

ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ ТЫКОТЛОВСКОЙ ПЛОЩАДИ

Казымов К. П., Бадьянова И. В., Синкина И. В.

Естественнонаучный институт ПГНИУ, Пермь, Россия (614990, Пермь, ул. Генкеля, 4), e-mail: mineral@psu.ru

Установлено, что Тыкотловское золото-полиметаллическое оруденение приурочено к верхней части покрова эффузивных, метасоматически измененных риолитов средней части тыкотловской толщи. Использован комплекс современных прецизионных методов исследования минерального вещества. Облик золотинок соответствует в большинстве своем рудному и отличается сложной формой и разнообразной микроскульптурой поверхностью. По гранулометрии большинство золотинок относится к классу тонкого металла. Большинство шлиховых проб из аллювиальных, делювиальных, пролювиальных, элювиальных отложений и т.д. имеют весовые содержания золота (от 2,8 до 436,7 мг/м³). Химический состав золота очень разнообразен. Основная часть относится к электруму и лишь небольшое число знаков (5 %) – к серебристому золоту.

Ключевые слова: золото, золото-полиметаллическое оруденение, Приполярный Урал.

GOLD OF TYKOTLOV AREA DEPOSITS

Kazimov K. P., Badyanova I. V., Sinkina I. V.

Natural-Scientific Institute of Perm State National Researching University, Perm, Russia (614990, Perm, Genkel st., 4), e-mail: mineral@psu.ru

It is found that Tykotlovsk gold-polymetallic mineralization is confined to the top of the volcanic cover of metasomatically altered rhyolite of Tykotlov unit. The complex of modern methods of precision mineral investigation is used. The form of gold particles corresponds to usual ore gold. It/ is rather complex and has got varied surface. The most gold particles are classified as thin metal. The majority of pan samples from alluvial, deluvial, proluvial, eluvial sediments has the definit gold content (from 2.8 to 436.7 mg/m³). The chemical composition of gold is very diverse. The main part belongs to electrum and only a small number of grains (5%) is- a silvery gold.

Key words: the Polar Urals, gold, gold-sulphide-quartz formations.

Введение

В период с 2008 по 2010 г. на Тыкотловской площади (Приполярный Урал) в долинах притоков р. Бол. Тыкотлова проводилось изучение золотоносных отложений, с участием сотрудников ПГНИУ. На основании полученного фактического материала и анализа опубликованных и фондовых материалов установлена принадлежность Тыкотловской площади к Западно-Тагильской структурно-фациальной зоне и, соответственно, к Западно-Тагильской ванадиево-титаноносной платино-железо-меднорудной металлогенической зоне [1, 4]. Установлено, что *золото-полиметаллическое оруденение* локализуется среди отложений средней пачки тыкотловской толщи и приурочено к верхней части покрова эффузивных метасоматически измененных риолитов, переслаивающихся с измененными органогенными известняками с фауной кораллов и мшанок вблизи контакта с экструживно-купольной структурой [3, 5].

Минералогические исследования проводились на кафедре минералогии и петрографии Пермского госуниверситета и в лаборатории минералого-петрографических исследований ЕНИ ПГНИУ (Осовецкий Б. М., Казымов К. П., Синкина И. В., Бадьянова И. В.).

Для изучения золотоносности пород Тыкотловского рудопоявления сотрудниками ООО «Геолойн» предоставлены «серые» шлихи и концентраты винтовых аппаратов (38 шт.).

Всего в процессе исследований было обнаружено свыше 4000 знаков золота. Частицы золота сфотографированы на многоцелевом и бинокулярном сканирующем электронном микроскопе.

Шлиховые пробы разделялись в бромформе на тяжелую и легкую фракции. Тяжелая фракция подвергнута магнитной и электромагнитной сепарации с получением соответствующих подфракций – магнитной, электромагнитной и неэлектромагнитной. Неэлектромагнитная подфракция после количественного минералогического анализа отмывалась в чашке с бромформом до ультраконцентрата.

Данный *экспресс-метод выделения весьма мелкого и тонкого золота* из тяжелых фракций, основанный на домывке тяжелой фракции в чашке с бромформом, обеспечивает смыв минералов с плотностью менее 6 г/см^3 и концентрацию минералов с более высокой плотностью. Выделенный таким способом «золотой» ультраконцентрат просматривался под бинокуляром с отбором, диагностикой и описанием зерен золота. Для обеспечения большей надежности домывка проводилась осторожно с оставлением некоторого количества минералов плотностью менее 6 г/см^3 .

