

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ПОГРОМНОЕ — НЕТРАДИЦИОННЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТИП ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЗАБАЙКАЛЬЯ

А.М. Спиридонов, Л.Д. Зорина, З.И. Куликова, А.Е. Будяк,
А.В. Паршин, Е.М. Гранина, Л.А. Павлова

Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Фаворского, 1а, Россия

Изучены минералого-геохимические особенности метасоматитов и руд нетрадиционного для Забайкалья золоторудного месторождения Погромное, сформированного в раннемеловое время на рифтогенном этапе развития региона и локализованного в динамокластической толще в зоне Монголо-Охотской сутуры, по которой в раннесреднеюрское время произошло сочленение Сибирского и Монголо-Китайского континентов.

Золотое оруденение представлено двумя морфологическими типами руд: штокерковым кварц-карбонат-арсенопирит-пиритовым в метасоматически измененных эффузивах (залежь-1) и прожилково-жилым кварцевым (с вкраплениями сульфидов) в измененных углеродсодержащих сланцах (залежь-10).

Рудовмещающими на месторождении являются сильно измененные вулканогенно-осадочные породы буторовской свиты шадоронской серии ($J_{2,3}$), превращенные в метасоматиты (по составу) и динамокластиты (по текстурным и структурным особенностям). Установлена этапность образования метасоматитов и развитие рудного процесса в целом. На дорудном этапе (J_3) получили развитие пропилиты, на предрудном — тектоносланцы и альбитофиры, на синрудном этапе в продуктивную стадию — серицитолиты и альбит-карбонат-серицит-кварцевые метасоматиты (кварциты). Возраст начала формирования штокерковой системы рудовмещающих трещин и метасоматитов, возникших на предрудном этапе, оценивается ^{40}Ar - ^{39}Ar изотопным методом в 139.5 ± 1.8 млн лет.

Золотоносными на месторождении являются метасоматиты предрудного и синрудного этапов по вулканитам с сульфидной минерализацией (концентраторы золота — пирит-II и III, а также арсенопирит-I, II) и по измененным углеродистым сланцам (концентраторы золота — жильный кварц и арсенопирит-II). Степень золотоносности находится в полном соответствии с проявлением окварцевания, насыщенностью кварц-сульфидными и сульфидными микропрожилками, тонкой вкрапленностью сульфидов.

По генезису месторождение Погромное относится к объектам, сформированным в зонах смятия с участием мантийных золотоносных флюидов, источниками которых, как считают авторы, являются рудопроизводящие гранитоиды амуджикано-сретенского интрузивного комплекса, расположенные в пределах Апрельковской рудно-магматической системы (массивы Оськинский, Ургучанский). Это подтверждается и данными изотопных составов свинца ($^{207}\text{Pb}/^{204}$ и $^{206}\text{Pb}/^{204}$) для пиритов и арсенопиритов золотоносных руд месторождения Погромное, которые свидетельствуют о широком проявлении «мантийных» изотопно-свинцовых меток. Возраст рудопроизводящих гранитоидов Апрельковской РМС, по данным ^{40}Ar - ^{39}Ar метода датирования, соответствует 131.0 ± 1.2 млн лет.

Золото в рудных залежах самородное, высокопробное и весьма высокопробное. По степени золотоносности месторождение Погромное заслуживает самого пристального внимания как новый промышленный тип золотого оруденения Забайкалья.

Золоторудное месторождение, дорудные, предрудные, синрудные метасоматиты, динамокластиты, морфологический тип и вещественный состав оруденения, генезис месторождения.

THE POGROMNOE DEPOSIT AS AN UNCONVENTIONAL COMMERCIAL TYPE OF GOLD MINERALIZATION IN TRANSBAIKALIA

A.M. Spiridonov, L.D. Zorina, Z.I. Kulikova, A.E. Budyak,
A.V. Parshin, E.M. Granina, and L.A. Pavlova

We studied the mineralogic and geochemical features of metasomatic rocks and ores from the Pogromnoe gold deposit, which is unconventional for Transbaikalia. The deposit, which formed in the Early Cretaceous, at the rifting stage of the regional evolution, is localized in the dynamoclastic strata of the Mongol–Okhotsk suture, along which the Siberian continent joined the Mongolia–China continent in the Early–Middle Jurassic. Gold mineralization occurs as two morphologic types of ores: stockwork quartz–carbonate–arsenopyrite–pyrite ores in altered volcanics (orebody 1) and veinlet–vein quartz ones (with disseminated sulfides) in altered carbonaceous shales (orebody 10). The host rocks of the deposit are the highly altered volcanosedimentary rocks of the Butorovskii Formation (Shadoron Group, $J_{2,3}$), which transformed into metasomatic (by composition) and dynamoclastic (by texture and structure) rocks. It has been found that the formation of the metasomatic rocks

and mineralization proceeded in several stages. Propylites formed at the preore stage (J_3); tectonic schists and albitophyres, at the late preore stage; and sericitolites and albite-carbonate-sericite-quartz metasomatic rocks (quartzites), at the synore stage. The $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age of the stockwork system of ore-bearing fractures and metasomatic rocks which formed at the late preore stage is estimated as 139.5 ± 1.8 Ma. The gold-bearing rocks at the deposit are the late preore and synore metasomatic rocks formed after volcanics with sulfide mineralization (gold concentrators are pyrite II and III and arsenopyrite I and II) and after altered carbonaceous shales (gold concentrators are vein quartz and arsenopyrite II). Gold grade is completely consistent with silicification, saturation with quartz-sulfide and sulfide microveinlets, and fine sulfide dissemination. By genesis, the Pogromnoe deposit belongs to objects which formed in shear zones with the contribution of gold-bearing mantle fluids. The authors presume that the sources of mineralization are the ore-producing granitoids of the Amudzhikan-Sretensk intrusive assemblage within the Aprelkovo ore-magmatic system (OMS) (Os'kina and Urguchan plutons). This is confirmed by Pb isotope compositions ($^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ and $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) for the pyrite and arsenopyrite of the Pogromnoe gold-bearing ores, which testify to the widespread occurrence of "mantle" Pb isotope signatures. The $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age of the ore-producing granitoids of the Aprelkovo OMS is 131.0 ± 1.2 Ma. Gold in the orebodies occurs in native form and is fine and very fine. By gold grade, the Pogromnoe deposit deserves very close attention as a new commercial type of gold mineralization in Transbaikalia.

Gold deposit; preore, late preore, and synore metasomatic rocks; dynamoclastic rocks, morphologic type and composition of mineralization, deposit genesis

ВВЕДЕНИЕ

Забайкалье является одной из крупнейших металлогенических провинций на юго-востоке России, где насчитывается 46 месторождений золота и более 1000 его рудных проявлений. Золотое оруденение здесь проявлено повсеместно. Как пишет в своем обзоре В.Е. Тупяков [2003, с. 21]: «... из 252 выделенных на территории области рудных узлов трудно выделить тот, в котором бы оно отсутствовало в виде заметных концентраций в форме месторождений, рудопроявлений, пункта минерализации или геохимического ореола».

Золотометалльные системы Забайкалья формировались на протяжении значительного интервала геологического времени — от позднего палеозоя до раннего мела. Но преобладающая часть золоторудных месторождений сформировалась в среднепозднеюрское время на коллизионном и в раннемеловое время на рифтогенном этапах развития региона и контролируется Монголо-Охотской сутурой, по которой в раннесреднеюрское время произошло сочленение Сибирского и Монголо-Китайского континентов [Зорин и др., 1998; Zorin et al., 2001; Спиридонов и др., 2006].

Большая часть месторождений традиционно относится к золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой и золото-сульфидной рудным формациям, каждая из которых объединяет несколько минеральных типов в зависимости от их состава. В настоящее время доказана принадлежность многих из них к наиболее перспективной золото-медно-порфировой формации [Прокофьев и др., 2010]. Наиболее крупными и промышленно значимыми среди них являются месторождения Дарасунской рудно-магматической системы (РМС) — Дарасунское, Теремкинское, Талатуйское [Прокофьев и др., 2000, 2004, 2006, 2007, 2008; и др.] и Карийской РМС — месторождения Карийское, Амурские дайки, Пильненское, Дмитриевское, Новинка, Сульфидное [Жмодик и др., 2009].

