

ЗОЛОТОРУДНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ АШКА (СРЕДНИЙ УРАЛ) КАК ОБЪЕКТ ЧЕРНОСЛАНЦЕВОЙ ФОРМАЦИИ

А. Я. Великанов, В. Н. Сазонов

ВВЕДЕНИЕ

Работа базируется, в основном, на оригинальных данных, полученных авторами при выполне-

нии экспедиционных исследований (2005–2007 гг.), обработке созданной коллекции горных пород и минералов по Ашкинскому месторождению и Даньковскому рудопоявлению с использованием разнообразных методов изучения минерального вещества: микроанализ руд, сопряженных метасоматитов и их эдуктов, термический анализ, а также рентгено-структурный, ICP MS, микрозондовый анализы, термобарическое изучение метасоматитов [17] и др. Естественно, что при этом использованы материалы публикаций, затрагивающих те или иные вопросы геологии, тектоники, геохимии и рудоносности (Au, PGE) [6, 12] Ашкинской рудной зоны и сопредельных площадей, а также данные по эксплуатации Ашкинского месторождения и поискам на золото в его районе [8, 9].

Ашкинское месторождение расположено на западном склоне Среднего Урала, в пределах одноименной шовной зоны, субпараллельной зоне Главного коллизийного шва Урала (рис. 1). По данным работы [6], оно относится к *сухоложскому* типу. Золоторудное месторождение Сухой лог (Ленская золоторудная провинция), главный объект этого типа, является золотым колоссом, его золотые запасы составляют 3000 т [3, 4, 10, 11, 14 и др.]. Последним обстоятельством, а также тем, что по многим параметрам (это будет показано ниже) геологического, геохимического, метаморфогенно-метасоматического плана Ашкинское месторождение сопоставляется с Сухим логом. Поэтому изучение Ашкинского месторождения (на сегодня одного из перспективных

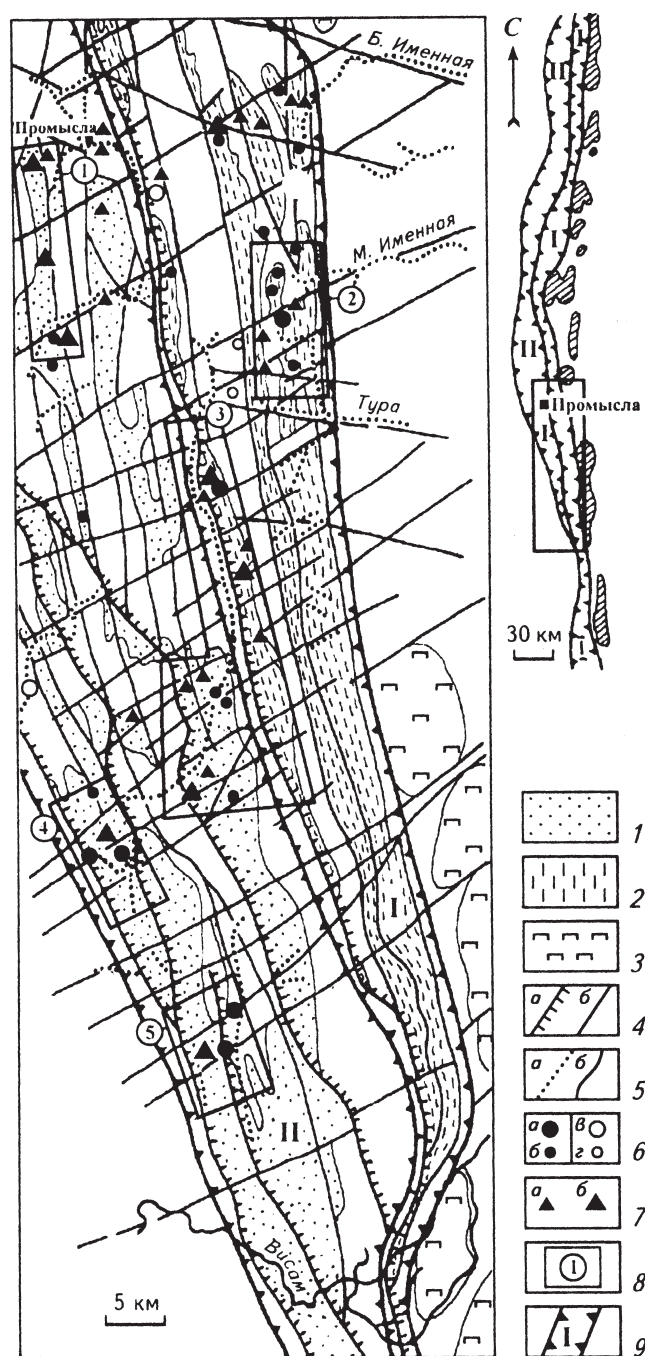


Рис. 1. Геолого-тектоническая позиция Ашкинского золоторудного месторождения, по материалам [6].

