

АШКИНСКАЯ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНАЯ ЗОНА (СРЕДНИЙ И СЕВЕРНЫЙ УРАЛ): ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ, ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, СОСТАВ РУДНЫХ ТЕЛ И СОПРЯЖЕННЫХ МЕТАСОМАТИТОВ, ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

© 2010 г. В. Н. Сазонов*, А. Я. Великанов**

*Институт геологии и геохимии УрО РАН
620075, г. Екатеринбург, Почтовый пер., 7

E-mail: sazonov@igg.uran.ru

**ООО “Урал Минералз”

620014, г. Екатеринбург, просп. Ленина, 8

E-mail: avelikanov@yandex.ru

Поступила в редакцию 21.10.2009 г.

В работе характеризуются Ашкинская рудная зона и ее главный представитель – Ашкинское золоторудное (с МПГ) месторождение. Последнее, по данным Д.А. Додина с соавторами (2007), является объектом *сухоложского* типа, локализующимся в “черных” сланцах черносланцевой формации. Этому типу свойственны крупнообъемные полихронные, полигенные месторождения золота (с платиноидами). Это обстоятельство послужило главным аргументом актуальности изучения указанной рудной зоны и развития в ее пределах поисково-оценочных работ. Ашкинская зона представляет собой полихронную и полигенную шовную зону, которая была заложена в R_3 , интенсивно трансформировалась в PZ_3 с образованием благороднометальной минерализации, а затем после некоторого перерыва была вновь неоднократно активизирована (MZ–Q). По представлениям Д.А. Додина с соавторами (2007), она является составной частью Тыктотловско-Промысловского рудного мегарайона, который протягивается через Полярный, Приполярный и Средний Урал. В статье рассматривается только его часть, включающая Средний и отчасти Северный Урал. Она располагается к западу от Главного коллизионного шва Уральского региона, включая зону его влияния, в которой прослеживаются верхнерифейские черные сланцы (представлены метаморфизованными углеродсодержащими глинисто-кремнистыми, глинистыми, глинисто-карбонатными разностями и песчаниками), магматиты (массивы сложного состава (габбро, диориты, гранитоиды, дайки плагiogранит-порфиров и др.), а также метаморфиты (зеленосланцевой фации) и метасоматиты березит-лиственитовой, аргиллизитовой и пропилитовой (?) формаций. В ряде мест отмечены контактовые метаморфиты (данные К.А. Зубарева и др., 2009 г.). Продуктивная минерализация в шовной зоне контролируется сбросо-сдвигами, возникшими при сдвиговых деформациях вдоль границ субмеридионально ориентированных блоков пород. Такие блоки получили название рифтогенно-коллизионных (в соответствии с главными этапами их формирования). Золотое (с МПГ) оруденение в Ашкинском месторождении сформировано в надинтрузивной зоне гранитоидного массива. Оруденение развито в кварцевых жилах, их зальбандах, а также в сопряженных метасоматитах. Оно представлено самородным золотом (в жилах и метасоматитах в окисленных сульфидах, прежде всего в пирите), а также “невидимым” золотом (в пирите – до 40 г/т и других сульфидах). В черных сланцах по данным Д.А. Додина с соавторами (2007), среднее содержание (в г/т) составляет: Au – 5.0, Pt – 0.16, Pd – 1.10. Формирование месторождения произошло на глубине не более 2 км при T до 340°C.

Ключевые слова: “черные” сланцы, благороднометальная (Au+МПГ) минерализация, рифтогенно-коллизионный мультитийный блок, метаморфит (зеленосланцевой формации), метасоматиты (березит-лиственитовой, аргиллизитовой и пропилитовой (?) формаций), надинтрузивная рудно-геохимическая система, уровень эрозии рудных тел.

ВВЕДЕНИЕ

В основу статьи положены преимущественно оригинальные данные, полученные при выполнении полевых исследований (2005–2007 гг.), обработке сформированной при этом коллекции пород и минералов по Ашкинской золоторудной зоне (Ашкинские месторождение и россыпь, Даньковское рудопроявление) с использованием “обычных” (породная и

рудная микроскопия, “мокрая” химия, термический анализ и др.) и “тонких” (рентгено-структурный, ICP MS, микрорентгеновский анализы, термобарическое изучение гидротермально-метасоматических систем на базе сосуществующих доломита и кальция [26] и др.) методов, а также литературные материалы, затрагивающие те или иные вопросы, касающиеся проблемы рудоносности (Au и МПГ) Ашкинской зоны [6, 14, 15, 24 и др.].

Ашкинская рудная зона расположена на западном склоне Северного и Среднего Урала (рис. 1, 2). Ее протяженность превышает 500 км. По данным [7, 9, 12 и др.], она с перерывами прослеживается на север до широты золоторудного месторождения Чудное (Полярный Урал), а на юг – до широты г. Полевского (Средний Урал). На востоке рассматриваемая зона контактирует с Сурьинско-Промысловской рудной зоной (граница зон проходит по мощному разлому (рис. 1, 2). Последняя зона была предметом специальных тематических исследований [7, 22 и др.] и проведения поисково-оценочных работ (А.М. Юрлов и др., 1987 г.). Подчеркнем, что в обеих рудных зонах развиты породы черносланцевой формации – в Ашкинской – верхнерифейского (R_3), а в Сурьинско-Промысловской – преимущественно ордовикского (О) [7, с. 77] (рис. 2) возрастов.

Напомним, что в литературе первые сведения о золотоносности “черных” сланцев связаны с именем Т. Варлея (Varley) [37], который для двух площадей Северной Америки определил содержание Au в таких сланцах – 0.7 и 0.55 г/т. Эти сведения “продержались” до работы Ф. Лейтвейна (Leutvein) [36], в которой он привел данные по содержанию Au в черных сланцах Норвегии: оно достигало 2.5 г/т. Им же для некоторых бассейнов с черными сланцами приведено содержание Au в количестве до 1.5 г/т. Вскоре данные Лейтвейна о возможности высоких концентраций Au в черных сланцах подтвердились открытием золоторудных гигантов. В 1953 г. в Западно-Калбинской рудной провинции был открыт промышленный первенец золотооруденения черносланцевого типа – это месторождение Бакырчик [2]. Несколько позже (1958 г.) открыт гигант Мурунтау (запасы + ресурсы золота составляют 5.5 тыс. т) – крупнейший золоторудный объект Евразии [14]. На территории бывшего СССР началась “золотая лихорадка”. Опробовались все черные сланцы, в течение 3–5 лет были проанализированы десятки тысяч проб на золото. Она (лихорадка) не обошла и Урал.

К 70-м годам XX в. на Урале месторождения золото кварцевого типа, выходящие на поверхность и локализующиеся вблизи нее, были в основном выявлены. Во всяком случае, изученность региона на золото такова, что открытие в его пределах месторождений указанного типа, сопоставимых по масштабам с Березовским или Кочкарским, маловероятно. В связи с этим, основа минерально-сырьевой базы золота должна определяться разведкой глубоких горизонтов действующих рудников с одной стороны, а с другой – поисками золоторудных объектов нетрадиционных (не кварц-жильного) типов [16]. Золотоносные черные сланцы – один из них.

