

# Есть мнение...

УДК 553.3.072

Павленко Юрий Васильевич  
Yuri Pavlenko



## ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ: КОЧКОВСКОЕ ЗОЛОТО-СУРЬМЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

### GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL PROGNOSIS: KOCHKOVSKOE GOLD-ANTIMONY DEPOSIT

Изложены результаты геолого-технологического прогноза Кочковского золоторудного месторождения Широкинского рудного узла, обосновывающие значение переоцененного объекта для развития сурьмяной промышленности Юго-Восточного Забайкалья. Установлено, что золото-сурьмяные карбонатные руды месторождения легкообогатимы, могут эффективно перерабатываться с применением методов рентгенорадиометрической сепарации и кучного выщелачивания. Определено, что месторождение обладает крупными ресурсами сурьмы, находится в исключительно благоприятных географо-экономических условиях существования будущего горно-перерабатывающего комплекса

*Ключевые слова:* золоторудное месторождение, прогнозирование

The results of geological and technological forecast of Kochkovskoe gold deposit of Shirokinsky ore unit, justifying the value of the revalued object for the development of antimony industry of the South-Eastern Transbaikalie are presented. It is stated that the gold antimony carbonate ores of the deposit are easily enriched. They may effectively be processed with the use of X-rays diametrical separation methods and heap leaching. It is also determined that the field has large antimony resources, located in very favourable geoeconomic conditions of future mining and processing complex existence

*Key words:* gold mining deposit, forecasting

Согласно концепции нового научного направления прогнозно-минерагенических исследований – объёмной минерагении [5] на территории Юго-Восточного Забайкалья по материалам геологического картирования масштаба 1:1 000 000 [2] в 2009 г. впервые выделены гравитационные структуры третьего порядка, характеризующие морфологические особенности крупного Восточно-Забайкальского ареал-плутона и его обрамления [6]. Они представлены семью крутопадающих линейных (меж-

блоковых) тектонических зон, развитой в кристаллическом фундаменте. Зоны являются магистральными путями миграции тепловых потоков, различных продуктов гранитизации пород, флюидов, газов, гидротерм и рудного вещества. В них проявлена многократная тектономагматическая активизация раннедокембрийского кристаллического фундамента и промышленное мультиметальное оруденение. К участкам пересечения-сочленения разнонаправленных зон активизации приурочено боль-

шинство видов эндогенных полезных ископаемых региона.

Кочковское месторождение располагается в Широкинском полиметаллически-золоторудном узле Газимуро-Заводского рудного района [2] в наиболее перспективной субширотной Ага-Урюмканской флюидопроницаемой зоне вблизи условного «рудного центра» Юго-Восточного Забайкалья, соответствующего пересечению Ага-Урюмканской и субмеридиональной Далайнор-Газимурской зон [6].

По В.С. Кормилицыну и А.А. Ивановой [4], Широкинский рудный узел и его главный представитель — одноименное рудное поле занимают особое место среди свинцово-цинковых месторождений Восточного Забайкалья. В отличие от «собратьев», месторождения рудного поля локализованы в эффузивно-пирокластических породах верхнеюрского возраста, а не в карбонатных породах нижнего палеозоя и характеризуются вместо практически «чистого» свинцово-цинкового оруденения развитием медно-золото-свинцово-цинкового и золото-сурьмяного комплексов. Эти минерогенические особенности рудного поля свидетельствуют о глубоких связях между комплексами свинцово-цинковых и золото-молибденовых месторождений, до того рассматривавшихся изолированно друг от друга. Оруденение же золото-сурьмянное вообще воспринимается загадочным, «чужеродным», его развитие и прогнозируемая практическая значимость свидетельствуют о существенно более сложной генетической связи всех названных типов позднемезозойского оруденения региона.

Широкинское рудное поле сложено преимущественно осадочными и эффузивно-туфогенными образованиями кембрийского, раннеюрского и позднеюрского возраста.

Нижнекембрийские мраморизованные доломиты быстринской и филлитовидные сланцы — алтачинской свит развиты в тектонических блоках.

В основании нижнеюрской толщи, несогласно перекрывающей отложения палеозоя, залегают крупновалунные хоро-

шо окатанные конгломераты мощностью 50 м, на которых располагается мощная пачка (800-1000 м) песчаников, углисто-глинистые, глинистые алевролиты с прослоями конгломератов и остатками фауны *Ginkgoites* sp. sf. gen. *Sibirica* Nr.

Разнообразные образования верхнеюрского возраста представлены двумя толщами. Нижняя толща сложена базальной пачкой переслаивающихся туфов, туффитов, туффито-конгломератов, алевролитов, песчаников, конгломератов (150-200 м) с плохо сохранившимися растительными остатками. Её последовательно перекрывают туфы андезибазальтов с лавами и субвулканическими телами андезибазальтов, слоистые туфы андезибазальтов, а также туфы андезибазальтов и андезитов, но уже с лавами и субвулканическими телами того же состава (800-1000 м). В этой толще встречены обуглившимися растительные остатки. Верхняя толща сложена в основании туфами и покровами порфирировых андезитов (800 м).

