КУРЬИНСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ ЗОЛОТА В ГОРНОМ АЛТАЕ

В.А. Рожченко
ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», с. Малоенисейское

Курьинское проявление золота выявлено в 2003 г. при проведении ОАО «Горно-Алтайская экспедиция» в Новофирсовском рудном узле литохимической съемки по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1 : 50 000 (сеть отбора проб 500 х 500 м). По результатам этих работ, на участке, расположенном в 2,5 км к ЮВ от районного центра Курья Алтайского края, было выявлено 11 аномальных точек с содержанием золота от 0,01 до 0,4 г/т. Общая площадь вторичного ореола золота, оконтуренного по изоконцентрате 0,01 г/т, составила 3 км^2. Одновременно с проведением литохимической съемки проходились поисковые геологические маршруты масштаба 1 : 10 000, при проведении которых в коренных породах было выявлено два пункта минерализации с содержанием золота 0,3 и 0,15 г/т. В 2004-2005 гг. на участке площадью 9,3 км^2 были проведены детализационные литохимические работы по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1 : 25 000. Отобрано 770 проб по сети 250 х 50 м. Результатом этих работ явилось подтверждение ранее выявленного ореола золота, который разделился на 23 мелких ореола площадью от 0,002 до 1 км^2 с содержанием золота в эпицентрах от 0,1 до 1 г/т. Суммарная площадь ореолов составляет 2,6 км^2. Выполнены поисковые геологические маршруты масштаба 1 : 10 000, при проведении которых в коренных породах, элювии и делювии было выявлено 34 пункта минерализации с содержанием золота от 0,2 до 23,25 г/т. Пройдено 9 канав суммарной протяженностью 1780 м, которыми было вскрыто 14 рудных пересечений истинной мощностью от 0,9 до 16,0 м с содержанием золота от 0,50 до 20,22 г/т. Пробурены две наклонные поисковые скважины. Скважиной 158 вскрыто 4 рудных пересечения мощностью от 2,0 до 39,6 м с содержанием золота от 0,51 до 2,06 г/т. В 2006 г. по результатам проведенных работ на Курьинском участке были оценены прогнозные ресурсы золота категории P_2 в количестве 50 т. В 2006-2009 гг. на участке были проведены поисковые работы, по результатам которых выделилась наиболее перспективная ЮЗ часть площадью 2,7 км^2 – Курьинское золоторудное проявление, расположенное в ЮЗ части Курьинско-Акимовской палеовулканоструктуры.

В геологическом строении проявления принимают участие нерасчлененные отложения раннего девона и породы кукуйского риолит-дацит-андезитового комплекса ($D_{2-3}kk$) (рис. 1). Рыхлые отложения представлены неоген-четвертичными образованиями. Нерасчлененные терригенные породы раннего девона (D_1) имеют весьма ограниченное распространение в южной части участка и представлены полимиктовыми песчаниками, алевролитами зеленого цвета. Породы кукуйского комплекса слагают большую часть проявления. На 70 % оно сложено субвулканическими породами среднего состава – андезиты и дациандезиты, которые в ряде мест переходят в диорит-порфириты или имеют с ними тектонические контакты. Редко андезиты сменяются кластолавами и ксенокластолавами андезитового состава. В единичных случаях отмечаются дациты и риодациты того же комплекса, но по отношению к средним породам, это более поздние образования. При микроскопическом изучении установлено, что часть андезитов имеет опацитизированную роговую обманку, это может свидетельствовать о близповерхностном их образовании. Около 20 % площади проявления занимают вулканогенно-осадочные породы третьей пачки кукуйской свиты ($D_{2-3}kk^3$), которые в виде отдельных разрозненных блоков распространены среди субвулканических пород преимущественно в центральной и в восточной части проявления. Они представлены туффитами, туфогравелитами, туфопесчаниками и туфоалевролитами, редко песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Геологические границы между субвулканическими и вулканогенно-осадочными породами резкие, часто тектонические. Кроме перечислен-