Микрондовый анализ минералов выполнен на сканирующем электронном микроскопе JSM 6390LV фирмы «JEOL» с EDS- и WDS- приставками на кафедре минералогии и петрографии Пермского университета (аналитики Б. М. Осовецкий и К. П. Казымов). Режим работы: рабочее напряжение 20 кВ, рабочее расстояние – 10 мм, сила – тока 10 нА.

Электронно-микроскопические исследования морфологии, внутреннего строения и микроскульптуры поверхности золотин также проводились на сканирующем электронном микроскопе JSM 6390LV. Режим работы при фотографировании: рабочее напряжение – 10 кВ, рабочее расстояние – 10 мм.

Золото присутствует почти во всех пробах, отобранных из аллювия, пролювия, делювия и других генетических типов осадочных пород. Наиболее богаты золотом продукты размыва коры выветривания.

Макроописание золота. Макроописание золота проводилось под бинокулярным микроскопом с увеличением 20 раз. Золото в основном золотисто-желтого цвета, иногда с красноватым или беловатым оттенком; довольно часто наблюдаются зерна, полностью или частично покрытые буроватой пленкой гидроксидов железа.

Облик золотин соответствует в большинстве своем рудной природе и представлен агрегатными, кристаллическими, таблитчатыми, уплощенными, дендритовидными,

крючковатыми, «ажурными» формами, иногда сростками нескольких индивидов или сильно искаженными кристаллами.

Поверхность золотин, как правило, неровная, шероховатая, ямчатая, с минеральными включениями (кварц) и многочисленными примазками глинистых минералов, оксидов и гидроксидов железа, заполняющих понижения в рельефе золотин (ямки, поры и т.п.). Окатанность золотин практически отсутствует (0 и в редких случаях 1–3 по шестибальной шкале). Гладкая поверхность золотин соответствует граням кристаллов.

Золото отличается сложной формой и разнообразной микроскульптурой поверхности (рис. 1, 2).

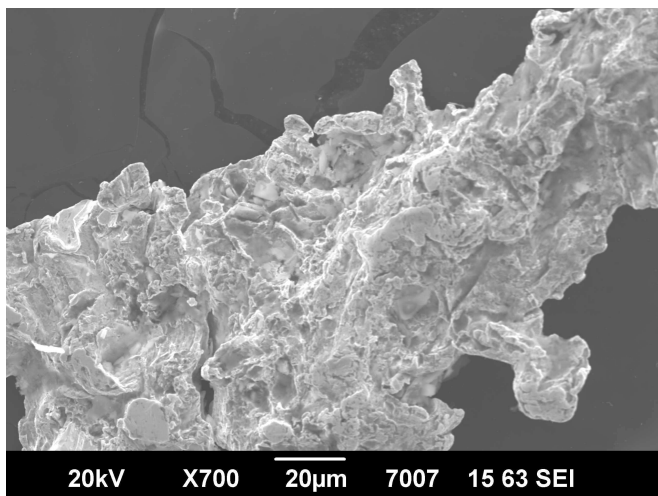


Рис. 1. Знак золота дендритовидной формы блокового строения

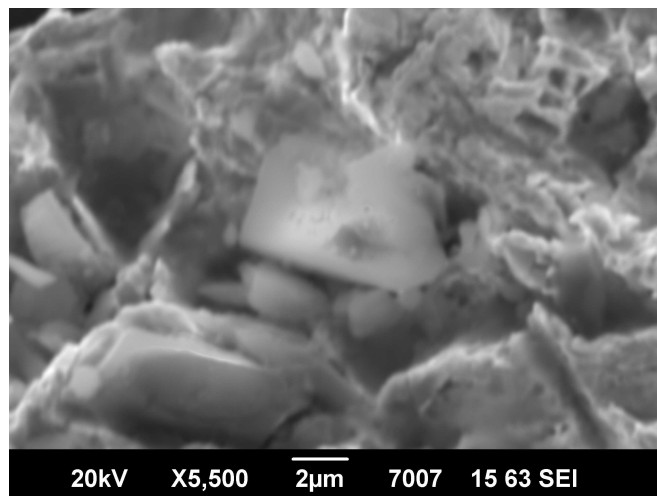


Рис. 2. Фрагмент золотины с кристаллами инородного вещества на её поверхности

Гранулометрия золота. По гранулометрии большинство золотин (более 90 %) относится к классу тонкого металла (менее 0,1 мм). Исключение составляет одна из проб, в которой присутствует много золотин (около 28 %), размером более 0,1 мм. Наиболее крупный знак имеет размер $1,15 \times 0,90$ мм, остальные – от 0,55 до 0,20 мм [2].

