

научно-практ. конф., 6–8 апреля 2016 г. / Отв. ред. Е.И. Полуфунтикова. Якутск: Изд. дом СВФУ, 2016. С. 23–27.

2. Глушкова Е.Г., Никифорова З.С. О коренных источниках россыпного золота Уринского антиклинория (юго-восток Сибирской платформы) // Тихоокеанская геология. 2013. Т.32, №3. С. 118–123.

3. Колодезников И.И., Рукович В.Н., Семенов В.П., Сластенов Ю.Л. Учебная общегеологическая практика на Нохтуйском полигоне: Методические указания. Якутск: Изд-во ЯГУ, 1992. 64 с.

4. Колосов П.Н. Фациально-генетические типы органогенных карбонатных пород и потенциальные коллекторы нефти и газа в каланчевской свите неопротерозоя Предпатомской нефтегазоносной области // Отечественная геология. 2010. №6. С. 49–56.

5. Колосов П.Н. Органогенные породы и потенциальные коллекторы нефти и газа в неопротерозое Предпатомского прогиба // Отечественная геология. 2011. №5. С. 43–49.

6. Рожин С.С. Микрофитолиты, строматолиты Нохтуйского разреза // Геология и минеральные ресурсы Северо-Востока России: Мат-лы Всерос. научно-практ. конф., 31 марта–2 апреля 2015 г. Якутск: Изд. дом СВФУ, 2015. С.410–413.

7. Трейлоб Р.Э., Леонов Б.Н., Лунгерсгаузен Г.Ф., Высоцкий Б.П., Дехтерева Н.А. Геологическая карта СССР. 1:1000000. Лист Р-50 (Сунтар) и объяснительная записка. Ч. I. М., 1956.

8. Якишин М.С. Водорослевые микрофоссилии из опорного разреза венда Патомского нагорья (Сибирская платформа) // Новости палеонтологии и стратиграфии. 2002. Вып. 5. С. 12–31. Приложение к журналу «Геология и геофизика», т. 43.

Поступила в редакцию 12.05.2016

УДК 553.411(571.56-11)

Актуальность ретроспективной оценки рудника Бадран

В.М. Суплецов, Е.С. Серкебаева

Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г.Якутск

В прогнозно-поисковых построениях наиболее важную роль играет промышленная идентификация исследуемого объекта со всеми исходными параметрами оруденения. Это формы нахождения и содержания полезных компонентов, ценные и вредные примеси руд, определяющие качество и полноту извлечения добываемого минерального сырья. За всю историю изучения месторождения Бадран претерпело кардинальные изменения в отношении геолого-промышленной типизации руд, что позволило в итоге переоценить реальные и потенциальные ресурсы исследуемого рудника, в том числе смежные территории Мугурдах-Селериканской металлогенической зоны Восточной Якутии. На основе детального изучения материалов штихового опробования по водотокам Бадранского рудно-россыпного узла выявляются неординарность и новые перспективы эродированного коренного источника. В аллювии в значительном количестве содержатся бурый железняк (10–50%) и магнетит (до 10%), единичными зернами представлены: шеелит, ильменит, циркон, рутил, арсенопирит, анатаз, апатит, барит, гранат, гематит, лейкоксен, мусковит, пирит, сфен, турмалин, халькопирит и шпинель. Кроме того, наряду с мелким самородным золотом повышенной пробы, присутствует морфологически разнообразный электрум. Обращает на себя внимание наличие барита и железосодержащих минералов, образующих единый ряд преобразования и разложения пирита в процессе окислительно-восстановительных реакций нового этапа эпитеермального минералообразования. Процессы гипогенного окисления и разложения минералов поздними эпитеермальными растворами были неоднократными. Будущее рудника Бадран видится в переоценке структурно-вещественных признаков и построении геолого-генетической (позиционной) модели искомого месторождения, рассматриваемого в качестве эталона регенерированной эпитеермальной минерализации Au и Ag.

Ключевые слова: рудник, Au, россыпь, регенерированная руда, окисленная зона.

