УДК 549.21.211(234.852)

ПРИЗНАКИ ОСКОЛКООБРАЗУЮЩЕЙ ФАЦИИ АЛМАЗОВ В УРАЛЬСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

В.И. Силаев*, И.И.Чайковский**, В.И. Ракин*, И.П. Тетерин***

*Институт геологии Коми НЦ УрО РАН 167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 54 E-mail: Silaev@geokomisc.ru **Горный институт УрО РАН 614007, г. Пермь, ул. Сибирская, 79а ***ЗАО «Пермгеологодобыча» Поступила в редакцию 28 марта 2008 г.

В алмазных месторождениях Северного Урала выявлена фракция мелких алмазов, в основном представленная обломками и осколками механически разрушенных монокристаллов. Отсутствие признаков механического износа свидетельствует об образовании таких обломков в результате спонтанного разрушения части монокристаллов из-за их аномальной внутренней механической напряженности. Сделан вывод о том, что встречающиеся практически во всех алмазных месторождениях обломки и осколки такого рода представляют собой специфическую по условиям образования осколкообразующую фацию алмазов.

Ключевые слова: алмазы, осколки, туффизиты, Северный Урал.

В настоящее время, в согласии с традицией, заложенной еще Ю.Л. Орловым [Орлов, 1973], считается, что в природе алмазы встречаются в двух фациях – монокристальной (разновидности I–V), преобладающей в коренных алмазных месторождениях, и поликристаллической (разновидности VI–XI), известной, большей частью, по алмазоносным россыпям. Тем не менее, обширный геологический опыт свидетельствует, что наряду с упомянутыми основными фациями практически во всех алмазных месторождениях имеют место алмазные обломки и осколки, которые обычно учитываются только в совокупности с мелкими или микроразмерными монокристальными алмазами [Варшавский, Буланова, 1974; Лунев и др., 1980; Кириллица и др., 1981; Квасница, 1985; Лунев, Осовецкий, 1996]. Долгое время считалось, что алмазные обломки и осколки встречаются только в россыпях, составляя в них от 8 до 65 % учтенных алмазов [Кухаренко, 1955; Бобриевич и др., 1959; Бартошинский, 1967, 1983; Озеров, 1998; Banko, Karfunkel, 2000; Макеев А., Макеев Б., 2000; Остащенко, Хлыбов, 2001; Митяков, Шумилова, 2002; Петровский и др., 2003; Шафрановский и др., 2003; Вальтер и др., 2003; Афанасьев и др., 2005; Морозов и др., 2008]. Как известно, такое отношение к обломкам даже породило идею использования пропорции между ними и цельными монокристаллами в качестве критерия так называемого механического износа алмазов [Метелкина и др., 1976; Ваганов и др., 2004]. При этом, однако, никто так и не смог убедительно объяснить или опровергнуть данные А.А. Кухаренко, позже многократно подтвержденные [Малахов,

1993; Шмаков, Минорин, 2004] о «неправильном» поведении в уральских россыпях признаков пресловутого механического износа, включая и распределение в них алмазных обломков и осколков.

Со временем стало понятно, что обломки монокристаллов еще более характерны для коренных алмазных месторождений, где их доля может варьировать от 15 до 80 %, достаточно закономерно возрастая в направлении от центральной части алмазоносной провинции к ее периферии (Милашев, 1972). Кроме того, в кимберлитовых трубках в обломочно-осколочной форме был установлен не только алмаз, но и его минералы-спутники, в частности пироп [Сарсадских, Попугаева, 1954], циркон [Пономаренко и др. 1977] и пикроильменит [Илупин, Гешафт, 1986]. На таком фоне кажется вполне правдоподобной информация о том, что алмазоносную трубку Аргайл в Западной Австралии открыли практически по «дорожке» алмазных осколков, количество которых неуклонно нарастало именно в сторону коренного месторождения [Джейкс и др., 1989].

Таким образом, накопленные к настоящему времени знания свидетельствуют о том, что присутствие в алмазных месторождениях обломков и осколков не может быть объяснено только «дроблением в процессе экзогенной истории» [Зинчук, Коптиль, 2001]. Скорее всего, появление обломков является не столько результатом механического изнашивания, сколько следствием спонтанного разрушения части алмазных монокристаллов вблизи земной поверхности из-за наличия в них первичных аномально сильных механических напряжений

[МсСогтік et al., 1997]. На реалистичность этого указывает, в частности, сильная оптическая анизотропия, обнаруживаемая во многих монокристальных алмазах вообще [Бартошинский и др., 1988] и в уральских в частности (рис. 1). Причины и следствия возникновения оптических аномалий такого рода в настоящее время хорошо изучены [Штукенберг, Пунин, 2004].