Среди верхнеюрских интрузивных пород двух разновидностей выделяются субвулканические тела, штоки, дайки диоритовых порфиритов, гранодиоритов и дайки аплитов, кварцевых диоритовых порфиритов, гранодиорит-порфиров, граносиенит-порфиров, лампрофиров, трахидолеритов. Все магматические породы являются комагматическими образованиями с закономерным изменением состава по времени. Элементы — примеси (Zr, V, Ni, Ga, Co, Be, Cr и др.) содержатся в количествах, соизмеримых с кларковыми, лишь количество хрома выше в 2-10 раз. Главными акцессорными минералами являются апатит, циркон, магнетит, пирит, марказит.

Рудное поле представляет грабен (1х4 км) с блоковым трехярусным внутренним строением. Нижнепалеозойские отложения нижнего яруса слагают линейные складки северо-восточного направления с углами падения 30-80°. Нижнеюрские морские образования собраны в пологие (25-40°) синклиналильные и антиклиналильные складки с размахом крыльев до 2 км. Между нижним и средним ярусами отмечено крупное стра-

тиграфическое и угловое несогласие. Строение верхнего яруса в западной и восточной частях рудного поля неодинаково. В восточной половине сохранились туфогенная и эффузивная толщи верхней юры, в западной, более эродированной – преимущественно нижняя существенно туфогенная. Углы падения пород брахисинклинальных складок 30-45° при выдержанном падении всех пород на северо-запад под углом 45°.

Системами разломов рудное поле разбито на серию блоков с различной амплитудой смещения. Крупными блоками являются Центральный, Северный, Южный и Западный. Многочисленные разрывные нарушения отмечены роями даек различного состава и протяженными минерализованными зонами. Наиболее значимыми постдайкиновыми и пострудными разрывами являются Урюмканский, Лугинско-Широкинский и Поперечный разломы. Многочисленные относительно разновозрастные разрывные нарушения создали исключительно высокую степень проницаемости пород, обеспечили проявление разнообразной магматической деятельности и гидротермальных процессов.

В рудном поле с золотоносными россыпями развиты обширные площади турмалинизированных пород, кварц-турмалиновые жилы и зоны брекчий с кварц-турмалиновым цементом, зоны и жилы с халькопирит-золото-галенит-сфалеритовой и галенит-сфалеритовой минерализацией, жилы с антимонитом, реальгаром и золотом, а также зоны киноварной минерализации. Практический интерес представляют зоны и жилы полиметаллического и золото-реальгар-антимонитового оруденения, образующие в плане открытый к северо-западу веер. Они располагаются в центральной части рудного поля и представлены Ново-Широкинской полиметаллической, Лугинской свинцово-цинковой, Кочковской и Рыбаковской золото-мышьяково-сурьмяными зонами северо-западного (290-340°) простирания и крутого (80-85° до вертикального) юго-западного падения. В первых двух зонах разведаны одноименные месторождения (Ново-Широкин-

ское эксплуатируется), в Кочковской зоне оценено золоторудное месторождение с забалансовыми запасами, Рыбаковская – опоискована только с поверхности. За пределами перечисленных зон отмечаются мелкие проявления свинцово-цинковой, сурьмяной и мышьяковой минерализации, выявлены первичные и вторичные ореолы киновари, которые не оценены.

*Кочковское месторождение* является типичным представителем ртутно-сурьмяной формации, в которой относится к наименее изученному золото-антимонит-кварц-карбонатному жильному (штокверковому) формационному типу, локализуемому в разрывных нарушениях среди различных по составу пород [7]. Среди известных рудных объектов этого типа (Итака, Майское, Могоча, Давенда, Шахтама, Балей и др.) [1]. Кочковское месторождение выделяется существенным преобладанием жильного карбонатного золотоносного материала над кварцевым, т.е. сложено наиболее поздними низкотемпературными продуктами дифференциации глубинного магматического очага, образовавшего эффузивно-туфогенные, субвулканические, интрузивные породы и полиминеральные руды.

Месторождение, открытое в 1959 г. Ушмунской геофизической партией Газимурской экспедиции, располагается в 3,5 км северо-восточнее Ново-Широкинского месторождения. Оценочные работы на золото на нем выполнены до глубины 320-450 м. Они показали низкие концентрации благородного металла (5,26 г/т) и ограниченные его запасы (4,5 т), при этом отмечено значительное развитие карбонатно-антимонитовой с реальгаром минерализации, которая осталась и не изученной, и не оцененной.