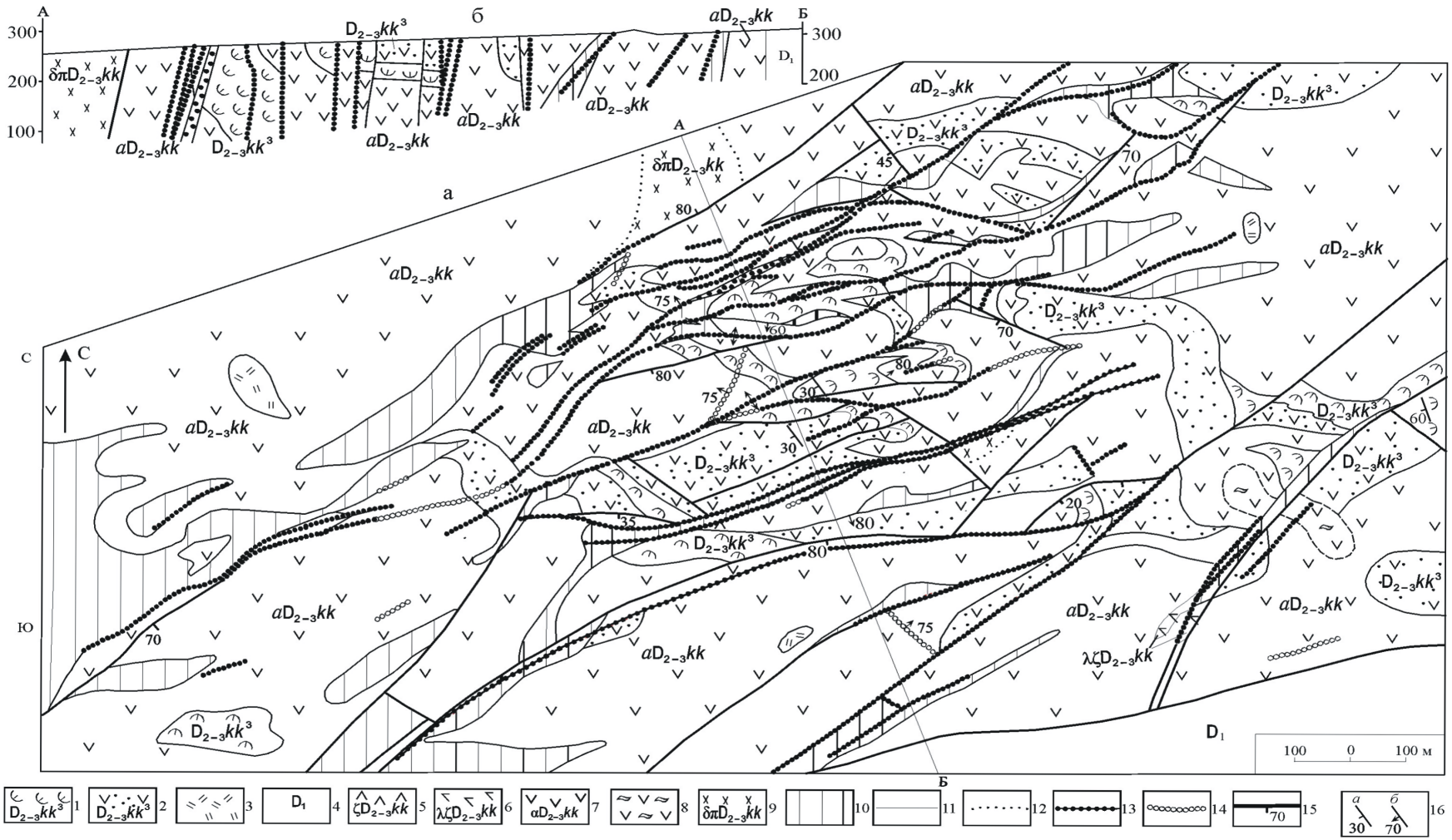

Рис. 1. Схематическая геологическая карта проявления Курьинское (а) и геологический разрез по линии А-Б (б).