Очевидное присутствие в алмазных месторождениях кристаллов, склонных к спонтанному растрескиванию, дает нам основание выдвинуть идею существования в природе особой осколкообразующей фации алмазов и их сингенетических минералов-спутников, что подтверждает представления о значительной неоднородности мантийных условий кристаллизации. Некоторые важные особенности такой фации были исследованы нами на примере алмазных обломков и осколков, извлеченных термохимическим способом из ксенотуффизитов одного из месторождений на Северном Урале.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Месторождение алмазов «Рассольная Южная» входит в состав Рассольнинского узла, расположенного в Красновишерском районе Пермского края. В геологическом отношении оно приурочено к северовосточному крылу Полюдовско-Колчимского антиклинория — южного окончания Тиманского кряжа. Наряду с упомянутым объектом к Рассольнинскому узлу относятся проявления «Вогулка», «Ишковский карьер», «Дресвянка», а также многочисленные безымянные аномалии, установленные в ходе многолетних поисково-разведочных работ.

В настоящее время Рассольнинский узел трактуется как фрагмент крупной эксплозивновулканической структуры штокверкового типа. Рудные тела здесь сложены так называемыми туффизитами и ксенотуффизитами, различающимися лишь пропорцией между измененным вулкано-



Рис. 1. Оптическая анизотропия алмазного монокристалла из уральских ксенотуффизитов, отражающая его первичную механическую напряженность. Снято под оптическим микроскопом.

кластическим материалом и «ксеногенным» веществом вмещающих осадочных пород. В целом, на Северном Урале такие горные породы объединены в полюдовско-колчимский комплекс интрузивных пирокластитов, образование которых связывается с проявлениями лампроитовой магмы миасскитового ряда [Лукьянова и др., 2000, Чайковский, 2001].

Упомянутые алмазоносные туффизиты и ксенотуффизиты развиваются вдоль Колчимского сброса и субпараллельных ему тектонических нарушений, образуя многоярусные системы полого залегающих жил и силлов, сменяющихся у поверхности субвертикально ориентированными конусообразными эксплозивными телами (рис. 2). После выявления подобных горных пород на всех североуральских алмазных месторождениях стало ясно, что уральские промышленные россыпи представляют собой элювиальные, делювиальные, пролювиально-аллювиальные образования, залегающие непосредственно над телами туффизитов или в непосредственной близости от них. Именно в таких телах на месторождении «Рассольная Юж-

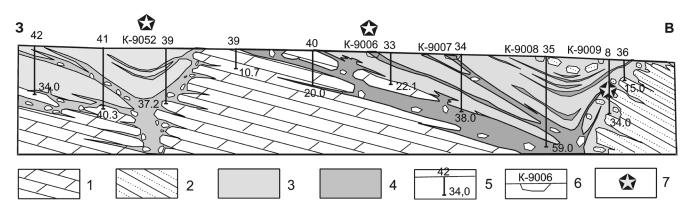
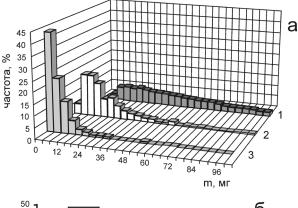
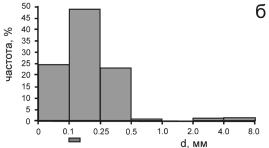


Рис. 2. Схематический геологический разрез алмазного месторождения Рассольная Южная на Северном Урале. 1 – доломитолиты колчимской свиты, S_1kl ; 2 – кварцитопесчаники такатинской свиты, D_1tkt ; 3, 4 – алмазоносные ксенотуффизиты (3) и туффизиты (4); 5 – скважины; 6 – канавы; 7 – места находок исследованных авторами алмазных осколков.

56 СИЛАЕВ и др.





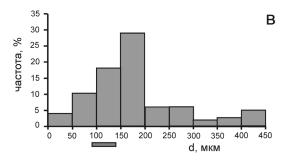


Рис. 3. Распределение алмазов по массе и размерам в важнейших типах российских алмазных месторождений.

а — выборки алмазов из Рассольнинского узла (1), речных россыпей Среднего Урала по А.А. Кухаренко, [1955] (2), кимберлитов трубки Мир по А.П. Бобриевичу и др., [1959] (3); б — выборка алмазных монокристаллов и осколков из представительной пробы туффизитов Волынского участка на Северном Урале по Б.С. Луневу и Б.М. Осовецкому, [1996]; в — выборка осколков из малообъемной пробы туффизитов, отобранной на месторождении Рассольная Южная. На б и в под горизонтальной осью черточкой показан интервал вариации размеров исследованных авторами алмазных осколков.

ная» и проявлении «Дресвянка» были установлены наиболее высокие для Урала промышленные содержания алмазов [Рыбальченко и др., 1997].