Месторождение залегает в позднеюрских туфогенно-осадочных образованиях нижней (различные андезитовые, андезитобазальтовые порфириды) и средней (туфогенные песчаники, алевролиты, конгломераты, брекчии, туффиты и туфы) толщ, относящихся к шадоронской серии [2]. Вмещающие породы слагают синклиналь-

ную складку северо-восточного простирания с углами падения пород на крыльях 30-60°, жилыные — представлены диоритовыми, кварц-диоритовыми порфиритами и лампрофирами.

Месторождение приурочено к одноименной тектонической зоне (сброс) северо-западного простирания, юго-западного падения (65-85°), пересекающей вулканогенно-осадочную толщу почти вкрест простирания; также ориентированы и дайки. Тектоническая зона представлена основным сбросом и серией субпараллельных структур, развитых преимущественно в его лежащем боку (рис. 1). На северо-западе зона ограничивается Урюмканским сбросом, на юго-востоке — Лугиинско-Широкинским разломом; обе структуры имеют северо-восточное простирание. При протяженности тектонической зоны более 5 км рудоносным является интервал в 2000 м при мощности 10-100 м. Рудоносная часть характеризуется развитием различных местных осложнений рудовмещающей структуры — изгибов, участков интенсивной трещиноватости и пр. Аналогичные структурные особенности свойственны и субпараллельной Рыбаковской тектонической зоне с однотипной минерализацией. За пределами этих зон в различных частях рудного поля отмечен ряд проявлений сурьмяной и иной минерализации (рис. 2).

сом, на юго-востоке — Лугиинско-Широкинским разломом; обе структуры имеют северо-восточное простирание. При протяженности тектонической зоны более 5 км рудоносным является интервал в 2000 м при мощности 10-100 м. Рудоносная часть характеризуется развитием различных местных осложнений рудовмещающей структуры — изгибов, участков интенсивной трещиноватости и пр. Аналогичные структурные особенности свойственны и субпараллельной Рыбаковской тектонической зоне с однотипной минерализацией. За пределами этих зон в различных частях рудного поля отмечен ряд проявлений сурьмяной и иной минерализации (рис. 2).

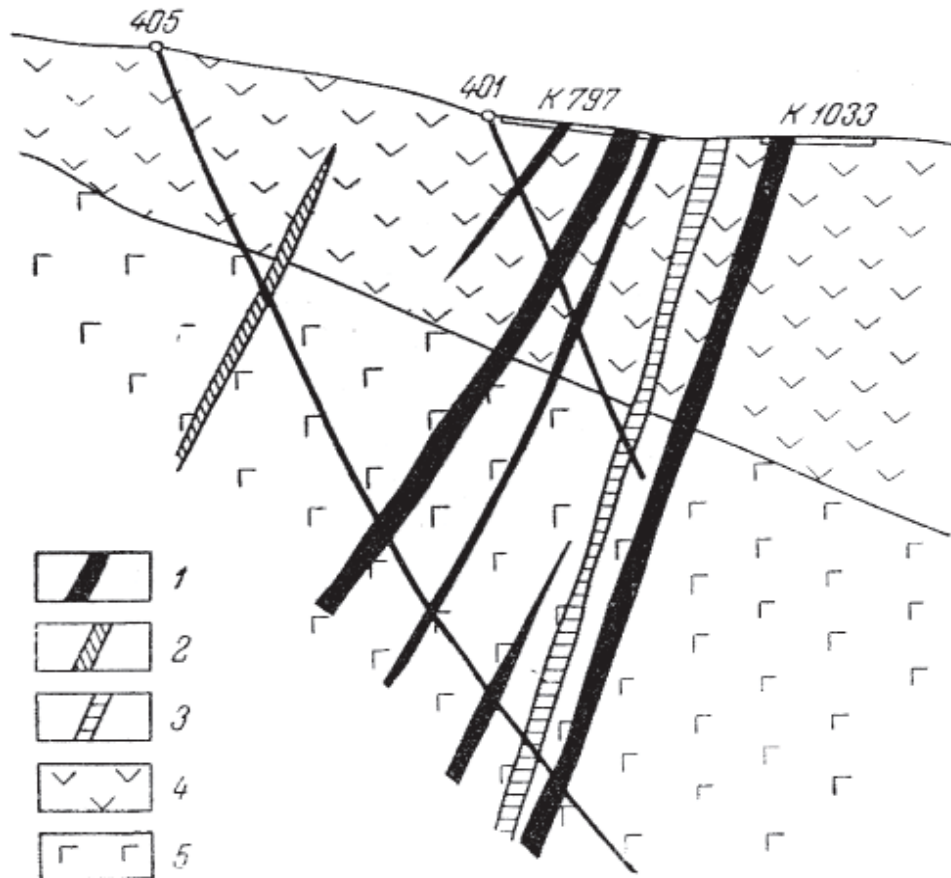


Рис. 1. Геологический разрез по скважинам Кочковского месторождения:  
 1 – кварц-карбонатные жилы с антимонитом, реальгаром; 2 – дайки лампрофиров;  
 3 – дайки диоритовых порфиритов; 4 – туфы андезитов; 5 – туфы андезитобазальтов