1 - туфогравелиты, туфопесчаники и туфоалевролиты; 2 - туффиты андезитового состава; 3 - микрокварциты; 4 - терригенная толща (ранний девон нерасчлененный); 5 - дациты; 6- риодациты; 7 - андезиты; 8 - кластолава андезитового состава; 9 - диорит-порфириты; 10 - метасоматиты кварц-серицитовые; 11 - геологические границы; 12 - границы между фациально разными образованиями; 13 - золоторудные тела; 14 - кварцевые жилы; 15 - разрывные нарушения; 16 - элементы залегания слоистости (а), контактов пород (б)

ных пород в андезитах отмечаются ксенолиты яшмоидов, микрокварцитов и кремнистых известняков. Геологическая граница между отложениями раннего девона и породами кукуйского комплекса дизъюнктивная.

Неоген-четвертичные образования перекрывают коренные породы в северной и СВ части проявления. Отдельные пятна этих отложений имеются и в центральной его части. Данные отложения представлены глинами и обломочными породами, скрепленными суглинком. В составе обломков присутствуют только местные выветрелые породы.

Мощность неоген-четвертичных образований колеблется от 1-2 до 10-20 м.

Складчатые и разрывные поствулканические структуры часто отмечаются в породах кукуйского комплекса. Складчатые структуры хорошо диагностируются в вулканогенно-осадочных слоистых породах. Слои смяты в складки открытые, симметричные шириной от 5-10 до 40 м, высотой от 3 до 20 м, осложненные более мелкой асимметричной складчатостью. Погружение шарниров складок и зеркала складчатости преимущественно ЮЗ под углом от 10 до 40°. Редко отмечается падение слоистости и погружение шарниров складок в северо-восточном направлении под углом от 10 до 60°, что указывает на ундуляцию осей линейных продольных складок СВ простирания. Крутые углы погружения шарниров продольных складок свидетельствуют о наличии поперечной складчатости локального распространения, приуроченной к крупным поперечным флексурам. Участие в складчатости субвулканических пород установлено косвенно по замерам элементов залегания контактов с вулканогенно-осадочными породами, параллельной полосчатости и трещиноватости. Характер описанной складчатости является следствием наложения двух взаимно перпендикулярных этапов деформации (продольного сжатия). Формирование складчатых форм сопровождалось образованием трещинной (разрывной) тектоники. С трещинными структурами связаны гидротермально-метасоматические изменения пород, образование золоторудных тел и флюидоэксплозивных брекчий. С более поздними деформациями связаны пострудные изменения. На первом этапе деформации, сжатие происходило в ЮВ направлении и, в зависимости от сдвиговой составляющей, трещины скола имели СВ – субширотное простирание, а трещины отрыва – СЗ-субмеридиональное простирание. С этим этапом деформации связано разуплотнение отдельных блоков пород, а воздействие гидротермальных растворов привело к их гидротермально-метасоматическому изменению – серицитизации, хлоритизации и образованию пирита в количестве от долей процента до 3-5 %, редко – до 10-15 %. Пирит кристаллическизернистый кубического и пентагондодекаэдрического габитуса. Размер кристаллов колеблется от 0,01 до 0,1-0,5 мм, редко – 1-2 мм. Второй этап сжатия ЮЗ направления привел к образованию трещин скола СЗ простирания и трещин отрыва СВ и субширотного простирания. Часть трещин отрыва образовалась за счет трещин скола первого этапа деформации или пространственно образовалась вблизи этих тектонических зон. В крутопадающих тектонических зонах СВ и субширотного простирания формировались флюидоэксплозивные брекчии. В открытых трещинах циркулирующими гидротермальными растворами отлагался золоторудный кварц – кварц первой генерации (1). Вблизи трещин происходило гидротермальное изменение окружающих пород (окварцевание, серицитизация, аргиллизация). Ранее образованный пирит частично растворялся и переотлагался, о чем свидетельствуют его корродированные грани и ребра.

