

УДК 553.411.071: 553.064.32

НОВЫЙ ТИП ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ ТЫРНЫАУЗСКОГО РУДНОГО УЗЛА (КАБАРДИНО-БАЛКАРСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

© 2017 г. С. Г. Парада^{1,*}, Ю. В. Попов², В. В. Столяров¹

Представлено академиком РАН Г.Г. Матишовым 09.11.2015 г.

Поступило 09.06.2015 г.

Самородное Au Северного фланга Тырнаузского рудного узла связано с пироксен-гранатовой ассоциацией скарнов и представлено отдельными идиоморфными вростками в породообразующих минералах скарнов и ксеноморфными относительно изометричными зёрнами в интерстициях. Золотое оруденение можно отнести к Au-скарновому геолого-промышленному типу с рудами убогосульфидной формации и геохимической Au–Bi–Te-специализацией.

DOI: 10.7868/S0869565217310140

На Северном Кавказе в последние годы активно проводят геологоразведочные работы по выявлению нетрадиционных для региона золоторудных месторождений. В результате поисковых работ ООО “Каббалкгеология” открыло и в настоящее время оценивает несколько рудопроявлений Au в северной части Тырнаузского рудного узла. Наиболее перспективные из них расположены к северо-западу от крупнейшего Mo–W-месторождения Тырнауз и приурочены к скарнам Зыгыркольской тектонической зоны. Апробированные прогнозные ресурсы Au по категориям $P_1 + P_2$ составляют >50 т, что соответствует крупному месторождению. Данные спектральных анализов бороздовых и керновых проб по золотоносным интервалам свидетельствуют об отсутствии в них промышленно значимых концентраций Ag и цветных металлов. Таким образом, Au – единственный полезный компонент скарновых руд Зыгыркольской зоны.

Данное исследование посвящено обсуждению первых результатов геолого-структурных и минералого-геохимических исследований золотого оруденения в скарнах Тырнаузского рудного узла в рамках фундаментальной проблемы выявления новых типов руд крупных и сверхкрупных месторождений.

Зыгыркольская рудоносная зона простирается в северо-западном направлении более, чем на 2 км, при ширине 200–500 м и включает альпийские дайки лейкократовых и аплитовидных гранитов. Она выделяется областью геохимических аномалий Au

и других рудообразующих элементов во вторичных ореолах рассеяния [1, 2]. Наибольшей интенсивностью обладают аномалии Au (до 8,0 г/т). Они изометричной формы, расположены цепочкой вдоль её осевой части и связаны с телами золотоносных скарнов (Нижнего, Среднего, Верхнего, Перевального). Металлогеническая специализация на Au этих скарнов определяется положением их в промежуточной зоне альпийской Тырнаузской рудно-магматической системы, в тыловой зоне которой развиты скарновые Mo–W-руды собственно Тырнаузского месторождения, а во фронтальной зоне – кварцевожильные и брекчиевые Pb-, Sb-руды Малотырнаузского месторождения.

Золотое оруденение Зыгыркольской зоны локализуется в пироксен-гранатовых, пироксеновых, гранатовых скарнах. Наиболее распространены пироксен-гранатовые скарны. Они преобладают над другими типами и участвуют в строении всех четырёх скарновых тел. Как установлено при изучении керна скважин и горных выработок, а также по реликтовым минералам в шлифах, эти скарны образовались в основном за счёт роговиков, реже – за счёт роговикованных андезитов и туфов среднедевонского вулканогенного комплекса. Существенно пироксеновые скарны распространены ограничено и отмечены в основном в составе Верхнего, Перевального скарновых тел. Скарны сформировались за счёт биотитовых роговиков и мраморов верхнепалеозойского карбонатного комплекса.