На Кочковском месторождении известно 7 золоторудных тел. Наиболее крупное рудное тело (Первое) характеризуется значительным развитием антимонит-реальгар-арсенопиритовой минерализации, имеет длину 920 м при мощности от первых метров до 20 м. Оно представлено локальными жильными зонами, зонами брекчий (наиболее распространенными), сериями сближенных жил и линейными штокверками. При уровне содержаний золота 0,4-1 г/т интервалы промышленной золотоносности (более 3 г/т) имеют мощность 1-5,5 м (чаще 1,2-2 м), прослеживаются по простиранию на 25-100 м. Промышленная золотоносность имеет столбообразный характер, при этом условно «безрудные» участки содержат золото в количестве 1-3 г/т.

Похожее по строению Второе рудное тело имеет длину 290 м, мощность 0,75-2,4 м и содержание золота 3,5-7,2 г/т. Другие рудные тела с реальгар-антимонитовой минерализацией залегают в 300 м севернее первых двух, имеют длину 210-600 м, суммарную длину промышленных золотоносных интервалов по телам 100-400 м, мощность 0,6-9,0 м, содержание золота 3,1-20,3 г/т, серебра – 2-35 г/т.

Минерализация Кочковской и Рыбковской структур представлена преимущественно карбонатами (марганцово-железистый доломит, анкерит), антимонитом, второстепенными являются халцедон, реальгар, аурипигмент, арсенопирит, пирит, марказит, сфалерит, галенит, шеелит, барит, самородное золото. Содержание сульфидов составляет 3-8 %. Температура их образования 235-50 °С [8]. Первоначальная глубина распространения карбонатно-антимонитовой минерализации оценивается диапазоном 200-1000 м [4].

В рудах кварц-карбонатно-антимонитового типа широко развиты прожилковые и брекчиевые агрегаты, в которых обособляются мономинеральные антимонит и реальгар. Характерны также пятнистые и стустковые неравномерно раскристаллизованные карбонатные и сульфидные скопления. Строение руд усложняется по мере уменьшения глубины процесса рудо-

отложения. Зона окисления практически отсутствует. Текстуры руд (брекчиевая, колломорфные, кокардовая, прожилково-вкрапленная, стустковая) часто развиваются совместно и характеризуются взаимными переходами.

Неоднократные гидротермальные изменения вмещающих пород, в том числе сопровождающие процесс рудообразования, имеют мощность 10-60 м и характеризуются развитием карбонатов, хлорита, пирита, собственные березитам.

Химический состав руд (%):  $\text{SiO}_2$  - 41,66,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 9,35,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 4,17, FeO - 1,02, MnO - 0,52, MgO - 7,40,  $\text{TiO}_2$  - 0,4, CaO - 10,69,  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  - 2,59,  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 0,1,  $\text{SO}_3$  - 1,92, ппп - 16,12.

Спектральный анализ руд (%): Pb - 0,005 - 1, Zn - сл. - 0,4, W - до 0,03, Mo - сл. - 0,001, Be - сл. - 0,003, As - 0,03 - 0,4, Sb - 0,01 - 0,4, Co - сл. - 0,005, Ni - 0,003 - 0,01, Cu - сл. - 0,01, Mn - 0,2 - 3,0, Cr - 0,03 - 0,1, V - сл. - 0,016, Ga - сл. - 0,002, Zr - сл. - 0,005, Se - сл. - 0,003.

Антимонит – наиболее распространенный рудный минерал развит повсеместно. Слагает маломощные почти мономинеральные прожилки в анкерите, образует гнездовые скопления в жильном материале, отдельные кристаллы размером до 3,5 см, тонкую равномерную вкрапленность (размеры вкраплений 1,5-4 мм), идиоморфные друзовые образования в пустотах кристаллизации, иногда цементирует обломки карбонатных брекчий. Изоморфные скопления сложены шестоватыми и игольчатыми индивидами от 0,2-2 мм до 2-2,5 см, размеры гнезд составляют не более 5 см в поперечнике. В карбонатных жилах антимонит развит чрезвычайно неравномерно: то почти полностью отсутствует, то составляет 50-60 % объема жильной массы. Среднее содержание антимонита на месторождении оценивается в 5 %.

Реальгар и аурипигмент образуют наиболее крупные скопления (до 1,5 см) в центральной части Кочковской рудоносной зоны, где развиваются по трещинам и в пустотах кварц-анкеритовой жильной массы.

