

$$p_{\text{прот}} \leq (p_{\text{в}} - p_{\text{выт}}) \cdot \frac{\Delta r_{\text{max}} - \Delta r_{\text{min}}}{\Delta r_{\text{max}}}.$$

Настройка клапана давления КД2 и регулирование в процессе выталкивания должно осуществляться из условия

$$\tau = \frac{\sigma_{\text{бок}} - \sigma_{\text{верх}}}{2} \triangleleft \tau_{\text{разр}}.$$

Если соотношение давлений будет осуществляться в пределах только что указанных, то разрушения прессовки при выталкивании не должно наступить.

Таким образом, в работе:

- обосновано техническое предложение о целесообразности использования противо-давления при выпрессовке таблеток ядерного топлива из порошков диоксида урана;
- предложена модернизированная система управления роторной линией «РТЛ», испытанная на макете, обеспечивающая устранение трещин на торцах таблеток во всем рабочем диапазоне давлений прессования.

Список литературы

1. Горбушин А.В. Исследование влияния регламента прессования на качество изделий из диоксида урана / А.В. Горбушин, Б.В. Сырнев, Ю.Н. Русин // Вестник ВКГТУ. – 2008. – № 4. – 2008. – Усть-Каменогорск, 2008. – Ч. 1.
2. Горбушин А.В. Исследование влияния регламента прессования на качество изделий из диоксида урана / А.В. Горбушин, Б.В. Сырнев, Ю.Н. Русин, Г.М. Шевченко // Вестник ВКГТУ. – 2009. – № 4. – Усть-Каменогорск, 2009. – Ч. 2.
3. Пелерман В.Е. Формование порошковых материалов. – М.: Металлургия, 1979.

Получено 10.04.10

УДК 553.411 (574.4)

Б.А. Дьячков, З.И. Черненко, Н.П. Майорова, О.Н. Кузьмина, Б.Б. Рахимбаева
ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

К ПРОБЛЕМЕ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ЗАЙСАНСКОЙ СУТУРНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

По новым геодинамическим реконструкциям в региональном плане устанавливается закономерная приуроченность собственно золоторудных месторождений изучаемого региона к Зайсанской сутурной зоне, сформированной в центральной части Большого Алтая в процессе коллизионного сдвижения и состыковки Казахстанского микроконтинента и Горноалтайской окраины Сибирской платформы (С₁-С₃). В процессе сложного геодинамического развития в сутурной зоне локализовался Чарско-Горностаевский офиолитовый пояс планетарной ранговости, фиксирующий зону мантийного глубинного разлома (надвига) или сутурный тектонический шов. Его юго-восточное продолжение дугообразной формы огибает с юга Сибирскую платформу и фиксируется в структуре Центрально-Азиатского пояса. Это нашло отражение на новой тектонической карте Центральной Азии масштаба 1:2 500 000, которая демонстрировалась на Международном геологическом конгрессе в Норвегии (6-14 августа 2008 г). Такая региональная позиция Зайсанской сутурной зоны раскрывает новые возможности для прогнозирования и поиска здесь новых месторождений золота и возможно других полезных ископаемых (Cr, Ni, Co, Hg, Pt и

др.), особенно на её флангах, закрытых чехлом рыхлых отложений.

По металлогеническому районированию Зайсанская сутура объединяет геологические структуры Чарской зоны и Западной Калбы. Основные геолого-промышленные типы месторождений сосредоточены в Западно-Калбинском поясе [2, 3, 5]. Их размещение приведено на рис. 1.

Западно-Калбинский золоторудный пояс размещается в центральной части Большого Алтая, имеет региональное развитие (длина более 800 км, ширина 20-40 км) и занимает диагональное положение относительно структур алтайского северо-западного направления. Сформировался в коллизионной обстановке во фронтальной части Горноалтайской континентальной окраины. Активизация глубинных разломов (в режиме переменного сжатия – растяжения с элементами вращения) сопровождалась внедрением золотоносных малых интрузий и даек габбро-диорит-гранодиорит-плагиогранитовой серии (C_{2-3} - C_3). Для концентрации золотого оруденения благоприятны рудовмещающие отложения повышенной карбонатности и углеродистости (аркалыкская $C_1 v_{2-3}$, буконьская C_{2-3} свиты). Установлено распределение золоторудных объектов на трёх рудоносных геохронологических уровнях: 1) островодужный $D_3fm-C_1 v_{2-3}$, 2) предколлизионный C_{1s} и 3) коллизионный C_2-C_3 .