Наличие среди алмазов мелких кристаллов и обломков сразу же стало расцениваться как указание на отсутствие в соответствующих объектах признаков так называемой аллювиальной сортировки [Лукьянова и др., 2004]. Иначе говоря, уже в самом начале исследований коренных алмазных месторождений уральского типа алмазные обломки и осколки фактически рассматривались в качестве особой популяции именно первичных алмазов.

Как известно, первые находки мелких алмазов и алмазных обломков на Урале были сделаны А.А. Кухаренко и его сотрудниками [Кухаренко, 1955]. Результаты проведенных позже специализированных исследований позволили сделать следующие важные выводы [Лунев и др., 1980, 1991; Лунев, Осовецкий, 1996]. Мелкие алмазы характерны не только для месторождений Красновишерского района, но и в целом для всей Урало-Тиманской алмазоносной территории. Отношение мелких алмазов и обломков к крупным монокристаллам варьирует здесь от 9 до 90. Среди мелких алмазов 65 % составляют именно обломки, из которых более половины не имеют даже фрагментов кристаллографических граней.

В настоящее время известны, по крайней мере две морфологических классификации механически поврежденных алмазов. По З.В. Бартошинскому [Бартошинский, 1983; Бартошинский и др., 1988] «шкала механической сохранности алмазов» включает (1) целые кристаллы; (2) поврежденные с незначительными выколками или раковинами; (3) обломанные индивиды, сохранившиеся на две трети; (4) расколотые кристаллы с сохранением половины; (5) обломки, представляющие не более 1/3 исходной формы; (6) осколки – бесформенные зерна только с поверхностями механического разрушения. Вторая подобная классификация была разработана недавно Г.И. Шафрановским в ходе исследования мелких алмазов из собственно североуральских месторождений [Шафрановский, 2001; Шафрановский, Матвеева, 2003]. Согласно этой классификации, механически поврежденные алмазы предложено подразделять на: (1) полуобломки с частично сколотыми гранями; (2) неполные обломки с сохранившимися единичными гранями; (3) полные обломки или осколки с некристаллографическими поверхностями, а также выколки по спайности. Очевидно, что обе классификации в принципе являются вполне тождественными.

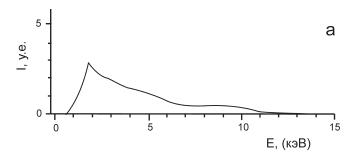
Анализ гранулометрического состава алмазов из месторождений Рассольнинского узла был осуществлен на основе данных ПГГСП «Геокарта», полученных в ходе геологической съемки и поисковых работ в период 1995-99 гг. В соответствующую выборку вошли как крупные (более 1 мм) кристаллы из больше- и среднеобъемных проб, так и мелкие алмазы, в значительной своей части - обломки, извлеченные термохимическим способом из проб весом 1-60 кг. Всего было учтено 362 алмаза, масса которых варьировала от 0.6 до 721 мг. Полученная гистограмма распределения этих камней по размерам (рис. 3а) оказалась довольно близкой к таковой гистограмме для алмазов из уральских речных россыпей, отличаясь только значительно меньшей модой в области 8-12 мг. С другой стороны, гранулометрическое распределение алмазов Рассольнинского узла существенно разошлось с

распределением алмазов в кимберлитовой трубке Мир. В последнем случае мода распределения резко сдвинулась в область самой мелкой фракции, что отражает известный факт систематически меньшей крупности якутских кимберлитовых алмазов по сравнению с уральскими. Как известно, этот факт когда-то объясняли результатом аллювиальной дифференциации алмазов на Урале. Однако отсутствие других признаков речной сортировки и вышеотмеченные геологические свойства уральских месторождений привели к отказу от такой версии. В настоящее время систематический сдвиг размера уральских алмазов в сторону более крупных фракций может быть объяснен как следствие исчезновения части наиболее мелких алмазов в процессе мантийного преобразования плоскогранных форм роста в округлые формы растворения.

Отдельный анализ мелкой фракции алмазов из туффизитов Волынского участка (данные Б.С. Лунева и Б.М. Осовецкого) и совокупности 82 мелких алмазов, выделенных из проб месторождения Рассольная Южная, показал, что в обеих выборках алмазы представлены в основном обломками и осколками. Гистограммы их распределения по размерам оказались достаточно сходными (рис. 3б,в), что позволяет предположить универсальность обломочно-осколочного статуса мелких алмазов, по крайней мере, для уральских месторождений. Согласно полученным данным, среди обломков резко преобладают частицы размером 100-250 мкм. Из практики известно, что при разведке и отработке алмазных месторождений такая фракция камней, как правило, не регистрируется и, разумеется, не исследуется. Как нам представляется, такой пробел в современных знаниях делает представления о генезисе алмазных месторождений не вполне достоверными.