Важное практическое значение в регионе имеют месторождения малоглубинной золото-серебряной формации (балейский тип), но объекты этого типа в Забайкалье малочисленны. Прогнозируются и оцениваются также месторождения золото-углеродистой и золото-скарновой формаций.

В последнее время особый интерес проявлен к новому нетрадиционному для Забайкалья типу золоторудных месторождений в динамометаморфических комплексах [Татаринов и др., 2004; Хомич, Борискина, 2011]. Их возникновение связывается с геодинамическими процессами в зонах коллизии Сибирского кратона с окружающими террейнами и возникающими при этом структурами будинажа, меланжа, флюидажа и др. К этому типу в Забайкалье относится и месторождение Погромное.

Многие месторождения, расположенные в зоне влияния Монголо-Охотской сутуры, имеют длительную историю становления, начавшуюся на коллизионном этапе с дорудного (нередко и прерудного) метасоматического преобразования вмещающих пород и завершившуюся синрудными (в том числе рудной минерализацией) на рифтогенном этапе. Это доказано авторами и специалистами других организаций на примере объектов Дарасунской, Карийской, Любавинской, Балейской, Быстринско-Широкинской, Апрелковской (в том числе и месторождения Погромное) и многих других рудно-магматических систем [Зорин и др., 1998; Спиридонов и др., 2006; Прокофьев и др., 2006, 2010; Жмодик и др., 2009; и др.]. Установленные факты объясняются длительным процессом формирования Монголо-Охотской сутуры, ее аккреционно-коллизионной и постаккреционной историей [Зорин и др., 1998; Гордиенко, Кузьмин, 1999; Zorin et al., 2001].

Геологические особенности и условия образования месторождения Погромное впервые были рассмотрены в работе Г.Ф. Ильиной [2003]. На основе результатов проведенного детального анализа морфоструктурных и минералого-геохимических особенностей месторождения она пришла к выводу, что месторождение Погромное является типичным примером месторождений интрателлурического ряда, образованных в глубинных подвижных зонах [Иванкин, Назарова, 1988, 1991] с участием процесса углеродизации, и первым промышленным золоторудным объектом подобного типа в Восточном Забайкалье. Такой генетический тип месторождений известен в мире как карлинский. Источником рудного вещества является мантия, откуда оно поступает в виде газообразных флюидов углерод-водородного состава [Зубков, 2001].

А.В. Волков с соавторами [2011] в результате проведенных ими исследований рудообразующих флюидов и условий формирования золото-сульфидно-кварцевого оруденения месторождения Погромное также подчеркивают тесную связь месторождения с главным швом Монголо-Охотской структуры, значительное сходство с процессом образования месторождений золота в зонах смятия (shearzone), которые, как правило, являются областями концентрации крупных золоторудных объектов, и заметное отличие его от других месторождений региона.

ВМЕЩАЮЩИЕ ПОРОДЫ И РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Месторождение Погромное расположено в пределах Апрельковско-Пешковского рудного узла на территории Шилкинского района Забайкальского края и входит в состав Апрельковской рудно-магматической системы (РМС). Сложное геологическое строение территории обусловлено нахождением ее в зоне воздействия как коллизионного, так и последовавшего за ним рифтогенного процесса развития региона. Приурочено месторождение к одной из чешуй сложнопостроенного многочешуйчатого надвига в зоне Монголо-Охотского структурного шва (рис. 1), тектонические границы которой являются границами месторождения [Диагностика ..., 1994; Ильина, 2003; Ильина и др., 2005]. Северная граница — зона разлома Северный (кровля надвига), азимут простираения СЗ 280—290°; южная граница — зона разлома Южный (фронт надвига), азимут простираения СВ 70—80°. Чешуя, сложенная отложениями вулканогенно-осадочных пород юрского возраста, имеет пологонаклонное падение на север под углом 10—50°.

В целом площадь месторождения сложена разнообразными по составу и возрасту метаморфическими, магматическими и вулканогенно-осадочными породами (см. рис. 1). Рудовмещающими являются породы буторовской свиты ($J_{2,3}bt$) шадоронской серии ($J_{2,3}$) — это вулканы, представленные базальтами, андезитобазальтами, дацитами, риолитами, кластолавами, туфами преимущественно дацитового состава, и терригенные углеродсодержащие образования состава алевропелиты (черные сланцы), алевролиты, песчаники. В пределах месторождения все породы сильно изменены, превращены в метасоматиты (по составу) и динамокластиты (по текстурным и структурным особенностям). Причем среди динамокластитов можно найти все их разновидности: тектонические брекчии, катаклазиты, милониты, продукты будинажа, меланжа и флюидажа — полного преобразования пород за счет пластического течения и стресс-метаморфизма вплоть до тектоносланцев [Диагностика..., 1994].

В западной части площади месторождения отмечаются выходы Оськинского массива порфировидных тонкосреднезернистых биотитовых гранитов, отнесенного авторами (вместе с Ургучанским массивом) к гранитоидам амуджикано-сретенского интрузивного комплекса. Ранее Оськинский массив гранитоидов входил в состав магматических пород шадоронской серии ($J_{2,3}sd$). Однако выполненные в Институте геологии и минералогии СО РАН определения абсолютного возраста $^{40}Ar/^{39}Ar$ методом датирования гранитоидов Оськинского и Ургучанского массивов, расположенных в Апрельковской РМС, показали возраст 131.0 ± 1.2 млн лет (K_1), что отвечает возрасту магматических образований амуджикано-сретенского интрузивного комплекса, признанных в Восточном Забайкалье рудопродуцирующими золотую минерализацию.

Рудная минерализация на месторождении относится к золото-сульфидно-кварцевой формации с умеренно-сульфидным типом руд. Золотое оруденение представлено двумя основными морфологическими типами: **I тип** — золото-сульфидно-кварцевые руды штокверкового типа, локализованные в метасоматически измененных эффузивах (залежь-1, см. рис. 1). Собственно золоторудная минерализация этой залежи приурочена к тонкой, разноориентированной системе мелких трещин, выполненных кварцем, карбонатом и сульфидами, главным образом пиритом и арсенопиритом, локализованных преимущественно в альбит-карбонат-серицит-кварцевых метасоматитах (кварцитах). Система рудовмещающих трещин возникла на предрудном и синрудном этапах развития гидротермально-метасоматической деятельности, в результате чего сформировался штокверковый характер оруденения. **II тип** — золотоносные кварцевые жилы и прожилки разной мощности, слабосульфидизированные, размещенные в измененных

