

УДК 553. 411. 3:550. 824

Минеральные ассоциации и типоморфные особенности самородного золота зоны гипергенеза Березовского рудного поля

*Дворник Г. П., Баранников А. Г., Узрюмов А. Н., Колбасин Д.И.
Уральская государственная горно-геологическая академия (УГГА)*

Березовское рудное поле, занимающее площадь около 100 км², является эталонным объектом золото-сульфидно-кварцевой формации. В его пределах большинство рудных жил пространственно приурочено к дайковым породам гранитоидного состава пермского возраста. Кварцевые жилы подразделяются [Бородаевский, 1947; Кутюхин, 1948] на две разновозрастные формации: раннюю - высокотемпературную турмалин-шеелит-кварцевую и позднюю - среднетемпературную золото-сульфидно-кварцевую. Вольфрамоносные жилы, распространенные в юго-западной части рудного поля (месторождение Шеелитовый рудник, Шарташское рудопроявление), сопровождаются метасоматитами гумбеитовой формации [Спиридонов и др., 1997]. Золото-сульфидно-кварцевые жилы по характеру их размещения подразделяются на «полосовые» – в дайках гранитоидов и «красичные» – во вмещающих интрузивных и вулканогенно-осадочных породах. Околорудные изменения пород представлены метасоматитами березит-лиственитовой формации. Возрастные соотношения между проявленными процессами березитизации и гумбеитизации установлены [Сазонов, 1997] в южной части рудного поля в пределах Шарташского щебеночного карьера. Здесь зоны березитов секут тела метасоматитов гумбеитовой формации. Рудные минералы в золото-сульфидно-кварцевых жилах представлены пиритом, блеклыми рудами, халькопиритом, галенитом, айкинитом, золотом. Отложение минералов в жилах происходило [Кутюхин, 1948] последовательно в четыре стадии: 1) анкерит-кварцевую, 2) золото-пирит-кварцевую, 3) золото-полиметаллически-кварцевую, 4) карбонатную. Позднее [Самарцев и др., 1973] была выявлена латеральная гипогенная зональность в распределении этих ассоциаций (рис. 1а).

Полевые работы, выполненные в период 1996-2001гг. (в рамках учебно-методической практики студентов-геологов) включали в себя массовое шлиховое опробование минерализованных пород и руд зоны окисления. При этом были охвачены все основные высокопродуктивные участки Березовского рудного поля (рис. 1б). Полученные в результате проведенных исследований данные позволили уточнить площади распространения наиболее продуктивной золото-полиметаллически-кварцевой минеральной ассоциации. По некоторым участкам зоны окисления (Успенская гора, Преображенское месторождение) были изучены [Дворник и др., 1998, 1999] типоморфные