Флюидоэксплозивные брекчии имеют рудоконтролирующее значение. Они представляют собой, предположительно, жилообразные крутопадающие тела СВ простирания. Состоят из угловатых или заглаженных обломков, часто представленных андезитами и белым кварцем, а также встречаются включения сложного строения, которые интерпретируются как «брекчия в брекчии» (рис. 2), что свидетельствует о прерывистом процессе формирования пород. Матрикс тонкообломочный. Золоторудный или потенциально золоторудный кварц

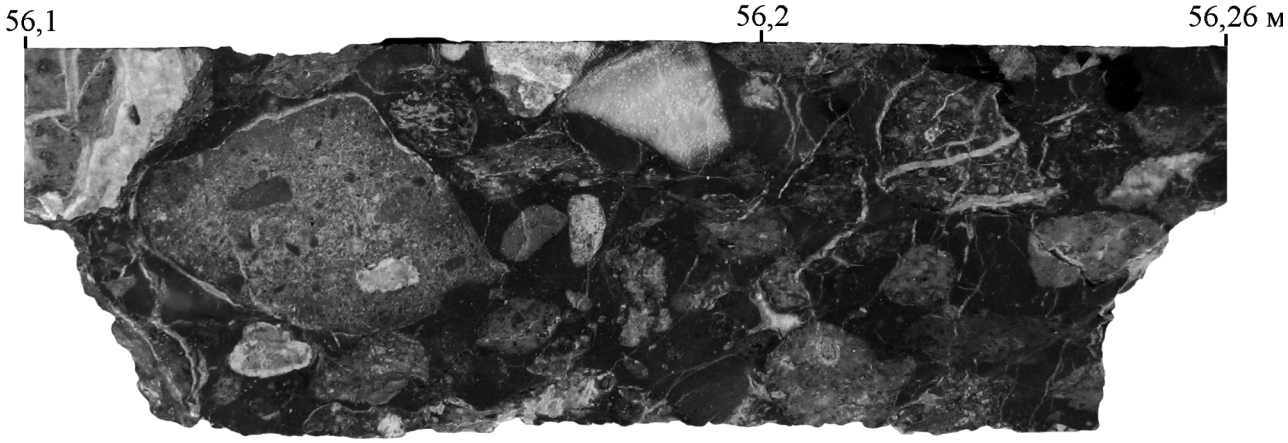

Рис. 2. Эксплозивная брекчия. Керн скважины 165, интервал 56,1-56,26 м.

– это самое раннее жильное образование (кварц I) в проявлении. Он представляет собой тонкозернистый агрегат белого или коричневато-белого цвета, гранобластовой, редко сферической структуры, массивной, пятнистой, тонкополосчатой, редко ячеистой текстуры (рис. 3).

Полосчатая текстура обусловлена чередованием тонких (1–5 мм) полосок, отличающихся друг от друга различными оттенками белой и коричневато-белой окраски. Часто между полосками кварца образованы полости, стенки которых крустифицированы и текстура становится крустификационно-полосчатой (коломорфно-полосчатой). Стенки открытых полостей неровные и часто покрыты шарообразными натёчными формами диаметром от 3–5 мм до 1–2 см, поверхность которых усыпана мелкими (до 1 мм) кристаллами кварца.