ХАРАКТЕРИСТИКА АЛМАЗНЫХ ОБЛОМКОВ И ИХ ПАРАСТЕРИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ

Исследования типичных алмазных обломков и осколков из месторождения Рассольная Южная было проведено в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе JSM-6400, оснащенном спектрометром фирмы «Link» с дисперсией по энергиям (программное обеспечение ISIS 300) и спектрометром фирмы «Microspec» с дисперсией по длинам волн. В представленной нам пробе были обнаружены четыре алмаза, две углеродистых частицы и 16 зерен минералов, составляющих с алмазом своеобразный ксенотуффизитовый парастерезис. Диагностика алмазов осуществлялась фоторентгеноструктурным и рентгеноспектральным микрозондовым методами. В последнем случае для алмазов сначала были получены рентгеновские энергодисперсионные спектры, в которых проявилась только сильная линия



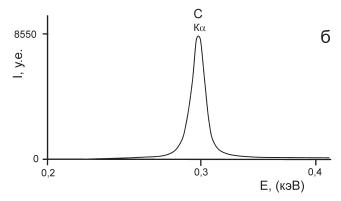


Рис. 4. Энергодисперсионный (а) и волновой (б) рентгеновские спектры, полученные от алмазных осколков из месторождения Рассольная Южная.

углерода. Затем это было подтверждено сильной линией $CK\alpha$ в волновых спектрах (рис. 4).

Алмаз № 1. Трапециэдроидный неполный обломок (по классификации Г.И. Шафрановского) размером 130 × 150 мкм (рис. 5а). Лицевая плоскость представляет собой относительно сохранившуюся от растворения октаэдрическую грань. Боковые поверхности с многочисленными акцессориями растворения являются реликтами октаэдрических граней. Ребра – результат неравномерного растворения граней.

Алмаз № 2. Трапециевидный неполный обломок размером 70 × 130 мкм (рис. 5б). Лицевая поверхность выглядит как фрагмент октаэдрической грани. Справа располагается поверхность механического разрушения с усталостным рельефом, выраженным системой параллельных борозд, возникших в процессе прерывистого перемещения раскалывающей трещины. Слева — поверхность интенсивного растворения с множеством соответствующих акцессорий.

Алмаз № 3. Клиновидный осколок размером 60 × 125 мкм (рис. 5в). Лицевая поверхность является плоскостью спайности параллельной (111), которую можно рассматривать как поверхность механического разрушения без усталостного рельефа. Остальные поверхности, скульптированные ямками травления, представляют собой результат сильного растворения октаэдрических граней. Размер наиболее крупной ямки составляет 3,5 × 6,5 мкм. Изометричное отверстие на поверхности спайности

58 СИЛАЕВ и др.

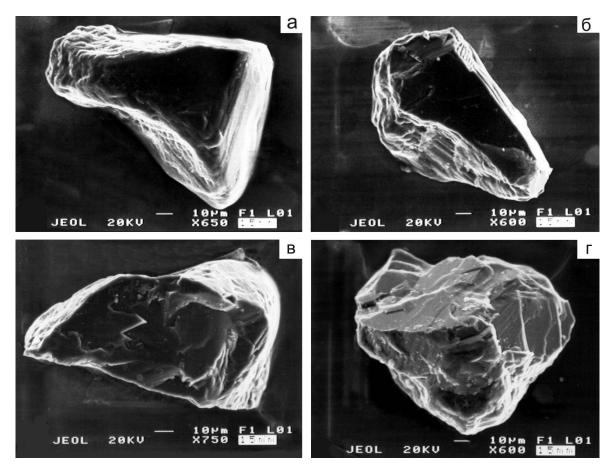


Рис. 5. Типичные примеры обломков и осколков алмазных монокристаллов из месторождения Рассольная Южная.

а – трапецоэдроидный неполный обломок алмазного монокристалла с относительно сохранившейся октаэдрической гранью, б – трапециевидный неполный обломок алмазного монокристалла с фрагментом октаэдрической грани, в – клиновидный полный обломок (осколок) алмазного монокристалла с плоскостью спайности, г – субизометричный полный обломок (осколок) алмазного монокристалла со ступенчатым рельефом. РЭМ-изображения в режиме вторичных электронов.

трактуется нами как вскрытая флюидная вакуоль.