Topicality of Retrospective Estimation of the Badran Mine

V.M. Supletsov, E.S. Serkebaeva

Diamond and Precious Metal Geology Institute SB RAS, Yakutsk

Retrospection and evolution of ore-placer gold content of known Badran mine, located in Oymyakon region of the Eastern Yakutia are analyzed for a century. Placers with extraordinary heavy concentrated mineral content were mined long before discovery of the deposit. Then, after several vain forecasts, Nadvigovaya zone with lenticular veins of mesothermal quartz was commercially evaluated. Revision provides a reason to believe that, high-grade ores of the deposit were regenerated due to overlay of Au-Ag mineralization. Specificity and perspective of the eroded primary sources are identified according to detailed study of heavy concentrate sampling on water courses of the Badran ore-placer cluster. Mineral composition of alluvium consists of significant amount of brown ore (10-50%) and magnetite (up to 10%); scheelite, ilmenite, zircon, rutile, arsenopyrite, anatase, apatite, barite, garnet, hematite, leucosene, muscovite, pyrite, sphene, tourmaline, chalcopyrite and spinel are represented by single grains. Besides, crystals and spheroids of electrum also occur, as well as fine native gold of higher fineness. It is noteworthy that barite and iron-containing minerals are present, representing consistent sequence of transformation and decomposition of pyrite during redox reactions. Processes of hypogene oxidation and decomposition of minerals by late epithermal solutions were repeated. Future of the Badran mine is seen in reassessment of structural-substantial features and construction of geologic-genetic (positional) model of the deposit, considered as a standard of regenerated epithermal mineralization of Au and Ag.

Key words: mining, Au, placer, regenerated ore, zone of oxidation.

Введение

Позиция золоторудного месторождения Бадран, на базе которого действует рентабельный одноименный рудник, была предсказана геологом ВИРГРУ Е.П. Данилогорским в 1957 г. в Эльгинском разведочном районе. Им обозначены контуры, отчетливо видимой в увалистом мелкогорье, зоны Навдиговой по в.д. 141°30'–141°37,5' и с.ш. 64°11,5'–64°16' в междуречье Индигирки и Селерикана. Данная минерализованная структура на местности фиксируется рельефным геоморфологическим уступом на протяжении более 5 км в субширотном направлении. Топонимика объекта, согласно словарю Даля, полностью отвечает толкованию слова «бадараны», т.е. болотистым местам с льдистыми нетающими торфами. Естественно, к открытию рудного узла привели кайнозойские россыпи Au. Относительно глубокозалегающее россыпное Au Бадрана выявлено В.С. Кравцовым в 1953 г. и было последним открытием из числа крупных россыпей Верхне-Индигирского горнопромышленного района. Однако имеются сведения о вольной добыче Au старателями еще в начале 19-го века, в дальнейшем создавшими корейскую диаспору междуречья Эльги–Куйдусуна Оймяконья. Россыпи Au залегают в аллювии ручьев Большой Селерикан, Бадран, Балхан, Бедовый, Надеждин и др., из которых Дальстроем и по настоящее время добыто ~10т

Au. Гранулометрический состав Au более чем на 90% образован пылевидным и мелким классом крупности (<1–2 мм) пробойю 864–957%. В 1997 г. месторождение было лицензировано ЗАО «Западная» с установкой ЗИФ. За истекший период добыто ~ 28,5 т Au и бипродукта Ag в количестве ~2,9 т. В 2015 г. добыча составила 1290 кг Au и Ag ~140 кг. Соотношение ресурсов добытого металла из россыпей и руд даёт возможность судить об уровне эрозийного среза месторождения, оцениваемом в 0,5–0,7 км. Сейчас эксплуатируемые горизонты располагаются ниже уровня развития многолетне-мёрзлых пород. По тоннажу месторождение относится к категории средних по запасам Au промышленных объектов, а по ежегодной добыче приближается к рейтингу продуцентов мирового класса.

Актуальность изучения месторождений

Метаморфогенно-гидротермальная Au-кварцевая минерализация в турбидитовых терригенных толщах имеет широкое распространение в мезозоидах Яно-Колымского пояса и является основным источником россыпей. Традиционным эталоном считалось месторождение Бадран. Между тем позиция известных объектов Au-Ag формационной принадлежности достаточно оригинальна и маскируется превалирующим фоном рудно-россыпной золотоносности, свя-