Рассматриваемый пояс объединяет важнейшие золотоносные структуры региона - Западно-Калбинскую и Жанан-Боко-Зайсанскую золоторудные зоны, многие рудные узлы, рудные поля и месторождения суздальского, кулуджунского и бакырчикского типов (рис. 1). Среди них бакырчикский тип золото-сульфидно-углеродистой формации характеризуется высокой продуктивностью, объединяя ряд промышленных месторождений в Кызыловской зоне смятия (Бакырчик, Большевик, Глубокий Лог и др.). Практическое значение имеет и суздальский тип золотосульфидно-кварцевой формации, представленный минерализованными зонами дробления в тектонически нарушенных карбонатно-терригенных толщах (месторождения Суздальское, Мираж и др.) и имеющий определённое сходство с известным «карлинским типом» золотого оруденения в карбонатных породах.

При оценке перспектив территории учитывались обобщающие прогнозно-металлогенические работы прошлых лет, а также новые металлогенические реконструкции, факторы и критерии, благоприятные для прогноза и поиска золоторудных месторождений. В результате исследований в Зайсанской сутурной зоне прогнозируются следующие типы месторождений золота.

Золото-сульфидный прожилково-вкрапленный (суздальский) тип. Относится к нетрадиционному типу золотого оруденения, проявленному в карбонатно-терригенных формациях островодужного типа ($D_3fm-C_1 v_{2-3}$). Последние при активизации тектонических движений в стадию герцинской коллизии подверглись гидротермально-метасоматическим преобразованиям в складчато-меланжевых, покровно-надвиговых и разрывных структурах, а также в контактах с золотоносными малыми интрузиями и дайками кунушского комплекса (C_3). Эти процессы сопровождались привнесением рудоносных флюидных потоков и образованием золоторудных месторождений апокарбонатного (золотоджаспероидного) типа (Суздальское, Мираж и др.).

