

КОЛЛЕКЦИЯ АЛМАЗА В МИНЕРАЛОГИЧЕСКОМ МУЗЕЕ ИМ. А.Е. ФЕРСМАНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК: КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР

В.А. Пустовойтова

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, геологический факультет,
Москва, valeria-2425@mail.ru*

Т.М. Павлова

Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана, РАН, Москва, pavlovaminmus@mail.ru

На основании хронологии поступлений образцов в коллекцию кристаллов алмаза Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН условно выделено несколько этапов ее формирования и показана связь последних с историей освоения и изучения новых алмазоносных провинций в разных регионах мира. Отмечен вклад Ю.Л. Орлова в изучение минералогии алмаза и пополнение музейной коллекции кристаллами алмаза различного генезиса и морфологии, что легло в основу предложенной им классификации этого минерала. Дано краткое описание некоторых разновидностей алмаза.

В статье 6 рисунков, список литературы из 11 названий.

Ключевые слова: алмаз, минералогическая коллекция, генетическая классификация алмаза, Ю.Л. Орлов.

Коллекция алмаза Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана, насчитывающая в настоящее время более 1200 кристаллов из россыпных и коренных месторождений России, Бразилии, Намибии, Южной Африки, Индонезии, США и Австралии, имеет почти вековую историю, отдельные этапы которой обусловлены хронологией открытия и изучения зарубежных и отечественных месторождений, а также хранит в своих анналах имена людей, которые приняли участие в ее формировании.

Самые древние находки алмазов связаны с россыпями, и сделаны они практически всегда случайно. Известно, что первый алмаз в России (и в Европе) был найден 4 июля 1829 г. на западном склоне Урала, в Пермской губернии, в бассейне реки Койвы у Крестовоздвиженских золотых промыслов (в настоящее время пос. Промысла Горнозаводского района Пермского края) крепостным Павлом Поповым (Харькив и др., 1997). В коллекции музея есть несколько кристаллов с этого прииска (обр. ММФ № 25684), попавшие в нее благодаря профессору минералогии и кристаллографии Петербургского Горного института Павлу Владимировичу Еремееву (1830 – 1899).

Значительные поступления алмазов в музейные фонды датированы 1912 – 1916 гг. Это были образцы зарубежных месторождений: кристаллы из россыпей Индонезии (о. Калимантан, Борнео), Бразилии, Намибии, Австралии (Бингара), Среднего Урала, а также коренные алмазы Южной Африки (трубки Кимберли, Ягерсфонтейн).

Находки алмазов на острове Калимантан и в других районах Индонезии известны с

древних времен и относятся к периоду VI – X вв. Это старейшие (после месторождений Индии) россыпи алмаза (Смит, 1980).

Образцы с островов Борнео и Калимантан в музейной коллекции связаны с именем Георгия Прокофьевича Черника (1865 – 1942) – генерал-майора русской армии, профессионально занимавшегося сбором и изучением минералов. В течение 30 лет, начиная с 1903 года, он передал музею более 300 образцов различных минералов (Мохова, Генералов, 2007), среди которых есть и индонезийские алмазы из россыпей Борнео (обр. ММФ № 11273) и Калимантана (обр. ММФ № 11304).

Месторождения алмазов в Бразилии были открыты в XVIII веке (Смит, 1980). Центр мировой добычи более чем на столетие переместился из Индонезии в Южную Америку, вплоть до открытия коренных месторождений алмазов в Африке. Бразилия известна своими уникальными алмазами зеленого цвета, обусловленного природным облучением кристаллов. Кроме того, встречаются черные скрытокристаллические агрегаты алмаза, называемые carbonados (Орлов, 1984). Уникальность черных алмазов состоит в том, что они найдены в геологических условиях, не совместимых с образованием алмазов (типичным источником алмазов являются кимберлитовые трубки). Бразильские черные алмазы обнаружены в молодых осадочных породах, несмотря на то, что существуют данные изотопного состава, указывающие на образование этих кристаллов около 3 млрд. лет назад (Мальков, Асхабов, 2010).