Ашкинская золоторудная зона вещественно представлена кварцевыми жилами и зонами минерализации в черных сланцах. Отметим, что в ней расположено золоторудное месторождение с таким

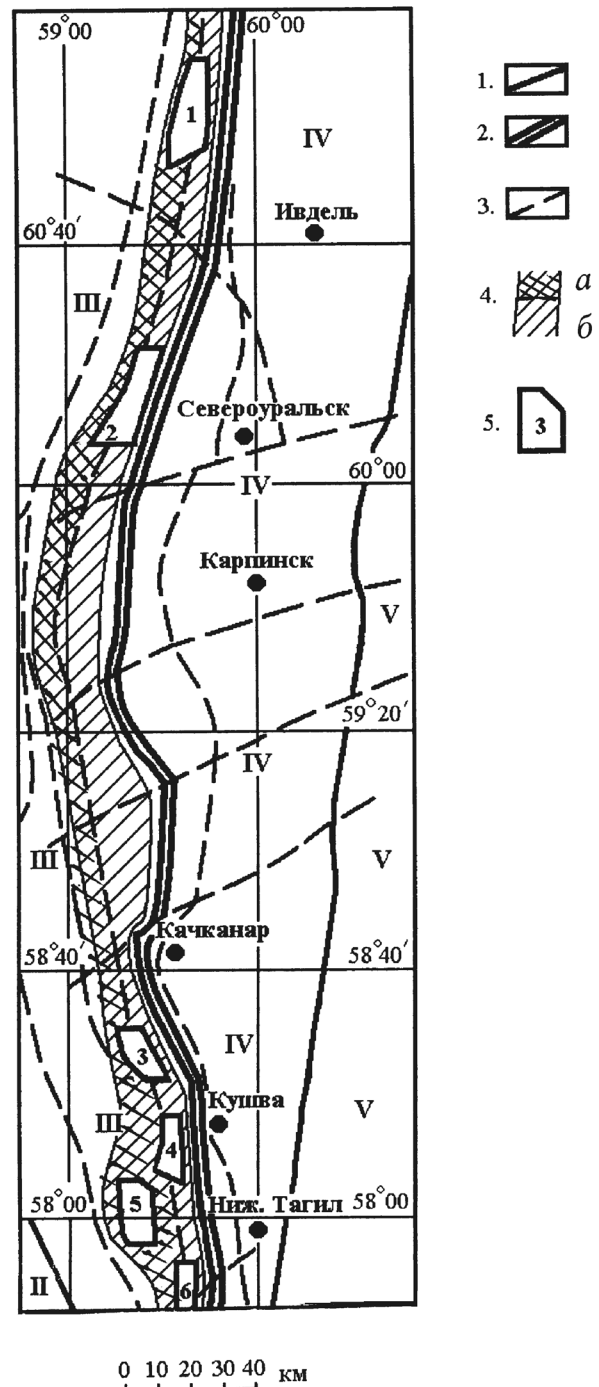


Рис. 1. Характер локализации Ашкинской и Сурьинско-Промысловской золоторудных (с МПГ) зон в геолого-тектонических структурах Северного и Среднего Урала, по [13] с незначительными изменениями и дополнениями по [8].

1 – границы тектонических мегазон; 2 – Главный Уральский глубинный разлом (ГУГР, сутура); 3 – разломы – границы зон влияния ГУГР и субширотные более высоких порядков; 4 – золоторудные зоны: Ашкинская (а) и Сурьинско-Промысловская (б); 5 – площади с развитием золотого оруденения и сопряженной МПГ-минерализацией: 1 – Мартайская, 2 – Вагранская, 3 – Промысловская, 4 – Серебрянская, 5 – Ашкинская, 6 – Синегорская. Геолого-тектонические мегазоны: II – Западно-Уральская (внешняя), III – Центрально-Уральская, IV – Тагильская, V – Восточно-Уральская.

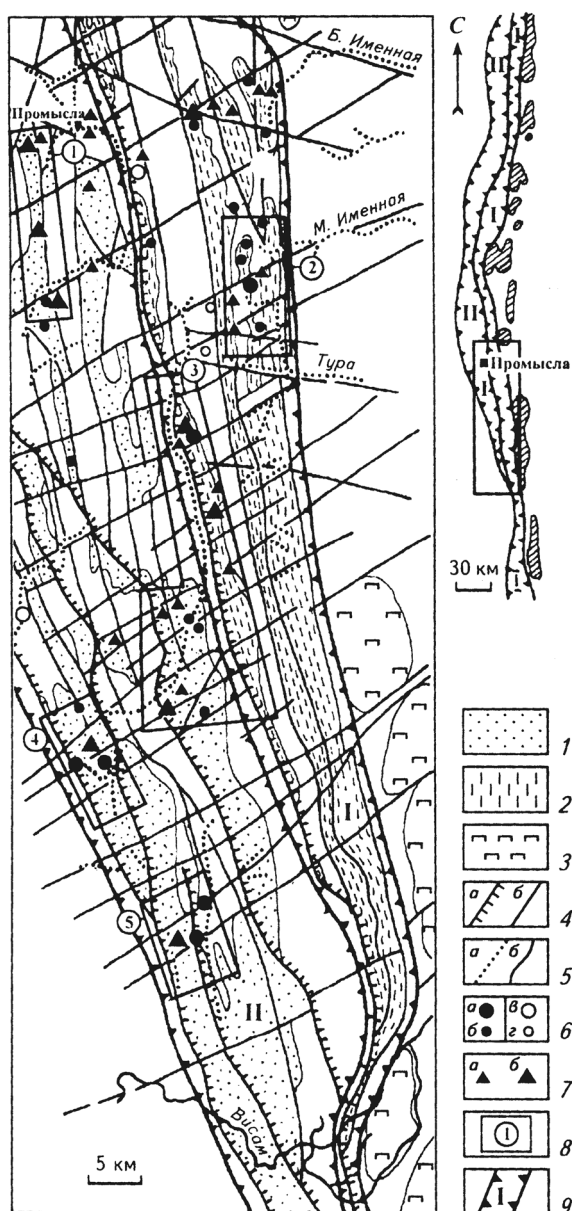


Рис. 2. Положение Ашкинской благороднометалльной (Au, МПГ) минерализации в комплексах углеродистых пород и тектонических структур Седнего–Северного Урала, (компиляция из работы [7]).

1 – верхнерифейские (R_3) углеродистые вулканогенно-терригенные образования; 2 – то же – ордовикские (O); 3 – массивы базит-ультрабазитов Платиноносного пояса (O_3-S_1); 4 – дизъюнктивные нарушения: надвиги (a), сбросо-сдвиги (b); 5 – россыпи: золотые (a), и платиновые (b); 6 – месторождения и рудопроявления: с содержанием золота больше (a) и меньше (b) 1 г/т в черных сланцах, те же содержания Au в других толщах (в и г); 7 – данные опробования на Au: пробы с содержанием Au меньше (a) и больше (b) 1 г/т; 8 – площади, перспективные на благороднометалльное оруденение: 1 – Ленеvская, 2 – Мало-Именная, 3 – Кедровская, 4 – Даньковская, 5 – Ашкинская; 9 – рудоносные (Au, МПГ) зоны: I – Сурьинско-Промысловская, II – Ашкинская.

же названием, которое раньше обрабатывалось. С ним связана золотая россыпь промышленной значимости. В Ашкинской зоне известен ряд проявлений и точек золотой минерализации (рис. 2). В последние годы установлено, что с ней сопряжено платиноидное оруденение. Отметим, что платиноиды в объектах черносланцевой формации нередко имеют промышленную значимость (месторождения Мурунтау, Наталка, Сухой лог, Олимпиада и др. [6, 14, 32, 35 и др.]). В связи с приведенными данными изучение Ашкинской зоны и характеристика материалов, полученных при этом, являются актуальными как в научном плане, так и в практическом отношении.