Алмаз № 4. Субизометричный осколок размером 130 × 145 мкм (рис. 5г). Ступенчатый рельеф обусловлен системой сколов по плоскостям спайности, параллельным граням тетраэдра (111). На одной из поверхностей наблюдается фрагментарная ксеноминеральная пленка, сложенная алюмисиликатной фазой состава (мас. %): SiO₂ – 50,31; Al₂O₃ – 39,46; CuO – 5,42; ZnO – 4,12; Cl – 0,69. Размеры участков, покрытых пленкой, колеблются от 1–2,5 до 5 мкм. На другой поверхности выявлены Fe-Zn-Cu иодиды и сульфидоиодиды, пленочнообразные наросты кото-

рых покрывают площадки от 0,5 × 1 до 1 × 2 мкм. По своему строению и составу (рис. 6; табл. 1, № 1–3) упомянутые сульфидогалидные гибридные фазы аналогичны иодидо-сульфидным соединениям, найденным ранее в зоне выветривания квалузитов Полярного Урала [Силаев и др., 1999] и на поверхностях тиманских [Макеев, Макеев, 2003] и уральских [Силаев и др., 2004б] монокристальных алмазов.

Наиболее тесным спутником алмазных обломков в исследуемом месторождении являются углеродистые частицы (рис. 7). Последние характеризуются неправильной, часто угловатой формой без

Таблица 1. Химический состав (мас. %) сульфогалидов, обнаруженных на поверхности алмазных осколков (1–3), а также выделений гидроксилгалидов (4, 5) на поверхности обломочных зерен кварца из ксенотуффизитов месторождения Рассольная Южная

№ п/п	Cu	Zn	Fe	I	C1	Br	S	Сумма	Эмпирические формулы
1	39,69	3,42	1,16	55,73	Не обн.	Не обн.	Не обн.	100	$(Cu_{1,42}Zn_{0,12}Fe_{0,05})_{1,59}I$
2	37,02	5,37	0,72	51,9	2,66	То же	2,34	100	$(Cu_{1,05}Zn_{0,15}Fe_{0,02})_{1,22}[I_{0,73}S_{0,13}Cl_{0,14}]$
3	38,15	4,83	0,63	52,42	2,17	То же	1,8	100	$(Cu_{1,13}Zn_{0,14}Fe_{0,02})_{1,29}[I_{0,78}S_{0,11}Cl_{0,11}]$
4	56,71	8,24	Не обн.	Не обн.	22,47	То же	Не обн.	87,42	$(Cu_{1,75}Zn_{0,25})_2[Cl_{1,26}(OH)_{2,74}]_4$
5	42,57	10,16	То же	То же	2,02	34,8	То же	89,55	$(Cu_{1,62}Zn_{0,38})_2[Br_{1,05}Cl_{0,14}(OH)_{2,81}]_4$

признаков механического износа. Размер частиц варьирует от 50×65 до 100×110 мкм. В энергодисперсионных рентгеновских спектрах (рис. 76,г) кроме линии углерода фиксируются, во-первых, линии серы и хлора — обычных малых компонентов неалмазных углеродистых фаз, а во-вторых, линии породообразующих элементов, присутствие которых в исследуемых частицах обусловлено, очевидно, минеральными включениями. Общее содержание всех этих примесей колеблется от 2 до 7 мас. % (табл. 2). В волновом спектре углеродистых частиц доминирует сильная линия $CK\alpha$. Следует добавить, что ранее подобные углеродистые частицы мы наблюдали в парагенезисе с бразильскими карбонадо [Силаев и др., 20046].

Наиболее характерными парастерическими минералами-спутниками алмазов в ксенотуффизитах исследуемого месторождения выступают рутил состава ${\rm Ti}_{0,99}({\rm V,Nb})_{0,01}{\rm O}_2$, циркон и кварц, представленные в большинстве своем хорошо окатанными обломочными зернами. Источником этих минералов являются, очевидно, осадочные породы, послужившие матриксом для интрудирования алмазоносного пирокластита. Интересно, что на поверхности некоторых минеральных зерен, так же как и на поверхности алмазных осколков, выявляются эпигенетические пленки, в составе которых

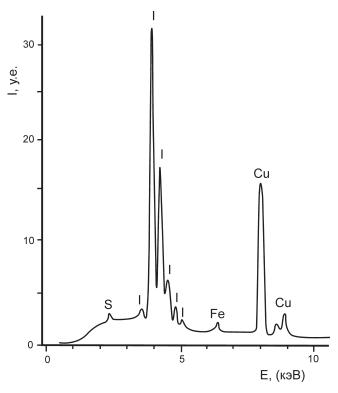


Рис. 6. Типичный энергодисперсионный рентгеновский спектр сульфидоиодидов, обнаруженных на поверхности алмазных осколков.