Для Зыгыркольской зоны, в отличие от остальной части Тырнаузского рудного узла, выделяется стадия дробления и гидротермальной переработки скарновых тел, что привело к формированию красно-бурых гранатовых, крупнокристаллических

¹Институт аридных зон Южного научного центра Российской Академии наук, Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

*E-mail: parada@ssc-ras.ru

Минералы	Ассоциации рудных минералов				
	Магнетитовая	Арсенопирит-пиритовая	Полиметаллическая	Теллуридная	Сульфо-антимонитовая
Магнетит	■				
Гематит	■				
Мушкетовит	■				
Пирит		■			■
Арсенопирит		■			■
Пирротин		■	■		
Халькопирит			■		
Сфалерит			■		
Галенит			■		
Тенантит			■		
Борнит			■		
Тетрадимит				■	
Жозеит				■	
Калаверит				■	
Бурнонит					■
Буланжерит					■
Антимонит					■
Киноварь					■
Алабандин					■
Бергьерит					■
Висмут	■				
самородный	■				
Золото	■				
самородное				■	
Температуры декрепитации, °С	магнетита 490–200	арсенопирита 424–175	сфалерита 275–125		антимонита 125–75

Рис. 1. Последовательность выделения рудных минералов в скарнах Зыгыркольской зоны.

геденбергитовых с ильваитом и эпидотовых апоскарновых метасоматитов. Перечисленные образования в указанной последовательности в северо-западном направлении отражают зональность ранних гидротермально-метасоматических процессов. Более поздние минералы гипогенного преобразования скарнов – хлорит, кальцит, кварц, стилипномелан.

Скарны содержат рассеянную вкрапленность разнообразных рудных минералов в количестве от единичных вкрапленников до 1–2%, что можно считать “фоновой” рудной минерализацией. Вместе с “фоновой” отмечены скопления относительно крупных гнёзд и жил густо-вкрапленной и массивной рудной минерализации. Тогда содержания рудных минералов в локальных участках скарнов составляют 5–15%.

На основании изучения возрастных соотношений, парагенетических ассоциаций и пространственного распределения рудных минералов выделены 4 стадии их образования, соответствующие четырем ассоциациям (рис. 1).

Выполненные ранее определения температур декрепитации рудных и породообразующих минералов скарнов [3] позволяют оценить температурные условия образования выделенных ассоциаций. Эти данные показывают, что температуры формирования магнетита (490–380) близки температурам формирования геденбергита (500–400), шеелита (520–380 °С)

и других минералов заключительной стадии скарнового процесса.

Все сульфидные минералы обнаруживают признаки более позднего по отношению к магнетиту происхождения, так как часто наблюдается их развитие по трещинам в магнетите и заполнение интерстиций в густо вкрапленных и массивных его выделениях. Их формирование связано с постскарновыми гидротермальными процессами на фоне падения температуры рудообразующих растворов, что подтверждается приведёнными выше температурами декрепитации.

Среди сульфидных минералов наиболее ранние пирит, арсенопирит, затем кристаллизовались халькопирит, сфалерит, галенит, блеклые руды. Далее с небольшим перерывом (по минералогическим данным) отлагались теллуриды Vi , Au , Ag .

Заключительная, сульфоантимонитовая, стадия в скарнах проявлена слабо. Наиболее полно она представлена в северной части рудного узла в составе $Pb-Sb$ -, Sb -руд Малотырныаузского месторождения. Здесь широко представлены различные сульфосоли Ag .

Колчеданная, полиметаллическая, теллуридная, сульфоантимонитовая ассоциации рудных минералов отложились после внедрения альпийских даек лейкократовых и аплитовидных гранитов

тырныаузского интрузивного комплекса, о чём свидетельствуют проявления гнездово-вкрапленных сульфидных руд в этих дайках. Пробирные и спектральные анализы таких руд показывают относительно низкие содержания Au и повышенные содержания Ag, цветных металлов, т.е. благороднометалльная минерализация, связанная с сульфидными и теллуридными ассоциациями минералов, является серебряной и золото-серебряной с преобладанием Ag.