ХАРАКТЕРИСТИКА АШКИНСКОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ ЗОНЫ И ОДНОИМЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ашкинская и сопряженная с ней Сурьинско-Промысловская золоторудные (с МПГ) зоны расположены в западной зоне влияния Главного Уральского глубинного разлома (ГУГР). Наиболее изученная часть этих зон представлена на рис. 1, 2. Как отмечено выше, на север они с перерывами прослеживаются до северного обрамления массива ультрабазитов Рай-Из, а на юг – до широты г. Полевского (Средний Урал). Сурьинско-Промысловская зона изучена достаточно хорошо [12, 13, 16, 17 и др.]. Отметим, что названные рудные зоны сначала были выделены как единая Сурьинско-Промысловская зона (А.М. Юрлов и др., 1979 г.). Позднее [7, 12, 17] на основе новых геологических данных она была подразделена на две самостоятельные (зоны) – Ашкинскую и Сурьинско-Промысловскую. В связи со сказанным, материалы указанных и ряда других работ использованы нами при изучении и характеристике Ашкинской рудной зоны и месторождения (рис. 1, 2).

Породы, развитые в пределах Ашкинской зоны, имеют верхнерифейский возраст (рис. 2, [7]). Это обосновано находкой в карбонатных отложениях остатков строматолитов и онколитов (данные геологосъемочных работ) и подтверждено возрастом циркона из габбро габбро-ультрабазитового массива, локализующегося в рифейских сланцах (данные Г.А. Петрова, 2000 г.). Породы названной зоны расчленены разломами (ГУГР, субпараллельные ему, а также имеющие СЗ и СВ ориентировку) на блоки (рис. 2). Модель образования разломов СЗ ориентировки в результате проявления сдвиговых деформаций, ориентированных меридионально, иллюстрируется рис. 3. Причем “работоспособность” модели устанавливается не только на макроуровне, но и на микроуровне (рис. 4). Обычно указанные разломы фиксируют осевые части приразломных складок. Они являются сбросо-сдвигами с амплитудой смещения в горизонтальной плоско-

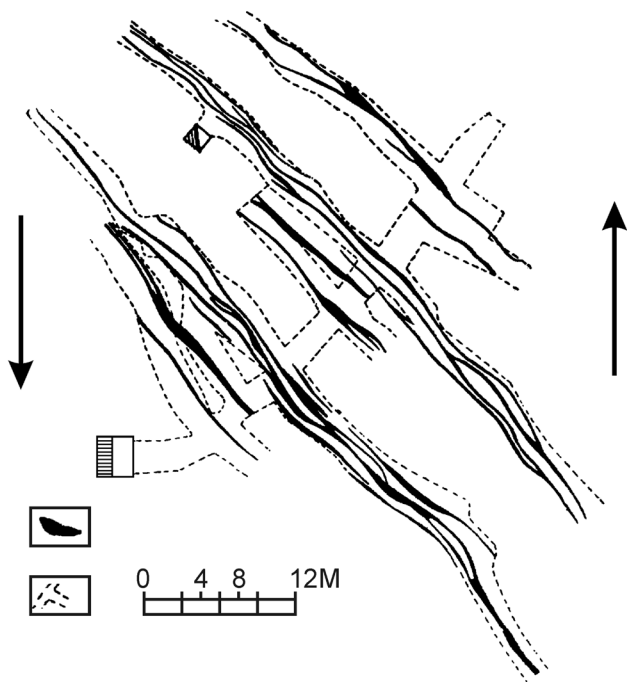


Рис. 3. Схема образования кварцевых жил СЗ ориентировки месторождения Кварцевая гора в результате реализации субмеридиально ориентированных тектонических напряжений, по А.А. Иванову (1948 г.) с дополнениями авторов. 1 – кварцевые жилы, 2 – шахта и горизонтальные выработки на плане. Пояснения в тексте.

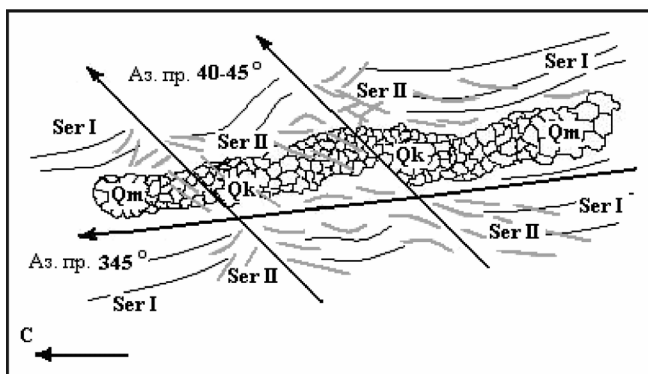


Рис. 4. Серицит-мусковит ($2M_1$) двух генераций, развитый в кварц-серицитовом сланце Сурьинско-Промысловской рудной зоны (Хионинское месторождение).

Зарисовка ориентированного прозрачного шлифа. Николи +, $\times 120$, по [15] с изменениями и дополнениями. Ser I – **ранний серицит**, ориентирован в соответствии с расщеплением породы (последняя имеет существенно кварц-карбонатный состав и является продуктом пропилитизации); Ser II – **поздний серицит**, ориентирован хаотично, представлен более мелкими чешуйками (по сравнению с Ser I), локализован между двумя плоскостями скалывания, является продуктом процесса березитизации-лиственитизации; Qm – кварц – продукт пропилитизации; Qk – кварц – продукт березитизации-лиственитизации. Детали см. в тексте.

сти до нескольких километров, а в вертикальной – не более 100 м [22]. Разломы, вдоль которых проявлены сдвиги, это ГУГР, а также разломы, субпараллельные ему и расположенные в зоне его влияния. Наличие разломов СВ и СЗ ориентировки, очевидно, свидетельствует об инверсии ориентировки тектонических напряжений в процесс становления геологического блока, в который входит Ашкинская рудная зона.

Выше отмечено, что существенная часть Ашкинской зоны сложена углеродистыми осадочными породами верхнерифейского возраста, претерпевшими метаморфизм в условиях зеленосланцевой фации. По данным работы [22], все они объединяются в три свиты (перечисляются снизу вверх): *клык-танскую* (мраморизованные известняки, доломиты и, реже, карбонатно-глинистые сланцы), *ослянскую* (кварцито-песчаники, хлорит-серицит-кварцевые сланцы, иногда кварцитовые конгломераты), *висимскую* (подразделена на две подсвиты – нижнюю, представленную глинистыми, хлорит-кварцевыми сланцами и кварцевыми песчаниками, и верхнюю, сложенную кварц-хлорит-серицитовыми сланцами и филлитами).

Ашкинская рудная зона, как и расположенная к востоку от нее Сурьинско-Промысловская, являются частью Тыкотловско-Промысловского рудного мегарайона, который подразделяется с юга на север на рудные районы – Сурьинский и Промысловский (Средний и Северный Урал), Саранахапнерский (Приполярный Урал) и Тыкотловский (Полярный Урал). Ашкинская зона лучше изучена в пределах Среднего и Южного участков. Здесь она прослеживается в виде полосы черных сланцев шириной до 800 м, в которой проявлена “пятнами” сульфидная минерализация, контролирующая золото (до 5.3 г/т) [7, 13].

Ашкинское месторождение расположено в пределах одноименной рудной (золоторудной) зоны (рис. 1). Его рудное поле сложено чередованием кварцевых метапесчаников со слюдисто-кварцевыми и кварц-слюдистыми сланцами, в том числе углеродистыми апотерригенными сланцами кырминской свиты (R₃ kr). С востока образования этой свиты ограничиваются мраморизованными известняками клык-танской свиты (R₃ kl) (рис. 2, 5). Возраст указанных свит датирован на основе строматолитов и онколитов [22].