Трубка Кимберли (Южная Африка), открытая в 1871 г. – это первое коренное тело,

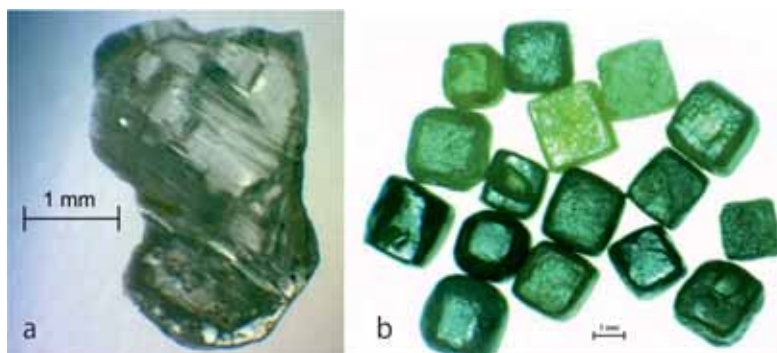


Рис. 1. Алмазы из Южной Африки: а – осколок, обр. ММФ № 3; б – кубы II, III, IV разновидностей; обр. ММФ № 64771 (передано: Министерство Финансов СССР).

в котором были зафиксированы алмазы, именно поэтому породу, в которой их находят, называют кимберлитом. К 1914 г. трубка Кимберли была уже полностью выработана (Смит, 1980). За время эксплуатации добыто около 14.5 млн. карат алмазов. Добыча алмазов на месторождениях ЮАР активно ведется и сегодня, но уже на других территориях и горизонтах. Поэтому исследование алмазов из месторождений, которые на сегодняшний день являются историческими (не эксплуатируются) или на которых теперь производится подземная добыча, дает возможность провести корреляцию характеристик алмаза для различных месторождений и проследить изменения его свойств с глубиной залегания.

В коллекции музея кристаллы из Южной Африки представлены разнообразными морфологическими формами (октаэдры, кубы, комбинационные кристаллы, обломки и др.), часто цветные и достаточно крупные (около карата и более). Следует отметить большое количество алмазов в оболочке (coated diamonds), относящихся к IV разновидности по классификации Ю.Л. Орлова. (Сразу оговоримся, что все последующие разновидности, описанные в данной статье под римскими цифрами, также выделяются в соответствии с этой классификацией – примеч. авторов). Такие кристаллы представляют собой как октаэдры, так и кубы, причем последние преобладают (рис. 1). На рисунке 1а приведен образец алмаза в виде плоского обломка неопределенной формы, массой 0.04 карата. Бесцветный, прозрачный кристалл с мелкими темными включениями. Алмаз относится к I разновидности. По всей поверхности обломка хорошо видны линии скопления, идущие в одном направлении. На рисунке 1б изображены южноафриканские образцы кубической формы (их общая масса 3.48 карата) II, III и IV разновидностей. Все кристаллы с высокой степенью растворения и незначительным искажением по форме. По цветовой гам-

ме эти алмазы делятся на желтые, серые, черные кристаллы и кристаллы с желтым и зеленым оттенками. Все кубы непрозрачны из-за скульптуры, поэтому включения не просматриваются. У желтого и желто-зеленых образцов на поверхности присутствуют каналы травления.

Как уже отмечалось выше, в основной фонд музея новые образцы поступают различными путями. Это, прежде всего, материалы, собранные в научных экспедициях или полученные как в результате обмена с частными лицами и организациями, так и в качестве подарков. Кроме того, руководство музея всегда уделяло большое внимание приобретению частных коллекций, имеющих научную, историческую и культурную ценность.

Большой вклад в пополнение общего собрания музея и, в частности, коллекции алмазов, внесли академики В.И. Вернадский и А.Е. Ферсман, а также сотрудник (а в дальнейшем директор) музея, В.И. Крыжановский. Так, сто лет назад, в 1913 г., по инициативе Вернадского и Ферсмана, была куплена уникальная коллекция князя Петра Аркадьевича Кочубея (1825–1892), содержащая более 2700 образцов минералов из русских и иностранных месторождений, в том числе и прекрасную подборку кристаллов алмаза из Бразилии и Южной Африки.

В 1912 г. музей приобрел большую коллекцию у горного инженера Ильи Николаевича Крыжановского, содержащую россыпные алмазы, добытые на реке Бобровка под Нижним Тагилом на Среднем Урале (обр. ММФ № 22911). Эти образцы музейных фондов были записаны в алмазную коллекцию в 1927 г.

В 1919 г. при участии А.Е. Ферсмана была куплена коллекция И.П. Балашева, включающая алмазы из Бразилии.

Двадцатые годы прошлого века ознаменовались открытием многочисленных россыпных месторождений, расположенных в



Рис. 2. Россыпные алмазы Намибии: а – обломок кристалла с «легенцовой» скульптурой, обр. ММФ № 999 (А.Е. Ферсман); б – обломок октаэдроида, обр. ММФ № 1054 (А.Е. Ферсман).