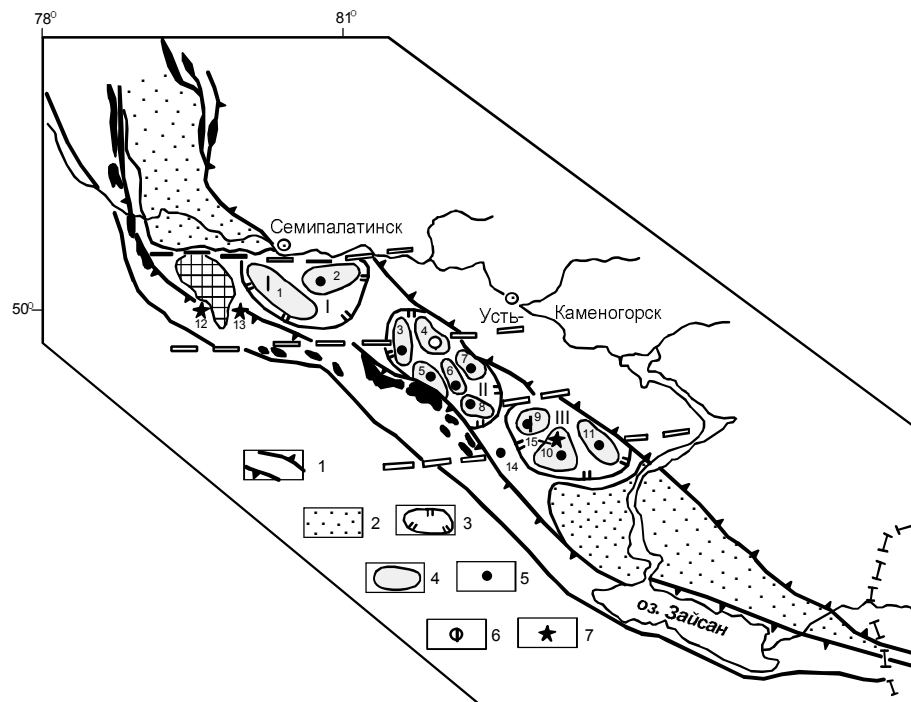


Рисунок 1 - Районирование Западно-Калбинского золоторудного пояса [3]: 1 - граница золоторудного пояса; 2 - рыхлый четвертичный покров кварцевая; 6 - золото-мышьяково-углеродистая; 3 - граница рудного района; 4 - граница рудного узла; 5-7 - рудные формации; 5 - золото-кварцевая; 6 - мышьяково-углеродистая; 7 - золото-сульфидно-кварцевая апокарбонатная.

Рудные районы: I - Мукурский, II - Бакырчикский, III - Кулуджунский.

Рудные узлы: 1 - Мукурский, 2 - Кедейский, 3 - Эспе, 4 - Бакырчикский, 5 - Сарытау, 6 - Казан-Чункур, 7 - Канайка, 8 - Жантас, 9 - Сентас, 10 - Джумба, 11 - Кулуджун.

Рудные объекты: 12 - Мираж, 13 - Суздальский, 14 - Баладжал, 15 - Байбура

Геолого-генетическая модель рудообразования определяется как гидротермально-метасоматическая, обусловленная формированием золотоносных минерализованных зон в тектонически нарушенных карбонатно-терригенных породах аркалыкской свиты (C_{1V2-3}) в результате процессов кремнисто-железистого метасоматоза. Ведущим фактором, определяющим развитие золотоносных метасоматитов, является приуроченность их к зонам высокой тектонической активности, а также резкое изменение режима кислотности-щелочности в карбонатной среде, обусловившее подвижность элементов (Si, Ca, Na, K, Au, As и др.). При этом «базовой золотоматеринской» является вулканотерригенная формация D_3-C_{1V} (по А.М. Мыснику), а рудогенерирующей - плагиогранит-гранодиоритовая малых интрузий и даек (кунушский комплекс C_3). Метасоматоз осуществлялся под влиянием поступающих газовых и газовой-жидких эксгаляций углекислотно-калиевого и сероуглекислотно-натриевого состава [2].

Химический состав газовой-жидких включений из кварца бурых железняков соответствует калиево-натриево-гидрокарбонатному (с F⁻ и Cl⁻) типу растворов. По значению pH это были умеренно кислые растворы. По результатам термовысвечивания рудоносный кварц из джаспероидов образовался при $t=250\div350$ °C и характеризуется высокими значениями интенсивности высвечивания (900-1500 усл. ед.), что существенно отличает его от безрудного жильного кварца (25-100 усл. ед.), развитого в осадочных породах. Наличие

в растворах ионов Ca^{2+} F^- способствовало образованию флюорита, залежи которого известны на месторождении Каражал и участке Койтас.

Рудные тела представлены прерывистыми минерализованными зонами, гнездами, жилами и штокверками с вкрапленностью золотоносных сульфидов (в основном пирита, арсенопирита, реже антимонита). Золото свободное мелкое, субмикроскопическое и невидимое тонкодисперсное в арсенопирите и пирите [4]. Содержание его в рудах изменчивое, составляет в коренных породах и корках выветривания в среднем 8-10 г/т. Суздальское месторождение имеет промышленное значение и разрабатывается. По ряду основных признаков оно сближается с известным мировым «карлинским типом» крупных промышленных месторождений: а) тесная пространственная приуроченность руд к карбонатным породам; б) генетическая связь золота с малыми интрузиями и дайками; в) однотипный характер изменений рудовмещающих пород (железисто-кремнистый метасоматоз, джаспероидное окварцевание, аргиллитизация и др.); г) близость минералогического состава, средних содержаний золота и др. [6]. Это в изучаемом регионе новых золоторудных месторождений апокарбонатного (золотоджаспероидного) типа.