В ашкинских сланцах встречены интенсивно измененные ультрабазиты сарановского комплекса (R₃), а также дайки долеритов (D) [7]. На основе интерпретации гравиметровых аномалий в пределах Ашкинского рудного поля Е.И. Ананьевой (2000 г.) выделяются два гранитоидных тела, не вскрытых эрозией. Это обстоятельство, а также присутствие в нем (рудном поле) контактовых пород [13], метасоматитов березит-лиственитовой и аргиллизитовой формаций дают основание полагать, что

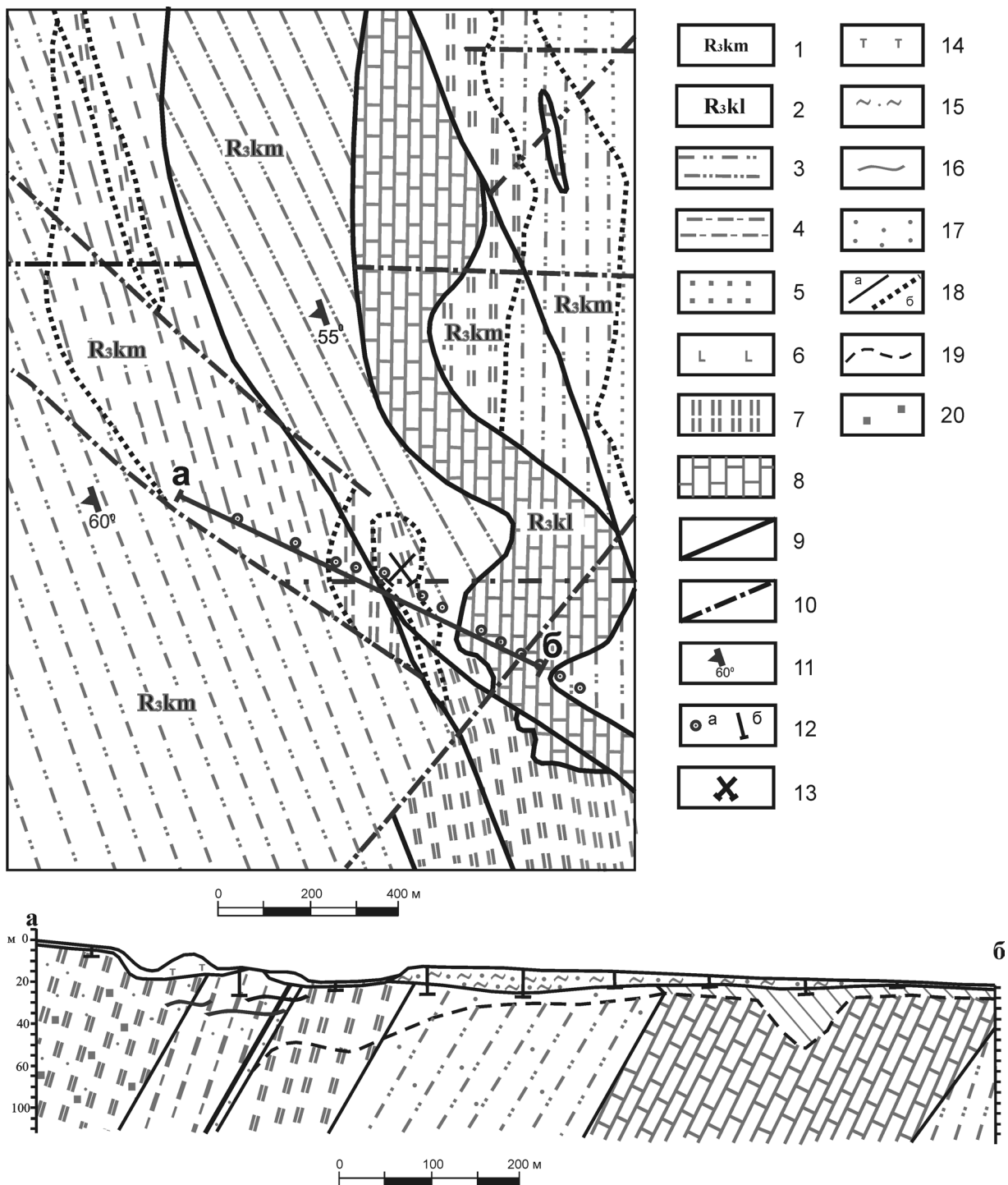


Рис. 5. Схематическая геологическая карта района золоторудного месторождения Ашка и разрез по линии а – б, по материалам поисковых работ [11].

1–2 – стратифицированные породы кырманской (1) и клыкканской (2) свит (R_3), 3 – хлорит-кварц-серицитовые сланцы, 4 – переслаивание хлорит-кварц-серицитовых сланцев с углеродистыми кварц-серицит-хлоритовыми, 5 – метапесчаники, 6 – долериты (D), 7 – кварц-мусковит-биотитовые сланцы (контактные?), 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 – 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.

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

Месторождения	Возраст (млн. лет)	Порода, из которой выделен серицит	Источники данных
Тамбовское (Ю. Урал)	292 ± 4, 287 ± 21, 268, 237	кварц-серицитовый метасоматит и серицитизированный песчаник	А.Г. Баранников, 2006
Сурыинско-Промысловская рудная зона	276, 230	березит по черному сланцу	[17]
Ашка	290 240	серицитизированный черный сланец березит по этому сланцу	ИГГ УрО РАН, аналитик А.И. Степанов

Ашкинское месторождение расположено в надинтрузивной зоне гранитоидного массива.

Ашкинские сланцы рассечены Рассохинским сбросо-сдвигом. В пределах последнего проявлены интенсивное тонкое рассланцевание, березитизация-лиственитизация, участками аргиллизация пород.

Что касается возраста золотого оруденения Ашки, то по этой проблеме на сегодня мы располагаем следующими данными. “Первичное” золото в черных сланцах согласно многочисленным исследованиям (см. сводку в [7, 8, 28, 32, 34, 35 и др.], связано с пиритом и углеродистым веществом. Как показано выше, возраст такого золота Ашки 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 [28]. Очевидно, это время характеризуется цифрами 368 млн. лет (данные С.Б. Сулова по Воронковскому рудопроявлению, 1997 г., U-Pb метод по галениту). Затем проявились две стадии околорудного метасоматоза: ранняя (290 млн. лет, табл. 1) и поздняя (240 млн. лет). Согласно данным, приведенным в табл. 1, эти стадии проявились регионально. Очевидно, указанным датам отвечает образование березитов-лиственитов и аргиллизитов. Что касается даты 368 млн. лет, то ею может фиксироваться время формирования пропилитов. Образование последних до березитов-лиственитов установ-

лено на многих золоторудных месторождениях Урала [25 и др.].

В пределах Ашкинского месторождения золотеносность 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, обычно не превышает 15–17 г/т. Величина кристаллов этого минерала колеблется от долей сантиметра до 1–2 см, в отдельных случаях 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. Эта закономерность свойственна собственно золоторудным месторождениям всех известных формаций, в том числе и локализующимся в черных сланцах [28]. Кроме пирита, в ашкинских рудах установлены халькопирит, сфалерит, галенит, блеклая руда и самородное золото. Состав последнего приведен в табл. 2, а формы выделения – на рис. 6.

