка, ртути и серебра.

Разведочными работами в 50 годах подсчитаны запасы категории  $C_2$  (тыс. т.): свинца- 6, цинка -17,4, серебра - 5,5 т. По работам 1978-1980 гг оценены прогнозные ресурсы категории  $P_1$ . В сумме запасы и прогнозные ресурсы категории  $P_1$  составили 192,2 тыс.т. цинка и 40,6 тыс. т свинца при средних содержаниях 5,68 и 1,2 %, соответственно. Ресурсы серебра определены в 40,9 т при среднем содержании 12,1 г/т.

*Чаган-Бургазинское месторождение (М-45-XXIII)* открыто в 1953 г, разведано поверхностными горными выработками и штольной. Находится в крутом правом борту долины р. Чаган-Бургазы, где в виде полосы длиной 1,6 км пересекает ручей Урзарсай в субмеридиональном направлении, в 10 км выше по течению от погранзаставы. Месторождение открыто при разведке рядом расположенного Урзарсайского вольфрамowego месторождения. Именовалось оно тогда как свинцовый участок или жилы с сульфидным оруденением. С 1954 года разведочными работами выделено (Оболенский А.А.) 19 рудных тел, при этом рудоносная структура вскрыта по простиранию на 1000 м при ширине 200-250 м. Некоторые рудные тела вскрыты глубокими шурфами на 5-10 м и штольной на глубину до 80 м (длина ее 150 м, горизонт 2270 м). Месторождение локализовано среди серии сближенных зон дробления в центральной и восточной частях Чаганбургазинской зоны разломов. Вмещающие породы - кварц-хлоритовые сланцы и песчаники катунской свиты. Разломы субмеридиональной - северо-западной ориентировки часто сопровождаются дайками долеритов, протягивающимися на 500-700 м. Насыщенность дайками в центральной части месторождения очень высока: образуют пятно сгущения размером 500x400 м. Здесь же установлено поле заметно ороговикованных пород, вытягивающееся в СЗ (секущим к разрывной структуре) направлении от Урзарсайского штокверка. Ороговикование фиксируется биотитизацией основной массы, развитой по хлориту исходной породы. Характерны гранолепидобластовые, гранобластовые структуры. Иногда заметны новообразованный турмалин и тонкая вкрапленность магнетита. В региональном плане блок пород катунской свиты представляет собой горстовый выступ, ограниченный разломами и по периферии окруженный более молодыми отложениями - осадочными породами тархатинской и эффузивами аксайской свит. Месторождение точно оконтурено вторичным ореолом свинца по изолинии 0,004%, он вытянут вдоль структуры на 2,2 км при ширине 500 м. На восточном фланге ореол образует расширение, фиксируя разлом урзарсайского штокверка. В центральной его части проявлен более интенсивный ореол по изолинии 0,01% с редкими эпицентрами в 0,07-0,1%. Ореолы свинца такой же интенсивности зафиксированы и севернее и южнее месторождения в породах девонского обрамления горста. В целом, в Чаганбургазинской разломной зоне, ореолы свинца развиты на породах аксайской свиты, при этом локальные максимумы тяготеют к разломам. Так же в зонах разрывов расположены незначительные пункты минерализации свинца и меди в жилках кварца. Рудные тела месторождения представляют собой жилы выполнения северо-западной ориентировки и СВ падения. Выявлено 26 рудных тел. Они залегают в протяженных минерализованных зонах дробления, с милонитами и катаклазитами. Мощности рудных тел от 0,03 до 2,0 м, протяженность 15-414 м. По падению прослежены не менее чем на 40 м. Главные жильные минералы представлены карбонатами (кальцит, анкерит) и кварцем. Около 1% жильной массы составляет флюорит. Рудные минералы представлены галенитом, слагающим до половины объема жильной массы, халькопиритом, блеклыми рудами, сфалеритом, также церусситом, англезитом, лимонитом, малахитом, азуритом. Средние содержания по рудным телам изменяются от 0,41 до 23,55% свинца и от 0,74 до 955,8 г/т серебра, содержание примесей: селен - следы, теллур - 0,00021%, таллий - 0,00011%. Содержания золота в рудах варьируют от 0,1 до 6,2 г/т. По данным Оболенского А.А. самородное золото в виде тончайших вкраплений размером 0,0007-0,001 мм сосредоточено в галенитах. Текстуры руд массивные, вкрапленные, полосчатые и брекчиевые. Свинцово-серебряное оруденение относится к гидротермальному низкотемпературному типу. Серебро содержится как в галените, так и в виде мелкого самородного. Запасы  $C_1 + C_2$ : свинца 15,7 тыс.т., серебра 23,6 т - забалансовые.