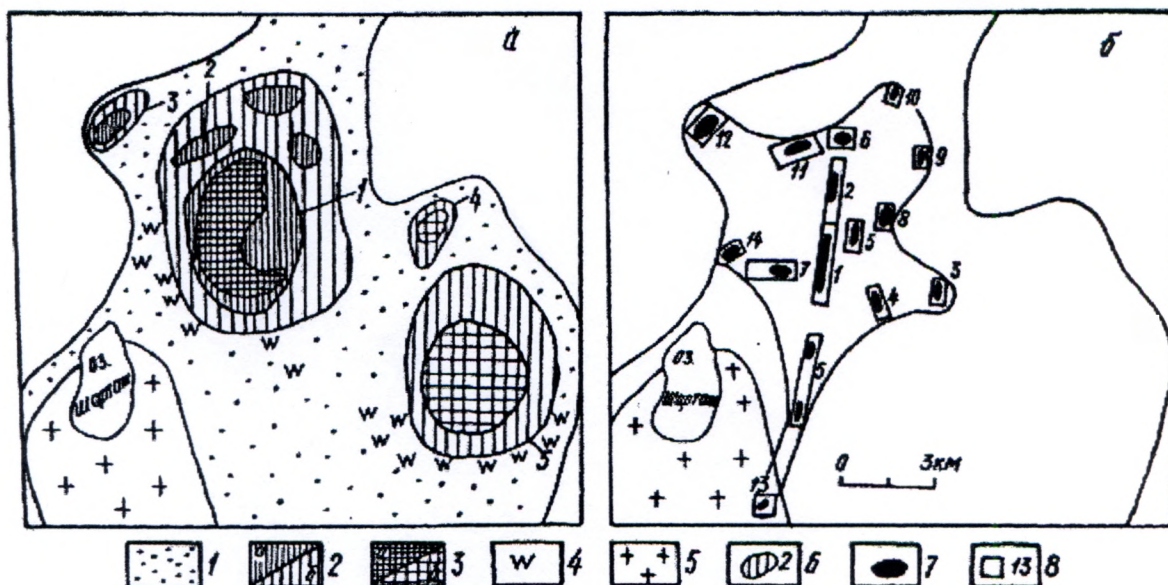


Рис. 1. Зональное распределение продуктивных минеральных ассоциаций Березовского рудного поля по Самарцеву И. Т. и др., 1985(а) с дополнением авторов (б).

1 - анкерит-кварцевая ассоциация; 2 - золото-пирит-кварцевая ассоциация (а – установленная, б - предполагаемая); 3 - золото-полиметаллически-кварцевая ассоциация (а – установленная, б -предполагаемая); 4 - вольфрамовая минерализация; 5 - гранитоиды Шарташского массива; 6 - месторождения и рудопроявления : 1 - Березовское, 2- Преображенское, 3 – Шульгинское, 4 - Пышмогорское, 5 - Становлянское, 7 - золото-полиметаллически-кварцевая ассоциация и возможный контур ее распространения (установлено по данным авторов); 8 - участки шлихового опробования; 1,2 - дайка Первопавловская, (1 - центральная часть, 2 - северная часть), 3 - дайка Ивановская, 4 - дайка Соймановская, 5 - дайка Андреевская, 6 - рудник Первоначальный, 7 - рудник Шеелитовый, 8 - участок Успенская гора, 9 - участок Золотая гора, 10 - Кремлевское месторождение, 11 -Преображенское месторождение. 12 - Шульгинское месторождение, 13 - жила Шарташская, 14 - дайка Калиновская, 15 - дайки Первопавловская, Второпавловская (южная часть).

особенности самородного золота. На основе обобщения материалов по структурно-разведочным скважинам разных лет (более 60 скважин), пробуренных на площади Березовского рудника, составлена схема распространения кор выветривания [Баранников и др., 2000]. Общая мощность площадных кор выветривания в пределах рудного поля колеблется от первых метров до 60 м. (в среднем 20 м). При этом зона дезинтеграции в среднем составляет 7 м. (от 0,5-1,0 до 27 м), зона выщелачивания – 8,5 м (от 0,5 - 1,0 до 40 м) и глинистых продуктов – 5,0м (от 1,0-2,0 до 21,5 м). Геохимический тип коры выветривания – сиалитный, минеральные подтипы (в зависимости от состава пород субстрата) – каолинитовый, гидрослюдисто-каолинитовый, нонtronитовый. Окисленные руды отчетливо обособлены в геологическом разрезе и представляют технологический тип, промышленное освоение которого возможно с использованием современных методик кучного и чанового выщелачивания.

На изученных участках Березовского рудного поля шлиховые пробы отбирались из отвалов старых выработок, кор выветривания, элювиально-делювиальных образований. Объем шлиховых проб варьировал от 3 дм³ до 51дм³. Минералогический анализ шлихов проведен инженерами-минералогами Л. Н. Угрюмовой и С. В. Акуловой. Пересчет процентного количества минералов во фракциях шлихов в их содержание в г/м³ выполнялся на ПЭВМ по специальной программе «MNA». Минеральный состав тяжелой