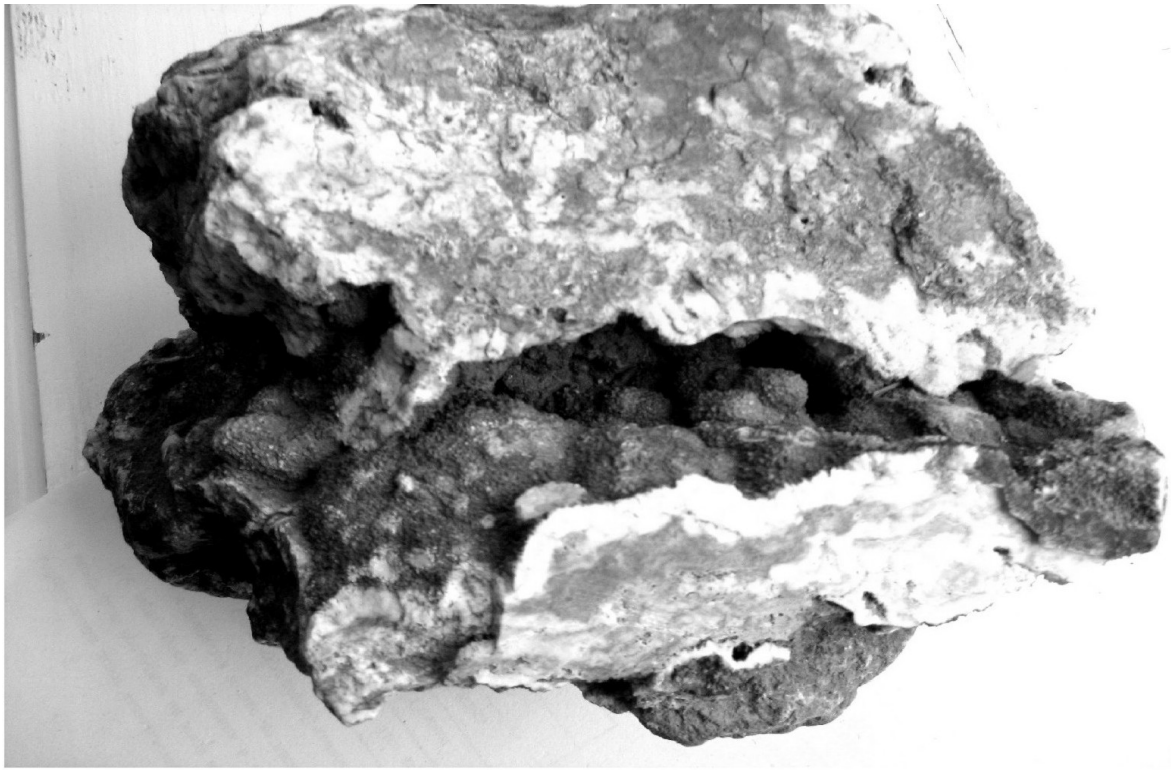

Рис. 3. Кварц золоторудный тонкозернистый, полосчатой текстуры с крустифицированными стенками пустот. Образец уменьшен в 1,4 раза. Канава 071, отметка 69,0 м.