1 – метаморфизованные углеродистые терригенные и вулканогенно-терригенные толщи рифейского возраста; 2 – то же, но ордовикского возраста; 3 – массивы Платиноносного пояса (O₃-S₁) и габбро-гранодиоритовой формации (S₁) (на обзорной схеме массивы пояса отмечены штриховкой); 4 – дизъюнктивные нарушения: надвиги (а) и другой кинематики (б); 5 – россыпи золотоносные (а) и платиноносные (б); 6 – месторождения (а) и проявления (б) золота в черных сланцах, месторождения (в) и проявления (г) золота в других породах; 7 – места положения проб с содержанием золота больше 1 г/т (а) и больше 1 г/т (б); 8 – перспективные по золоту (и МПГ) участки: 1 – Ленеvский, 2 – Мало-Именовский, 3 – Кедровский, 4 – Даньковский, 5 – Ашкинское золоторудное поле. Золоторудные зоны: Сурыинско-Промысловская (I), Ашкинская (II), границы зон (9). Белое – комплексы пород без черных сланцев

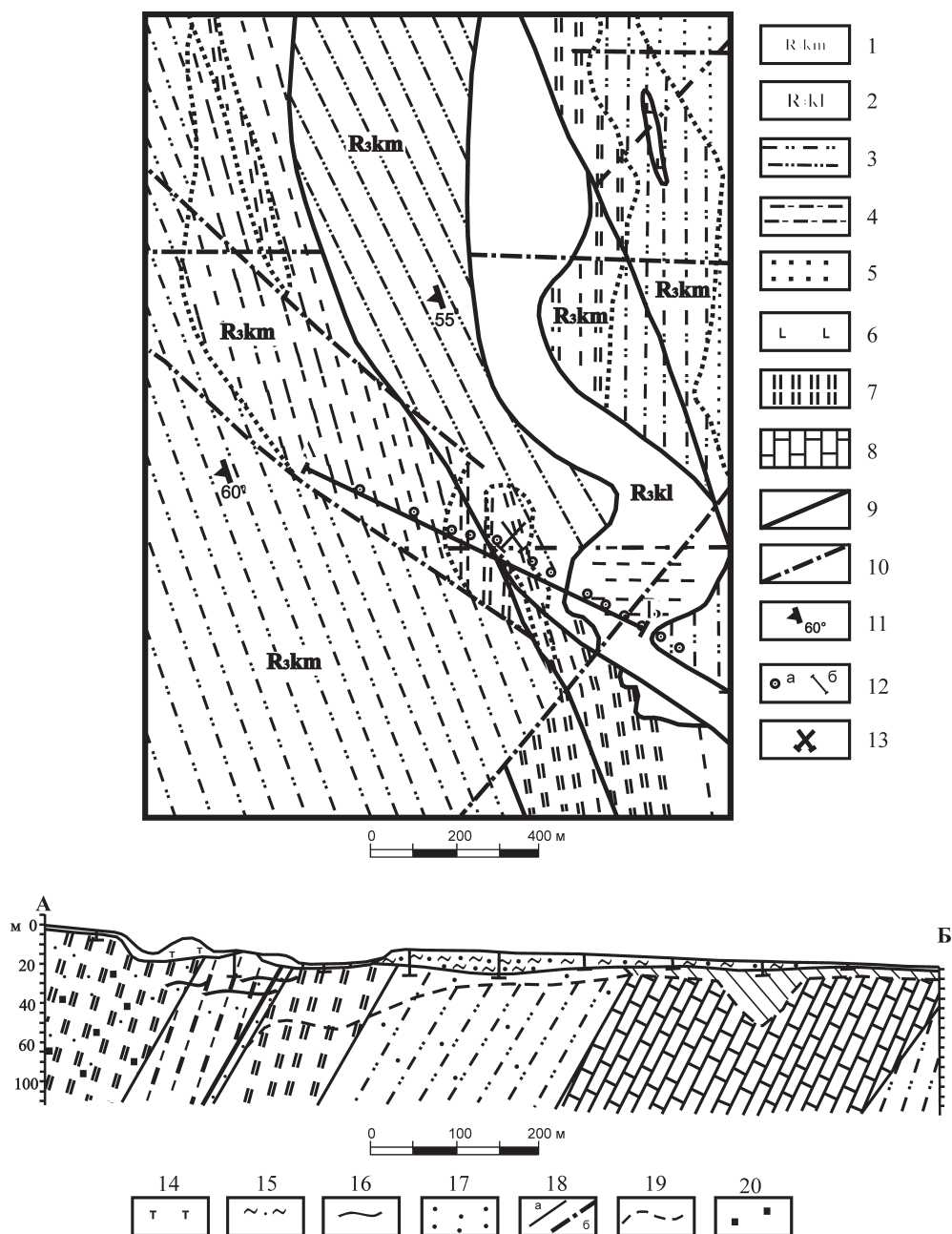


Рис. 2. Схематическая геологическая карта района золоторудного месторождения Ашка и разрез по линии А – Б, по материалам поисковых работ [9].