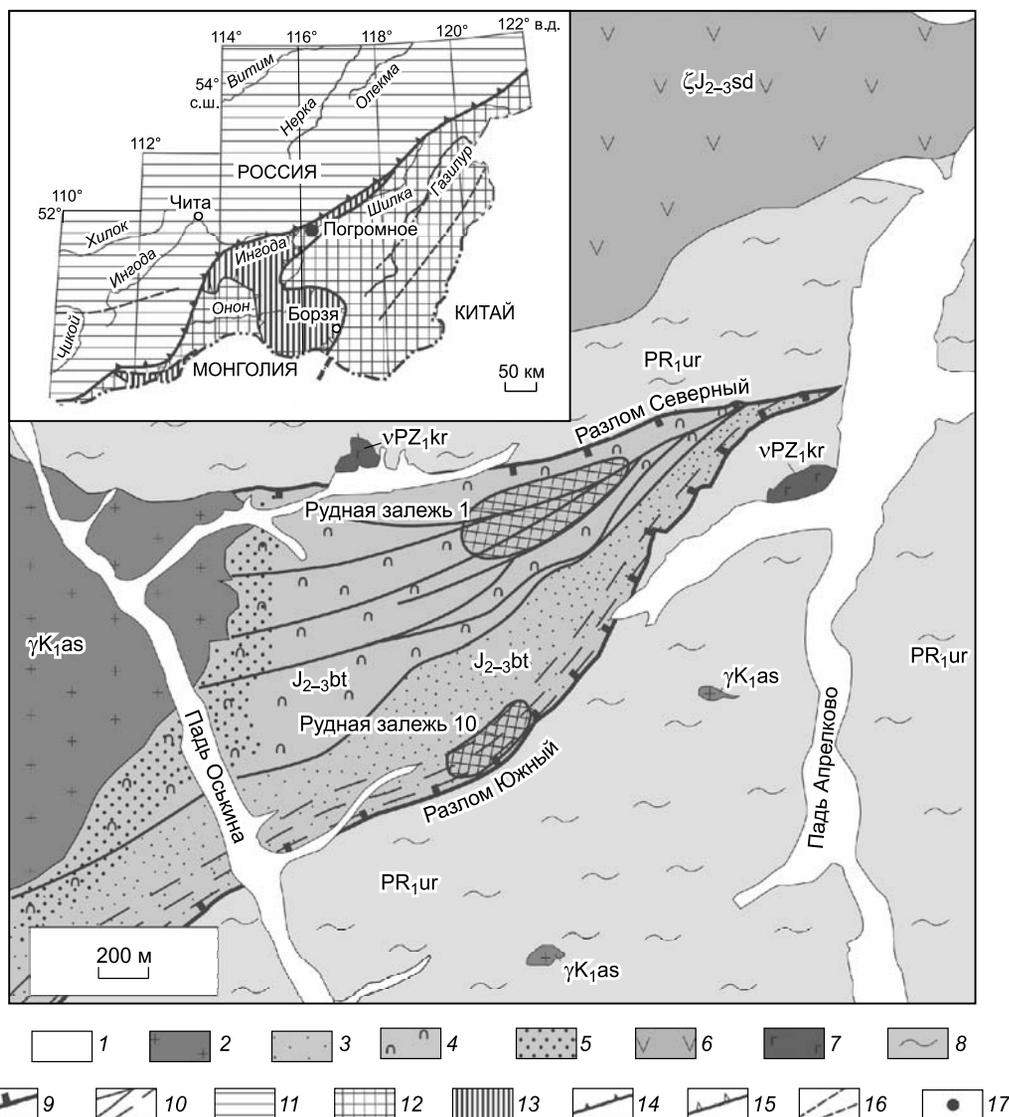


Рис. 1. Схема геологического строения рудного поля месторождения Погромное.

1 — голоцен: пески, песчано-гравийно-галечные отложения, супеси, суглинки. Амуджикано-сретенский интрузивный комплекс, γ_2K_{1as} ; 2 — биотитовые граниты, гранодиориты и кварцевые диориты. Буторовская свита, J_{2-3bt} (верхняя часть шадоронской серии); 3 — терригенные углеродсодержащие образования, алевропилиты, алевролиты, песчаники; 4 — интенсивно катаклазированные и метасоматически измененные эффузивы, 5 — ороговикование. Шадоронский вулканический комплекс, ξJ_{2-3sd} : 6 — базальты, андезитобазальты, андезиты, дациты, риолиты и их туфы. Кручининский комплекс, vPZ_{1kr} ; 7 — габбро, габбро-пироксениты, габбро-диориты, долериты. Урульгинский комплекс, PR_{1ur} ; 8 — амфиболиты, гнейсы, плагиоклаз-сланцевые и мусковит-кварцевые сланцы. 9 — крупные разрывные нарушения (взбросонадвиги); 10 — рудоконтролирующая система взбросонадвигов коллизионного этапа. На врезке, по данным [Зорин и др., 1998]: 11 — Сибирский континент; 12 — Монголо-Китайский континент; 13 — Ононский островодужный террейн; 14 — Основная ветвь Монголо-Охотской сутуры; 15 — Ононская ветвь Монголо-Охотской сутуры; 16 — тектонические нарушения; 17 — месторождение Погромное.

на предрудном и синрудном этапах углеродсодержащих сланцах (залежь-10). Расположена залежь на юго-западном фланге месторождения в непосредственной близости от Южного разлома (см. рис.1).

ЗОЛОТОНОСНЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

К золотоносным на месторождении относятся метасоматиты по вулканитам и углеродсодержащим сланцам.

Метасоматиты по вулканитам распространены на север-северо-восточном фланге Апрельковского рудного поля от центральной части месторождения до Северного разлома включительно (см. рис.1). Самым ранним, дорудным (J_3), является процесс пропилитизации. Он имел площадное развитие и охватывал, видимо, всю чешую надвига. В настоящее время пропилиты сохранились лишь в единичных

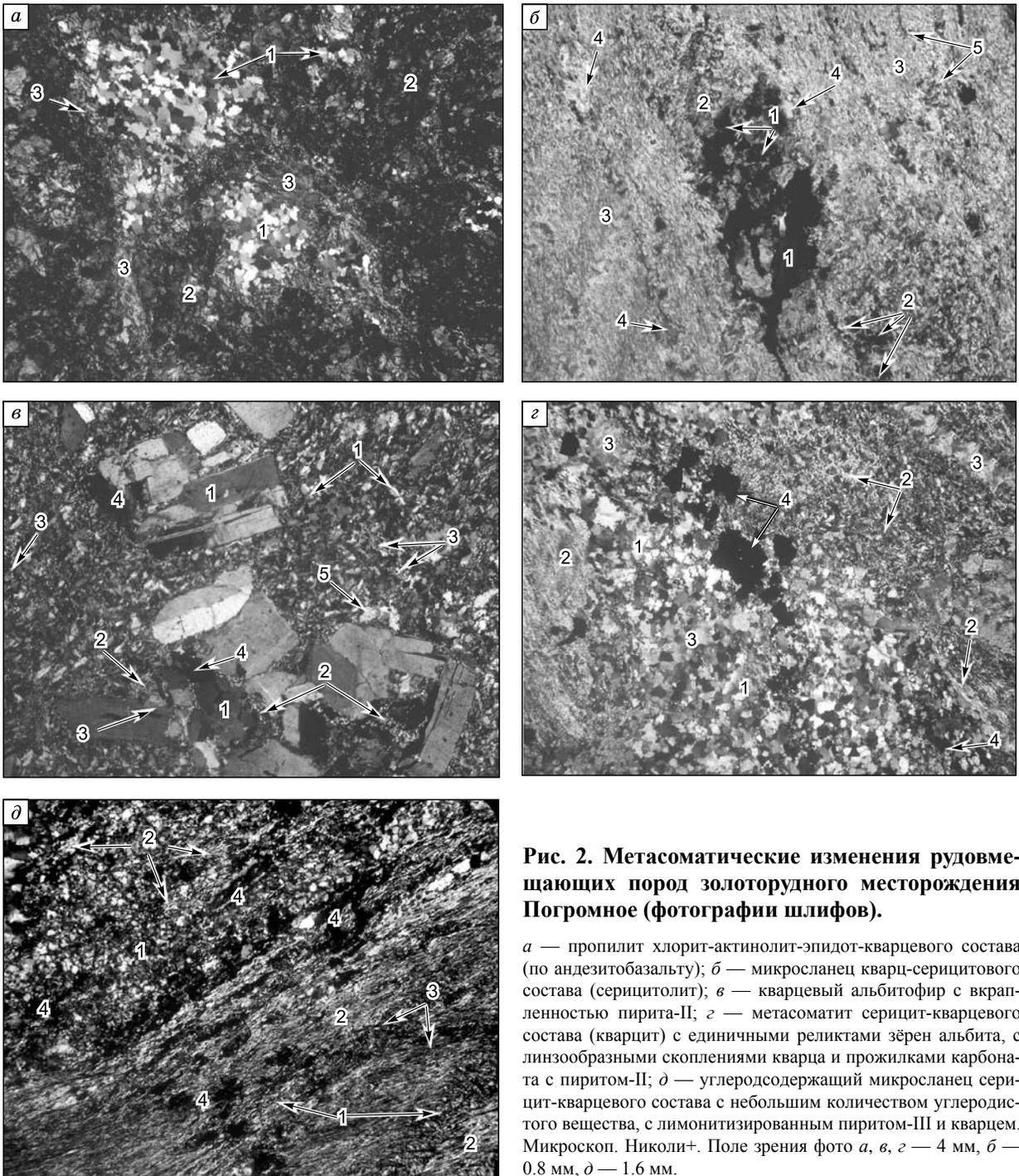


Рис. 2. Метасоматические изменения рудовмещающих пород золоторудного месторождения Погромное (фотографии шлифов).