фракции шлихов из зоны гипергенеза Березовского рудного поля (табл. 1) приведен в порядке уменьшения величины константы гипергенной устойчивости минералов [Шило, 1981]. Постоянно присутствуют в шлихах рудные минералы продуктивных ассоциаций – золото, пирит, галенит, блеклые руды, халькопирит, а также вторичные минералы свинца и меди – церуссит, англезит, крокоит, пироморфит, малахит, азурит. Рудная эндогенная зональность на Березовском месторождении была обоснована в 70-е годы [Самарцев и др., 1973]. Согласно этим авторам поздняя высокопродуктивная золото-полиметаллически-кварцевая минеральная ассоциация распространена в центральной части Березовского рудного поля преимущественно в полосе развития даек Первопавловской и Второпавловской (рис. 1а). По нашим данным отмеченная ассоциация в пределах рудного поля имеет более широкое площадное распространение. Так, достаточно интенсивно она проявилась в отдельных участках на северном (Первоначальный рудник, Преображенское месторождение), восточном (дайки Андреевская, Соймановская), а также южном (жила Шарташская) и западном (Шульгинское месторождение, дайка Калиновская) флангах рудного поля (рис. 1б). Значительно слабее поздняя продуктивная ассоциация развита в северо-восточной части рудного поля (Кремлевское месторождение, участки Золотая гора, Успенская гора), где преимущественно распространена ранняя золото-пирит-кварцевая минеральная ассоциация (табл.1).

Проведено изучение типоморфных особенностей самородного золота из зоны окисления (выборка более 5000 зерен) по всем участкам рудного поля (табл. 2). Для этого по специальной методике [Баранников, 1988] проведен морфометрический анализ, включающий определение размеров золотин (мм) – длины, ширины, толщины, их уплощенности, рассчитанной гидравлической крупности, окатанности в баллах, цвета, характера срастания с другими минералами и пробности. Золото рудного облика представлено индивидами преимущественно кристалломорфных очертаний, реже уплощенных и удлиненных форм. Количество «породистого» золота (в срастании с кварцем, карбонатами, окисленным пиритом, гидроксидами железа) колеблется по участкам от 12 до 32%. Средний размер зерен варьирует от 0,02 до 1 мм при наибольшем распространении классов 0,05-0,25мм, уплощенность золотин изменяется от 1 до 15мм.

На участках преимущественного развития ранней золото-пирит-кварцевой ассоциации в изученных выборках преобладают высокопробные золотины (проба 907 – 965⁰/₁₀₀) изометричной формы, средняя уплощенность их составляет 2,4 – 2,6. На участках проявления поздней золото-полиметаллически-кварцевой ассоциации средняя уплощенность золотин возрастает до 3.0 – 3.4мм., а по составу уже доминирует золото средней пробы (табл.2). Установлена прямая корреляционная зависимость ($R=0.72$, $n=25$) между содержанием рудных минералов поздней продуктивной минеральной ассоциации и процентным количеством золотин уплощенной формы в шлихах из зоны окисления Березовского рудного поля.

Изменчивость пробности самородного золота зоны гипергенеза по данным рентгеноспектрального микроанализа (оператор В.Н. Ослоповских) соответствует вариациям состава золота [Мурзин и др., 1999; Викентьева, 2000] из первичных пирит-кварцевых (Аи I) и полиметаллически-кварцевых (Аи II) руд. Так по данным О.В.Викентьевой пробность самородного золота из лестничных жил минерализованных даек (Елизаветинская, Второпавловская, Соймановская, Ильинская) колеблется в следующих пределах : Аи I – 863 – 984⁰/₁₀₀ ($x=934^0/100$, $n=20$); Аи II – 729 – 905⁰/₁₀₀ ($x=832^0/100$, $n=40$).