1–2 – стратифицированные породы кырминской (1) и клыкканской (2) свит (R_3), 3 – хлорит-кварц-серицитовые сланцы, 4 – переслаивание сланцев (3) с углеродистыми кварц-серицит-хлоритовыми, 5 – метапесчаники, 6 – долериты (D_1), 7 – кварц-мусковит-биотитовые сланцы (контактовые ?), 8 – мраморизованные известняки, 9 – разломы, 10 – зоны трещиноватости и дробления, 11 – элементы залегания сланцеватости пород, 12 – колонковые скважины на карте (а) и разрезе (б), 13 – месторождение Ашка; 14–20 – дополнительные условные обозначения к разрезу: 14 – отвалы горных работ, 15 – четвертичные рыхлые образования, 16 – кварцевые жилы, 17 – места развития березитов-лиственитов, 18 – контакты горных пород на разрезе (а) и карте (б), 19 – граница коры выветривания, 20 – места развития пирита.

золоторудных объектов региона) и сопряженных с ним площадей представляется вполне актуальным.

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ниже излагаются данные по геологической позиции Ашкинского месторождения, его возрасту,

околорудным метасоматитам, петро- и геохимии, включая геохимию РЗЭ.

Ашкинское месторождение локализуется в пределах Ашкинской же рудной зоны (рис. 1). Рудное поле месторождения сложено чередованием кварцевых метапесчаников со слюдисто-кварцевыми и кварц-слюдистыми сланцами, в том числе углеро-

Таблица 1. Возраст (К-Аг датирование по серициту) околорудных метасоматитов месторождения Ашка в сопоставлении с таковым некоторых других золоторудных объектов Урала

Месторождения	Возраст (млн. лет)	Порода, из которой выделен серицит	Источник данных
Тамбовское (Гогинский рудно-россыпной район (Южный Урал)	292 ± 4; 287 ± 21; 268; 237	Кварц-серицитовый метасоматит, серицитизированный песчаник	[2]
Сурийско-Промысловская рудная зона (Средний Урал)	276; 230	Березит по черному сланцу	[12]
Ашкинское месторождение	290 240	Серицитизированный черный сланец Березит по черному сланцу	ИГГ УрО РАН, аналитик А.И. Степанов

дистыми апотерригенными сланцами кырминской свиты (R₃kr). С востока образования этой свиты ограничиваются мраморизованными известняками клыкганской свиты (R₃kl) (рис. 2).

В ашкинских сланцах встречены интенсивно измененные ультрабазиты сарановского комплекса (R₃), а также дайки долеритов (D) [6]. На основе интерпретации гравиметровых аномалий в пределах Ашкинского рудного поля Е.И. Ананьевой (2000 г.) выделяются два гранитоидных тела, нескрытых эрозией. Это обстоятельство, а также присутствие в нем (рудном поле) контактовых пород [9], а также метасоматитов березит-лиственитовой и аргиллизитовой формаций дают основание полагать, что Ашкинское месторождение расположено в надинтрузивной зоне гранитоидного массива.

Ашкинские сланцы рассечены Рассохинским сбросо-сдвигом. В пределах последнего проявле-

ны интенсивное тонкое рассланцевание, березитизация-лиственитизация, участками аргиллизация пород. Возраст указанных свит датирован на основе строматолитов и онколитов (см. в [9]).

Что касается возраста золотого оруденения Ашки, то по этой проблеме на сегодня мы располагаем следующими данными. “Первичное” золото в черных сланцах, согласно многочисленным исследованиям [9, 18, 21 и др.]), связано с пиритом и углеродистым веществом. Как показано выше, возраст такого золота верхнерифейский. Затем, в процессе зеленосланцевого метаморфизма (в коллизионный период), происходит формирование “вторичных” коллекторов Au, содержание последнего с первых миллиграммов в тонне поднимается до 70 мг/т и больше [16]. Очевидно, это время характеризуется цифрами 368 млн. лет (данные С.Б. Суслова по Воронковскому рудопроявлению, 1997 г., U-Pb метод по галениту). Затем проявились две стадии околорудного метасоматоза: ранняя (290 млн. лет, см. табл. 1) и поздняя (240 млн. лет). Согласно данным, приведенным в табл. 1, эти стадии проявились регионально.