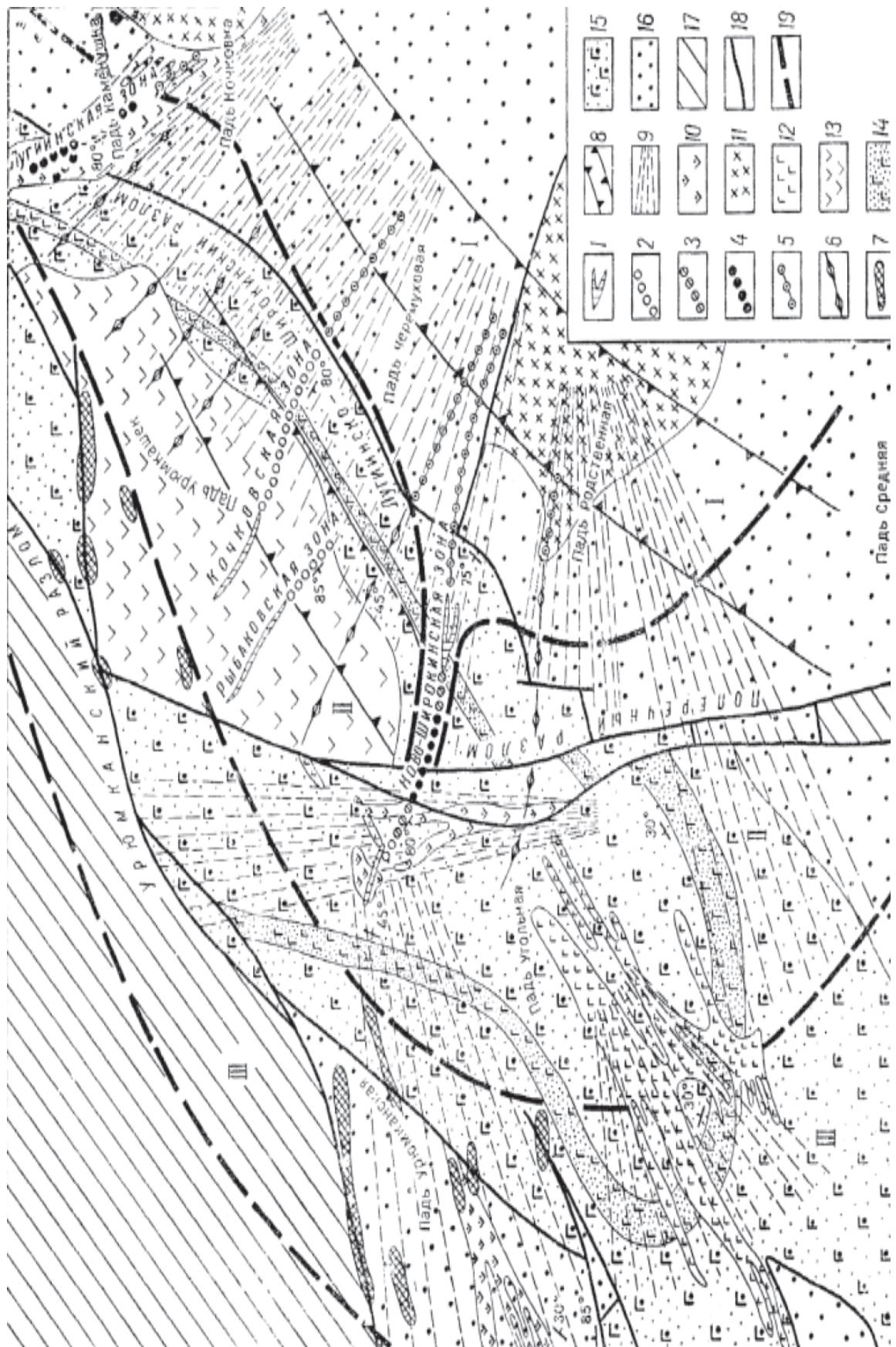


Рис. 2. Схема тектонического строения и размещения главнейших парагенетических ассоциаций минералов на территории Широкинского рудного поля (по Кормилицину, Ивановой, 1968) [4]

Интервалы рудоносных зон с минерализацией определенного состава: 1 – безрудный карбонат;

2 – антимонит-кварц-карбонатной; 3 – галенит-сфалерит-карбонатной;

4 – галенит-сфалерит-золото-халькопирит-гематит-кварцевой; 5 – кварц-турмалиновой, пиритовой и золотой;

6 – предполагаемые рудоносные зоны; 7 – металлогенетические и шлиховые ореолы рассеяния киновари.