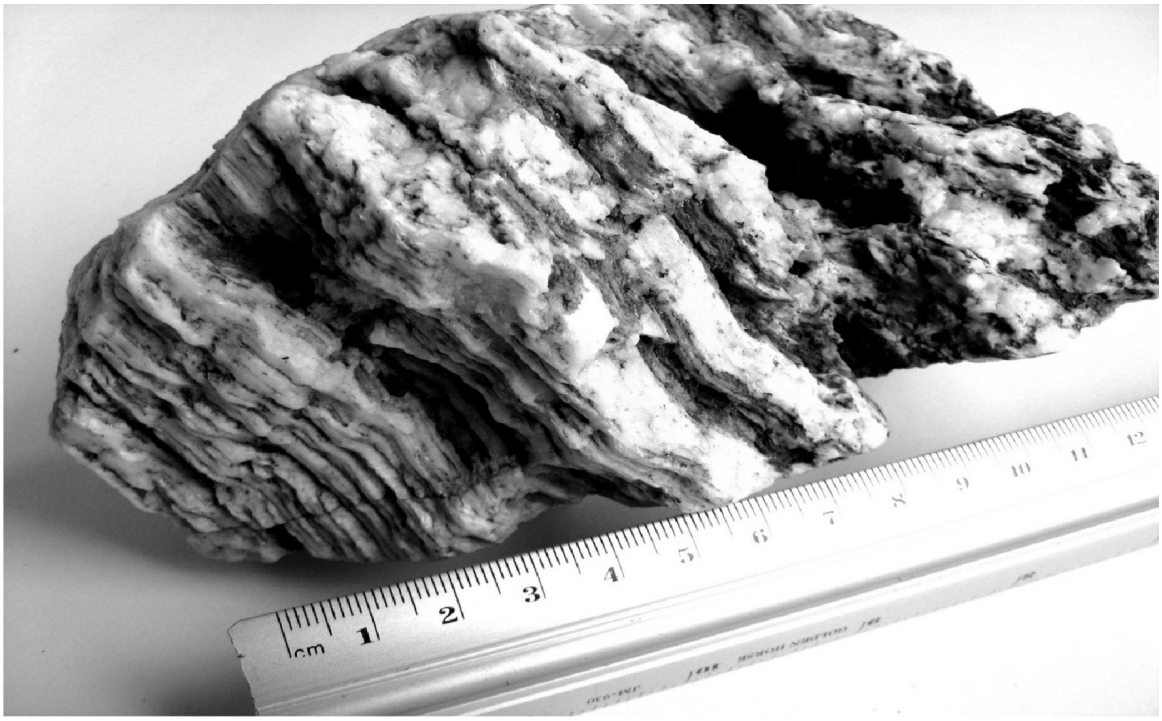

Рис. 4. Кварц крупнокристаллический гребенчатой текстуры. Образец из канавы 058, отметка 478,5 м.

По результатам пробирного анализа содержание золота в кварце I от 0,1 до 181,0 г/т. Кварц I содержит рудные минералы: золото самородное, амальгамы серебра, теллуриды золота и серебра. (Акимов и др., 2010). Кварцевые жилы часто сложной морфологии и могут располагаться в любой части рудных тел.

В последующие этапы деформации открытые трещины последовательно заполнялись

Рис. 5. Кварц золоторудный тонкозернистый (1) с прожилками крупнокристаллического гребенчатого кварца (2). Образец увеличен в 1,4 раза. Канава 071, отметка 68,5 м.

кварцем второй генерации (II), баритом с сульфидами, кальцитом и доломитом, а вмещающие породы подвергались карбонатизации.

Кварц второй генерации (II) – это гранобластовый разнозернистый агрегат белого цвета, часто грубозернистой (1-2 мм) структуры, массивной или гребенчатой текстуры. В последнем случае агрегаты кварца слагают взаимно параллельные гребни, ориентированные вкрест простирания прожилка (жилы) (Рис. 4). Этот кварц имеет ограниченное распространение, образует самостоятельные прожилки (жилы) мощностью от долей миллиметра до 0,5 м, содержание золота в нем не превышает 0,1 г/т, сульфиды отсутствуют и имеет явные признаки наложения на золоторудный кварц I (Рис. 5). Мощные жилы крутопадающие, их простирание СЗ, СВ или субширотное, протяженность от первых метров до 100-150 м.

Кальцитовые и доломит-кальцитовые прожилки встречаются часто, с глубиной их количество закономерно увеличивается. Они полнокристаллической структуры, белого и розовато-белого цвета, мощностью от первых миллиметров до 5 см, без сульфидной минерализации. По отношению к кварцу первой и второй генерации это более поздние образования и золоторудная минерализация в них отсутствует.

Баритовые и кварц-баритовые жилы с медной зеленью и с наложенным более поздним кальцитом, выявлены в ЮВ части проявления. Содержание золота в кварц-баритовой породе составляет 0,02 г/т, серебра – 15,0 г/т.

В результате длительного и многоэтапного гидротермального процесса сформировались жильные породы, а вмещающие – подверглись интенсивному изменению (серицитизации, хлоритизации, окварцеванию, аргиллизации, пиритизации) вплоть до образования метасоматитов. Метасоматиты занимают около 10 % площади проявления. Залегают они в виде линейных крутопадающих зон СВ или субширотного простирания, а в западной и СЗ части проявления имеют площадное развитие. Состав метасоматитов кварц-серицитовый, серицит-хлоритовый, кварц-хлорит-серицитовый, серицит-хлорит-доломит-кальцитовый, кварц-хлорит-кальцитовый, кварц-серицит-аргиллизитовый редко с хлоритом. Гидротермально-метасоматические породы часто вмещают золоторудные тела.