*Бельгебашский полиметаллически-золоторудный узел* приурочен к одноименному прогибу, выполненному терригенными даянской ( $D_1$ ) и терригенно-вулканогенными образованиями талдыдюргунской ( $D_1$ ) свит. Рудный узел также распространяется на прилегающие к прогибу блоки карбонатных образований баратальской, вулканогенные разрезы арыджанской ( $R_3$ ), терригенно-вулканогенные курайской ( $C_1$ ) свит. В южной и западной частях рудного узла проявлен субвулканический дацит-риолитовый кокоринский комплекс с телами габбро и долеритов ( $D_3$ ). Главную рудоконтролирующую роль в распределении свинцово-цинкового, ртутного, реже флюоритового оруденения осуществляли разломы. В меньшей мере мелкие проявления меди и полиметаллов тяготеют к субвулканическим образованиям кокоринского комплекса. В рудном узле известно 1 малое месторождение свинца и цинка (Кызыл-Чинское), перспективное проявление Северо-Западное и многочисленные проявления и пункты минерализации свинца, цинка, меди, сопровождаемые типоморфным комплексом ореолообразующих элементов, в набор которых, помимо основных рудообразующих элементов входят серебро, мышьяк, сурьма, барий, фтор. На площадь Бельгебашского рудного узла (1600 км<sup>2</sup>) по аналогии с Садоно-Згидским рудным узлом на Северном Кавказе (продуктивности для свинца-0,9 тыс.т/км<sup>2</sup>, для цинка- 0,85 тыс.т/км<sup>2</sup>) прогнозные ресурсы категории  $P_3$  составят:  $QP_3 Pb = 1600г0,9г0,7 = 1$  млн.т, а  $QP_3 Zn = 1600г0,85г0,7 = 950$  тыс.т.

«Филизчайский» ГПТ свинцово-цинкового оруденения приурочен к самому древнему металлотекту венд-кембрийского уровня, который в силу своей древности претерпел значительные трансформации, что затрудняет его выявление и проведение поисковых работ. Прямые признаки оруденения этого типа в Горном Алтае многочисленны. Наиболее типичным представителем этого типа является проявление Шлаттер-Катунское. Оно расположено в правом борту р. Катунь, юго-восточнее с. Быстрянка на г. Рудник. Рудовмещающий металлотект представлен углис-

то-кремнисто-глинисто-карбонатным разрезом эдиганской (V- $\text{E}_1$ ) и metabазальтами манжерокской свит ( $\text{E}_1$ ). Проявление представлено слоистыми, полосчатыми, линзовидно-полосчатыми рудами в углеродистых силицитах и глинистых сланцах, обогащённых карбонатным материалом и локализуется среди образований эдиганской свиты. Густая вкрапленность пирита, реже сфалерита, галенита, халькопирита образует обогащённые прослои и гнёзда, местами сопровождаемые кварц-баритовыми оторочками мощностью до 1-2 см. Мощность обогащённых прослоев варьирует от 1 до 20 см. Мощность зоны с такими рудами от 2 до 12 м. Отмечаются 3 генерации пирита. Самая ранняя представлена неправильными зёрнами и линзочками мучнистого пирита, имеющего микроглобулярное строение. Вторая генерация локализуется по периферии линзочек микроглобулярного пирита и представлена метакристаллами кубического габитуса, иногда сопровождающиеся тонкостебельчатым кварцем и удлинёнными чешуйками гидробиотита. Третья генерация дисульфида железа отмечается в прожилках кварца, кварца с карбонатом и представлена кубическими и пентагон-додекаэдрическими кристалликами. Мощность прожилков варьирует от 2 до 8 мм. Местами отмечается микроплойчатость рудных слоек, указывающая на складчатость и метаморфизм первичных эксгальционно-осадочных накоплений сульфидов. Со стороны лежачего бока рудной залежи отмечаются конкреции сидерита размерами от 0,5 до 3,5 см, содержащие пирит и пирротин. Редко наблюдаются мелкие септарииты размером до 3,5 см, сложенные сидеритом, баритом с пиритом, пирротином, редко галенитом и сфалеритом. Сфалерит, галенит и халькопирит присутствуют в виде вкрапленности и гнёзд, а также и в слойках пирита в ритмично-слоистых рудах. Содержания элементов в рудах составляют: цинка – от 0,05 до 1,5%, свинца – от 0,08 до 3,5%, меди – от 0,03 до 0,4%, серебра от 15 до 1560 г/т, кадмия от 5 до 15 г/т.