Основные структурно-тектонические элементы и магматические образования: 8 – зоны развития лампрофировых и трахидолеритовых даек; 9 – главные пучки даек диоритовых порфиритов, кварцевых диоритовых порфиритов, гранодиорит-порфиритов и гранит-порфиритов; 10 – субвулканические тела диоритовых порфиритов; 11 – штоки гранодиоритов; 12 – субвулканические тела андезибазальтов; 13–15 – верхнеюрский структурный ярус; 13 – толща порфиритовых андезитов, 14 – маркирующий горизонт слоистых туфов, 15 – толща туфов андезибазальтов; 16 – нижнеюрский структурный ярус (песчаники, алевролиты, конгломераты); 17 – кембрийский структурный ярус (филлитовидные сланцы, песчаники, доломиты); 18 – главные разрывные нарушения; 19 – границы площадей с минерализацией различного состава.

Площади развития минерализации различного состава: I – турмалиновой, II – полиметаллической (халькопирит-золото-сфалерит-галенитовой), III – антимонитовой, реальгаровой и киноварной

Пирит и марказит встречаются совместно, представлены зернами (1-1,5 мм), слагают не более 5-10 % всей рудной массы.

Шеелит развит в виде отдельных зерен размером 1,5-2 см только в рудном теле № 1; содержание  $WO_3$  в групповой пробе изменяется от следов до 0,04 %.

Анкерит и доломит нескольких генераций представлены мелкозернистыми и крупнокристаллическими агрегатами буроватой или слегка розоватой окраски. Мелкокристаллический анкерит развит в виде ступков, пятен или обломков. Обычно он находится в тесной ассоциации с мелкокристаллическими сульфидами, баритом и кварцем. Крупнокристаллические разновидности чаще лишены примесей рудных минералов и кварца. Они развиты в промежутках между скоплениями мелкокристаллического анкерита, цементируют обломки гидротермально измененных пород и слагают мономинеральные прожилки. Между обеими разновидностями анкерита существуют постепенные переходы. Химический состав анкерита сильно варьирует от типичного анкерита до железистого и марганцовистого доломита, особенно в зоне выветривания.

Кварц развит спорадически: образует вкрапленность в анкерите и доломите, слагает друзы мелких кристаллов в пустотах или выполняет самостоятельные прожилки. Отмечается серый и черный халцедоновидный кварц. Дорудный темно-серый сливной кварц переполнен включениями пирита, марказита, раздробленной вмещающей породой. Поздний достаточно редкий кварц сливной, слагает тонкие прожилки (0,3-0,5 см) с вкрапленным пиритом.

На месторождении выделены три основные последовательные минеральные ассоциации минералов: карбонат-пирит-арсенопиритовая, карбонат-антимонит-реальгаровая и карбонатная. Для первой ассоциации характерны кварц, кальцит, пирит, марказит, арсенопирит, сфен, для второй – кальцит, антимонит, пирит, марказит, арсенопирит, реальгар (всегда наиболее поздний), шеелит, редко встречающиеся кварц, сфалерит, буланжерит, для

третьей – кальцит, иногда с бедной примесью пирита, марказита, антимонита.

*Прогнозные экономико-технологические показатели отработки запасов.* Несмотря на принадлежность сурьмяных руд Кочковского месторождения к легкообогатим, переработка их на Ново-Широкинской обогатительной фабрике исключена по причине использования на ней цианирования – метода не эффективного для обогащения антимонита. Переработка золото-сурьмяных руд целесообразна по самостоятельной обогатительной схеме, созданной на основе современных эффективных физико-химических методов. Такая схема должна учитывать не только технологические особенности сурьмяных руд, но и существенно более высокую их золотоносность относительно других сурьмяных объектов Забайкальского края.

Современное освоение минерально-сырьевой базы Восточно-Забайкальской сурьмяной провинции [7] должно базироваться на использовании унифицированных технологических схем, в разработке которых в последние годы достигнуты положительные результаты, особенно на этапе рудоподготовки [7]. Такие успехи связаны с глубоким изучением свойств минералов, их ассоциаций на макро- и микроуровнях, целенаправленным изменением этих свойств путем различных физико-химических воздействий. Благодаря таким воздействиям, открывается возможность не только управления технологическими свойствами минералов, существенно повышать технико-экономические показатели переработки руд, но, главное, наиболее полно использовать недра за счет вовлечения в эксплуатацию бедных и забалансовых руд.

Известно, что основным критерием полноты отработки запасов и технологии их переработки является экономически обоснованное минимальное значение бортового содержания сурьмы как основного полезного ископаемого руд. Его величина представляет синтез геологических особенностей месторождения и технологических свойств полезного ископаемого; первые определяют систему и способ от-

работки запасов, вторые – показатели их переработки.