a — пропилит хлорит-актинолит-эпидот-кварцевого состава (по андезитобазальту); *б* — микросланец кварц-серицитового состава (серицитолит); *в* — кварцевый альбитофир с вкрапленностью пирита-II; *з* — метасоматит серицит-кварцевого состава (кварцит) с единичными реликтами зёрен альбита, с линзообразными скоплениями кварца и прожилками карбоната с пиритом-II; *д* — углеродсодержащий микросланец серицит-кварцевого состава с небольшим количеством углеродистого вещества, с лимонитизированным пиритом-III и кварцем. Микроскоп. Николи+. Поле зрения фото *a, в, з* — 4 мм, *б* — 0.8 мм, *д* — 1.6 мм.

a: 1 — кварц, 2 — эпидот, 3 — актинолит; *б*: 1 — вкрапленность пирита-II, 2 — в сростке с пиритом турмалин, 3 — серицит, 4 — вкрапления кварца, 5 — акцессорные магнетит, сфен, рутил; *в*: 1 — альбит, 2 — карбонат, 3 — серицит, 4 — пирит-II, 5 — кварц; *з*: 1 — кварц, 2 — серицит, 3 — карбонат, 4 — пирит-II; *д*: 1 — кварц, 2 — серицит, 3 — углеродистое вещество, 4 — лимонит.

участках, в основном на удалении от рудной залежи-1. Типичный пропилит актинолит-эпидотовой фации, развитый по андезитобазальтам, с налетами по трещинам карбоната, хлорита и мелкой вкрапленности пирита и арсенопирита, сложен эпидотом (55—60 %), кварцем (30 %), актинолитом (10—15 %), более поздним хлоритом (рис. 2, *a*).

При движении по направлению к рудной залежи-1 по андезитобазальтам на предрудном этапе развиваются тектоносланцы (динамосланцы) биотит-карбонатного состава (с примесью альбита, хлорита, серицита, кварца), которые затем сменяются более распространенными метасоматически изменен-

Рис. 3. Возраст метасоматита по рассланцованному андезитобазальту, установленный ^{40}Ar — ^{39}Ar методом.

Изотопное датирование выполнено в ИГМ СО РАН (г. Новосибирск) А.В. Травинным (2014 г.).

ными тектоносланцами хлорит-карбонатного состава (с примесью серицита, биотита, альбита, кварца).

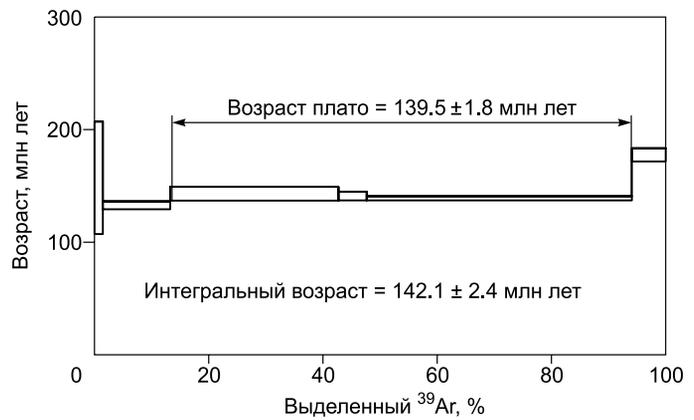
С целью изучения развития метасоматического процесса на месторождении Погромное проведено ^{40}Ar — ^{39}Ar -изотопное датирование метасоматических пород, образованных на предрудном этапе (рис. 3). Образец взят в карьере в контакте с рудной залежью-1 и представлен метасоматитом хлорит-карбонатного состава (с примесью серицита и альбита), развитым по рассланцованному андезитобазальту. По результатам ^{40}Ar — ^{39}Ar -изотопного исследования валовой пробы установлен возраст 139.5 ± 1.8 млн лет, что соответствует раннему мелу (K_1). Этот возраст интерпретируется нами как начало времени формирования штокверковой системы рудовмещающих трещин и метасоматического изменения вмещающих пород на предрудном этапе. Близкий абсолютный возраст 131.0 ± 1.2 млн лет имеют и рудопродуцирующие гранитоиды амуджикано-сретенского интрузивного комплекса, с которым авторы связывают золотое оруденение Апрельковской РМС. Небольшое удревление возраста метасоматитов предрудного этапа, относительно возраста рудопродуцирующих гранитоидов, объясняется авторами сохранившимися в валовой пробе метасоматитов реликтами менее измененных рудовмещающих (андезитобазальты) пород шадоронской серии (J_{2-3} sd).

В контакте рудной залежи-1 с телом кислых вулканитов в продуктивную стадию синрудного этапа по рассланцованным андезитобазальтам образуются кварц-серицитовые микросланцы (серицитолиты) с прожилками кварца, пирита, арсенопирита, карбоната, вкрапленностью пирита, арсенопирита и турмалина (рис. 2, б).

В пределах рудной залежи-1 на предрудном этапе по риолит-дацитам, кластолавам и туфам риолит-дацитов буторовской свиты развиваются кварцевые альбитофиры с вкрапленностью пирита и арсенопирита (1—5 %), а также с прожилками кварцевого и карбонат-кварцевого с сульфидами состава (3—5 %). Минеральный состав кварцевого альбитофира: крупные выделения реликтов порфириковых вкрапленников альбита (5—20 %), в основной ткани мелкие таблички альбита (50—60 %), кварца (10—15 %), серицита (5—20 %), карбоната (0.5—10 %), акцессорные минералы — апатит, титаномагнетит, циркон, сфен, лейкоксен (см. рис. 2, в).

В продуктивную стадию синрудного этапа дальнейший метасоматоз кварцевых альбитофиров приводит к образованию альбит-карбонат-серицит-кварцевых метасоматитов (кварцитов), при этом альбит в них реликтовый, встречается в единичных зернах, т.е. золотое оруденение сопровождается окварцеванием, серицитизацией, карбонатизацией (см. рис. 2, г). Минеральный состав кварцитов: кварц (45—60 %), серицит (25—45 %), реликты альбита (не более 5 %), карбонат (0—3 %); акцессорные минералы — апатит, сфен, лейкоксен, рутил, магнетит. Интенсивно проявлена рудная минерализация — вкрапленность сульфидов, особенно пирита и арсенопирита, сопровождаемая кварцем и карбонатом, линзовидные скопления более крупных зернышек кварца с вкраплениями зерен пирита, арсенопирита, прожилки пирит-кварцевого, кварц-карбонатного, альбит-кварцевого состава, развитые по ветвистым трещинам. Содержания золота от 0.2 до 11.9 г/т.

Метасоматиты по углеродсодержащим сланцам распространены на юго-западном фланге Апрельковского рудного поля, располагаясь вдоль Южного разлома месторождения (см. рис. 1). Процесс метасоматических изменений в них привел к сокращению количества углеродистого вещества, увеличению крупности минеральных зерен и содержания SiO_2 (см. рис. 2, д). В их составе: кварц (45—60 %), серицит (35—40 %), биотит (3—5 %), альбит (единичные зерна), углеродистое вещество (до 1—3 %). Акцессорные минералы: рутил, сфен, лейкоксен, магнетит, вторичные — лимонит и ярозит в виде мелкой вкрапленности и мелких прожилков ~5—7 %. Насыщенность пород углеродистым веществом варьирует от 0.18 до 5.57 %, составляя в среднем 0.83 %. Максимальные содержания $C_{\text{орг}}$ связаны с наименее измененными породами, из чего следует, что в процессе термодинамических преобразований и метасоматоза углеродистое вещество окисляется и в виде CO_2 участвует в карбонатообразовании. Однако ведущим процессом (так же, как и в метасоматитах по вулканитам) является окварцевание. В металлонос-



ных породах наряду с SiO_2 отмечается заметное повышение MnO и Na_2O , что объясняется карбонатизацией (анкерит) и альбитизацией.