В россыпях Промысловского района (рис. 2) установлено самородное золото, по химическому со-

Таблица 2. Химический состав (мас. %) самородного золота из руд (1–3), россыпи (4–6) месторождения Ашка (Ашкинская рудная зона) и березита-лиственита (7–8) по углеродистому сланцу Хионинского месторождения (Сурыинско-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. 1–6 – пробы А.Я. Великанова, 7–8 – по [15]; анализы выполнены в Уральской горно-геологической академии на анализаторе MS-46 (Сомеса), аналитик В.Н. Ослоповских. Золотины выделены из: лимонитизированного пирита (1), кварца (2), березитизированного углеродистого сланца (3, 7), золотой россыпи (4–6), березита по углеродистому сланцу (8).

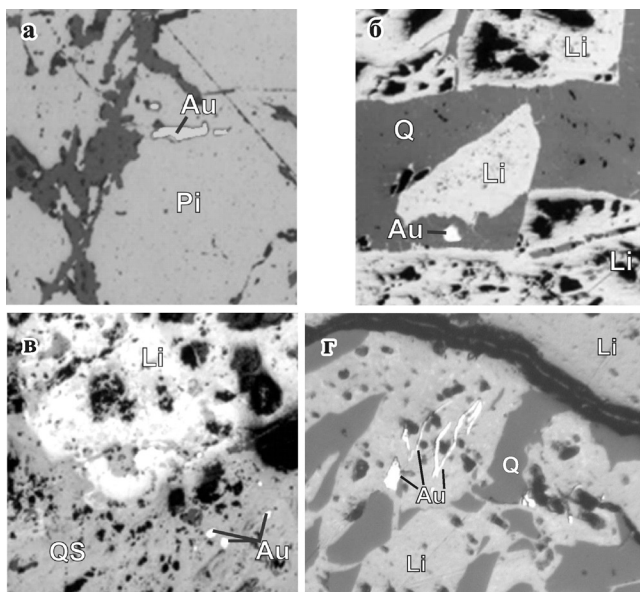


Рис. 6. Характер выделений самородного золота в рудной зоне месторождения Ашка: вытянутые пластины в пирите (а), изометричные зерна в кварце (б), “пылевидная” вкрапленность в кварц-серицитовом метасоматите (в), “червячковые” выделения в лимоните (г).

Фотографии полированных образцов, $\times 175$. Pi – пирит, Li – лимонит, Q – кварц, QS – кварц-серицитовый метасоматит.

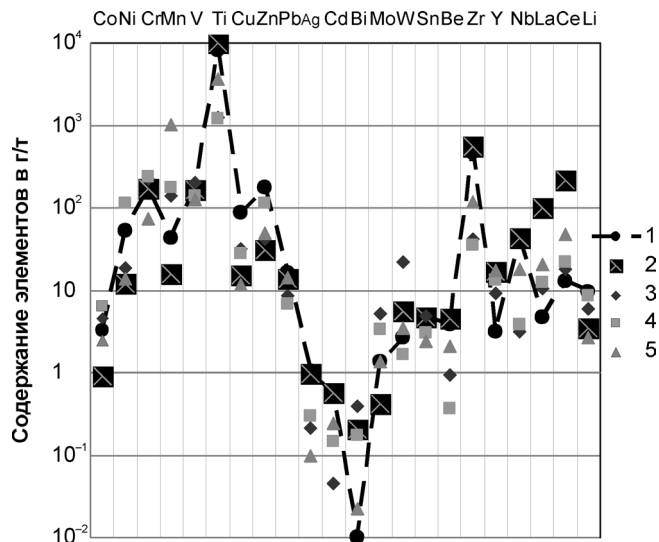


Рис. 7. Диаграммы распределения примесных химических элементов в черных сланцах Ашкинского месторождения в сравнении с некоторыми его аналогами.

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 ИГТ УрО РАН, аналитик Д. Киселева).

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

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	60.01	60.22	63.40	60.62	36.32	61.28	42.53	44.78
TiO ₂	0.94	0.80	0.80	0.67	0.39	0.64	1.17	1.17
Al ₂ O ₃	17.02	16.45	12.82	19.86	3.25	21.03	28.11	30.01
Fe ₂ O ₃	3.55	2.50	8.36	1.18	0.74	—	—	—
Fe ₂ O ₃ *	—	—	—	—	—	4.93	9.41	6.84
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	0.94	0.69	1.01
CaO	1.14	1.06	3.88	0.75	29.51	0.06	0.04	0.06
Na ₂ O	1.86	1.93	4.44	0.36	0.46	0.54	0.77	0.59
K ₂ O	3.22	3.32	0.94	4.53	0.81	4.97	5.36	6.82
P ₂ O ₅	0.18	0.17	0.38	0.18	0.20	0.07	0.15	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	0.15	0.47	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	3.43	7.8	5.7

Примечание. 1–2 – “пустые” (1 – среднее из 698 проб) и продуктивные по Au (2 – среднее из 573 проб) сланцы (по [20]), 3 – сланцы из степрузской свиты Полярного Урала (R₂, по [4]), 4 – сланец из месторождения золота Кварцевая гора [14], 5 – углеродистый кремнисто-глинисто-карбонатный сланец Ашкинского месторождения [14], 6 – углеродистый кремнисто-глинистый сланец Ашкинского месторождения, 7 – березитизированный сланец, 8 – березит 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. Анализ, 6–8 – выполнены в ГЕОХИ РАН рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре “AXIOS Advanced”, аналитик Н. Боева.

ставу очень близкое к таковому Хионинского месторождения (в качестве изоморфной примеси в нем

присутствует только серебро в количестве от 8 до 18 мас. % [4]). Высокое содержание Hg в россыпном

Таблица 4. Химический состав (мас. %) пропилитизированных долеритов (1), углеродистых кремнисто-глинистых сланцев (5) золоторудного месторождения Кварцевая гора и метасоматитов, образовавшихся при березитизации-лиственнитизации первых (2–4) и вторых (6) [16, 23]

	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	46.60	48.82	40.18	39.78	60.62	33.32
TiO ₂	1.96	1.32	0.71	0.68	0.67	0.43
Al ₂ O ₃	13.67	11.99	11.60	10.88	19.86	16.83
Cr ₂ O ₃	0.01	0.03	0.08	0.10	0.01	0.03
Fe ₂ O ₃	5.87	5.62	5.27	2.11	1.18	0.83
FeO	6.76	7.31	6.98	9.83	3.65	11.20
Fe ⁺	–	0.02	0.05	0.09	–	0.18
MgO	6.86	6.32	5.56	5.30	2.58	10.30
CaO	11.71	10.18	9.60	8.32	0.75	0.49
MnO	0.11	0.12	0.14	0.16	Сл	0.68
Na ₂ O	2.45	2.08	1.62	0.31	0.36	0.10
K ₂ O	0.06	0.74	2.86	3.82	4.53	4.76
P ₂ O ₅	0.08	0.08	0.10	0.12	–	0.04
S	Сл	0.02	0.06	0.10	Сл	0.18
H ₂ O ⁺	2.82	2.68	1.56	1.68	5.06	2.33
CO ₂	0.31	2.38	13.60	16.36	0.34	17.70
Сумма	99.27	99.71	99.97	99.46	99.21	99.40

Примечание. Fe⁺ – количество железа, связанного с серой, в пирите; метасоматиты: 2 – кварц-серицит-альбит-хлорит-карбонатный, 3 – кварц-серицит-альбит-карбонатный, 4 – кварц-серицит-карбонатный (лиственит); 6 – кварц-серицит-карбонатный (березит); установлены карбонаты: 1, 5 – кальцит; 2 – кальцит и железистый доломит; 3 – анкерит; 4, 6 – мезитит.