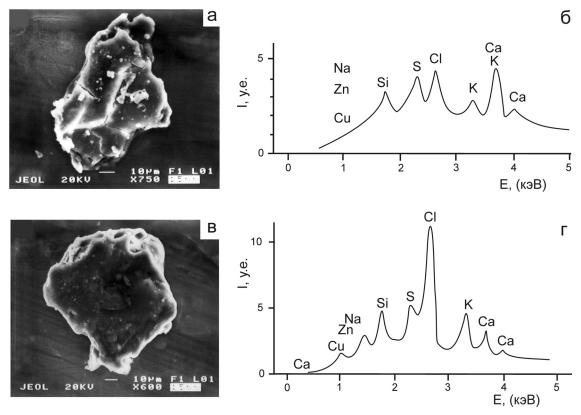


Рис. 7. Углеродистые частицы, сопутствующие алмазным обломкам и осколкам в ксенотуффизитах из месторождения Рассольная Южная. а, в – РЭМ-изображения в режиме вторичных электронов; б, г – энергодисперсионные рентгеновские спектры.

Таблица 2. Химические примеси (масс. %) в углеродистых частицах-спутниках алмазных осколков в ксенотуффизитах месторождения Рассольная Южная

SiO ₂	Al_2O_3	CaO	K ₂ O	SO_3	Cl	Сумма
0,35	Не обн.	0,24	0,53	1,27	1,87	4,26
1,07	0,68	0,43	0,96	1,62	1,79	6,65
0,55	Не обн.	0,8	0,22	0,83	0,41	2,81

обнаружены не только обычные для экзогенных обстановок алюмосиликаты и оксигидроксиды, но и редко встречающиеся самородно-металлические фазы, например, вольфрам. В частности, субмикронные частицы последнего были обнаружены на поверхности одного из зерен циркона.

Особый интерес представляют выделения на поверхности обломочного кварца гидроксил-хлоридных и бромидных фаз, состав которых наиболее правдоподобно рассчитывается на стехиометрию атакамита (табл. 1, № 4, 5). В этой связи следует напомнить, что ранее гидроксил-бромиды были нами обнаружены в уральских золотоплатиновых россыпях [Наумов и др., 2005]. Новые находки таких минералов подтверждают выводы о значительной активности иода и брома в экзогенном минералообразовании в условиях Западного склона Урала [Тюрина и др., 2008].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что в коренных алмазных месторождениях уральского типа помимо достаточно крупных алмазных монокристаллов присутствует мелкая фракция, в основном сложенная обломками и осколками механически разрушенных монокристаллов. Отсутствие признаков окатывания, многие особенности строения поверхностей, сохранившиеся пленки и наросты неустойчивых к истиранию в речном потоке эпигенетических минералов – все это свидетельствует об образовании обломков in situ, т.е. в процессе перемещения магматогенного транспортера из мантии к земной поверхности или даже непосредственно в местах их находок.

Судя по фрагментарно сохранившимся в обломках кристаллографическим граням, исходные алмазные индивиды обладали октаэдрическим габитусом. Это, вероятно, свидетельствует о том, что подвергшиеся разрушению алмазы были преимущественно мелкими, поскольку именно такие алмазы в уральских месторождениях представлены плоскогранными октаэдрическими формами.

Причиной образования алмазных обломков и осколков мы считаем не «дробление еще в магматических очагах в результате подвижек мантийных масс» [Бартошинский и др., 1988], а спонтанное разрушение части монокристаллов из-за их аномальной внутренней механической напряженности.

Последняя, очевидно, обусловлена кристаллизацией соответствующих алмазов в высокобарических условиях, завершившейся достаточно быстрой их эвакуацией к земной поверхности. Таким образом, встречающиеся практически во всех коренных и россыпных алмазных месторождениях обломки и осколки действительно могут представлять собой специфическую осколкообразующую фацию мантийных алмазов.

Работа поддержана грантом НШ-3266.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Афанасьев В.П., Гриффин В.Л., Натапов Л.М. и др. О перспективах алмазоносности юго-западного фланга Тунгусской синеклизы // Геология рудных месторождений. 2005. Т. 7. № 1. С. 51–69.

Бартошинский З.В. Минералогическая классификация природных алмазов // Минералогический журнал. 1983. № 5. С. 84–93.

Бартошинский З.В. Некоторые особенности алмазов из россыпей северо-востока Сибирской платформы // Геология и геофизика. 1967. № 3. С. 60–67.

Бартошинский З. В., Бекеша С.Н., Винниченко Т.Г. О связи степени сохранности кимберлитовых алмазов с их некоторыми оптическими особенностями // Минералогический сборник Львовского ун-та. 1988. № 42. С. 7–13.

Бобриевич А.П., Бондаренко М.Н., Гневушев М.А. и др. Алмазные месторождения Якутии. М.: Госгеолтехиздат, 1959. 527 с.

Ваганов В.И., Голубев Ю.К., Захарченко О.Д., Голубева Ю.Ю. Современное состояние проблемы коренных первоисточников алмазных россыпей западного склона Урала // Руды и металлы. 2004. № 4. С. 5–17.