Гидротермально-метасоматические образования можно объединить в один общий гидротермальный этап, в рамках которого выделяются следующие стадии минералообразования: I – пиритовая (пирит I, серицит I, хлорит), II – золото-кварцевая (кварц I, серицит II, пирит II, каолин), III – кварцевая (кварц II), IV – кварц-баритовая с сульфидами (барит, кварц III, халькопирит, галенит, сфалерит), V – карбонатная (доломит, кальцит). Местоположение кварцевой и кварц-баритовой стадий условное, так как достоверно не установлены взаимоотношения между минералами этих стадий.

Прямые признаки золоторудной минерализации (пункты минерализации с содержанием золота 0,1 г/т и более) распространены по всей площади (2,7 км^2) проявления.

Золоторудные пересечения часто не имеют видимых геологических границ и переход от промышленных руд к пустым породам постепенный, поэтому оконтуривание рудных сечений произведено по результатам анализов непрерывно отобранных бороздовых проб из канав и керновых проб из керна скважин по бортовому содержанию золота 0,4 г/т. Рудные пересечения увязаны в 24 рудных тела, каждое из которых представляет собой маломощную, но протяженную залежь жилообразной или лентообразной формы, состоящую из золоторудных кварцевых жил и измененных вмещающих пород вплоть до метасоматитов. Кварцевые тела (кварц I) залегают в виде разобщенных между собой жил и гнезд или образуют совокупность сближенных субпараллельных жил и прожилков. Редко встречаются кварцевые моножилы мощностью от 10-20 см до 1,4 м, и различно ориентированные прожилки кварца, мощностью от долей миллиметра до 1-3 см, слагающие линейные штоквер-

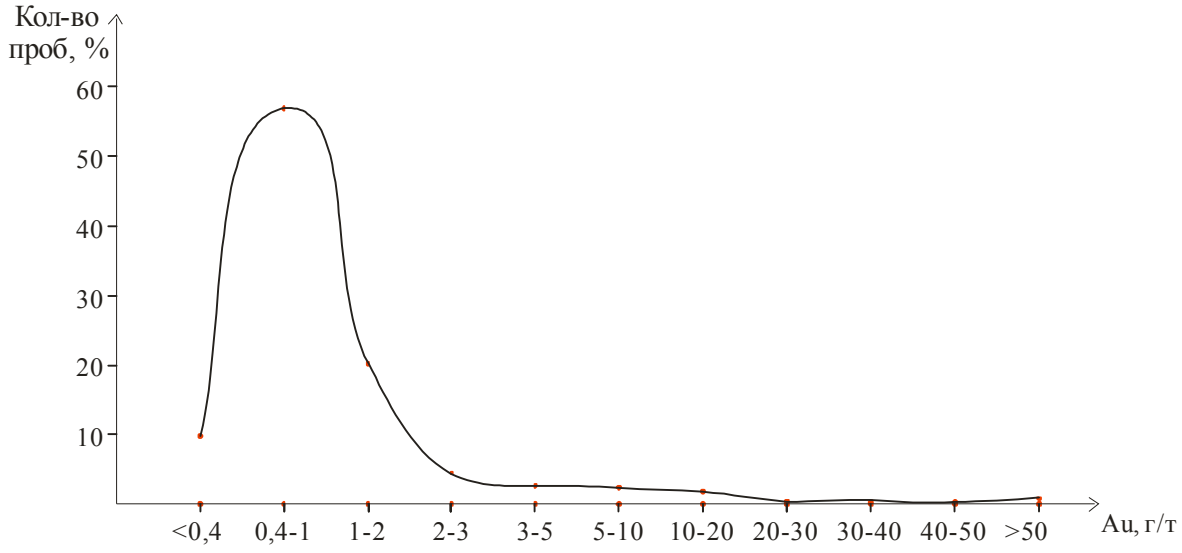

Рис. 6. Гистограмма распределения золота проявления Курьинское (377 проб).

ки, а также отмечаются измененные породы без видимых кварцевых прожилков, но с золоторудной минерализацией.