Средний минеральный состав тяжелой фракции шлихов (г/м³) из зоны гипергенеза Березовского рудного поля

Таблица 1

Минералы	1(5)*	2(6)	3(5)	4(4)	5(2)	6(4)	7(4)	8(6)	9(6)	10(3)	11(7)	12(2)	13(2)	14(2)	15(7)
Золото	1,2	0,2	0,02	зн.	зн.	зн.	зн.	0,65	зн.	зн.	0,03	зн.	зн.	зн.	зн.
Циркон	0,02	0,05	0,02	0,6	1	0,3	0,1	8	5	зн.	0,6	0,7	0,5	ед. зн.	0,1
Гематит	р. зн.	4	0,1	3	57	19	1	88	135	1	25	0,05	р. зн.	10	14
Магнетит	0,1	2	0,4	45	54	59	4	108	44	0,7	88	10	81	2	23
Хромит	-	р. зн.	ед. зн.	-	-	ед. зн.	-	р. зн.	р. зн.	р. зн.	-	-	-	-	0,9
Монацит	р. зн.	ед. зн.	0,1	р. зн.	0,5	1	-	1	1	-	1	ед. зн.	0,5	ед. зн.	ед. зн.
Шеелит	10	р. зн.	-	8	зн.	-	4	-	-	2	-	-	р. зн.	-	-
Ставролит	-	-	-	-	-	ед. зн.	-	р. зн.	-	-	ед. зн.	-	-	-	-
Гранат	ед. зн.	0,2	р. зн.	0,1	2	0,5	0,5	6	0,8	зн.	2	зн.	зн.	ед. зн.	0,6
Пироморфит	1	0,7	0,06	р. зн.	ед. зн.	зн.	р. зн.	ед. зн.	0,05	-	0,6	-	-	133	-
Миметит	0,2	4	р. зн.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ильменит	ед. зн.	0,2	0,02	3	16	3	1	13	37	1	1	0,2	5	ед. зн.	2
Рутил	р. зн.	0,2	0,06	4	р. зн.	0,5	р. зн.	2	0,8	р. зн.	0,5	-	р. зн.	-	0,2
Пирит	20	0,08	0,04	21	63	18	10	1	0,8	1	0,01	0,4	зн.	ед. зн.	17
Турмалин	ед. зн.	р. зн.	0,1	р. зн.	р. зн.	-	0,9	зн.	0,02	9	0,1	зн.	-	ед. зн.	зн.
Церуссит	0,08	-	3	-	0,5	р. зн.	-	-	0,5	р. зн.	-	0,01	344	23	ед. зн.
Эпидот	0,6	7	0,2	12	23	11	3	33	56	9	17	р. зн.	6	24	55
Пироксен	-	-	ед. зн.	ед. зн.	-	р. зн.	-	ед. зн.	-	-	-	-	-	ед. зн.	ед. зн.
Ксенотим	ед. зн.	-	ед. зн.	-	-	-	-	ед. зн.	-	-	-	-	-	-	0,1
Гидроксиды железа	107	50	58	70	35	10	37	1	14	9	35	70	7	38	1
Псевдоморфозы лимонита по пириту	3	8	2	10	3	9	49	12	90	56	55	3	0,4	34	1
Гидроксиды марганца	0,2	р. зн.	2	5	-	-	-	-	9	зн.	0,1	ед. зн.	4	-	зн.
Амфибол	0,2	2	0,01	5	5	3	2	9	8	2	13	0,01	4	0,05	16
Сфен	ед. зн.	0,02	р. зн.	зн.	0,2	1	0,05	0,5	0,2	0,07	0,5	-	8	ед. зн.	0,1
Лейкоксен	0,2	0,02	0,1	р. зн.	-	0,1	0,2	р. зн.	0,05	р. зн.	1	2	7	ед. зн.	0,4
Англезит	0,4	-	-	р. зн.	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	ед. зн.
Блеклая руда	0,2	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Галенит	14	ед. зн.	ед. зн.	-	р. зн.	1	-	ед. зн.	0,5	зн.	0,4	-	135	ед. зн.	зн.
Крокоит	-	-	-	-	-	ед. зн.	-	зн.	0,1	-	3	-	-	-	-
Халькопирит	-	-0,5	-	-	-	ед. зн.	р. зн.	ед. зн.	-	-	-	-	-	-	-
Апатит	0,6	-	ед. зн.	0,8	0,5	0,4	0,03	ед. зн.	р. зн.	-	0,1	ед. зн.	21	0,5	0,06
Малахит	зн.	-	-	-	р. зн.	р. зн.	зн.	ед. зн.	0,07	-	р. зн.	ед. зн.	-	-	-
Азурит	ед. зн.	-	-	-	-	-	-	ед. зн.	-	-	-	-	-	-	-