Исследована роль MnO , Fe_2O_3 , а также щелочей в процессах метасоматоза и рудогенеза углеродсодержащих сланцев. Установлено, что меняющийся уклон щелочности в координатах $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ практически не оказывает влияния на распределение золотого оруденения. Из зависимости $\text{MnO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$ следует вывод о том, что на стадии дорудного метасоматоза, с ростом содержаний железа постепенно возрастали и содержания марганца, на стадии же золоторудного процесса концентрации марганца стали резко превалировать над железом.

В распределении микроэлементов отмечается общая тенденция. Одновременно с рудной ассоциацией (Au , As , Sb , Ag) в рудоносных окварцованных сланцах увеличиваются содержания Pb , Zn и уменьшаются Cr . Содержания МПП в сланцах (Pt 0.04—0.06, Pd 0.003—0.01 г/т) устанавливаются в интервалах с проявленной золоторудной минерализацией, но с невысокими содержаниями золота. Корреляция Pt с Au отсутствует.

С использованием корреляционного анализа установлена смена ассоциаций элементов в зависимости от степени проработки вмещающих их пород. В безрудных, «исходных», сланцах наиболее проявлена группа халькофильных элементов: $[\text{V}, \text{Sb}]^{09}\text{As}$, W , Au^{08}Mo , Cu , Ag^{07} с высокими корреляционными связями. Характерно, что в этой группе доминируют элементы, относящиеся к рудной ассоциации. Менее выразительна группа элементов, ассоциирующих с $\text{C}_{\text{орг}}$: $[\text{C}_{\text{орг}}, \text{Zn}]^{06}\text{Co}$, Cu^{03} , судя по составу элементов, в бассейн осадконакопления по разломам поступали термальные воды, влиявшие на геохимическую специализацию осадков. В сланцах, испытавших слабые метасоматические преобразования, отчетливо проявлена группа халькофильных элементов, близкая по составу к «исходным» сланцам: $[\text{Sb}, \text{W}]^{08}\text{Pb}$, $\text{As}^{06}\text{Au}^{05}\text{V}$, Cr^{04} . Выделяются еще две группы с высокими корреляционными связями: $[\text{V}, \text{Cr}]^{09}\text{Sb}^{06}$ и $[\text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}, \text{Ag}]^{08}$. Распознававшаяся в «исходных» сланцах ассоциация элементов с $\text{C}_{\text{орг}}$ практически отсутствует, что объясняется ее разрушением наложенными метасоматическими процессами. В рудоносных углеродсодержащих сланцах ярко выражены две ассоциации элементов, из которых одну можно отнести к собственно рудной — $[\text{Au}, \text{Ag}, \text{W}, \text{Pb}]^{09}\text{Zn}^{07}\text{Ni}$, Co^{05} , другую к сопутствующей — $[\text{As}, \text{Sb}]^{09}\text{Mo}$, $\text{C}_{\text{орг}}^{07}\text{Co}^{06}$.

Проведенные исследования стабильных изотопов показали, что сульфидная минерализация рудной залежи и вмещающих пород окolorудного пространства месторождения характеризуется постоянными значениями $\delta^{34}\text{S}$, варьирующими от -0.5 до -2.9 ‰ (среднее из 11 определений -1.49 ‰). Изотопный состав минерализованных сланцев буторовской свиты за пределами месторождения (в среднем -1.4 ‰) также соответствует рудной сульфидной минерализации. При этом золотоносный пирит сохраняет свои изотопные характеристики независимо от состава вмещающих отложений. Подобная изотопная однородность серы однозначно свидетельствует о принадлежности золотоносного пирита к одной генерации с пиритом безрудным, о единстве источника рудного вещества и одинаковых условиях минералообразования.

Аномально легкая сера установлена в зонах брекчирования, поэтому вероятна физико-химическая зональность, обусловленная повышением f_{O_2} в зонах высокой проницаемости. Здесь же повышается содержание полезного компонента руд. Сульфидная сера руд близка по изотопному составу к метеоритной. Таким образом, во вмещающих углеродисто-терригенных породах месторождения установлено физическое присутствие сульфидов с мантийным изотопным составом серы в метасоматитах, что аналогично значениям $\delta^{34}\text{S}$ рудных образований основной рудной залежи.

В целом характер метасоматического процесса развивавшейся рудно-магматической системы, как в пределах рудной залежи-1, так и в пределах залежи-10, был примерно одинаков. Имеющиеся же отличия вещественного состава метасоматитов охарактеризованных рудных залежей объясняются разнообразием состава исходных пород и меняющимися термодинамическими условиями на всем протяжении метасоматической проработки рудовмещающих пород.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУД

Вещественный состав руд месторождения на 85—90 % состоит из кварца, серицита, альбита, карбоната и 10—15 % составляют рудные минералы, среди которых основными являются пирит и арсенопирит (рис. 4, а, б). Сопутствующие минералы (десятые доли процента) представлены в основном сфалеритом, халькопиритом, пирротинном. В единичных знаках установлены блеклые руды, бурнонит, ковелин, молибденит, шеелит, галенит, герсдорфит. В зоне окисления отмечаются лимонит, гидротетит, гетит, лепидокрокит, ярозит, скородит. Среди аксессуарных минералов встречаются магнетит, титаномагнетит, ильменит, сфен, рутил, анатаз, брукит, циркон, монацит, апатит.

Наиболее характерные текстуры руд в метасоматитах — вкрапленная, прожилковидная, реже пятнистая и полосчатая. Широко проявлены текстуры катакластические, брекчиевые, трещиноватые, рас-