В пределах Ашкинского месторождения золотоносность проявлена в трех позициях: первая – минерализованные сульфидами и золотом кварцевые жилы; вторая – минерализованные зальбанды кварцевых жил и часть околорудных метасоматитов, примыкающая к жилам; третья – минерализация зон рассланцевания, сопряженная с березитами-лиственитами и аргиллизитами. Минерализация более чем на 95% представлена пиритом. Последний чаще всего встречается в виде кристаллов кубической формы, содержание Au в них достигает 50, чаще всего оно не превышает 15–17 г/т. Величина кристаллов этого минерала колеблется от долей сантиметра до 1–2 см, в отдельных случаях она достигает 5–7 см. Характерная черта ашкинского пирита – высокая мышьяковистость (содержание As в нем достигает 600 г/т (данные А.И. Александрова, 1975 г.). В продуктивных кварцевых жилах, а также в их зальбандах на кубическом пирите, зафиксированы грани пентагондодекаэдра и, в редких случаях, октаэдра. Кроме пирита в ашкинских рудах установлены халькопирит, сфалерит, галенит, блеклая руда и самородное золото. Состав последнего приведен в табл. 2. Фор-

Таблица 2. Химический состав (мас. %) самородного золота из руд (1–3), россыпи (4–6) месторождения Ашка (Ашкинская рудная зона) и березита-лиственита (8) по углеродистому сланцу Хионинского месторождения (Сурийско-Промысловская рудная зона)

Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8
Cu	0.03	0.05	0.10	0.10	0.06	0.03	0.00	0.70
As	–	–	–	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00
Pd	0.00	0.00	0.00	0.07	0.10	0.00	0.00	0.00
Ag	18.76	15.48	1546	12.27	0.85	19.12	17.54	11.34
Te	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.17	–	–
Pt	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
Hg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00
Au	81.21	84.17	84.42	87.47	98.55	80.31	80.45	88.59

Примечание. Пробы 1–6 А.Я. Великанова, 7–8 по [12]; анализы выполнены в Уральской горно-геологической академии на анализаторе MS-46 (Comesa), аналитик В.Н. Ослоповских. Золотинки выделены из: лимонитизированного пирита (1), кварца (2), березитизированного углеродистого сланца (3, 7), золотой россыпи (4–6), березита по углеродистому сланцу (8).

В россыпях Промысловского района (см. рис. 2) установлено самородное золото, по химическому составу очень близкое к таковому Хионинского месторождения (расположено к востоку от месторождения Ашка, в пределах Сурийско-Промысловской рудной зоны, см. рис. 1). В качестве изоморфной примеси в нем установлено только серебро в количестве от 8 до 18 мас. % (данные И.И. Чайковского, 2009 г.). Высокое содержание Hg в россыпном золоте, скорее всего, обусловлено техногенной причиной.

Таблица 3. Химический состав (мас. %) ашкинских черных сланцев (5–8) в сравнении с таковыми других объектов черносланцевой формации (1–4)

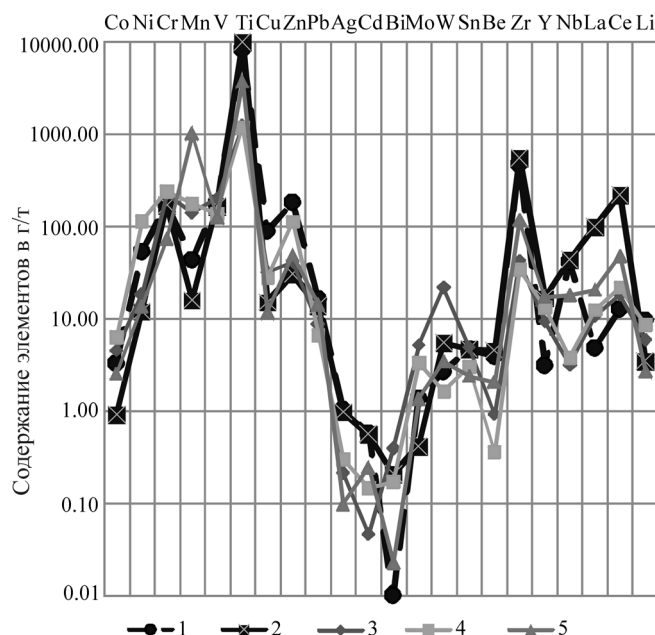
Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	60.01	60.22	63.40	60.62	36.32	42.53	61.28	44.78
TiO ₂	0.94	0.80	0.80	0.67	0.39	1.17	0.64	1.17
Al ₂ O ₃	17.02	16.45	12.82	19.86	3.25	28.11	21.03	30.01
Fe ₂ O ₃	3.55	2.50	8.36	1.18	0.74	—	—	—
Fe ₂ O ₃ *	—	—	—	—	—	13.24	6.94	9.63
FeO	3.13	3.96	0.20	3.65	0.25	—	—	—
MnO	0.08	0.09	0.10	Сл	0.12	—	—	—
MgO	2.35	2.30	3.11	2.58	3.60	0.69	0.94	1.01
CaO	1.14	1.06	3.88	0.75	29.51	0.04	0.06	0.06
Na ₂ O	1.86	1.93	4.44	0.36	0.46	0.77	0.54	0.59
K ₂ O	3.22	3.32	0.94	4.53	0.81	5.36	4.97	6.82
P ₂ O ₅	0.18	0.17	0.38	0.18	0.20	0.15	0.07	0.05
H ₂ O ⁺	4.06	2.76	1.76	5.06	—	—	—	—
C _{орг}	0.95	1.60	0.43	0.67	0.97	0.47	0.15	0.23
S	0.18	1.30	0.14	Сл	0.06	0.03	0.03	0.02
CO ₂	0.81	1.62	0.36	0.34	—	—	—	—
П.п.п.	—	—	—	—	22.96	7.8	3.43	5.7