Содержание золота. Большинство шлиховых проб (65 %) из аллювиальных, делювиальных, пролювиальных, элювиальных и других отложений имеют весовые содержания золота. Разброс значений содержания золота колеблется в пределах от 2,8 до $436,7 \text{ мг/м}^3$. Повышенные содержания золота приурочены к элювиальным (максимальное содержание до $436,7 \text{ мг/м}^3$), делювиальным (до $119,4 \text{ мг/м}^3$) и делювиально-солифлюкционным отложениям (до $102,0 \text{ мг/м}^3$).

Химический состав. Обобщение полученных результатов микрозондового анализа свидетельствует о широких вариациях состава золота. Основная часть зерен благородного металла относится к электруму.

Серебро является одним из двух главных компонентов в составе благородного металла Тыкотловской площади. Распределение значений его содержания полимодальное, что свидетельствует о разном его генезисе (рис. 3). В большинстве зерен содержание серебра колеблется в пределах от 35 до 55 мас. % (63% общего количества). Относительно повышенной пробностью и соответственно более низким средним содержанием серебра (27,84 %) отличается золото в пробе, отобранной из элювиальных отложений (табл. 1).

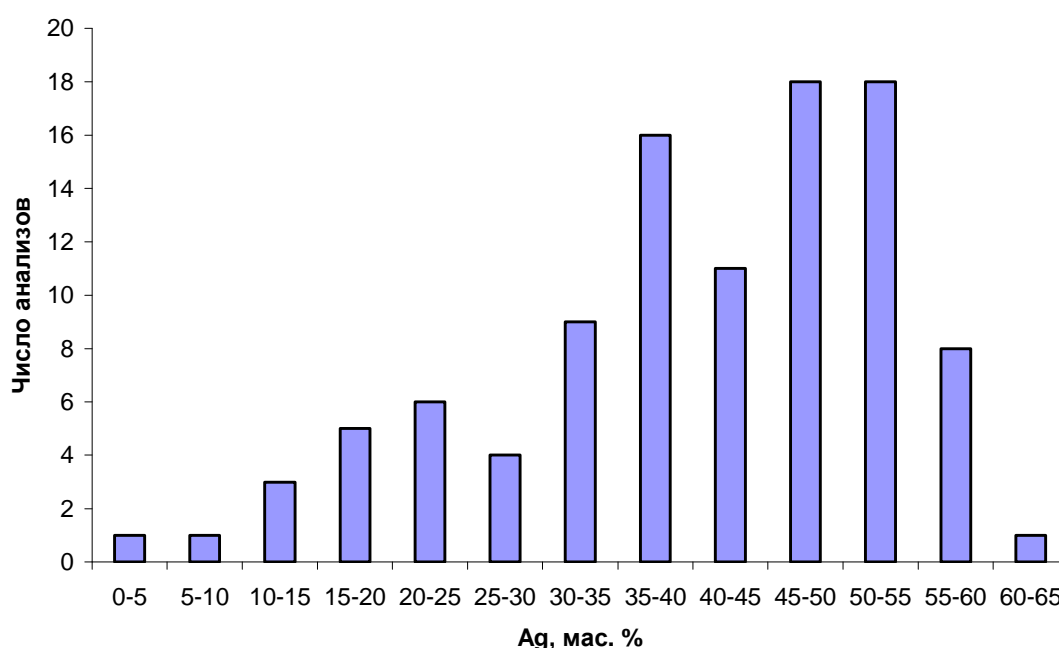


Рис. 3. Гистограмма распределения содержания серебра в золоте Тыкотловской площади

Медь является третьим по распространенности элементом в составе благородного металла Тыкотловской площади. Она присутствует практически в каждом зерне металла. В основном содержание меди не превышает 1 %, однако присутствуют разности с содержанием более 5 % (3 % общего числа зерен). Эти разности отличаются повышенным содержанием ртути, цинка, железа и алюминия. Предполагается, что медь здесь присутствует в поверхностных пленках на зернах, представленных продуктами выветривания сульфидных минералов и другими новообразованиями коры выветривания