Вальтер А.А., Квасница В.Н., Еременко Г.К., Чашков А.И. О возможностях использования типоморфизма мелких алмазов для оценки алмазоносности территорий и отдельных объектов Украинского щита // Минералогический журнал. 2003. Т. 25. № 5/6. С. 95–100.

Варшавский А.В., Буланова Г.П. Микрокристаллы природного алмаза // Докл. АН СССР. 1974. Т. 217. № 5. С. 1069–1072.

Джейкс А., Луис Дж., Смит К. Кимберлиты и лампроиты Западной Австралии. М.: Мир, 1989. 430 с.

Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Типоморфизм алмазов из пород Рассольнинской депрессии (Урал) в связи с проблемой их первоисточников // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона: Матлы Всерос. совещ. Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 146–147.

Илупин И.П., Гешафт Ю.С. О метасоматических замещениях пикроильменита в кимберлитах // Минералогический журнал. 1986. Т. 8. № 5.

- C. 65-72.
- *Квасница В.Н.* Мелкие алмазы. Киев: Наукова Думка, 1985. 216 с.
- Кириллица С.И., Кашкаров И.Ф., Полканов Ю.А. Мелкие алмазы (источники, типоморфизм, достоверность находок) // Минералогический журнал. 1981. Т. 5. С. 75–78.
- *Кухаренко А.А.* Алмазы Урала. М.: Госгеолтехиздат, 1955. 516 с.
- Лукьянова Л.И., Жуков В.В., Кириллов В.А. и др. Субвулканические эксплозивные породы Урала возможные коренные источники алмазных россыпей // Региональная геология и металлогения, 2000. № 12. С. 134–157.
- Лукьянова Л.И., Румянцева Н.А., Остроумов В.Р. и др. Алмазоносность Урала, история исследований, состояние проблемы // Эффективность прогнозирования и поисков месторождений алмазов: прошлое, настоящее и будущее. Мат-лы Всерос. конф. М., СПб.: МПР РФ, ВСЕГЕИ, «АЛРОСА», 2004. С. 200–204.
- *Лунев Б.С., Осовецкий Б.М.* Мелкие алмазы Урала. Пермь: Пермский госунивеситет, 1996. 128 с.
- Лунев Б.С., Осовецкий Б.М., Косицына Н.А. и др. Мелкие алмазы и их поисковое значение // Россыпи складчатых (орогенных) областей: Тез. докл. Всесоюзн. совещ. Бишкек, 1991. С. 97–100.
- Лунев Б.С., Осовецкий Б.М., Уткин Р.Е. и др. Мелкие алмазы Вишерского района и их поисковое значение // Геология, поиски и разведка нерудных ископаемых. Вып. 5. Л., 1980. С. 64–68.
- Макеев А.Б., Макеев Б.А. Алмазы проявления Ичетью (Средний Тимман) производные эклогитовой мантии // Углерод. Минералогия, геохимия, космохимия: Мат-лы Междунар. конф. Сыктывкар: Геопринт, 2003. С. 476–490.
- Макеев А.Б., Макеев Б.А. Новые данные об алмазах и минералах-спутнках Тимана. Сыктывкар: Геопринт, 2000. 32 с.
- *Малахов И.А.* Алмазы Урала и их спутники // Горный журнал. 1993. № 11. С. 57–60.
- Метелкина М.П. Прокопчук Б.И., Суходольская О.В., Францессон Е.В. Докембрийские алмазоносные формации мира. М.: Недра, 1976. 134 с.
- Милашев В.А. Петрохимические критерии алмазоносности кимберлитовых пород // Советская геология. 1972. № 9. С. 158–160.
- Митяков С.Н., Шумилова Т.Г. Алмаз в коренном залегании на территории Западного Притиманья // Южные районы Республики Коми: геология, минеральные ресурсы, проблемы освоения. Сыктывкар: Геопринт, 2002. С. 195–197.
- Морозов Г.Г., Осовецкий Б.М., Накарякова Т.Р. и др. Новые находки алмазов в юрских отложениях бассейна р. Весляны // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Труды научных чтений памяти П.Н. Чирвинского. Вып. 11.