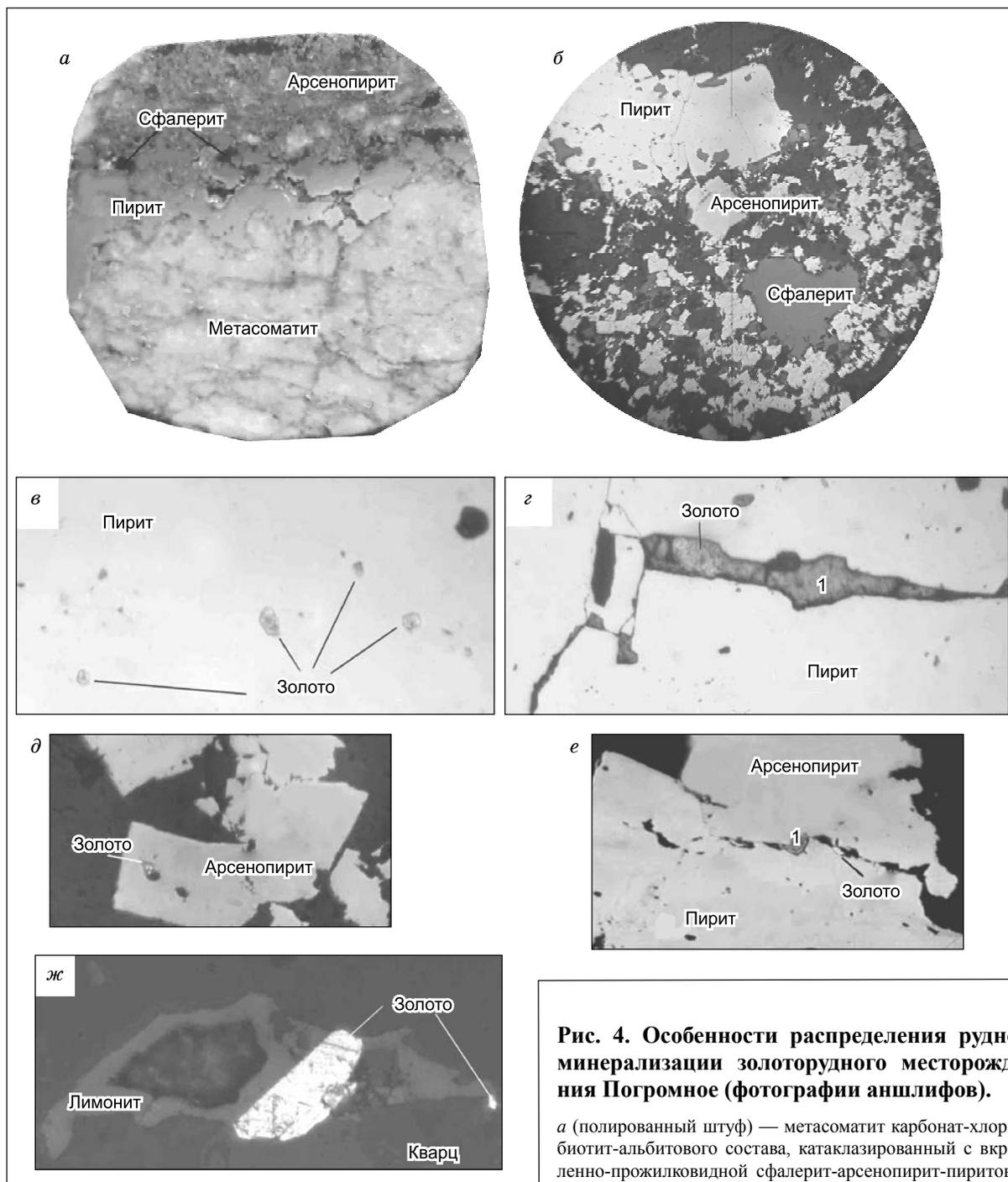


Рис. 4. Особенности распределения рудной минерализации золоторудного месторождения Погромное (фотографии аншлифов).

a (полированный штуч) — метасоматит карбонат-хлорит-биотит-альбитового состава, катаклазированный с вкрапленно-прожилковидной сфалерит-арсенопирит-пиритовой минерализацией. Увеличение $\times 4$; *b* — детализация рис. 4,

a; *v* — выделения кристаллических зерен золота в пирите; *z* — по трещине в пирите тонкое выделение сульфосоли свинца? (1) с зерном золота; *d* — выделение золота в арсенопирите; *e* — тонкое выделение золота и агрегата сульфосоли свинца? (1) между агрегатами пирита и арсенопирита; *жс* — комковатое, частично ограниченное выделение золота в ассоциации с кварцем и лимонитом. Микроскоп (*b* — *жс*). Николи II. Поле зрения, мм: *b* — 2.7; *v*, *z* — 0.2; *d* — 0.06; *e* — 0.08; *жс* — 0.18.

сланцевания. Формы выделений в руде зерен и агрегатов сульфидов от идиоморфно-метазернистых (пирит, арсенопирит) до аллотриаморфно-метазернистых (халькопирит, сфалерит, пирротин). Наиболее характерные структуры зерен пирита ситовидные, пористые, тонкотрещиноватые. Размер вкрапленных выделений сульфидов колеблется от сотых-тысячных долей миллиметра до 1.0—1.5 мм.

Основная сульфидная минерализация в рудной залежи-1 представлена пиритом и арсенопиритом. В незначительном количестве присутствуют сфалерит, халькопирит, пирротин. Доля арсенопирит-пи-

ритовой минерализации варьирует от малосульфидной (2—5 %) до умеренно-сульфидной (10—15 %). Для руд характерны рассеянные вкрапленные, вкрапленно-прожилковидные текстуры сульфидных выделений (см. рис. 4, а—ж).

Пирит из сульфидных минералов в рудах месторождения преобладает. Его доля составляет от 5 до 15 %. Он наблюдается в виде метазернистых относительно крупных зерен и агрегатов, иногда довольно крупных полосчато-прожилковидных, участками массивных выделений, часто корродирован, слабо катаклазирован, трещиноватый, особенно зерна и агрегаты в зонах рассланцевания. С ним часто ассоциируют единичные, относительно крупные, зерна арсенопирита, отмечены включения кварца, карбоната, лейкоксенизированного сфена, рутила, ксеноморфные включения халькопирита, пирротина. Иногда по пириту развиваются мелко- и тонкозернистые зерна и агрегаты арсенопирита, по периферии зерен и по трещинам наблюдается коррозия сфалеритом. С относительно крупнозернистым, слабокатаклазированным, трещиноватым пиритом ситовидной структуры чаще всего ассоциирует золото.

Арсенопирит в рудной залежи является вторым по распространенности сульфидным минералом, который наблюдается в виде тонкозернистых, тонкодисперсных густовкрапленных выделений, часто прожилковидных, приуроченных к зонам трещиноватости в катаклазированных метасоматитах. Часто вокруг относительно крупных зерен арсенопирита развиты тонкие и тонкодисперсные его выделения, образуя порфиоровидные структуры. Доля арсенопирита в основной массе руд составляет от 2 до 4 % . Однако отмечены участки, чаще всего это зоны экзоконтакта рудной залежи, где доля арсенопирита достигает 10 %. Здесь же отмечены значительные количества пирита (до 15 %) и сфалерита (до 6.5 %). Выделения арсенопирита ассоциируют с карбонат-кварцевыми прожилками, локализованными в кварцевых альбитофирах и альбит-карбонат-серицит-кварцевых метасоматитах. Отмечаются единичные крупные зерна арсенопирита в ассоциации с крупнозернистым пиритом. Тонкомелкозернистая арсенопиритовая минерализация, как правило, наложена на пиритовую, сопровождает ее, что приводит к частичной перекристаллизации, коррозии первичного крупнозернистого пирита.

При микроскопическом изучении метасоматитов и руд залежи-1 выделено три разновидности пирита и две арсенопирита.

Пирит-I — вкрапленный мелко- и крупнозернистый, корродированный, катаклазированный, с небольшой примесью халькопирита и редко сфалерита образуется в начальную стадию метасоматоза в процессе пропилитизации дорудного этапа.

Пирит-II связан с альбитизацией предрудного этапа и серицитизацией, окварцеванием, карбонизацией метасоматитов синрудного этапа. На этих этапах развития рудного процесса происходит метасоматическое выщелачивание, коррозия, частичное дробление, истирание, перекристаллизация пирита-I и перетложение его в виде единичных идиоморфно-зернистых вкрапленников пирита-II. К продуктивной стадии минерализации синрудного этапа относятся также преобладающие выделения арсенопирита-I в составе арсенопирит-пиритовых прожилковидных и пятнисто-вкрапленных агрегатов. Пирит-II и арсенопирит-I отмечаются часто по выделениям пирита-I, пересекают их по трещинкам, прожилкам. С арсенопирит-пиритовой минерализацией ассоциируют в небольшом количестве сфалерит и халькопирит, которые ксеноморфны по отношению к пириту и арсенопириту. В пирите-II отмечаются тонкие овальные включения халькопирита и сфалерита. Ксеноморфные прожилковидные выделения сфалерита и реже халькопирита наблюдаются в ассоциации с пиритом-I и II, а также с арсенопиритом-I в периферийных зонах по тонким трещинкам, рядом с прожилками карбоната и в основной рассланцованной измененной массе метасоматита. Выделения сфалерита отмечаются чаще, чем халькопирита. Лишь в отдельных единичных пробах халькопирит преобладает над сфалеритом.

Пирит-III (марказит) свое преобладающее развитие получил в заключительную стадию синрудного этапа, предшествуя или близкоодновременно с кварц-арсенопиритовой (арсенопирит-II) минерализацией. Отдельные вкрапленники пирита-III наблюдаются в виде сетчатых, скелетных агрегатов с тонкими ажурными каемками. Пирит-III заполняет тонкие трещинки, чаще трещинки рассланцевания. В отдельных случаях проявлены тонкие ксеноморфные выделения пирротина, отмечается замещение пирита пирротинном.

Тонкозернистая кварц-арсенопиритовая (с арсенопиритом-II) минерализация проявлена на завершении продуктивной стадии и начальном развитии заключительной стадии рудного процесса. Она развивается по сети тонких взаимно пересекающихся трещин, близкоодновременно с процессами рассланцевания и брекчирования метасоматитов. Кварц-арсенопиритовые прожилки секут пирит-марказитовые. Реже наблюдается обратная картина. Тонкозернистый арсенопирит-II прорастает пирит-I и II, нарастает на марказит. С тонкозернистым арсенопиритом-II ассоциируют подчиненные в количественном отношении прожилковидно-вкрапленные образования халькопирита, сфалерита, которыми завершается рудный метасоматоз.