Таблица 1

Химический состав золота Тыкотловской площади, мас. %

№№ зерен	Au	Ag	Cu	Hg	Ni	Co	Fe	Zn	As	Sb	Bi	Al	Σ
1	59,13	39,08	0,72	0	0	0,08	0,21	-	0	0	0	0,79	100
3	61,37	37,67	0,29	0	0,14	0	0,12	-	0,41	0	0	-	100
4	88,75	10,50	0,23	0	0	0	0	-	0	0	0	0,52	100
5	35,80	60,47	0,46	1,54	0	0	0,35	-	0	0,21	0,53	0,63	100
8	48,59	46,60	0,71	0	0	0	0,15	0,52	0,14	0	-	0,80	97,51
9	49,21	46,95	1,51	0	0	0	0,17	0,81	0	0	-	1,34	100
10	49,77	47,87	0,73	0	0	0	0,15	0,54	0,14	0	-	0,81	100
12	42,71	53,80	0,79	0,68	0	0	0,64	-	0	0	-	1,37	100
13	36,42	57,07	0,67	0,72	0	0	0,60	-	0	0,52	0	0,91	96,92
14	66,12	29,08	0,40	0,49	0	0	0	-	0,16	0	0,56	0,55	97,55
16	67,05	31,02	0,71	0	0	0,12	0,13	-	0,16	0	0	0,62	100
17	82,83	16,30	0,31	0	0	0	0,08	-	0	0	0	0,47	100
18	57,35	41,26	0,37	0	0,12	0	0,09	-	0	0	0	0,81	100
19	60,67	37,30	0,68	0	0	0	0,63	-	0	0	0	0,72	100
21	47,75	44,35	1,22	0,37	0	0	0,89	-	0,28	0,55	0	1,37	96,78
22	60,96	38,40	0,12	0	0	0	0	-	0	0	0	0,52	100
23	68,67	30,34	0,31	0	0	0	0,18	-	0	0	0	0,50	100
24	51,28	46,49	0,33	0	0	0,10	0,53	-	0	0,21	0	1,07	100
25	51,10	43,48	1,58	0	0	-	1,38	-	0	-	-	1,53	99,07
26	56,07	41,22	1,02	0	0,09	-	0,84	-	0	-	-	0,74	100
27	82,05	16,63	0,77	0	0	-	0	-	0	-	-	0,55	100
29	54,32	43,57	0,26	0	0	-	0,76	-	0	-	-	1,09	100
30	64,75	34,32	0,15	0	0	-	0,15	-	0	-	-	0,63	100
31	59,33	36,35	1,60	0	0	-	1,23	-	0,34	-	-	1,16	100
32	67,33	31,44	0,63	0	0,11	-	0	-	0	-	-	0,49	100
33	41,60	55,15	0,67	0	0,36	-	0,85	-	0	-	-	1,37	100
34	63,95	34,60	0,42	0	0	-	0,37	-	0	-	-	0,66	100
35	61,71	36,67	1,02	0	0	-	0	-	0	-	-	0,59	100
36	86,97	11,91	0	0	0	0	0,32	-	0	-	0	0,81	100
37	51,26	47,28	0,45	0	0	0	0,17	-	0	-	0	0,84	100
38	51,80	45,87	0,22	0	0	0	0,75	-	0	-	0,40	0,96	100
39	72,63	25,94	0,32	0	0	0	0,29	-	0,15	-	0	0,67	100
40	76,72	21,53	0	0	0	0,08	0,75	-	0,23	-	0	0,69	100
41	58,72	39,89	0,39	0	0	0	0,22	-	0,15	-	0	0,63	100
42	93,24	2,47	1,41	0	0	0	1,89	-	0	-	0	0,99	100
44	73,00	23,68	0,45	0	0	0	1,72	-	0,17	-	0	0,57	100
45	58,83	39,30	0,29	0	0	0	1,01	-	0	-	0	0,57	100
46	63,13	34,31	0,59	0	0	0	1,22	-	0	-	0	0,74	100

Ртуть довольно характерна для металла Тыкотловской площади. Она присутствует в 23 % зерен. Наиболее высокие содержания ртути (свыше 1 %) сопровождаются повышенным содержанием продуктов коры выветривания, что проявляется в увеличении содержания Al, Fe, Zn, Cu, иногда Mg и K. Вероятно, ртуть мигрирует на поверхность частиц благородного металла во время их пребывания в экзогенных условиях.