основном в Африке (Харьков и др., 1997). Крупнейшие прибрежно-морские россыпи Намибии и в настоящее время славятся самой высокой в мире концентрацией алмазов ювелирного качества. В коллекции музея алмазы Намибии мелкие (до 0.30 карат), в основной массе они представлены обломками кристаллов зеленовато-желтого цвета с ярко выраженной скульптурой граней и темными включениями (рис. 2). На рисунке 2а показан кристалл сложной формы зеленовато-желтого цвета, массой 0.17 карат. Это алмаз со средней степенью растворения. Интересно, отметить, что с одной стороны образец имеет «легенцовую» скульптуру поверхности, которая указывает на механическую обработку кристаллов в прибрежно-морских условиях (Посухова, 2003). Кристалл прозрачный, внутри него просматриваются небольшие темные включения. На рисунке 2б приведен обломок кристалла комбинационной формы (октаэд-

роид), массой 0.26 карат. Цвет образца желтый, поверхность гладкая, полированная с глубокими каналами травления и отрицательной каверной. Весь кристалл пронизан темными и светлыми трещинами.

В 30–40-х годах XX века начались активные поиски коренных месторождений алмаза в Сибири. Первый, кто предсказал возможность обнаружения кимберлитовых алмазных трубок в Сибирском регионе, был В.И. Вернадский, который еще в 1914 г. рекомендовал пересмотреть вопросы алмазности нашего Севера в связи с новыми результатами изучения южно-африканских месторождений. В 1938 г. в коллекцию поступил кристалл алмаза (ММФ № 37711), найденный в окрестностях реки Мельничной (недалеко от города Енисейска) в 1897 г. Достоверно известно, что этот образец является первым алмазом, обнаруженным на территории Восточной Сибири. Передан в дар музею Верой



Рис. 3. Места находок некоторых уральских алмазов из коллекции Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана: 1 – река Бобровка, Нижний Тагил, Средний Урал, обр. ММФ № 22911 (И.Н. Крыжановский); 2 – река Журавлик, приток реки Ис, Урал, обр. ММФ № 43171 (В.Я. Бурдаков); 3 – Крестовоздвиженские прищипки, к северо-востоку от Бисерска, Средний Урал, обр. ММФ № 25684 (П.В. Еремеев).

Арсеньевой Балаждиной (1871 – 1943), которая известна как ученый-просветитель и общественный деятель своего времени.

Поисковые работы проводились экспедициями Иркутского геологического управления на севере Иркутской области, в Красноярском крае и Якутии; в Присяянье работала алмазная партия Всесоюзного геологического института (ВСЕГЕИ, г. Ленинград). Прогнозы вероятной алмазности Сибири опирались в те годы на ее геолого-структурное сходство с крупнейшим алмазным районом Южной Африки. Вскоре в пределах Иркутской области, в террасовых и русловых отложениях притоков Нижней Тунгуски и среднего течения Ангары, действительно были найдены алмазы. Чуть позже кристаллы этого минерала обнаружили в речных отложениях Вилюя и Малой Ботубо. Находки указывали на наличие в Восточной Сибири обширной алмазосной провинции.

В этот период музейная коллекция алмазов прирастает не только сибирскими образцами. Были записаны алмазы от Государственного научно-исследовательского института горнохимического сырья (ГИГХС), представленные кристаллами из Бразилии (шт. Минас-Жерайс, Диамантина, Вилла Рика) и Южной Африки. Госхранилище МВД СССР передало музею партию россыпных алмазов Урала.

Часть кристаллов алмаза поступила от частных лиц. В 1938 г. коллекция пополнилась алмазами из ЮАР от О.М. Шиховой, в 1940 г. – из Южной Африки от Н.В. Казакова, в 1941 г. алмазы из района р. Журавлик на Среднем Урале передал В.Я. Бурдаков.

Места находок уральских россыпных алмазов из коллекции музея обозначены на карте, представленной на рисунке 3.