ПРИМЕЧАНИЕ: название месторождений и рудопроявлений (1-15) приведено в таблице 2. В скобках указано число проб. В отдельных пробах установлены: касситерит (зн.), корунд (ед. зн.), пирохлор (зн.), анатаз (ед. зн.), киноварь (ед. зн.), висмутин (ед. зн.), висмутит (ед. зн.), бисмутит (0,1), барит (0,03), ярозит (3,0), флюорит (ед. зн.).

Таблица 2

Параметры распределения самородного золота из зоны гипергенеза
Березовского рудного поля

Параметры месторождения и рудопроявления	Средний размер, мм	Уплотненность	Пробность, ‰
1. Первопавловская дайка (центральная часть)	0,04-0,3(0,09)* n=672	1-13(3.0) n=672	777-951(894) n=6
2. Первопавловская дайка (северная часть)	0,04-0,4(0.10) n=248	1-8(2.7) n=248	812-945(882) n=5
3. Ивановская дайка	0.04-0.3(0.09) n=122	1-6(2.7) n=122	799-884(841) n=3
4. Соймановская дайка	0.03-0.3(0.1) n=132	1-9(3.1) n=132	841-908(872) n=5
5. Андреевская дайка	0.03-0.3(0.09) n=595	1-10(3.0) n=595	841-922(882) n=2
6. Первоначальный рудник	0.04-0.5(0.16) n=201	1-7(2.9) n=201	847-902(875) n=2
7. Шеелитовый рудник	0.04-0.6(0.18) n=104	1-9(2.9) n=104	856-879(866) n=3
8. Участок «Успенская гора»	0.04-1.0(0.15) n=346	1-7(2.6) n=346	927-955(947) n=4
9. Участок «Золотая гора»	0.04-0.5(0.09) n=373	1-6(2.5) n=373	884-907(892) n=4
10. Кремлевское месторождение	0.04-0.2(0.1) n=219	1-6(2.4) n=219	862-965(927) n=4
11. Преображенское месторождение	0.04-0.5(0.09) n=918	1-14(2.8) n=918	681-913(814) n=6
12. Шульгинское месторождение	0.02-0.2(0.08) n=611	1-10(2.9) n=611	814-864(837) n=5
13. Шарташская жила	0.04-0.4(0.11) n=142	1-8(2.8) n=142	752-940(874) n=6
14. Калиновская дайка	0.02-0.5(0.12) n=541	1-15(3.4) n=541	780-790(785) n=2
15. Дайки Первопавловская, Второпавловская (южная часть)	0.04-0.3(0.12) n=27	1-5(2.7) n=27	786-956(873) n=7

ПРИМЕЧАНИЕ: 1-8 участки Березовского месторождения. В скобках приведено среднее значение параметров; n- количество золотин.

В южной части рудного поля золото-полиметаллическая минерализация обнаружена нами в пределах Шарташского массива гранитоидов во вскрытой горными выработками крупной кварцевой жиле мощностью до 1 м, первое описание которой приведено в работе О.А. Суставова [Суставов, Паршаков, 1998]. В результате наших работ выяснилось, что Шарташская жила по минеральным ассоциациям, морфологическим особенностям самородного золота и его пробности сопоставима с поздней золотопродуктивной минерализацией других участков Березовского рудного поля (табл.1, 2). Поздняя минерализация (пирит, галенит, блеклые руды, золото) установлена также [Спиридонов и др., 1997] в кварцевых жилах на Шарташском шеелитовом рудопроявлении. По этим

авторам пробность самородного золота из сульфидно-кварцевых жил варьирует от 873 до 953⁰/₀₀ ($x=926^0/_{00}$, $n=11$). Все эти данные подтверждают сделанный нами ранее вывод [Угрюмов и др., 1999] о полигенном и полихронном характере золотого оруденения Березовского месторождения. Это обстоятельство необходимо учитывать при оценке золотоносности зоны гипергенеза и повторном ее промышленном освоении.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено:

1. Минеральный состав зоны гипергенеза Березовского рудного поля отражает по наличию первичных и вторичных рудных минералов проявленную в нем латеральную гипогенную зональность.