Отложение самородного Au происходило неоднократно, что зафиксировано по минераграфическим данным его приуроченностью к различным минеральным ассоциациям. По минералогическим, химико-аналитическим данным и результатам изучения технологической пробы установлено, что основное богатство скарновых руд Зыгыркольской зоны определяется частицами самородного Au мелких классов. При этом микроскопическое Au (< 0,1 мм) составляет ~60, а видимое (0,1–1,0 мм) ~40%. В сульфидах и теллуридах заключено не более 5% Au.

Наиболее распространено самородное Au, выделившееся раньше пирита, арсенопирита и других сульфидов. Оно связано с пироксен-гранатовой ассоциацией скарнов и представлено отдельными идиоморфными вростками в породообразующих минералах скарнов и ксеноморфными, относительно изометричными зёрнами в интерстициях. Отмечены также кристаллические индивиды в форме ромбодекаэдров [4].

Проведённые нами электронно-микроскопические исследования впервые для Северного фланга Тырныаузского рудного узла выявили тесную ассоциацию самородного Au и самородного Vi, которые образуют сростки. При этом последний отлагался несколько позже первого. Об условиях формирования этой ассоциации можно судить по фазовым диаграммам [5], в соответствии с которыми самородный Vi стабилен при 450–275 °С. Значит, и ассоциированное с ним самородное Au отложилось при указанных или несколько более высоких температурах. Если учесть отсутствие в изученных нами Au-скарновых рудах мальдонита (Au₂Vi), который при выше 371 °С разлагается на самородное Au и самородный Vi, температурный интервал формирования выявленной Au–Vi-ассоциации мог составлять 371–450 °С, что соответствует температурам формирования магнетита, шеелита, геденбергита и других минералов заключительной стадии скарнового процесса.

Следующая по времени выделения генерация Au приурочена к теллуридной ассоциации. Как показывают минераграфические данные, основная масса самородного Au в этой ассоциации отложилась раньше образования самих теллуридов, но позже сульфидов полиметаллической ассоциации. Затем небольшая часть Au химически связывалась в составе теллуридов, что фиксируется наличием калаверита в виде каёмок по периферии частиц самородного

Au, а также силванита, петцита, нагиагита. К наиболее позднему Au в этой ассоциации можно отнести его выделения, образующие тончайшую каёмку вокруг мелких (0,03 мм) пластинчатых зёрен нагиагита, сменяющуюся каёмкой петцита, а последняя – снова Au. Возможно, что это Au образуется за счёт частичного разрушения нагиагита и выноса его из этого минерала.

О наличии Au в составе сульфоантимонитовой ассоциации свидетельствуют данные пробирного анализа штучных и бороздовых проб из обогащённых сульфидами участков кварц-антимонитовых жил Малотырныаузского сурьмяного месторождения и его окрестностей. Содержания Au составили от десятых долей до первых г/т; Sb – до 1; Pb до 1; As до 0,5%; Ag до 150 г/т. Таким образом, с сульфоантимонитовой ассоциацией из благородных металлов в большей степени связано Ag.

Множественная корреляция рудных элементов, выполненная нами по результатам кернового опробования золотоносных интервалов в скарнах Зыгыркольской зоны (всего 380 анализов), показала отсутствие сколь-нибудь значимой корреляционной связи Au и Ag, что подтверждает предположение о разных этапах золотой и серебряной минерализаций. Значимый коэффициент корреляции Au имеет только с Vi (+0,4). Это соответствует минералогическим данным о наличии ранней бессульфидной ассоциации самородного Au и самородного Vi. Ag обнаруживает корреляционные связи с Sb (+0,68), Pb (+0,54),