занной с Au-кварцевым мезотермальным оруденением черносланцевых комплексов (рисунок). Показательна сложность идентификации полихронных и полиформационных объектов, обычно имеющих промышленное значение. На месторождении малосульфидные Au-кварцевые жилы и линзы заключены в минерализованную зону Надвиговую [1]. С Au-кварцевым оруденением структурно совмещена наложенная эпитермальная Au-Ag минерализация, выраженная полосой катаклазитов различного состава и типоморфными парагенезисами электрума, пираргирита, сульфосолей и халькогенидов Ag. Геометрия рудоносных струй в вертикальном и продольном сечениях жильной системы фиксируется позицией и параметрами катаклазитов, а также локализацией в передовой части термогидроколлонны каолининовой «шляпы». Именно под нею накапливаются бонанцевые концентрации золота и его соединений. В этом состоит феномен уникального месторождения Бадран [2], определяемый высокой промышленной ценностью регенерированных руд.

Не менее информативен минералогический состав аллювиального шлиха, выполненный при открытии россыпей в 50-е годы минувшего века. По минеральному набору приводимого сводного шлиха уже можно было оценить неор-

динарность и перспективу эродируемого коренного источника.

Вопреки декларируемой простоте минералогического состава шлихов [3], в значительном количестве содержатся бурый железняк (10–50%) и магнетит (до 10%):

Самородные элементы	Золото, электрум
Сульфиды и сульфосоли	Пирит, арсенопирит, халькопирит
Окислы и гидроокислы	Бурый железняк, магнетит, ильменит, шпинель, гематит, лимонит, рутил, анатаз
Силикаты	Кварц, сфен, циркон, мусковит, гранат, турмалин, лейкоксен
Фосфаты	Апатит
Вольфраматы	Шеелит
Сульфаты	Барит

Кроме того, наряду с мелким самородным золотом повышенной пробы, присутствуют кристаллы и сфероиды электрума, среди которых, по-видимому, имеют место быть интерметаллические соединения Au с Pb, Sb, Cu и прочими элементами [4].

Обращает на себя внимание наличие барита-минерала эпитермальных руд, количество которого в шлихах ряда месторождений достигает 18–25%. Скорее всего, раздельное шлихование аллювия каждого водотока могло показать более четкую позицию сноса барита и целестина с определенных рудных столбов минерализованной зоны. Показательно, что в ручьях, дренирующих Наталкинское месторождение, почти постоянно выявляются шлиховые концентрации барита в количестве 5–15%, а также магнетита, гидроокислов железа, иногда электрума [5]. Ранее П.И. Скорняковым была выявлена Au-Ag минерализация на верхних горизонтах месторождения.

В целом шлихи золотоносных россыпей Верхне-Инди́гирского района условно делятся на золотопиритовые и золотоцирконовые, в меньшей мере известны золотошеелитовые (арсенопиритовые). В Бадранском рудно-россыпном узле, за пределами зоны Надвиговой, на смежных рудоносных участках и водотоках доминирует золотоцирконовый минеральный состав, где количество циркона порой достигает 20–50% объема шлиха. Это свойственно тем рудоносным площадям, где расположены рудопроявления, содержащие только мезотермальную Au-кварцевую минерализацию сульфидностью менее 1%. Цирконы представлены морфологически разнообразными кристаллами розоватых тонов и неодинаковой окатанности.

Особое внимание вызывает присутствие железосодержащих минералов, представляющих собой последовательный ряд преобразования и

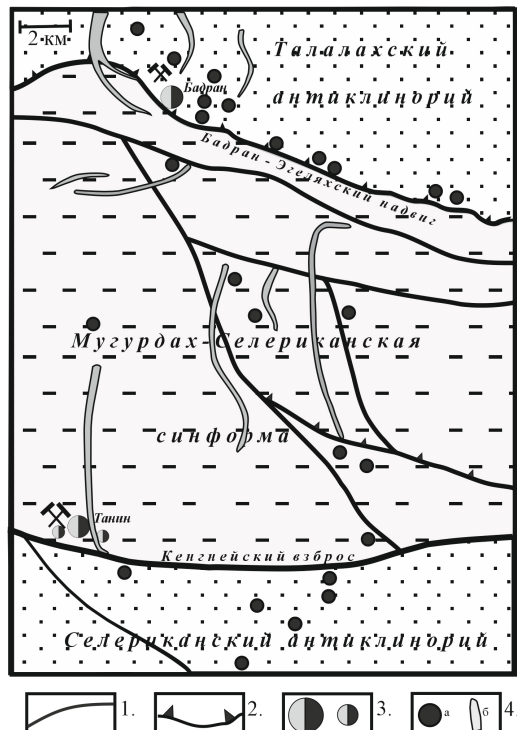
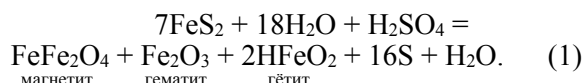