Сравнительной геолого-экономической оценкой детально разведанных в последние годы Солонеченского и Жипкошинского сурьмяных месторождений [7] обоснована целесообразность использования на этапе рудоподготовки рентгенорадиометрической сепарации (PPC). Сепарация экономически и технологически обеспечивает снижение бортового содержания сурьмы в балансовых рудах месторождений с ранее обоснованной величины 8 % до 0,7 %, т.е. почти в 10 раз. Это открывает возможность рентабельной отработки запасов сурьмяных руд даже очень мелких тел и месторождений. На Жипкошинском месторождении, где надежно апробирована PPC, содержание Sb в хвостах переработки руд при этом составляет всего 0,45 %.

Применительно к Кочковскому месторождению следует отметить:

- высокую относительно других сурьмяных объектов региона золотоносность руд;

- более доступный для обогащения карбонатный состав руд с прогнозируемым средним содержанием Sb 5 %, что соответствует таковому Жипкошинского месторождения;

- наличие инфраструктуры (электроэнергия, дороги и пр.) обрабатываемого вблизи Ново-Широкинского месторождения.

Эти преимущества позволяют прогнозировать в качестве приемлемого бортового содержания сурьмы в балансовых рудах Кочковского месторождения 0,7 % даже для условий подземной отработки запасов. Относительно же ожидаемых экономических показателей переработки руд следует заметить, что, исходя из накопленного опыта, механизм дисконтирования может исказить результаты экономических показателей по причине различных сроков отработки запасов по вариантам бортового содержания и увеличения выплат налогов за весь срок их отработки. Так, на Жипкошинском месторождении при ставке дисконтирования 15 % чистый дискон-



тированный доход в вариантах бортового содержания Sb 1,1; 0,9 и 0,7 % колеблется соответственно от 25 до 13 млн руб. при практически неизменной чистой прибыли и бюджетной эффективности [7]. Бортовое содержание Sb 0,7 % обеспечивает наиболее полное использование запасов полезного ископаемого в недрах.

Детальной разведкой Солонеченского и Жипкошинского месторождений установлено, что, несмотря на существенную разницу в балансовых запасах металла (соответственно 63,05 тыс. т при среднем содержании Sb в руде 10,77 % и 26,82 тыс. т при среднем содержании Sb в руде 4 %) и на большую (в 1,7 раза) производительность Солонеченского ГОКа, удельные затраты труда на переработку 1 т руды Солонеченского месторождения не ниже, а выше аналогичного показателя для Жипкошинского месторождения почти в 2,5 раза. Такая разница обеспечивается использованием при рудоподготовке жипкошинских руд РРС, при которой исключается из дальнейшей переработки 60 % исходной рудной массы или 75 % фракции – 150 +20 мм, подлежащей обогащению методом РРС.

*Прогнозные ресурсы месторождения* категории  $P_2$  оцениваются дифференциальными и интегральными методами [3]. При этом учитываются особенности геологического строения рудоносных структур, размещения золотого, прямых признаков сурьмяного оруденения, состояния изученности структур, параметры известного и прогнозируемого оруденения, отвечающего современным геолого-экономическим критериям на минеральное сырье. Несмотря на то, что прогнозные ресурсы в недрах не геометризуются, при количественной оценке прогнозных ресурсов сурьмы как основного полезного ископаемого, наряду с формационным типом месторождения, в качестве важнейшего уточняющего критерия использованы результаты разведочных работ, определившие условия залегания, форму, строение, пространственное размещение комплексного золото-сурьмяного оруденения.

Категория  $P_2$  характеризует перспективы выявления месторождения в пределах рудного поля на основании положительной оценки геологических структур, проявлений полезных ископаемых, предпосылок и признаков развития оруденения перспективного формационного и геолого-промышленного типа. Важнейшей предпосылкой положительного прогноза при всех масштабах изучения геологических структур является прямая корреляционная связь между масштабами рудных залежей, месторождений, полей, узлов, районов. Из этого следует, что в крупном рудном поле, к которым относится Широкинское, вероятность выявления крупного месторождения гораздо более высокая, чем в мелком.

Поскольку сурьмяные месторождения Восточного Забайкалья принадлежат к единой рудной формации [7], а Кочковское прогнозируемое месторождение, представляя самостоятельный геолого-промышленный тип, отличается от других жильных и штокверковых сурьмяных типов только преимущественно карбонатным составом руд, все сурьмяные объекты для целей прогнозирования являются вполне надежными аналогами. Таким наиболее изученным аналогом является Солонеченское месторождение – средний объект по запасам сурьмы, однако крупнейший в Забайкалье и второй по величине в России. Балансовые и забалансовые запасы руды составляют 684 млн т со средним содержанием Sb 10 %, запасы металла 68 тыс. т.

На Кочковском месторождении запасы золотоносной руды категорий  $C_1$  и  $C_2$  оценены в количестве 854 млн т со средним содержанием Au 5,26 г/т, что составляет 4,5 т драгоценного металла при бортовом содержании 3 г/т и минимальном промышленном – 3,7 г/т. Сравнивая количество руды этих месторождений, обращает внимание существенно большая их величина (на 25 %) на Кочковском месторождении. Естественно, что количество золото-сурьмяной руды на этом объекте предполагается значительно большим.