Примечание. 1–2 – “пустые” (1, среднее из 698 проб) и продуктивные по Au (2, среднее из 573 проб) сланцы [19], 3 – сланцы из степрузской свиты Полярного Урала (R₂ [5]), 4 – сланец из месторождения золота Кварцевая гора [13], 5–6 – углеродистый кремнисто-глинисто-карбонатный сланец Ашкинского месторождения, 7–8 – березитизированный (7) сланец и березит (8) этого же месторождения. Fe₂O₃* – величина оксидного железа, полученная путем пересчета общего Fe. В пробах 4–8 количество S занижено, так как сульфидная составляющая их в значительной мере окислена. Анализы: 5 – по [13], 6–8 – выполнены в ГЕОХИ РАН рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре “AXIOS Advanced”, аналитик Н. Боева.

мы выделения самородного золота – комковидная (в кварцевых жилах и пирите), пластинчатая (в березитах по черным сланцам), “пылевидная” (встречается редко в березитизированных черных сланцах). Величина золотинок колеблется от первых долей мм до 1–2 мм. Наиболее крупные их разности отмечены в окисленном пирите.

В рудном поле Ашки выделены кварцевые жилы трех типов: первый – тонкие (до 3–5 см) жилы и прожилки перекристаллизации, безрудные; второй – жилы согласные со сланцами по простиранию, но полого их рассекающие (это продуктивная по золоту часть жил); третий – секущие сланцы жилы как по простиранию, так и по падению (установлены только в пределах Ашкинского рудного поля).

Петрохимия черных сланцев “безрудных” и “золотопродуктивных” весьма близка (табл. 3, анализы 1–4, 6). В работе [18] показано, что объемные выборки по таким сланцам (698 и 573 пробы соответственно, данные по [19]) значительно отличаются только по содержанию C_{орг} и S. Материалы по Ашкинскому и Кварцевогорскому (расположено в Сурьинско-Промысловской рудной зоне, рис. 1) месторождениям вполне согласуются с этим (см. табл. 3, анализы 1, 2 и 4, 7). Многими исследовате-

**Рис. 3.** Диаграммы распределения примесных химических элементов в черных сланцах месторождения Ашка в сравнении с некоторыми его аналогами.

1–2 – черные сланцы Ашкинского месторождения; 3 – углеродистые сланцы Мраморской зоны (Средний Урал), среднее из 3 проб, по [1]; 4 – то же Иткульской зоны сланцев (Южный Урал), среднее из 3 проб (источник тот же); 5 – то же месторождения Наталка (Магаданская область), среднее из 2 проб (анализы выполнены методом ICP MS в ИГГ УрО РАН, аналитик Д. Киселева).

лями (см. сводку в [7, 21 и др.]) показано, что именно эти два компонента отвечают за золотоносность объектов, локализующихся в черных сланцах.

Из рис. 3 (основа для его построения приведена в подрисуночной подписи) следует, что черные сланцы Ашкинской шовной зоны по содержанию основных элементов-примесей не отличаются от таковых других шовных зон, причем, как включающих золоторудные объекты, так и лишенных их (иллюстрируются данные по уральским и Наталкинской, Магаданская золоторудная провинция, шовным зонам). На всех кривых, представленных на рис. 3, отмечаются резко выраженные положительные аномалии Ni, Cr, Ti, Zr, W, Ce и отрицательные Cd и Be. Положительная Mn аномалия в черных сланцах Наталкинского месторождения резко диссонирует с отрицательными аномалиями этого элемента в сланцах других объектов. Это мы склонны объяснить различной специализацией на Mn черных сланцев различных регионов. Это, в какой-то мере, подтверждается встречаемостью Mn конкреций на вполне определенных площадях океанских акваторий.

Данные, полученные в результате изучения спектров распределения РЗЭ в различных образо-