Схема рудно-россыпного узла Бадран: 1 – взброс-сдвиги; 2 – надвиги; 3 – Au-Ag рудники и рудопроявления; 4 – места локализации Au: рудопроявления (а), россыпи (б)

разложения пирита в процессе окислительно-восстановительных реакций, сопровождающих новый этап эпитермального минералообразования. При доминирующей роли в шлихах лимонита и магнетита симптоматично обнаружение гематита и шпинели, условия формирования которых сходны. К этому следует добавить, что А.А. Годовиков считал шпинель необращенным магнетитом. Вместе с тем, магнетит как типичный минерал отлагается на периферии фумарольных жерл современных горячих источников (650 °С) Новой Зеландии, т.е. в палеообстановке, принципиально аналогичной эпитермальной системе Бадрана. Пирит является наиболее распространенным минералом в рудах и особенно метасоматитах месторождения, формируя обширные ореолы пиритизации. Эти ореолы сейчас фиксируются только на нижних горизонтах и фрагментарно сохранились на средних и верхних уровнях минерализованной структуры ввиду их почти полного выщелачивания.

Наряду с самостоятельной кристаллизацией магнетита, очевидно, осуществлялась цепочка окислительно-восстановительных реакций последовательного замещения пирита по схеме (1):



Совместно с указанным преобразованием происходило разложение карбонатов(анкерита) в околорудных метасоматитах по схеме (2) с массовым отложением ангидрита-гипса и обильным выделением двуокиси углерода:



Дополнительно реализовалась кристаллизация барита и целестина, иногда псевдоморфно замещающих пирит. Избыточное количество серы также связывалось с железом вмещающих метасоматитов, что способствовало повсеместной кристаллизации марказит-мельниковитовых плёнок на плоскости трещин, часто оригинальной дендритовидной конфигурации. Это часто наблюдается на Бадране и в пропилитизированных роговиках месторождения Якутское. Учитывая главенствующую роль оксидов железа при спорадической встречаемости сульфидов, можно было бы говорить о неоднократном гипогенном окислении и разложении минералов поздними эпитермальными растворами.

На крупнейшем золотороссыпном объекте Рывеем Центральной Чукотки по 30 технологическим пробам среди преобладающего Au высокой пробы доля электрума составляет 14%, коренные источники которого отсутствуют [6]. Принимая

во внимание безуспешный опыт добычи мелкого белого Au (87%) при помощи отсадочных машин из россыпей Интаха и Чуугуна Нерской металлогенической зоны (1937–1964 гг.), можно утверждать, что недоизвлеченный ресурс тонкого электрума и его соединений на Бадране может достигать 2 т. Ввиду богатых концентраций золота в целом, наличие электрума вероятно было проигнорировано. Соответственно необходима комплексная переоценка известных Au-кварцевых месторождений Восточной Якутии, лежащих в криптовулканической области Охотско-Чукотского вулканогенного пояса

Будущее рудника Бадран видится в полной переоценке структурно-вещественных признаков и построении геолого-генетической (позиционной) модели искомого месторождения [7], рассматриваемого в качестве эталона регенерированной эпитермальной минерализации Au и Ag. На фоне терригенного осадочного комплекса требуется идентификация криптовулканических образований, представленных кислыми и основными дайками, а также инъекционными морфоструктурами эксплозивных и эруптивных брекчий, ассоциирующими с туфогенными литокластическими породами и ареалами аргиллизации. Кроме того, радиологическое обоснование возраста по мусковиту и адуляру позволит считать полихронность одним из критериев промышленной кондиционности месторождений данного типа.