Оно определяется из известных параметров оруденения отдельных зон (рудных

тел). Так, при протяженности минерализованной части Первой зоны 2000 м золотоносность оценивалась на интервале всего 920 м (примерно на половине), поскольку на остальной части содержание золота ниже бортового (0,4-3 г/т). Суммарная протяженность золотоносных участков с кондиционным содержанием золота других зон (включая небольшие зоны 8 и 9) составляет 2340 м, а всего, включая Первую зону, 3260 м. С учетом «безрудных» участков зон, «минерализованных окон» предполагаемая общая протяженность золото-сурьмяного оруденения составит 5000 м, т.е. увеличится примерно в 1,5 раза по сравнению с чисто золотым. Соответственно средним параметрам оруденения количество руды составит около 1300 тыс. т. К этой величине следует добавить около 400 тыс. т руды соседней Рыбаковской зоны с аналогичным оруденением.

Таким образом, предполагаемые объемы сурьмяной руды Кочковского и Рыбаковского месторождений примерно в 2,5 раза больше таковых Солонеченского. Даже при пониженном содержании Sb примерно вдвое можно уверенно прогнозировать новое как минимум среднее по запасам месторождение сурьмы (75-80 тыс. т) с содержанием Sb около 5 %. В качестве попутного компонента сурьмяных руд дополнительно можно извлечь около 7 т золота со средним содержанием около 3 г/т.

Анализ геологических материалов по Кочковскому золоторудному месторождению с позиций современной технологии переработки комплексных золото-сурьмяных руд, развитых на этом объекте, позволяет сделать следующий геолого-технологичес-

кий прогноз, существенно меняющий перспективы этого рудного объекта:

– исходя из современной ценности и дефицитности сурьмы, с учетом достигнутых успехов в переработке относительно бедных антимонитовых руд, забалансовое Кочковское золоторудное месторождение следует перекалассифицировать в золото-сурьмяное, основным полезным компонентом которого считать сурьму;

– прогнозные ресурсы основного металла категории  $P_2$ , оцененные в 75-80 тыс. т, являются крупнейшими в Забайкальском крае и России, их ценность существенно повышается в связи с относительно высокой золотоносностью руд ( $7 \text{ т золота категорий } C_1 + C_2 + P_1$ );

– месторождение является первоочередным объектом для коренной переоценки и реализации крупных прогнозных ресурсов, оно может изменить существующую стратегию развития сурьмяной промышленности региона;

– золото-сурьмяные карбонатные руды месторождения относятся к легкообогащаемым, что способствует их эффективной переработке с применением методов рентгенометрической сепарации и кучного выщелачивания;

– месторождение находится в исключительно благоприятных географо-экономических условиях (наличие действующего горнодобывающего предприятия, основной инфраструктуры, железной дороги и пр.), что существенно снижает уровень затрат на его освоение и повышает эффективность работы прогнозируемого горно-перерабатывающего комплекса.

## Литература

1. Васильев В.Г. Сурьмяные месторождения // Месторождения Забайкалья / под ред. Н.П. Лаверова. М., Геоинформмарк, 1995. Т. I, кн. II. С. 67-75.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Алдано-Забайкальская. М-50 – Борзя. СПб., 2010.
3. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Научные основы поисков и разведки. М.: Недра, 1984. 285 с.

4. Кормилицын В.С., Иванова А.А. Полиметаллические месторождения Широкинского рудного поля и некоторые вопросы металлогении Восточного Забайкалья. М.: Недра, 1968. 176 с.
5. Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые / Ред. Д.В. Рундквист. Л.: Недра, 1978. 607 с.
6. Павленко Ю.В. Глубинное строение и минералогия Юго-Восточного Забайкалья: монография. Чита: ЧитГУ, 2009. 200 с.
7. Павленко Ю.В., Поляков О.А. Восточно-Забайкальская сурьмяная провинция // Вестник Читинского государственного университета. Чита: ЧитГУ. 2010. № 9 (66). С. 77-84.
8. Татаринов П.М. Условия образования месторождений рудных и нерудных ископаемых. М.: Госгеолтехиздат, 1955.

***Коротко об авторе*** \_\_\_\_\_ ***Briefly about the author***

***Павленко Ю.В.***, д-р геол.-минер. наук, профессор, Забайкальский государственный университет  
Служ. тел.: (3022) 35-32-02

***Y. Pavlenko***, doctor of geological and mineral sciences, professor, Transbaikal State University

***Научные интересы:*** мелко-среднемасштабное геологическое картирование, прогнозирование, поиски, разведка месторождений

***Scientific interests:*** small scale and meso-scale geological charting, forecasting, prospecting, searching and resource definition

---