В лежачем боку рудной залежи обнаружены несурьфидные цинковые руды, сложенные виллемитом, ассоциирующим с глобулярными выделениями светлого по окраске сфалерита. Виллемит образует вкрапленность и линзочки среди силицилитов. Мощность таких руд около 40 см. По штуфным пробам содержания цинка в руде достигает 2-3,7%.

Со стороны висячего бока стратиформной залежи наблюдается жила кварца мощностью 1,5 м, содержащая вкрапленность и линзочки пирита, галенита, редко сфалерита, халькопирита. Содержания металлов в жиле: свинца – 3,75-6,87%, серебра – 65-1620 г/т, цинка – 0,2–0,8%, меди – 0,1–0,2 %.

В северной части Горного Алтая выделяется Катунско-Ишинский рудный район с проявлением стратиформного оруденения «филизчайского» типа общей площадью 850 км<sup>2</sup>. Удельная рудоносность суммы свинца и цинка филизчайского типа для ранга рудного района составляет 0,0425 млн/км<sup>2</sup>. Для Катунско-Ишинского рудного района площадью 850 км<sup>2</sup> и коэффициенте геологического подобия 0,6 прогнозные ресурсы свинца и цинка категории  $\text{P}_3$  составят: 850 $\cdot$ 0,0425 $\cdot$ 0,6=21,7 млн.т., что соответствует гигантскому по запасам месторождению.

Подобное оруденение обнаружено и на юго-востоке Горного Алтая, где весьма продуктивный металлотект венд-кембрийского уровня продолжается на территорию сопредельной Тувы с перспективным Сарыгиматейским проявлением [2]. Прогнозные ресурсы Акташ-Сарыгиматейского района определены в 10,7 млн.т. суммы свинца и цинка.

Таким образом, на территории Горного Алтая развиты приоритетные типы полиметаллического оруденения, формировавшиеся в различные тектоно-магматические эпохи. Они требуют целенаправленных исследований и проведения поисковых и оценочных работ на наиболее перспективных объектах, хотя бы потому, что изучение их проводилось в середине прошлого века. Современные наработки по указанным типам оруденения шагнули далеко вперёд с построением и созданием геолого-генетических моделей, позволяющих проводить разбраковку и оценку перспектив территорий и конкретных объектов. Важным результатом является также обнаружение несурьфидных цинковых руд в составе полиметаллического оруденения типа «манто» (Урмановский участок) и «филизчайского» (Шлаттер-Катунский участок) в виде виллемитовых скоплений. Таким рудам в последнее время придаётся серьёзное значение за рубежом [6]. Аналогичные несурьфидные руды описаны в последнее время на Сарыгиматейском проявлении Тувы.

### Литература

1. Основные положения энергетической стратегии России на период до 2020 года. Одобрена Правительством РФ (Протокол № 39 от 23.11.2000 г.). М., 2001, 308 с.
2. Шкиль В.В., Гусев А.И. Перспективы венд-кембрийского уровня Горного Алтая и Салаира на оруденение типа SEDEX // Природные ресурсы Горного Алтая: геология, геофизика, экология, минеральные, водные и лесные ресурсы Алтая. Горно-Алтайск, 2005, № 2, с. 54-58.
3. Morris H.T. Descriptive model of Polymetallic replacement Deposits. M. 19a // Mineral Deposit Models (eds D.P.Cox, D.A. Singer). US Geol. Bull. V. 1693, 1992, p. 99-104.
4. Morris H.T., Lovering T.S. General geology and mines of the East Tintic mining district, Utah and Juab Counties, Utah // US Geol. Surv. Professional Paper. 1979. V. 1024, 203 p.
5. Walawalker R. Lead's summer of discount // Metall Bulletin Monthly (MBM), July 2000, p. 36-37.
6. Sungster D.F. A Special Issue Devoted to Nonsulfide zinc Deposits: A New Look // Economic Geology, 2003.- V.98.- №4.- P. 683-684.