Протяженность рудных тел от70 до 1200 м, средняя мощность от 0,6 до 6,6 м, среднее содержание золота от 0,55 до 5,52 г/т. В совокупности они слагают рудную зону шириной от 0,6 до 1,1 км, вытянутую в СВ направлении более чем на 2 км. Золоторудные тела равномерно распределены по всей площади проявления (рис. 1).

Химический состав руд изучен на 407 рядовых, 15 групповых и одной технологической пробе отобранной из рудного тела 1.

Большая часть проб (91,3%) характеризуется низким содержанием золота (< 3 г/т), 5,1 % - содержит золота от 3 до 10 г/т и 3,6 % - с содержанием золота 10 г/т и более (рис. 6).

Содержание серебра в рудных пересечениях не превышает 9,55 г/т.

Отношение Au: Ag в рядовых пробах изменяется от 1 : 0,1 до 1 : 20, в рудных пересечениях – от 1 : 0,1 до 1 : 9,1, следовательно имеют место руды собственно золотого и серебряно-золотого промышленного типа золото-серебряной формации (Щепотьев и др., 1989).

Кроме золота и серебра в рудах содержится (%): SiO_2 от 64,23 до 84,06, Al_2O_3 от 7,.65 до 14,61, As от 0,01 до 0,105, Sb от 0,0059 до 0,01, Cu от 0,01 до 0,02, Pb ? 0,01, Zn от 0,01 до 0,076, Se 0,001, Te от 0,001 до 0,006, $S_{сульф.}$? 3,08, Hg 0,0001–0,0002, $C_{орг.}$ < 0,01. Из перечисленных элементов видно, что в рудах ничтожно мало содержание цветных металлов и вредных компонентов (As, Sb, $C_{орг.}$), а по количеству сульфидов первичные руды относятся к убогосульфидным и малосульфидным. Руды с высоким содержанием SiO_2 (> 60%) и с низкими содержаниями Al_2O_3 (< 13%), As (< 0,8%) и Sb (< 0,3%) могут использоваться в качестве флюса на металлургических заводах.

Поверхностному гипергенезу подвергнуты породы и рудная минерализация повсеместно с образованием структурной коры выветривания. Сами изменения выражаются в интенсивной трещиноватости, дезинтеграции пород, превращении некоторых минералов в глинистое состояние, в окислении сульфидов и в выщелачивании некоторых минералов с образованием пористости. Некоторые породы теряют до 20–30% объёмной массы. Глубина развития коры выветривания колеблется от 5–10 до 30–40 м.

Для определения группы сложности геологического строения Курьинского проявления использованы количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения, которые характеризуются высоким показателем изменчивости мощности (Vm =

140%), весьма неравномерным распределением золота в рудных пересечениях (Vc = 152%) и высоким показателем сложности 0,5. По совокупности всей геологической информации Курьинское проявление относится к 3-й группе сложности геологического строения (Методические …, 2007).

Генетический тип проявления – эпитермальное, связанное с субвулканическими телами; формационный тип – золото-серебряный, минеральный тип – золотой, промышленный тип – собственно золотой. Прогнозные ресурсы золота категории P_1, апробированные ЦНИГРИ в 2009 г., составляют 10,1 т при среднем содержании 2,52 г/т.

Литература

Акимов Г.Ю., Тимкин В.И., Крылова Т.Л. Условия локализации и вещественный состав эпитермальных рудопроявлений золота Новофирсовского рудного узла (Алтайский край) // Материалы международной конференции « Большой Алтай – уникальная редкометалльно-золото-полиметаллическая провинция Центральной Азии». Алматы - Усть-Каменогорск, 2010. С. 54-55.

Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Золото рудное. Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых (ФГУ ГКЗ). М., ГКЗ, 2007. 48 с.

Щепотьев Ю.М., Вартанян С.С., Орешин В.Ю. и др. Золоторудные месторождения островных дуг Тихого океана. М.: ЦНИГРИ, 1989. 244 с.

-