Заключение

Проведенные исследования показали, что требуется оценка геолого-промышленных параметров комбинированных рудных тел, в которых рудоносные катаклазиты имеют струйное распределение. Это предполагает селективное опробование текстурно различных руд массивного кварца и катаклазитов на Au и особенно Ag. Посредством технологического исследования надлежит осуществить рациональный анализ минеральных форм нахождения благородных металлов. Помимо самородной формы данных компонентов, присутствуют интерметаллические, сульфидные и гидратоокисные соединения Au и Ag. При оценке гидротермально-измененных пород следует обратить внимание на окисно-сульфатные метасоматиты заключительного эндогенного окисления руд, когда формируются каолинит-целестин-ангидритовые «шляпы». По ним экстенсивно развиваются кайнозойские зоны окисления и латеритного изменения. На основе новейших технологий в пределах отработанных россыпей нужно возобновить переоценку концентраций тонкого золота в форме электрума и прочих интерметаллидов.

История оценки эпитермальной Au-Ag минерализации на основе богатых регенерированных руд месторождения Бадран служит убедительным и поучительным примером насколько господствующая ориентация геологоразведочных работ только на орогенное Au оруденение может быть ошибочной. Влияние Охотско-Чукотского вулканогенного пояса в континентальной Якутии выражается ареалами крипто-вулканизма и ассоциирующих с ним Au-Ag руд, для которых древние жилы кварца играют роль структурных ловушек.

Литература

1. Анисимова Г.С., Амузинский В.А., Баландин В.А. Сульфидно-кварцевые залежи в пологих разломах – новый тип месторождений золота // Отечественная геология. 1998. №6. С. 65–70.
2. Суплецов В.М. Феномен месторождения золота Бадран // Руды и металлы. 2012. №3–4. С. 161–162.
3. Андрианов К.С., Шумилов П.М. Верхне-Индигирский золотоносный район // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 353–371.
4. Анисимова Г.С. Серебряная минерализация Бадранского золоторудного месторождения // Минералогические перспективы: Мат-лы Междунар. минерал. семинара. Сыктывкар: ИГ Коми Уро РАН, 2011. С.179–182.
5. Литвиненко И.С. Россыпное месторождение золота Омчакского узла. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2002.
6. Гончаров В.И., Волков А.В. Геология и генезис золоторудного месторождения Совиное. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2000.
7. Оболенский А.А., Гуцина Л.В., Анисимова Г.С., Серкебаева Е.С., Томиленко А.А., Гибшер Н.А. Физико-химическое моделирование процессов минералообразования Бадранского золоторудного месторождения (Якутия) // Геология и геофизика. 2011. №3. С.373–392.

Поступила в редакцию 16.06.2016

УДК 552.321.1 (571.56)

К петрологии микроклин-альбитовых гранитов Кестерского месторождения

В.А. Трунилина, Ю.С. Орлов, А.И. Иванов, С.П. Роев

Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск

Рассматриваются петрография, минералогия и химизм редкометалльных микроклин-альбитовых гранитов Кестерского гарполита, интрузирующего граниты Арга-Ыннах-Хайского массива Адычанского антиклинория Верхоянской континентальной окраины. Показано, что специфика их составов не сопоставима с таковой вмещающих гранитов и не может быть обусловлена метасоматическим изменением последних. Они характеризуются магматическими структурами, литиевым составом слюд, богатыми акцессорными фракциями, содержащими касситерит, сподумен, литиевые фосфаты, колумбит-танталит и др., и представляют собой производные флюидонасыщенного магматического расплава. От вмещающих гранитоидов они резко отличаются высокими содержаниями редких металлов и эволюцией по высокофосфористому тренду. Изотопный Rb-Sr анализ указывает на коровую природу протолита. В то же время присутствие в породах магнезиального тироксена, высокохромистого магнетита, цирконов морфотипов «D» и «E» позволяет предполагать наличие в коровом магмоформирующем субстрате горизонтов основных пород и поступление в зону магмогенерации флюидов, связанных с основными расплавами повышенной щелочности.

Ключевые слова: микроклин-альбитовые граниты, типоморфизм минералов, химический состав, субстраты магмогенерации, геохимическая специализация.

ТРУНИЛИНА Вера Аркадьевна – д.г.-м.н., г.н.с., v.a.trunilina@diamond.ysn.ru; ОРЛОВ Юрий Сергеевич – с.н.с.; ИВАНОВ Алексей Иванович – к.г.-м.н., н.с.; РОЕВ Сергей Прокопьевич – к.г.-м.н., с.н.с.