Таблица 1.

Состав золота по результатам микронзондового анализа

| Порода | Проба золота ‰ Средняя проба | Примечание |
|--|----------------------------------|--|
| Кварцит, скв.64, гл. 84.4 | <u>893.5—911.3</u> 902.1 (4) | Au в пирите-II. Золото высокопробное |
| Кварцевый альбитофир, близкий к кварциту скв.99, гл. 76.9—77.8 | <u>863.6—894.5</u> 883.4 (10) | Au с пиритом-II, карбонатом, альбитом. Золото умеренно- высокопробное |
| Метасоматит альбит-серицит-карбонат-кварцевый скв.103, гл. 94.8—95.6 | <u>930.4—941.1</u> 935.5 (4) | Au в пирите-II. Золото высокопробное |
| Метасоматит серицит-хлорит-альбит-кварц- карбонатного состава скв.103, гл. 84.7—85.4 | <u>872.6—959.5</u> 909 (10) | Au с пиритом-II и карбонатом Золото высокопробное |

Примечание. В скобках — количество определений.

Золото. Исследовано золото первичных неокисленных сульфидных руд залежи-1, а также сульфидно-кварцевых жил и прожилков рудной залежи-10.

В рудной залежи-1 золото начинает выделяться на предрудном этапе в ассоциации с пиритом-II в кварцевых альбитофирах, но массовое его выделение происходит в продуктивную и заключительную стадии синрудного этапа в ассоциации с пиритом-II и III, а также с арсенопиритом-I и II в метасоматитах альбит-серицит-карбонат-кварцевого состава, в кварцитах. Степень золотоносности находится в полном соответствии с проявлением окварцевания, насыщенностью кварц-сульфидными и сульфидными микропрожилками, тонкой вкрапленностью сульфидов. Золото присутствует в пирите-II и арсенопирите-I преимущественно в виде тонких прожилковидных или неправильных выделений по микротрещинкам, в зонах дробления, прожилках, в виде тонких ксеноморфных включений в пирите-II, выделяется на контакте пирита-II и вмещающих нерудных минералов — альбита, кварца, карбоната, наблюдается на контакте пирита-II и арсенопирита-II, в арсенопирите-II.

Золото имеет яркий светло-желтый цвет. Редко отмечается незначительная неоднородность в окраске отдельных золотинок от густо-желтого до красновато-желтого. Визуально в аншлифах золото отмечено в единичных знаках. Размер выявленных под микроскопом зерен и агрегатов золота от 4 до 16 мкм. По результатам сцинтилляционного анализа размер золотинок в рудной залежи в целом колеблется от 2 до 35 мкм, причем размер основной массы образованных золотинок (75-80 %) составляет менее 16 мкм. Золото самородное, формы его выделений (см. рис. 4, в—ж) изометричные, кристаллоподобные, скошенные, гексагональные, частично ограненные, комковатые, тонкопрожилковидные, изогнутые, занозистые, уплощенные, овальные.

Определение состава золота на микронзондовом анализаторе JXA-820 показало следующие результаты (таблица). Состав и структура золота довольно однородны и не отличаются в кварцитах и альбит-серицит-карбонат-кварцевых метасоматитах. Проба золота по частным измерениям в метасоматитах и кварцитах колеблется от 863.6 до 959.5 ‰ (от умеренно-высокопробного до весьма высокопробного). В основном золото относится к высокопробному. Несколько понижена средняя проба в кварцевом альбитофире — 883.4 ‰ (умеренно-высокопробное). Наиболее высока проба золота в метасоматите альбит-серицит-карбонат-кварцевого состава по флюидизированной лаве дацитов (см. табл. 1). По данным атомно-абсорбционного анализа, в монофракциях пирита-II, отобранных из метасоматитов, содержится от 30 до 45 г/т золота.

В рудной залежи-10 золото установлено в кварцевых жилах и прожилках, получивших свое развитие в метасоматически измененных углеродсодержащих сланцах. Золото самородное, формы выделений: комковатые, лепешковидные (вытянутые в одном направлении), частично ограненные (см. рис. 4, ж). По гранулометрическому составу здесь выявлено золото разной крупности от тонкого и тонкодисперсного до крупного (более 0.25 мм). Цвет золота яркий, насыщенный, желтый. По результатам микронзондовых исследований состав золота довольно постоянный и колеблется от 91 до 100 ‰, причем средняя доля золота составляет 95 ‰, что позволяет отнести его к высокопробному или к весьма высокопробному.

С целью изучения состава самородного золота и сульфидных минералов были выполнены исследования на энергодисперсионном спектрометре EX-84055MU (JEOLLtd, Япония). В зернах пирита-II в образцах из залежи-1и в кварце из образцов залежи-10 обнаружены включения микронного размера разного состава: халькопирита, металлического железа, арсенопирита, сфалерита, галенита, монацита, золота, циркона, рутила, ксенотима, никеля, серебра, йодистого серебра, гидроксида свинца, пирротина. В пирите обнаружены две частицы золота: одна неправильной формы размером 3—7×15 мкм с про-

бностью 800—850 ‰ и вторая размером 1×2 мкм, пробность которой ориентировочно 900—950 ‰. В кварце образцов из залежи-10 обнаружено несколько включений золота размером до 50 мкм. Пробность этих золотин составляет от 950 до 1000 ‰.

ВЫВОДЫ

1. Описанные выше особенности проявления золотого оруденения месторождения Погромное объясняются расположением его в Монголо-Охотской сутурной зоне, трассирующей область коллизии Сибирского и Монголо-Китайского континентов. Месторождение Погромное, как и многие месторождения, расположенные в зоне влияния Монголо-Охотской сутуры, имеет длительную историю формирования, начавшуюся на коллизионном этапе с динамометаморфического дорудного и метасоматического преобразования вмещающих пород, продолженную и завершившуюся полным становлением месторождения на рифтогенном этапе развития региона. Причинами раннемелового внутриконтинентального рифтогенеза могли быть как коллапс («расползание» в стороны) коллизионного поднятия после прекращения сжатия, так и конвекция в мантии, связанные с сохранившей свою активность горячей областью (или астеносферным выступом), перекрытой континентальной литосферой [Zorin et al., 1995]. В пользу последнего предположения говорит соответствие площади проявления раннемелового рифтогенеза ареалу среднепозднеюрского магматизма [Геологическая карта ..., 1992].

2. Месторождение локализовано в динамокластической толще, сложенной вулканитами и терригенными углеродсодержащими породами, претерпевшими многие стадии стресс-метаморфизма, и характеризуется комплексным оруденением, представленным двумя морфологическими типами руд: штокверковым арсенопирит-пиритовым в метасоматически измененных эффузивах (залежь-1) и прожилково-жильным кварцевым (с вкраплениями сульфидов) в измененных углеродсодержащих сланцах (залежь-10).

3. Вмещающие породы подверглись метасоматическим преобразованиям на дорудном в позднеюрское время (пропилитизация), предрудном (альбитизация) и синрудном (окварцевание, серицитизация, карбонатизация) этапах развития рудного процесса. По результатам ^{40}Ar – ^{39}Ar -изотопного датирования, возраст предрудных метасоматитов оценивается в 139.5 ± 1.8 млн лет, что соответствует раннему мелу (K_1). Этот возраст нами интерпретируется как начало времени формирования штокверковой системы рудовмещающих трещин и метасоматического изменения вмещающих пород, начавшегося на предрудном этапе, которое затем продолжилось и на синрудном этапе гидротермально-метасоматической деятельности. Затем на рубеже 131.0 ± 1.2 млн лет последовало внедрение рудопродуцирующих гранитоидов амуджикано-сретенского комплекса, с которым авторы связывают золотое оруденение Апрельковской РМС. Установленные возрастные метки свидетельствуют о том, что месторождение Погромное начало формироваться в раннемеловое время на рифтогенном этапе развития региона.