Постоянно присутствуют в частицах благородного металла *железо* и *алюминий*. Они, несомненно, приурочены к поверхностным пленкам на зернах, которые часто заметны визуально по буровой окраске. Отмечено также, что многие зерна электрума отличаются черным цветом вместо обычного, серебристо-белого с золотисто-желтым оттенком. Черный налет также является новообразованием в экзогенных условиях, покрывающим зерна металла в виде тонкой пленки.

Кроме того, в зернах электрума обнаружены Sb, As, Se, Ni, Co, Bi, Pd.

Самородное золото характеризуется зональным строением. В одних зонах наблюдается повышенное содержание серебра (более 11 %), присутствуют в качестве примесей Zn, Co, Cu. В других зонах серебра меньше (около 5 %), характерно присутствие ртути и меди, а также мышьяка (табл. 2). Судя по химическому составу, золото низкотемпературное.

Таблица 2

Химический состав самородного золота, мас. %

Зона	Au	Ag	Hg	Cu	Zn	Co	As	Сумма
1	88,28	11,66	0	0,49	0,18	0,06	0	100,67
2	91,36	4,88	1,95	1,66	–	0	0,15	100

Как известно, постоянное присутствие золота и серебра в сульфидах может служить основой для прогнозирования и поисков соответствующих типов месторождений благородных металлов.

Особое внимание уделено обнаружению присутствия *золота* в пирите. Всего с этой целью с применением WDS-спектрометра исследовано 5 зерен пирита. В четырех зернах присутствие золота не зафиксировано (ниже предела чувствительности метода). Лишь в одном зерне пирита установлено присутствие золота. При этом превышение полезного сигнала по сравнению с фоном составило 7,5 %. Это может указывать на содержание золота порядка нескольких сотых долей процента.

Выводы

Установлено, что Тыкотловское *золото-полиметаллическое оруденение* приурочено к верхней части покрова эффузивных метасоматически измененных риолитов средней части тыкотловской толщи.

При изучении золотоносности тыкотловской толщи использован комплекс современных прецизионных методов исследования минерального вещества, включающий электронную микроскопию и микронзондовый анализ.

Золото на площади присутствует почти во всех пробах, отобранных из аллювия, пролювия, делювия и других генетических типов осадочных пород. Наиболее богаты золотом продукты размыва коры выветривания на одном из объектов.

Золото соответствует в большинстве своем рудному типу и отличается сложной формой и разнообразной микроскульптурой поверхности. По гранулометрии золотины относятся в основном к классу тонкого металла (менее 0,1 мм). Большинство шлиховых проб из различных генетических типов отложений имеет весовые содержания золота (от 2,8 до 436,7 мг/м³). Химический состав золота очень разнообразен. Выделены четыре типа золота: электрум, серебристое золото, медистое золото, ртутистое золото. Основная часть относится к электруму и лишь небольшое число знаков (5 %) – к серебристому золоту.

Одной из задач будущих исследований является установление золоторудной минерализации в глубинных горизонтах рудопроявления. Микровключения золота могут быть связаны с пиритом или арсенопиритом.

Список литературы

1. Манькова Т. В., Суслов С. Б. Геодинамические обстановки формирования базальтоидов Тыкотловской площади (Приполярный Урал) // Чтения памяти П. Н. Чирвинского. – Пермь, 2011. – Вып. 13. – С. 55–61.
2. Петровская Н. В. Самородное золото. – М.: Наука, 1973. – 347 с.
3. Семёнов И. В. Палеоокеанический спрединговый вулканизм Урала и реконструкция параметров уральского палеозойского океана. – Екатеринбург: УрО РАН, 2000. – 362 с.
4. Соболев И. Д., Автонеен С. В., Белковская Р. П. и др. Тектоническая карта Урала масштаба 1:000000. Объяснительная записка // ПГО «Уралгеология». – Свердловск, 1986. – 168 с.
5. Суслов С. Б., Казымов К. П., Осовецкий Б. М. и др. Особенности рудопроявлений Тыкотловской площади (Приполярный Урал) // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь, 2010. – С. 68–72.

Рецензенты:

Осовецкий Б. М., доктор геолого-минералогических наук, профессор, кафедра минералогии и петрографии ПГНИУ, г. Пермь.

Ибламинов Р. Г., доктор геолого-минералогических наук, зав. кафедрой минералогии и петрографии ПГНИУ, г. Пермь.