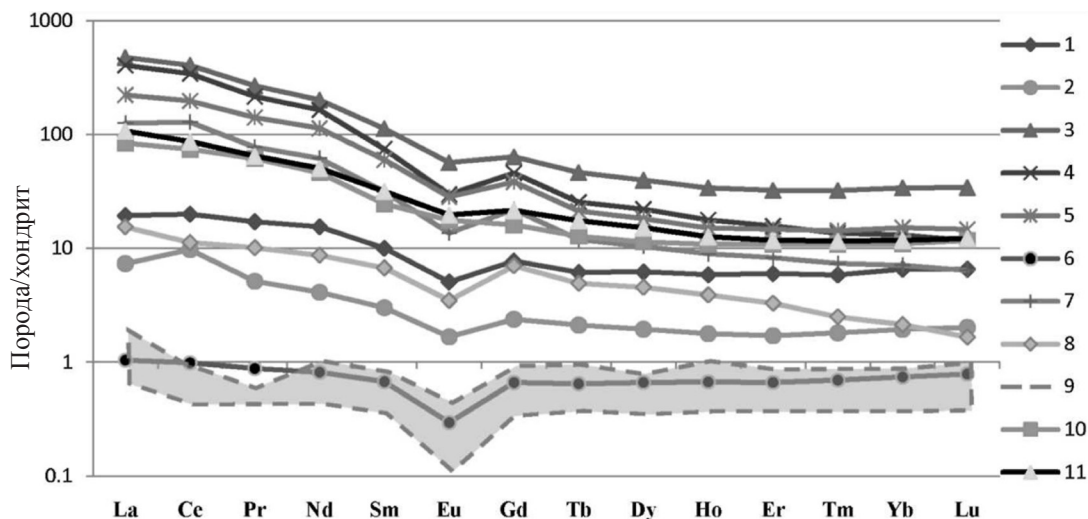


Рис. 4. Спайдер-диаграммы распределения РЗЭ в различных образованиях Ашкинского месторождения в сравнении с некоторыми другими объектами.

1–8 – месторождение Ашка; 9 – граница поля, определяемая многими объектами безрудного жильного кварца, локализуемого в Уфалейском метаморфическом комплексе (Южный Урал) [14]; 10–11 – золоторудное месторождение Наталка (Магаданская золоторудная провинция). 1, 4, 10 – черные сланцы неминерализованные; 11 – то же минерализованные; 2, 6 – рудный (2) и нерудный (6) кварц; 3 – серицит; 5, 7 – кварц-серицит-хлоритовый сланец; 8 – кальцит; 9 – зона распространения спектров безрудного кварца (по [14]). Анализы выполнены методом ISP MS в ИГГ УрО РАН, аналитик Д. Киселева. Содержания лантаноидов нормированы по хондриту [20].

ваниях Ашкинского месторождения, дают основание для следующих выводов (см. рис. 4). Характер распределения РЗЭ и уровень их концентрации в безрудных кварцевых жилах (1-ой и 3-ей генераций) вполне соответствуют таковым аналогичных жил (с особо чистым кварцем) из Уфалейского гнейсово-амфиболитового комплекса [15]. Это и отчетливо выраженная **Eu отрицательная аномалия** (рис. 4, кривая 6) – свидетельство образования тех и других жил в условиях кислой среды и, возможно, близкой концентрации РЗЭ во флюиде или же достижением во всех случаях предельного содержания этих элементов при вполне определенных РТХ-параметрах системы. В рудную стадию гидротермального процесса РЗЭ привносятся [15, 16], что подтверждается данными по ашкинским минерализованным кварцевым жилам (рис. 4, кривая 2). Образовавшиеся в рудную стадию кальцит (рис. 4, кривая 8) и поздний серицит (характерно веерообразное распределение чешуек) концентрируют РЗЭ в большем количестве по сравнению с кварцем. При этом **Eu аномалия** проявляет тенденцию к уменьшению.

Сравнением спектров распределения РЗЭ в черных сланцах некоторых разномасштабных золоторудных объектов получены следующие результаты. Первое – характер кривых распределения РЗЭ в черных сланцах указанных объектов близок; содержание РЗЭ в направлении от легких к тяжелым уменьшается. Второе – различие в содержании лантаноидов в черных сланцах различных месторождений существенно (может достигать 5 раз). При-

чем отчетливо фиксируется, что по мере роста степени метаморфизма сланцев количество РЗЭ в них уменьшается, а величина **Eu аномалии** – **увеличивается**. Третье – величина отрицательной **Eu аномалии** в черных сланцах проявляет тенденцию к уменьшению по мере роста масштабности локализованных в них золоторудных месторождений. Это, мы склонны считать, обусловлено более значительным (по площади и интенсивности) развитием на крупных месторождениях эпигенетического пирита – продукта рудной, щелочной стадии гидротермального процесса. Изложенное по распределению РЗЭ в черных сланцах и продуктах их гидротермально-метасоматической переработки дает основание сделать два имеющих практическое значение вывода: первый – по уровню концентрации РЗЭ в кварцевых жилах последние можно подразделять на “рудные” и “нерудные”, второй – по величине **Eu отрицательной аномалии** золоторудные объекты, локализуемые в черных сланцах, можно качественно оценивать их масштабность.

Таким образом, можно констатировать, что черные сланцы шовных зон различного возраста, разных регионов, в случаях нахождения в них золоторудных объектов или отсутствия, по петрохимии, а также по геохимии примесных элементов, включая РЗЭ, вполне схожи. Различия значительные установлены только для $C_{орг}$ и S – которые ответственны за первичное накопление золота в этих образованиях.