Золото-кварцевый (кулуджунский) тип объединяет многочисленные мелкие месторождения и рудопроявления, представленные кварцевыми и кварц-карбонатными жилами, реже минерализованными зонами и штокверками (Кулуджун, Сенташ, Джумба, Лайлы и др.). Пространственно они размещаются в малоуглеродистой граувакковой формации междуговых прогибов (аганактинская свита C_{1s}). Золотое оруденение генетически связано с малыми интрузиями и дайками плагиогранит-гранитовой формации (C_3). Рудные тела контролируются разрывными нарушениями и трещинными системами, оперяющими региональные разломы в надвиговых и складчатых структурах. Они образуют отдельные плитовидные, челночные жилы, жильные зоны с переходами в прожилковые, штокверковые, реже вкрапленные зоны. Протяженность жил меняется от 50-100 до 1000-1200 м, на глубину они прослежены до 50-70 м от поверхности при мощности от 2-10 см до 1-3 м.

Руды содержат бедную вкрапленность пирита, халькопирита, галенита, антимонита, золота и других минералов. Золото свободное, распределение его в жилах мелкогнездовое и кустовое, иногда столбовое. Пробность золота обычно в пределах 750-860. Рудоотложение происходило из среднетемпературных (270-340 °С) газовой-жидких и существенно жидких (180-260 °С) водных растворов. Зональность проявляется развитием в верхних частях жильных зон халцедоновидного кварца и золото-сурьмяной минерализации. По запасам золота объекты мелкие (первые тонны), они являлись коренным источником россыпей золота, отрабатывались до глубины 50-150 м. В настоящее время на ряде объектов возобновляются добычные работы.

Золото-кварцевая березитовая формация по характеру оруденения близка к золото-кварцевой формации, но отличается от нее пространственным расположением рудных тел в измененных интрузивных породах - диориты, гранодиориты, плагиограниты и др. (Балажал, Скак, Кедей и др.). Характеризуется сочетанием жильного и штокверкового типа золотого оруденения в березитах. Наиболее перспективны апикальные зоны слабо вскрытых гранитоидных массивов, подверженных альбитизации, серицитизации и окварцеванию. В настоящее время отдельные объекты отрабатываются (Балажал, Мукурская группа).

Золото-мышьяково-углеродистый (бакырчикский) тип охватывает наиболее крупные по запасам золота месторождения Западной Калбы (Бакырчик, Большевик, Глубокий Лог и др.), детально охарактеризованные в работе [1]. Месторождения локализованы в Кызыловской зоне смятия широтного простирания. Рудовмещающими являются отложения молассовой лимнической угленосной формации (буконьская свита C_{2-3}), подверженные

интенсивным динамометаморфическим и гидротермально-метасоматическим изменениям в зоне глубинного разлома-надвига.

Рудные тела (типа минерализованных зон) представлены перемятыми, раздробленными и окварцованными осадочными породами с обильной вкрапленностью золотоносного пирита и арсенопирита. Фиксируются минерализованными зонами, линзовидными залежами, штокверками и жилами. Мощность их варьирует от 0,6 до 20 м. Пологозалегающие залежи прослежены по падению на 1700 м. Главные рудные минералы - пирит, арсенопирит и золото; второстепенные минералы - марказит, антимонит пирротин и др. Жильные представлены кварцем, карбонатом, углеродистым веществом и другими минералами.

Руды «упорные» с трудноизвлекаемым тонкодисперсным золотом, содержание которого изменяется в широких пределах (от 0,2 до 60 г/т), а в среднем составляет 8-9 г/т. Золото имеет двойственную природу: 1) раннее сингенетичное в черносланцевой толще повышенной углеродистости, подверженное последующей мобилизации под влиянием термальных агрессивных растворов и 2) позднее, ювенильное, связанное с рудоносными флюидами гранитоидов кунушского комплекса. Месторождения имеют важное промышленное значение.