2. Золото-полиметаллически-кварцевая продуктивная минеральная ассоциация в пределах рудного поля имеет более широкое площадное распространение, чем это представлялось ранее.

3. Самородное золото из ранней пирит-кварцевой и поздней полиметаллически-кварцевой продуктивных ассоциаций отчетливо различаются между собой, как по морфологическим особенностям, так и по химическому составу.

Исследования выполнены при частичной поддержке ФЦП "Интеграция".

Литература

1. Баранников А. Г. К методике выделения шлиховых ореолов на основе морфологического изучения золотин. // ДАН СССР, 1988. Т. 302. с. 651-654.

2. Баранников А. Г., Угрюмов А. Н., Дворник Г. П., Колбасин Д. И. Зона гипергенеза Березовского золоторудного поля. / Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже тысячелетий. Тезисы докладов международного совещания. – Москва – 2000. с. 32 – 33.

3. Бородаевский Н.И., Бородаевская М. Б. Березовское рудное поле. – М.: Металлургиздат, 1947. – 264с.

4. Викентьева О.В. Березовское золоторудное месторождение на Урале: геологическое строение, минералого-геохимические особенности и условия образования. / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук – Москва, 2000 – 26с.

5. Дворник Г. П., Шитцица Т. А. Строение шлиховых ореолов золота и крокоита в рыхлых отложениях участка "Успенская гора" Березовского рудного поля / Техногенез и экология : Информационно-тематический сборник – Екатеринбург – 1998. - с. 172-178.

6. Дворник Г. П., Макарова Т. Н. Типоморфные особенности самородного золота из окисленных руд участка "Преображенская гора" Березовского рудного поля // Материалы Уральской летней минералогической школы – 99 – Екатеринбург, 1999. – с. 306-307.

7. Кутюхин П.И. Условия локализации оруденения в жилах Березовского месторождения. 200 лет золотой промышленности Урала. Свердловск – 1948. – с. 249-275.

8. Мурзин В. В., Семенкин В. А., Сазонов В.Н., Бортников Н. С. Продуктивные минеральные ассоциации и РТХ – условия их формирования в рудах с различными формами золота (на примере некоторых месторождений Урала). / Проблемы геологии и разведки месторождений золота, извлечения благородных металлов из руд и отходов производства : Материалы Международной научно-технической конференции. – Екатеринбург, 1999. – с. 26-27.

9. Сазонов В.Н. Золотопродуктивные метасоматические формации подвижных поясов (геодинамические обстановки и РТХ – параметры образования. Прогностическое значение) – Екатеринбург – 1998. 181 с.

10. Самарцев И. Т., Захваткин В. А., Казимирский В. Ф. и др. О зональности Березовского золоторудного месторождения на Среднем Урале //Геология рудных месторождений. – 1973 - № 1. – с. 110-117.

11. Стиридонов Э. М., Бакшеев И. А., Середкин М. В. и др. Гумбеитовая формация Урала. МГУ, 1997. –97с.

12. Сустанов О. А., Паршаков Е. Н. Крупная кварцевая жила в восточной части Шарташского гранитного массива /Материалы Уральской летней минералогической школы – 98. – Екатеринбург, 1998 – с. 49-51.

13. Угрюмов А. Н., Баранников А. Г., Дворник Г. П., Колбасин Д. И. К вопросу о полигенности и полихронности Березовского золоторудного месторождения //Тезисы докладов IV Международной конференции “Новые идеи в науках о Земле” – Москва – 1999. с. 177.

14. Шило Н. А. Основы учения о россыпях. М.: Наука, 1981 – 383с.