- Пермь: Пермский госуниверситет, 2008. С. 3–7.
- Наумов В.А., Силаев В.И., Чайковский И.И. и др. Золотоносная россыпь на реке Большой Шалдинке на Среднем Урале. Пермь: Пермский госуниверситет, 2005. 92 с.
- Озеров В.С. Находка алмаза в раннепалеозойских конгломератах на хребте Малдынырд (Приполярный Урал) и его предполагаемые эндогенные коренные источники // Золото, платина и алмазы Республики Коми и сопредельных регионов: Мат-лы Всерос. конф. Сыктывкар: Геопринт, 1998. С. 134–136.
- *Орлов Ю.Л.* Минералогия алмаза. М.: Наука, 1973. 222 с.
- Остащенко Б.А., Хлыбов В.В. Алмазы реки Ухтым, Архангельская область // Алмазы и алмазоноснсость Тимано-Уральского региона. Мат-лы Всерос. совещ. Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 110.
- Петровский В.А., Ракин В.И., Карфункель И. и др. Алмазы современных россыпей в бассейне реки Макаубас (Бразилия) // Сыктывкарский минералогический сборник. № 33. Сыктывкар, 2003. С. 5–12.
- Пономаренко А.И., Специус З.В., Любушкин В.А. и др. Циркон из кимберлитов трубки «Мир» // Минералы и минеральные ассоциации Восточной Сибири. Иркутск: Изд-во Института геохимии СО АН СССР, 1977. С. 156–163.
- Рыбальченко А.Я., Колобянин В.Я., Лукьянова Л.И. u др. О новом типе коренных источников алмазов на Урале // Докл. РАН, 1997. Т. 363. № 1. С. 90–93.
- Сарсадских Н.Н., Попугаева Л.А. Новые данные о проявлении ультраосновного магматизма на Сибирской платформе // Разведка и охрана недр. 1955. № 5. С. 11–20.
- Силаев В.И., Петровский В.А., Сухарев А.Е., Мартинс М. Карбонадо: краткое резюме итогов исследования // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2004а. № 11. С. 7-13.
- Силаев В.И., Филиппов В.Н., Сокерин М.Ю. Галогенсульфиды меди в марганцевых палеолатеритах как результат гипергенной перегруппировки вещества // Докл. РАН. 1999. Т. 368. № 6. С. 813–817
- Силаев В.И., Чайковский И.И., Ракин В.И. и др. Алмазы из флюидизатно-эксплозивных брекчий на Среднем Урале // Сыктывкар: Геопринт, 2004б. 114 с.
- Тюрина И.М., Шестов И.Н., Шувалов В.М. Особенности накопления йода в подземных водах палеозойских отложений Прикамья // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: Труды научных чтений памяти П.Н. Чирвинского. Вып. 11. Пермь: Пермский госуниверситет, 2008. С. 314–317.
- *Чайковский И.И.* Петрология и минералогия интрузивных алмазоносных пирокластитов Вишер-

62 СИЛАЕВ и др.

ского Урала. Пермь: Пермский госуниверситет, 2001. 324 с.

- Шафрановский Г.И. Новые данные по морфологии алмазов из Красновишерского района // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Мат-лы Всерос. совещ. Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 148–149.
- Шафрановский Г.И., Головко А.В., Рыбальченко А.Я. Морозов Г.Г. Первые находки мелких алмазов на участке Южная Рассольная (Северный Урал) // Проблемы рудных месторождений и повышения эффективности геологоразведочных работ. Ташкент, 2003. С. 306–308.
- Шафрановский Г.И., Матвеева О.П. Морфологические и некоторые спектроскопические данные мелких алмазов из участка Южная Рассольная (Северный Урал) // Минералогия Урала: Мат-лы

- IV-го Всерос. совещ. Миасс: ИМин УрО РАН, 2003. С. 203–207.
- Шмаков И.И., Минорин В.Е. Геолого-генетическая модель алмазоносной россыпи Илья-Вож, Западный склон Урала // Руды и металлы. 2004. № 4. С. 48–57.
- *Штукенберг А.Г., Пунин Ю.О.* Оптические аномалии в кристаллах. СПб: Наука, 2004. 263 с.
- Banko A.G., Karfunkel J. Mineralogie und Gemmologie der Diamanten aus der Serra do Espinhaso, Minas Gerais, Brasilien // Zeitschr. Gemmol. Ges. 2000. V. 49 (3). P. 127–150.
- McCormik T.L., Jakson W.E., Nemanich R.J. The characterization of strain impurity content and crush strength of synthetic diamond crystals // J. Materials Research. Pittsbourg. 1997. V. 12. № 1. P. 253–263.

Рецензент академик Н.П. Юшкин

THE SIGNS OF DIAMOND CHIP FACIES IN URALS DEPOSITS

V.I. Silaev*, I.I. Tchaikovsky**, V.I. Rakin*, I.P. Teterin***

*Institute of Geology, Komi Science Centre, Urals Branch of RAS

**Mining Institute, Urals Branch of RAS

***CJSC «Permgeologodobycha»

A fraction of fine diamonds in the Northern Urals diamond deposits has been found out. It is basically presented by fragments of mechanically destroyed monocrystals. The absence of mechanical abrasion indicators that such fragments are the result of spontaneous destruction of some diamond monocrystals due to abnormal internal mechanical intensity. As such diamond fragments are practically in all diamond deposits, the conclusion they represent a specific fragment facies of diamonds has been made.

Key words: diamonds, chips, tuffizites, Northern Urals.