В Ашкинском рудном поле широко представлены литогеохимические ореолы элементов-спутников золота – Ag, As, Bi, W, Mo, Hg и др.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

Ашкинское месторождение локализуется в центральной части шовной зоны с таким же названием. Для нее характерны: длительное развитие в условиях рифтогенной (R_3) и коллизионной ($D_3 - P$) геодинамических обстановок. Она может рассматриваться как мультитипный рифтогенно-коллизионный блок. Рудные тела приурочены к местам сочленения субмеридиональных разломов и их разностей СЗ и СВ простираний, возникших при сдвиговых деформациях, проявившихся в меридиональном направлении. Рудовмещающая толща – черные сланцы ($C_{орг.}$ колеблется в них от 0.1 до 1.6 мас. %, достигая в редких случаях 3 мас. % [6]). При березитизации таких сланцев привносятся в значительном количестве Al и K, а C – выносятся.

На месторождении установлены полихронность и полигенность околорудно измененных пород. Наиболее распространенными являются метасоматиты березит-лиственитовой формации. Ее типоморфные минералы: кварц, серицит мусковитового типа ($2M_1$), карбонат (доломит-анкерит, редко вместе с ним кальцит, иногда магнезит-брейнерит). Подчеркнем, что в условиях сланцеватых блоков пород, при глубине формирования месторождения, не превышающей 2 км, флюид обычно дегазируется, и вместо березитов возникают кварц-серицитовые метасоматиты. Вторая по распространенности формация метасоматитов – аргиллизитовая. Ее типоморфный минеральный парагенезис включает кварц, гидросерицит, глинистые минералы, доломит-анкерит, иногда и кальцит. Восточнее Ашкинской зоны (в Сурынско-Промысловской зоне, на месторождении Кварцевая гора) установлена пропилитизация даек долеритов (см. [13]). Очевидно, она проявлена и Ашкинском месторождении и примыкающих площадях. Основанием для такого предположения является довольно частая встречаемость в искусственных шлиховых пробах метасоматитов этого объекта эпидота и зеленоватого хлорита. Не исключено, что часть кварц-серицитовых пород может относиться к метаморфитам верхов зеленосланцевой формации.

Ашкинское месторождение характеризуется следующими чертами, присущими крупным золоторудным месторождениям Урала [13, 14]: дискретность (выделяются следующие даты накопления золота – в сланцах верхнего рифея (в связи с пиритом и органически углеродистым веществом), в связи с гранитоидами габбро-гранитоидной серии (верхний девон), в связи с коллизионными гранитоидами (C_2-3) и, наконец, с позднеколлизионными гранитоидами (?) (граница перми и триаса), длительность развития (R_3-T); сложное устройство шовных зон – заложение в рифее, трансформация их при коллизии и формирование новых зон в связи с последним процессом; создание промежуточных коллекторов Au в

процессе зеленосланцевого метаморфизма пород, включая черные сланцы; гетерогенность флюида и рудного вещества (доказывается пробностью золота, присутствием в его составе Hg, Pd, иногда меди, присутствием в составе шовной зоны даек долеритов и трансформированных тел ультрабазитов); интегральный характер ореолов элементов-спутников золота и околорудных метасоматитов; установление нескрытых (или слабо вскрытых) массивов гранитоидов; приуроченность оруденения в вертикальной плоскости к интервалу развития внутренней зоны ореола околорудных изменений.

Золотооруденение в крупных месторождениях, сопряженных с березит-лиственитовой формацией, прослеживается на глубину до 1 км, иногда на большую. Это, совместно с надинтрузивным расположением месторождения Ашка, а также развитые в его пределах ореолы Hg, Sb, As и Ag, дают основания для положительной оценки его глубоких горизонтов. Из приведенных данных однозначно вытекает необходимость изучения этого объекта на глубину (на первых порах до горизонта 200–300 м).

На Ашкинском месторождении золотоносность сопряжена с кварцевыми жилами, их минерализованными сульфидами (сильно преобладает пирит) зальбандами, а также примыкающими к ним ореолами березитизированных-лиственитизированных пород. Из трех типов кварцевых жил на Ашкинском месторождении является рудоносным только один – представлен секущими и по простиранию, и по падению разностями. Очевидно, они сформировались как реакция на сдвиговые субмеридионально ориентированные деформации вдоль контактов блоков пород (см. [13, с. 459]).

По доломит-кальцитовому термобарометру для лиственитов Кварцевой горы (расположена в Сурынско-Промысловской рудной зоне, к востоку от Ашки, см. рис. 1) получены РТ-параметры формирования соответственно 0.5 кбар и 337°C. Естественно предположить, что ашкинские березиты-листвениты образовались в подобных физико-химических условиях. При этом глубина развития гидротермальной системы не превышала 2 км. Учитывая, что на Ашкинском месторождении развиты аргиллизиты, глубина формирования которых не превышает 200–250 м, можно говорить о незначительном уровне эрозии, а следовательно, и о перспективности этого объекта на глубину. Благоприятным фактором для такой оценки является расположение последнего в надинтрузивной зоне гранитоидного массива и сопряжение золотооруденения с березитами-лиственитами.