Золото-ртутный (чарский) тип в зоне Чарского глубинного разлома представлен золото-киноварным оруденением в листовенитах, тесно ассоциирующим с серпентинизированными гипербазитами докембрия, а также кварц-карбонат-киноварной минерализацией в известняках аркалыкской свиты. К ней относятся Чарская группа золото-ртутных проявлений (Кызыл-Чар, Веро-Чар, Тиес и др.), детально описанных в работах Е.А. Флерова, Ю.Б. Генкина и других исследователей. Киноварная минерализация концентрируется в контактах серпентинитов с вмещающими породами, иногда по разломам проникает в известняки (рудопроявление Бармак). Золото-ртутное оруденение пространственно связано с гипербазитами, имеет, вероятно, метаморфогенно-регенерационное происхождение в процессе коллизионного сжатия сутурной зоны. Возраст, генезис и практическая значимость оруденения нуждается в уточнении.

В результате исследований составлена сводная прогнозная карта Зайсанской сутурной зоны масштаба 1:500 000, а также более детальные карты-врезки по перспективным площадям и участкам. Произведена прогнозная оценка ресурсов золота и сопутствующих компонентов в основном по категориям P_2 и P_3 . На северо-западном фланге Зайсанской сутурной зоны, на продолжении Мукурской, Суздальской, Жананской, Кемпирской и Горностаевской рудных зон, прогнозируются площади для глубинного геологического картирования. Здесь ожидается обнаружение золоторудных объектов суздальского и жананского типов (коренных и в корах выветривания). В центральной части сутуры, в пределах развития олистостромовых меланжированных пород аркалыкской свиты и зон листовенитизации с ртутной и золото-сульфидной минерализацией, прогнозируются объекты суздальского и чарского типов.

В Западно-Калбинской зоне увеличение прогнозных ресурсов золота ожидается в Бакырчикском рудном районе, а также на участках Кулуджун, Джумба и Балажая. На юго-восточном фланге Зайсанской сутуры выделяются площади для глубинного геологического картирования с целью выявления месторождений золота жананского типа (участок Карабирк и др.).

Таким образом, в результате исследований в регионе прогнозируются ведущие типы оруденения: золотосульфидный прожилково-вкрапленный (суздальский, аналог «карлинского типа»), золото-мышьяково-углеродистый, связанный с молассовой формацией «черносланцевого типа», а также золото-кварцевый (кулуджунский), ассоциирующий с

малоуглеродистыми граувакковыми отложениями. Авторы надеются, что реализация прогнозов будет способствовать укреплению сырьевой базы для золотодобывающей промышленности Восточного Казахстана.

Список литературы

1. Нарсеев В.А. Бакырчик (геология, геохимия, оруденение) / В.А. Нарсеев, Ю.В. Гостев, А.В. Захаров / Отв. ред. В.А. Нарсеев - М.: ЦНИГРИ, 2001. - 174 с.
2. Щерба Г.Н. Большой Алтай (геология и металлогения). Кн. 2: Геологическое строение / Г.Н. Щерба, Б.А. Дьячков, Н.И. Стучевский. - Алматы: Ғылым, 1998. - 304 с.
3. Дьячков Б.А. Рудные пояса Большого Алтая и оценка их перспектив / Б.А. Дьячков, Д.В. Титов, Е.М. Сапаргалив //Геология рудных месторождений. - 2009. - Т. 51. - № 3. - С. 222-238.
4. Калинин Ю.А. Золото коры выветривания Суздальского месторождения (Казахстан) / Ю.А. Калинин, К.Р. Ковалев, Е.А. Наумов, М.В. Кириллов //Геология и геофизика. - 2009. - Т. 50. - С. 241-257.
5. Малыгин А.А. Золоторудные пояса Восточного Казахстана и их прогнозная оценка / А.А. Малыгин, Б.А. Дьячков //Вестник ВКГТУ. - 2000. - № 3. - Усть-Каменогорск, 2000. - С. 6-10.
6. Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнознопойсковые модели. - Алматы, 2009. -304 с.

Получено 05.04.10