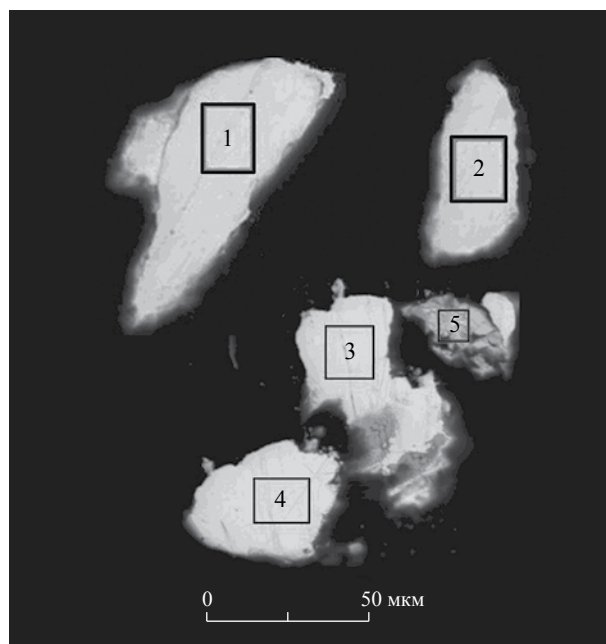


Рис. 2. Частицы самородного Au и самородного Vi в искусственных аншлифах и места расположения точек микроанализа.

Таблица 1. Результаты рентгенофлуоресцентного микроанализа частиц самородного Au и самородного Bi в точках на рис. 2

Спектр	O	Ca	Au	Ag	Te	Bi	Сумма
1			89,97	9,87	0,04	0,12	100
2			89,75	9,58	0,14	0,53	100
3			93,88	5,66	0,15	0,23	100
4			92,93	5,99	0,41	0,67	100
5	23,12	0,64				76,24	100

Zn (+0,42), As (+0,39), что подтверждает связь Ag с сульфидными ассоциациями.

Химический состав самородного Au изучен под электронным микроскопом способом рентгенофлуоресцентного микроанализа в искусственных аншлифах (рис. 2; табл. 1).

Обращает внимание высокая пробность самородного Au и наличие примесей Bi, Te, что свойственно Au-скарновым месторождениям, характеристики которых в [5–8]. Такие руды открыты и разведаны на крупнейшем месторождении Au-скарнового типа Лос-Филос в Южной Мексике с подсчитанными запасами Au 249 т [9].

Таким образом, золотое оруденение, выявленное на Северном фланге Тырнаузского рудного узла, можно отнести к Au-скарновому геолого-промышленному типу с рудами убогосульфидной формации и геохимической Au–Bi–Te-специализацией. Ранее считали, что Au Тырнаузского рудного узла приурочено к скоплениям сульфидных руд и кварцевых жил. Полученные нами данные расширяют перспективы обнаружения золотого оруденения в пределах изученного рудного узла за счёт включения в объекты поисков многочисленных участков скарнов без признаков сульфидных и кварцевожильно-прожилковых минерализаций с возможностью наращивания запасов Au до уровня крупного месторождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Парада С.Г., Столяров В.В.* // ДАН. 2012. Т. 445. № 4. С. 437–440.
2. *Парада С.Г., Столяров В.В.* // Вестн. Южного науч. центра РАН. 2012. Т. 8. № 2. С. 33–41.
3. *Родзянко Н.Г., Нефедов Н.К., Свириденко А.Ф.* Редкометальные скарны Тырнауза. М.: Недра, 1973. 215 с.
4. *Столяров В.В., Парада С.Г.* В кн.: Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России. Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. 31 марта – 2 апреля 2015. Якутск, 2015. С. 468–471.
5. *Некрасов И. Я.* Геохимия, минералогия и генезис золоторудных месторождений. М.: Наука, 1991. 302 с.
6. *Theodore T.G., Orris G.J., Hammarstrom J.M., Bliss J.D.* // US Geol. Surv. Bull. 1991. № 1830. P. 145–152.
7. *Гамянин Г.Н.* Минералого-генетические аспекты золотого оруденения Верхояно-Колымских мезоид. М.: Геос, 2001. 222 с.
8. *Gusev A.I.* // Geograph. Sci. 2013. №11. P. 108–112.
9. <http://ukrmet.dp.ua/2014/04/15/meksika-goldcorp-priostanovila-raboty-na-los-filos.html>