золоте, скорее всего, имеет техногенную причину. 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 пересекающие (это продуктивная по золоту часть жил); третий тип – жилы, секущие сланцы как по простиранию, так и по падению (установлены только в пределах Ашкинского рудного поля).

Петрохимия черных сланцев “безрудных” и “золотопродуктивных” весьма близка (табл. 3). В [31] показано, что объемные выборки по таким сланцам (698 и 573 пробы, соответственно, данные по [29]) значительно отличаются только по содержанию $S_{\text{орг}}$ и S . Данные по Ашкинскому месторождению вполне согласуются с этим (табл. 3, № 1–3, 6–8, 19). Многими исследователями (см. сводку в [7, 26, 32 и др.] показано, что именно эти два компонента отвечают за золотосодержащие объекты, локализуясь в черных сланцах. Отметим, что на диаграмме О.В. Горбачева и Н.А. Созинова [5] “пустые” продуктивные черные сланцы (табл. 3 ан. 1, 2) попадают в поле углеродисто-терригенной формации. Березитизация черных сланцев (табл. 3, ан. 6–8) обуславливает значительный привнос Al_2O_3 , K_2O и существенный вынос SiO_2 . Это приводит к тому, что фигуративные точки березитизированных сланцев оказываются за пределами полей формации черных сланцев, в которых располагаются их эдукты.

Из рис. 7 и табл. 4 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 (приво-

дятся данные по уральским и Наталкинской – Магаданская золотая провинция – шовным зонам). На всех кривых, представленных на рис. 7, отмечаются резко выраженные положительные аномалии **Ni, Cr, Ti, Zr и отрицательные Cd и Be. Положительная Mn аномалия в черных сланцах Наталкинского месторождения резко диссонирует с отрицательными аномалиями этого элемента в сланцах других объектов. Мы склонны объяснять такое расхождение 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 образованиях Ашкинского месторождения дают основание для следующих выводов (рис. 8). Характер распределения РЗЭ и уровень их концентрации в безрудных кварцевых жилах (1-й и 3-й генераций) вполне коррелируется с таковыми аналогичных жил (с особо чистым кварцем) из Уфалейского гнейсово-амфиболитового комплекса [21 и др.]. Это и отчетливо выраженная Eu аномалия (рис. 8, 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 (В.Н. Сазонов и др., 2006 г.), что подтверждается данными по ашкинским минерализованным кварцевым жилам (рис. 8, кривая 2). Образовавшиеся в рудную стадию кальцит (рис. 8, 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 их разностей к тяжелым уменьшается. Второе – различие в содержании лантаноидов в черных сланцах различных месторождений достигает пяти крат. Причем 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 (рис. 8, кривые 10, 11). Это, мы склонны считать, обусловлено более значительным (по площади и интенсивности) развитием на крупных месторождениях эпигенетического пирита – продукта рудной, щелочной стадии гидротермального процесса. Изложенные данные по распределению РЗЭ в черных сланцах и продуктах их гидротермально-метасоматической переработки дают 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 золоторудных объектов, локализующихся 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 и их отсутствия, по петрохимии, а также по геохимии примесных элементов, включая РЗЭ, вполне схожи. Значимые различия установлены только для $C_{\text{орг.}}$ 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, Hg и др. Эти данные в совокупности с приведенными выше сведениями о геологической позиции месторождения свидетельствуют о его незначительном зрозийном срезе.

В пределах Ашкинской и Сурьинско-Промысловской рудных зон установлены небольшие тела долеритов и дайки плагиогранитов. Все они имеют субмеридиональное простирание и крутое (больше 60°) падение. На Кварцевой горе долериты и плагиограниты подверглись пропилитизации березитизации-лиственитизации. Но наиболее распространенными в пределах указанных рудных зон являются гидротермально-метасоматически измененные черные сланцы. По минеральному составу

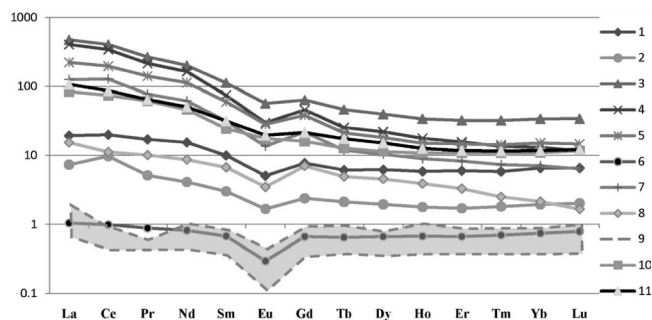


Рис. 8. Спайдер-диаграммы распределения РЗЭ в различных образованиях Ашкинского месторождения в сравнении с некоторыми другими объектами.

1–8 – Ашкинское месторождение; 9 – граница поля, определяемого многими объектами безрудного жильного кварца, локализующегося в Уфалейском метаморфическом комплексе (Южный Урал) [21]; 10–11 – золоторудное месторождение Наталка (Магаданская золоторудная провинция). Породы: 1, 4, 10 – черные сланцы неминерализованные; 11 – то же минерализованные; 2, 6 – рудный (2) и безрудный (6) кварц; 3 – серицит; 5, 7 – кварц-серицит-хлоритовый сланец; 8 – кальцит; 9 – зона распространения спеков безрудного кварца (по [20]). Содержания лантаноидов нормированы по хондриту [33]. Анализы выполнены методом ISP MS УрО РАН, аналитик Д. Кисилева.

у они варьируют от кварц-серицитовых (довольно часто присутствует кальцит) метасоматитов (кварц-серицитовая формация или, по Н.И. Наквину (1962 г.), продвинутая зона пропилитизации) до березитов (кварц + серицит + доломит-анкерит). Химический состав эдуктов и продуктов колонок березитизации-лиственитизации пропилитизированных долеритов и черных сланцев Кварцевой горы см. в табл. 4.

Подобное наблюдалось и описано для Астафьевского (Южный Урал) кварц-жильного месторождения [20]. Причина такой вариации заключается в следующем. Рудные тела Ашки и других объектов Ашкинской и Сурьинско-Промысловской рудных зон приурочены к шовным зонам и сформировались на относительно небольшой (около 1.7 км) глубине. В шовных зонах, сформированных при сдвиговых деформациях, дискретно и с различной интенсивностью проявлено рассланцевание. В зонах рассланцевания на указанной глубине происходит дегазация флюида (“выкипание” CO_2) и, как следствие, образование кварц-серицитовых метасоматитов вместо березитов. В массивных породах дегазации не происходит в связи с чем в них формируются березиты.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

Ашкинская благороднометальная зона представляет собой типичную шовную структуру. Для нее характерны: длительное развитие (R_3 – PZ_3),

Таблица 5. Состав сосуществующих карбонатов из аподолеритового лиственита месторождения Кварцевая гора

Сосуществующие карбонаты	CaCO ₃	MgCO ₃	FeCO ₃	MnCO ₃	$\frac{T(^{\circ}\text{C})}{P(\text{кбар})}$
Доломит	53.54	33.17	14.12	0.52	$\frac{337}{0.5}$
Кальцит	97.60	2.43	1.20	0.72	

проявление интенсивного приразломного складкообразования, дробление и рассланцевание пород. Главные геологические события, произошедшие в ней: образование черных сланцев (R₃) и становление рудных тел, сопряженных с околорудными метасоматитами, минеральный состав которых варьирует от кварц-серицитового до кварц-серицит-доломит-анкеритового (PZ₃) в условиях рифтогенной и коллизионной геодинамических обстановок. В связи с этим Ашкинскую зону можно рассматривать как мультитийный, рифтогенно-коллизионный блок.