4. Золотоносными на месторождении являются метасоматиты предрудного и синрудного этапов по вулканитам с сульфидной минерализацией (концентраторы золота пирит-II, III и арсенопирит-I) и измененные углеродистые сланцы (концентраторы золота — жильный кварц и арсенопирит-II).

5. По генезису месторождение Погромное относится к объектам, расположенным в зонах смятия (в данном случае непосредственно на Монголо-Охотской сутуре), и сформированном на рифтогенном этапе развития региона. Источниками золотого оруденения, как считают авторы, являются массивы (Оськинский и Ургучанский) рудопродуцирующих гранитоидов амуджикано-сретенского интрузивного комплекса, расположенных в пределах Апрельковской рудно-магматической системы. Это подтверждается и данными изотопных составов свинца ($^{207}\text{Pb}/^{204}$ и $^{206}\text{Pb}/^{204}$) для пиритов и арсенопиритов золотосодержащих руд, которые свидетельствуют о широком проявлении «мантийных» изотопно-свинцовых меток. Геодинамическая обстановка с участием мантийных золотоносных флюидов обеспечили своеобразие месторождения: развитие динамокластитов, золотоносных гидротермальных и углеродистых метасоматитов, образование двух морфологических типов руд — штокверкового в вулканитах и золотоносных кварцевых жил в углеродизированных терригенных породах, преобладающее образование основных рудных минералов-концентраторов золотого оруденения пирита и арсенопирита.

6. Золото в золоторудных залежах самородное, высокопробное и весьма высокопробное. По степени золотоносности месторождение Погромное заслуживает самого пристального внимания как новый промышленный тип золотого оруденения Забайкалья.

Работа выполнена при поддержке интеграционных проектов: партнерских фундаментальных исследований № 99 и в программах Президиума РАН № 27.2.

ЛИТЕРАТУРА

Волков А.В., Прокофьев В.Ю., Алексеев В.Ю., Бакшеев И.А., Сидоров А.А. Рудообразующие флюиды и условия формирования золото-сульфидно-кварцевого оруденения в зоне смятия (shearzone): месторождение Погромное (Восточное Забайкалье) // Доклады АН, 2011, т. 441 (3), с. 352—357.

Геологическая карта Читинской области. М-б 1: 500 000 / Отв.ред. И.Г. Рутштейн. М.: МПГИТ, 1992. 23 л.

Гордиенко Н.В., Кузьмин М.И. Геодинамика и металлогения Монголо-Забайкальского региона // Геология и геофизика, 1999, т. 40 (11), с. 1545—1562.

Диагностика и картирование чешуйчато-надвиговых структур. Методическое пособие. СПб., Роскомнедра ВСЕГЕИ, 1994, 194 с.

Жмодик С.М., Росляков Н.А., Спиридонов А.М., Казаченко И.В. Золотопорфировое оруденение Карийского рудного узла как новый тип оруденения в Восточном Забайкалье // ДАН, 2009, т. 425 (6), с. 791—796.

Зорин Ю.А., Беличенко В.Г., Рутштейн И.Г., Зорина Л.Д., Спиридонов А.М. Геодинамика западной части Монголо-Охотского пояса и тектоническая позиция рудных проявлений золота в Забайкалье // Геология и геофизика, 1998, т. 39 (11), с. 1578—1586.

Зубков В.С. Мантийная углеводородно-неорганическая модель образования золотых месторождений карлинского типа // Руды и металлы, 2001, № 1, с. 76—82.

Иванкин П.Ф., Назарова Н.И. Методика изучения рудоносности структур в терригенных толщах. М., Недра, 1988, 254 с.

Иванкин П.Ф., Назарова Н.И. О типизации рудообразующих систем // Геология рудных месторождений, 1991 (5), с. 3—12.

Ильина Г.Ф. Месторождение Погромное — новый морфологический и генетический тип месторождений золота Восточного Забайкалья // Межрегиональная научно-практическая конференция «Перспективы развития золотодобычи в Забайкалье», Чита, 2003, с. 18—20.

Ильина Г.Ф., Красников В. И., Сайтов Ю.Г., Попова А.Г., Филиппова М.И. Геологические особенности золоторудного месторождения Погромное (Восточное Забайкалье) // Благородные и редкие металлы Сибири и Дальнего Востока: рудообразующие системы месторождений комплексных и нетрадиционных типов руд (Материалы научной конференции, 3-7 октября 2005 г.). Иркутск, 2005, т. 1, с. 62—64.

Прокофьев В.Ю., Бортников Н. С., Зорина Л. Д., Куликова З. И., Матерь Н. Л., Колпакова Н.Н., Ильина Г.Ф. Генетические особенности золото-сульфидного месторождения Дарасун (Восточное Забайкалье) // Геология рудных месторождений, 2000, т. 42 (6), с. 526—548.

Прокофьев В.Ю., Зорина Л.Д., Бакшеев И.А., Плотинская О.Ю., Кудрявцева О.Е., Ишков Ю.М. Состав минералов и условия формирования руд Теремкинского месторождения золота (Восточное Забайкалье, Россия) // Геология рудных месторождений, 2004, т. 46 (5), с. 385—406.

Прокофьев В.Ю., Бакшеев И.А., Зорина Л.Д., Беляцкий Б.В., Бортников Н.С. Первая оценка возраста золотых руд месторождения Дарасун (Восточное Забайкалье) Sm-Nd методом // ДАН, 2006, т. 409 (5), с. 673—676.

Прокофьев В.Ю., Зорина Л.Д., Коваленкер В.А., Акинфиев Н.Н., Бакшеев И.А., Краснов А.Н., Юргенсон Г.А., Трубкин Н.В. Состав, условия формирования руд и генезис месторождения золота Талатуй (Восточное Забайкалье, Россия) // Геология рудных месторождений, 2007, т. 49 (1), с. 37—76.

Прокофьев В.Ю., Бортников Н.С., Волков А.В., Бакшеев И.А., Зорина Л.Д. Вкрапленные руды месторождения золота Дарасун (Восточное Забайкалье) и их генезис // ДАН, 2008, т. 422 (2), с. 214—217.

Прокофьев В.Ю., Бортников Н.С., Зорина Л.Д. Золото-порфировые месторождения Монголо-Охотской зоны // Новые и нетрадиционные типы золоторудных месторождений полезных ископаемых Прибайкалья и Забайкалья. (Материалы Всероссийской научно-практической конференции 10—12 ноября 2010 г.). Улан-Удэ, 2010, с. 138—141.

Спиридонов А.М., Зорина Л.Д., Китаев Н.А. Золотоносные рудно-магматические системы Забайкалья. Новосибирск, Академическое изд-во «Гео», 2006, 291 с.

Татаринов А.В., Ялович Л.И., Ялович Г.А. Золотое оруденение в надвиговых структурах Монголо-Охотского коллизийного шва (Пришилкинская и Онон-Турунская зоны) // Тихоокеанская геология, 2004, т. 23 (3), с. 22—31.

Тупяков В.Е. Перспективные геолого-промышленные типы золоторудных месторождений Восточного Забайкалья // Межрегиональная научно-практическая конференция «Перспективы развития золотодобычи в Забайкалье», Чита, 2003, с. 21—23.

Хомич В.Г., Борискина Н.Г. Основные геолого-генетические типы коренных месторождений золота Забайкалья и Дальнего Востока России // Тихоокеанская геология, 2011, т. 30 (1), с. 70—96.

Zorin Yu.A., Belichenko V.G., Turutanov E.Kh., Mazukabzov A.M., Sklyarov E.V., Mordvinova V.V. The East Siberia transect // Intern. Geol. Rev., 1995, v. 37, №. 2, p. 154—175.

Zorin Yu.A., Zorina L.D., Spiridonov A.M., Rutshtein I. G. Geodynamic settings of gold deposits in the Transbaikal region (Eastern Siberia, Russia) // Ore Geol. Rev., 2001, v. 17, p. 215—232.

*Рекомендована к печати 29 января 2015 г.
А.С. Борисенко*

*Поступила в редакцию 6 июня 2014 г.
после доработки — 29 декабря 2014 г.*