В целом, петрохимия и геохимия примесных элементов и РЗЭ в черных сланцах, в которых развиты золоторудные объекты, в тех их разностях, где таковые отсутствуют, принципиально не отличается, исключая два компонента – $C_{орг.}$ и S, ответственные за первичное накопление золота в этих обра-

зованиях. Распределение РЗЭ в гидротермально-метасоматических продуктах рудной и нерудной (кислотной и щелочной) стадий заметно различается, особенно это касается европия. Щелочной процесс приводит к значительному уменьшению отрицательной аномалии этого элемента. Особенно отчетливо это проявлено на крупнообъемных золоторудных месторождениях, локализующихся в черных сланцах.

Исследования проводились при частичной финансовой поддержке гранта 09-05-12035-офи-м и проекта УрО, СО и ДВО РАН 2004–2011 гг. и государственной темы Г-3 (УГТУ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азовскова О.Б., Коорякова О.В., Чередниченко Н.В. и др. Новые данные по геохимии углеродистых комплексов и вещественному составу органического вещества в западном обрамлении Сысертского блока // Петрогенезис и рудообразование: мат-лы XIV чтений А.Н. Заварийского. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. С. 135–138.
2. Баранников А.Г. Золотоносность Гогинского рудно-россыпного района. Екатеринбург: УГТУ, 2006. 198 с.
3. Буряк В.А. Метаморфогенное рудообразование. М.: Недра, 1981. 256 с.
4. Гончаров В.И., Ворошин С.В., Сидоров В.А. Наталкинское золоторудное месторождение. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2002. 250 с.
5. Гурская Л.И. Платинометальное оруденение черносланцевого типа и критерии его прогнозирования. С.-Пб.: ВСЕГЕИ, 2000. 208 с.
6. Додин Д.А., Золоев К.К., Коротеев В.А. и др. Углеродистые формации – новый крупный источник платиновых металлов XXI века. М.: Геоинформмарк, 2007. 130 с.
7. Жмодик С.М., Миронов А.Г., Жмодик А.С. Золото-концентрирующие системы офиолитовых поясов (на примере Саяно-Байкало-Муйского пояса). Новосибирск: Гео, 2008. 304 с.
8. Золоев К.К., Новиков И.Н. Геологическое изучение и оценка перспектив выявления месторождений благородных металлов (Au, Pt) в углеродистых вулканогенно-терригенных толщах Сурыинско-Промысловской зоны Среднего и Северного Урала. Екатеринбург: УГЭС. 2003. 263 с.
9. Зубарев К.А., Костромин Д.А., Наровский П.Д. и др. Поисковые работы в центральной части Ашкинской рудной зоны в пределах Ашкинско-Даньковской площади (Свердловская область). Екатеринбург: Уралгеолфонд, 2009. 212 с.
10. Константинов М.М., Некрасов Б.А., Сидоров А.А. и др. Золоторудные гиганты России и мира. М.: Научный мир, 2000. 272 с.
11. Крупные и суперкрупные месторождения (закономерности размещения и условия образования). М.: ИГЕМ РАН, 2004. 430 с.
12. Лежнеков М.А. Золотые рудно-россыпные узлы Южной части Сурыинско-Промысловской минералогической зоны: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург: УГТУ, 2006. 237 с.
13. Месторождения золота Урала / В.Н. Сазонов, В.Н. Огородников, В.А. Коротеев и др. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, УГТГА, 2001. 621 с.
14. Сазонов В.Н., Коротеев В.А. Основные золоторудные и сопутствующие метасоматические формации. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. 161 с.
15. Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Поленов Ю.А. Поведение РЗЭ в низко-среднетемпературном гидротермальном процессе и их индикаторная роль на примере метасоматических колонок, дифференцированных по составу эдуктов (Урал) // Литосфера. 2006. № 3. С. 108–124.
16. Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Поленов Ю.А. Пирит собственно золоторудных месторождений: форма, золотоносность, ее обусловленность, теоретическое и практическое значение // Уральская минералогическая школа. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. С. 66–74.
17. Таланцев А.С. Геотермобарометрия по доломит-кальцитовым парагенезисам. М.: Наука, 1981. 136 с.
18. Юдович Я.Э., Кетрис М.П., Мерц А.В. Геохимия и рудогенез золота в черных сланцах. Сыктывкар: Геонаука, 1990. 61 с.
19. Buryak V.A. Significance of sedimentary environment and metamorphism in formation of gold mineralization in Precambrian carbonaceous strata of Siberia and the Far East // Proc. IGCP. Project 254. Inaugural meeting. Prague. 1988. P. 17–24.
20. Evensen N.M., Hamilton P.J., O'Nion R.K. Rare earth abundances in chondrite meteorites // Geochim. Cosmochim. Acta. 1978. V. 42. P. 1199–1212.
21. Large K., Maslennikov V., Robert F. et al. Multistage sedimentary and metamorphic origin of pyrite and gold in the giant Sukhoy log deposit, Lena gold province, Russia // Econ. Geol. 2007. V. 102. P. 1233–1267.