В Ашкинской и Сурьинско-Промысловской рудных зонах установлены плагиограниты коллизионной природы. Очевидно, они развиты над телами гранитоидов тоналит-гранодиоритовой формации, являясь в этом отношении аналогом Березовского золоторудного поля [16, 25]. Этот факт является благоприятным для оценки перспективности этих зон, так как на последнем золотое оруденение прослеживается до глубины 2 км.

Золотооруденение в названных зонах сформировалось на глубине 1.7 км в шовных зонах, где распространены дифференциально рассланцованные блоки пород. В интенсивно рассланцованных блоках формировались кварц-серицитовые метасоматиты (бескарбонатные или с небольшим количеством кальцита) за счет дегазации флюида. В массивных блоках развивался процесс березитизации-лиственитизации.

В шовных зонах при участии корового и мантийного вещества и флюида такого же состава образуются месторождения, обуславливающие линейную и нелинейную металлогению [18 и др.]. В пределах изученной нами Ашкинской рудной зоны об участии в ее формировании мантийной субстанции могут свидетельствовать тела долеритов, наличие в составе самородного золота ртути и палладия, а также его относительно низкая пробность [18 и др.].

Рудные тела в пределах Ашкинской рудной зоны приурочены к местам сочленения субмеридиональных разломов и их разностей СЗ и СВ простираний, возникших при сдвиговых деформациях, проявившихся вдоль первых, то есть в меридиональном направлении. Рудовмещающая толща – черные сланцы (С_{орг.} колеблется в них от 0.1 до 1.6 мас. %, достигая в редких случаях 3 мас. % [7 и др.]).

Вторая по распространенности формация метасоматитов – аргиллизитовая. Ее типоморфный минеральный парагенезис включает кварц, гидросерицит, глинистые минералы, доломит-анкерит, иногда

кальцит. Восточнее Ашкинской зоны (в Сурьинско-Промысловской зоне, на месторождении Кварцевая гора) установлена пропилитизация даек долеритов [18]. Очевидно, она проявлена и на 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 и других регионов [18, 32, 34 и др.]: 1) дискретностью – выделяют следующие даты накопления золота: верхний рифей (в связи с пиритом и органическим углеродистым веществом в сланцах), верхний девон (в связи с гранитоидами габбро-гранитоидной серии), С₂₋₃ (в связи с коллизионными гранитоидами) и, наконец, граница перми и триаса (в связи с позднеколлизионными гранитоидами (?)); 2) длительностью развития (R₃–T); 3) сложным устройством шовных зон: заложение в рифее, трансформация при коллизии и формирование новых зон в связи с последним процессом; 4) созданием промежуточных коллекторов Au в процессе зеленосланцевого метаморфизма пород, включая черные сланцы; 5) гетерогенностью 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); 6) интегральным характером ореолов элементов-спутников золота и околорудных метасоматитов; 7) Установлением не вскрытых (или слабо вскрытых) массивов гранитоидов; 8) приуроченностью 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 более. Это соответствует надинтрузивному расположению месторождения Ашка. Кроме того, развитые в его пределах ореолы Hg, Sb, As, Ag дают основания для положительной оценки глубоких горизонтов этого объекта. Из приведенных данных однозначно вытекает необходимость изучения месторождения Ашка на глубину (в первую очередь – до горизонта 200–300 м).

На Ашкинском месторождении золотоносность сопряжена с кварцевыми жилами, их минерализо-

ванными сульфидами (преобладает пирит) зальбандами, а также примыкающими к ним ореолами березитизированных и лиственитизированных пород. Из трех типов кварцевых жил на Ашкинском месторождении рудоносным является только один, представленный секущими по простиранию и по падению разностями. Очевидно, они сформировались как реакция на субмеридионально ориентированные сдвиговые деформации вдоль контактов блоков пород [18, с. 459].

По доломит-кальцитовому термобарометру А.С. Таланцева [29] для лиственитов Кварцевой горы (расположена в Сурьинско-Промысловской рудной зоне к востоку от Ашки, рис. 1) получены *PT*-параметры формирования соответственно 0.5 кбар и 337°C.

Естественно предположить, что ашкинские березиты-листвениты образовались в подобных физико-химически условиях.

В целом, петрохимия и геохимия примесных элементов и РЗЭ в черных сланцах, в которых развиты золоторудные объекты, и в тех их разностях, где таковые отсутствуют, принципиально не отличается, исключая два компонента – $S_{\text{орг}}$ и S , ответственные за первичное накопление золота в этих образованиях. Распределение РЗЭ в гидротермально-метасоматических продуктах рудной и нерудной (кислотной и щелочной) стадий заметно различается, особенно это касается европия. Щелочной процесс приводит к его значительному уменьшению. Особенно отчетливо это проявлено на крупнообъемных золоторудных месторождениях, локализующихся в черных сланцах.

На базе оригинальных и литературных данных, условия образования крупных концентраций золота в черных сланцах сводятся главным образом к следующему:

1. Терригенный (за счет разрушения Au-содержащих пород различных комплексов), а также гидротермальный (обусловлен коровой и мантийной субстанциями) источник золота).

2. Создание “промежуточных” коллекторов золота (концентрация Au достигает 70 и даже 100 мг/т);

3. Образование высоких концентраций в зонах разломов (шовных зонах), в которые “сбрасывается” золото из промежуточных коллекторов и из других источников (глубинных, преимущественно мантийных).

4. Наличие субрегиональных шовных зон, проходящих все указанные выше стадии развития сложной и долго развивающейся (прерывно-непрерывной) интегральной золотопродуктивной системы.

Исследования выполнены по интеграционному проекту УрО, СО, и ДВО РАН 2009–2011 гг. и частичной поддержке Программы ОНЗ РАН (по суперкрупным месторождениям).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азовскова О.Б., Корякова О.В., Чередниченко Н.В. и др. Новые данные по геохимии углеродистых комплексов и вещественному составу органического вещества в зоне обрамления Сысертского блока // Мат-лы XIV чтений А.Н.Заварицкого. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. С. 135–138.
2. Ананьев Ю.С., Коробейников А.Ф. Метасоматизм и благороднометальное оруденение в черносланцевых толщах Западной Калбы. Томск: ТПУ. 2009. 296 с.
3. Бурак В.А. Метаморфизм и рудообразование. М.: Недра, 1982. 256 с.
4. Геологические памятники Пермского края / Под общей ред. И.И. Чайковского. Пермь: ГИ УрО РАН, 2009. 616 с.
5. Горбачев О.В., Созинов Н.А. Некоторые петро- и геохимические аспекты типизации углеродистых отложений докембрия // Проблемы осадочной геологии докембрия. Вып. 10. М.: Наука, 1985. С. 46–57.
6. Гурская Л.И. Платинометальное оруденение черносланцевого типа и критерии его прогнозирования. С. Пб.: ВСЕГЕИ, 2000. 208 с.
7. Додин Д.А., Золов К.К., Коротеев В.А. и др. Углеродистые формации – новый крупный источник платиновых металлов XXI века. М.: Геоинформмарк, 2007. 130 с.
8. Жмодик С.М., Миронов А.Г., Жмодик А.С. Золото-концентрирующие системы офиолитовых поясов. Новосибирск: ГЕО, 2008. 304 с.
9. Золов К.К., Волченко Ю.А., Коротеев В.А. и др. Платинометальное оруденение в геологических комплексах Урала. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2001. 199 с.
10. Золов К.К., Додин Д.А., Коротеев В.А. и др. Тектоническое районирование и минерагения Урала (аналитический обзор) // Серия аналитических обзоров “Очерки по региональной геологии”. Вып. 3. М.: Геокарт, ГЕОС, 2006. 180 с.
11. Золов К.К., Коротеев В.А., Душин В.А. и др. Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология // Тр. ВНИИОкеанология. № 4. СПб, 2002. С. 328–346.
12. Золов К.К., Новиков И.Н. Геологическое изучение и оценка перспектив выявления месторождений благородных металлов (Au, Pt) в углеродистых вулканогенно-терригенных толщах в Сурьинско-Промысловской зоне Среднего и Северного Урала. Екатеринбург: УГСЭ. 2003. 263 с.
13. 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.
14. Золоторудное месторождение Мурунтау / Под ред. Т.Ш. Шаякубова. Ташкент, 1998. 540 с.
15. Константинов М.М., Некрасов Е.М., Сидоров А.А., Стружков С.Ф. Золоторудные гиганты России и мира. М.: Научный мир, 2000. 272 с.
16. Лежнеков М.А. Вещественный состав, направленность процессов золотого рудообразования в углеродистых толщах верхнего рифея (на примере Хионинско-Сурьинского рудного поля // Металлогения древних и современных океанов-2004. Миасс: ИМин УрО РАН, 2004. С. 46–50.
17. Лежнеков М.А. Золотые рудно-россыпные узлы Южной части Сурьинско-Промысловской минерагенической зоны: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург: УГГУ, 2006. 237 с.