В 50-х годах прошлого столетия центр поисковых работ в нашей стране переместился на территорию Якутии. И в 1953 г. поиски увенчались ошеломляющим успехом: в короткий срок были открыты трубки Зарница

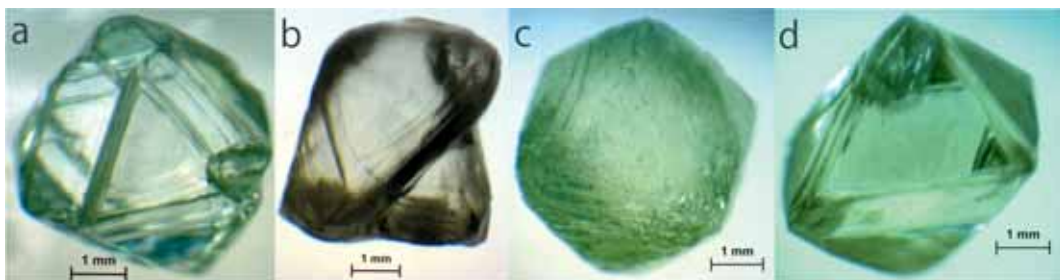
(1954), Мир (1955), Удачная (1955), являющиеся и сегодня крупнейшими разрабатываемыми алмазосными месторождениями России (Харьков и др., 1997).

В результате сейчас по разведанным запасам алмазов Россия занимает первое место в мире. Основными алмазосными территориями являются Якутия и Архангельская область. В якутской алмазосной провинции выявлено около 1000 кимберлитовых трубок, из которых алмазосны – 150, а рентабельны для отработки – 20 тел. Месторождения алмазов в Архангельской области находятся в стадии подготовки к освоению (месторождение им. М.В. Ломоносова находится в опытной отработке с 2000 г.). Промышленная отработка алмазосных россыпей Урала (Пермский край), которая была начата в 1955 г., показала высокую себестоимость добычи со стоимостью добытого карата, в несколько раз превышающую себестоимость якутских алмазов.

Быстрое развертывание освоения и промышленной добычи алмазосного сырья в Восточной Сибири послужило началом активного пополнения музейных фондов. Во второй половине прошлого столетия в музей поступило большое количество кристаллов алмаза из отечественных месторождений. Алмазы коренных месторождений Якутии, представленные трубками Айхал, Мир, Удачная, составляют главную часть коллекции. Форма кристаллов в основном октаэдрическая с незначительным растворением, алмазы обладают высокими характеристиками цвета и чистоты, но встречаются кристаллы и более низкого качества, в том числе коричневые, черные и кристаллы с включениями (рис. 4, 5).

Образцы из трубки Айхал приведены на рисунке 4. Один из них – бесцветный октаэдрический кристалл I разновидности ювелирного качества (рис. 4а). Масса алмаза 0.36 карата, грани резко ступенчатые, на выходе осей четвертого порядка глубокие отрицательные вершины. Ярко выраженная скульп-

Рис. 4. Алмазы, трубка Айхал, Якутия: а, с, d – октаэдры разной степени растворения, обр. ММФ №№ 64723, 64726, 64725 соответственно; б – сросток двух кристаллов, обр. ММФ № 64724 (Минфин СССР).



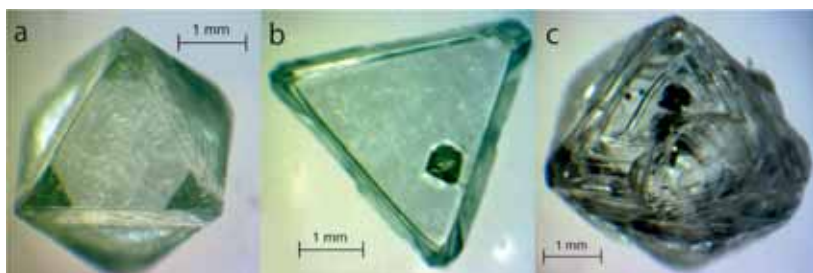


Рис. 5. Алмазы, трубка Мир, Якутия: а – плоскогранный октаэдр, обр. ММФ № 74398; б – плоскогранный шпинелевый двойник с ростком, обр. ММФ № 74398; с – округло-ступенчатый октаэдр с ростком, обр. ММФ № 74398 (Центракадемснаб).

турная поверхность граней не позволяет детально изучить внутреннее строение кристалла; можно отметить лишь одно небольшое темное включение. На рисунке 4b изображен шпинелевый двойник, массой 0.14 карата, бесцветный, со слабым коричневым нацветом (тонкая цветная пленка неясного происхождения на поверхности кристалла – прим. авторов). Кристалл плоскогранно-кривогранный, наблюдается средняя степень растворения. Внутри заметно небольшое светлое включение. Рисунок 4c демонстрирует кристалл I разновидности с желтоватым нацветом. Форма комбинационная с поверхностями додекаэдроидов, образовавшимися при послыном росте кристалла. Масса 0.58 карата. Алмаз сильно корродирован, грани кристалла покрыты треугольными углублениями. Из-за скульптуры внутренние особенности камня не видны. На рисунке 4d приведен октаэдр, массой 0.51 карата. Бесцветный алмаз с коричневым нацветом, относящийся к I разновидности. На гранях проявлена средняя степень растворения, небольшая микрослоистость, имеются треугольные отрицательные фигуры и канал травления, у вершины наблюдаются трещины. Включения отсутствуют.