18. Месторождения золота Урала / В.Н. Сазонов, В.Н. Огородников, В.А. Коротеев, Ю.А. Поленов. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, УГГГА, 2001. 622 с.
19. Наталкинское золоторудное месторождение / В.И. Гончаров, С.В. Волошин, В.А. Сидоров. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2002. 250 с.
20. Огородников В.Н., Сазонов В.Н. Соотношения золотых и хрусталеносных месторождений обрамления гнейсовых блоков Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1991. 72 с.
21. Огородников В.Н., Сазонов В.Н., Поленов Ю.А. Минералогия шовных зон Урала. Часть 3. Уфалейский гнейсово-амфиболитовый комплекс (Южный Урал). Екатеринбург: УГГУ, ИГГ УрО РАН, 2007. 187 с.
22. Пинегин Е.Ф., Аблизин Б.Д., Курбацкий А.М. и др. Геологический отчет о работе поискового отряда на площади Сурьинско-Промысловской зоны. Пермь: Геологический трест, 1956. 186 с.
23. Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. Алматы, 2009. 304 с.
24. Савельева К.П., Хрынов В.Н. Новые типы золоторудного оруденения Урала // Геология и металлогения Урала. Кн. 1. Екатеринбург: ОАО УГСЭ, 1998. С. 231–237.
25. Сазонов В.Н. Березит-лиственитовая формация Урала и сопутствующее ей оруденение. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. 208 с.
26. Сазонов В.Н., Коротеев В.А. Основные золоторудные и сопутствующие метасоматические формации. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. 161 с.
27. Сазонов В.Н., Коротеев В.А., Огородников В.Н. и др. Золото Урала: достижения и проблемы на границе XX и XXI вв. // Металлогения древних и современных океанов-2004. Миасс: ИМин УрО РАН, 2004. С. 3–9.
28. Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Поленов Ю.А. Пирит собственно золоторудных месторождений: форма, золотоносность, ее обусловленность, теоретическая и практическая значимость // Уральская минералогическая школа-2009. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. С. 66–74.
29. Таланцев А.С. Геотермобарометрия по кальцит-доломитовым парагенезисам. М.: Наука, 1971. 136 с.
30. Юдович Я.Э., Кемпус М.П., Мерц А.В.. Геохимия и рудогенез золота в черных сланцах. Сыктывкар: Гео-наука, 2000. 61 с.
31. 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 354 Inaugural Meeting. Prague, 1988. P. 17–24.
32. Eremin R., Voroshin S., Sidorov V. et al. Geology and genesis of the Natalka gold deposit, Northeast Russian // Inter. Geol. Review. 1994. V. 36. P. 349–382.
33. Evensen N.M., Hamilton P.J., O'Nil K.L. Rare earth abundances in chondrite meteorites // Geochim. Cosmochim. Acta. 1978. V. 42. P. 1199–1212.
34. Hutchison R.W. A multi-stage, multi-process genetic hypotheses for greenstone-hosted gold bodies: Ore Geol. Review. 1993. V. 5. P. 349–382.
35. Large R., Maslennikov V., Robert F. et al. Multistage sedimentary and metamorphic origin of pyrite end gold in the giant Sukhoi log deposit, Lena gold province, Russia // Econ. Geol. 2007. V. 102. P. 1233–1267.
36. Leutwein F. Über das Vorkommen von gold in Thüringisches Alaun- und Kiesel-schiefern // Hallisches Jahrb. Mitteleuropäische erdgeschichte. 1951. Bd. 1. H. 82. S. 82–85.
37. Varley T. Bureau of Mines investigates gold in oil shales and its possible recovery // U.S. Bur. Mines. Rept. Inv. 1922. № 2413. 10 p.

Рецензент К.К. Золотов

The Ashkinskaya ore (Au, PGE) zone in the North and Central Urals: geological position, construction, composition of ore bodies and its practical importance

V. N. Sazonov*, A. Ya. Velikanov**

*Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS

**Ural Minerals Ltd

The Ashkinskaya ore zone and its main representative – the gold (with PGE) Ashka deposit are characterized. This deposit is an object of the *sukhoi log* type. voluminous gold deposits (with platinoïdes) are typomorphic for this type. It was a main reason for investigation of this objects and development geological works for prospecting of gold (with PGE) deposits. The Ashkinskaya zone is a polychrone and polygene suture, which was marked in the Upper Riphean, was intensive transformed with forming precious metal mineralization in the Upper Paleozoic and latter (MZ-Q) was stirred up for many times. According to D.A. Dodin and coauthor, (2007), this zone is a part of the Tykotslovsk-Promyslovsk ore megaregion, which extents from Polar to Central Urals. We discussed only central and partly north part of this megaregion which localizes just to the west from the Main Uralian Deep Fault including their influence zone. There are black shales (R₃ metamorphosed C-bearing argillo-silicic, clayey, argillo-calcareous rocks and sandstone), magmatites (gabbro, diorites, granitoides; plagiogranite's dykes), metamorphites of green shale facie and metasomatites (berезит-листвениты, argillizites and propilites (?)). The contact of metamorphites (with biotite) were recognized in some spots of the Ashkinskaya ore zone (data of A.A. Zubarev et al., 2009). Precious mineralization are controlled by a conjugate's zones of shift and fault disjunctive structures. It was formed in above-intrusive zone of a granitoid body. Au (with PGE) mineralization was fixed in quartz veins, their zalbands and associated metasomatites. It is represented by native gold in veins, metasomatites and oxide sulfides, mostly pyrite and by "nonvisibl" form in sulfides. In black shales of the Ashkinskaya ore zone average concentration of precious metals is (g/t): Au 5.0, Pt 0.16, Pd 1.1. The Ashka deposit was formed in a depth not more than 2 km at T not more than 340°C.

Key words: "black" shales, precious (Au + PGE) mineralization, riftogene-collision multiblock, metamorphites (green shale facie), metasomatites (berезит-лиственит, argillizite, propilit(?)) formations, above-intrusive ore-geochemistry system, erosion level of ore bodies.