Образцы из трубки Мир представлены на рисунке 5. Все изученные алмазы из трубки Мир относятся к I разновидности. На рисунке 5a показан октаэдр, массой 0.12 карата.

Кристалл с желтым нацветом, прозрачный, без видимых включений. Плоскогранный, поверхность граней покрыта сплошным узором мелких отрицательных треугольников, снижающим степень просматриваемости. На рисунке 5b изображен шпинелевый двойник, массой 0.17 карата. Бесцветный, прозрачный, с характерным двойниковым швом. На одной из граней двойника присутствует росток небольшого алмаза коричневого оттенка. На рисунке 5c виден округло-ступенчатый октаэдр с начальной степенью растворения. У одной из его вершин наблюдается значительный по величине росток. На гранях кристалла хорошо заметны микрослоистость и отрицательные ямки. Внутри кристаллов много черных включений, также отмечается напряжение в виде радужки. Масса камня 0.30 карата.

В коллекции музея представлены и россышные алмазы Якутии, источником которых стала Приленская область (реки Моторчуна, Молодо, Ирелях). Эти кристаллы, имеющие форму додекаэдроидов, окатанных октаэдров, обломков или сростков, по внешнему облику и морфологии поверхности граней отличаются от алмазов из россыпей Урала. Для последних характерна своеобразная форма, что позволило выделить так называемый «уральский тип», или «додекаэдроид уральского типа» – гладкогранный додекаэдроид, являющийся конечной формой растворения кри-

Рис. 6. Россыпные алмазы России: а, б – додекаэдроиды «уральского типа», Якутия, р. Молодо, обр. ММФ № 74404 (Центракадемснаб); с – октаэдр с полицентрическим характером роста граней и резкой ступенчатостью, Якутия, р. Моторчуна, обр. ММФ № 74405 (Центракадемснаб); д – ячеистый додекаэдроид «якутского типа», Урал, обр. ММФ № 64776 (Минфин СССР).



тала алмаза (Пальянов, 1997). В россыпных проявлениях Якутии это, обычно, округлые кристаллы с выпуклыми гранями; плоскогранные кристаллы достаточно редки. Кроме того, они отличаются повышенной крупностью, сильно скульптурированы и окатаны, со следами механического износа, характерного для россыпных алмазов, что не позволяет увидеть их внутреннее строение. Внешний облик россыпных якутских алмазов «уральского типа» представлен на рисунке 6 (*a, b*); здесь они еще сохранили реликты рельефа (узора) на поверхности.

На рисунке 6а мы видим крупный монокристалл додекаэдроида, массой 0.23 карата, насыщенного желто-коричневого цвета. Каплевидный рельеф поверхности и интенсивная окраска позволяют визуальнo отнести этот образец ко II разновидности. Кристалл полупрозрачный из-за скульптурированной поверхности граней. Похожий додекаэдрoид изображен и на рисунке 6б. Он также желтого, но несколько менее насыщенного цвета и имеет холодный желто-зеленый оттенок, масса 0.07 карата. Кристалл прозрачный, без включений, отнесен к I разновидности. На рисунке 6с приведен бесцветный октаэдрический кристалл с полицентрическим характером роста граней, масса 0.15 карата. Кристалл имеет ярко выраженный ступенчатый рельеф поверхности, под микроскопом хорошо видно ожелезнение, которое приурочено к рельефным фигурам. Рисунок 6d представляет собой кристалл додекаэдроида, массой 1.03 карата, бесцветный, сильно скульптурированный, с черепитчатой скульптурой травления. Внутренняя часть не просматривается. Степень растворения кристалла высокая.

Приведенное выше краткое описание двух генетических типов алмазов (коренных и россыпных) Якутской и Уральской алмазных провинций из коллекции музея дает представление о морфологических особенностях этих кристаллов.

Ранее мы говорили о путях пополнения алмазной коллекции музея. Велика роль государства и различных организаций, которые сделали вложения в фонд Минералогического музея, подарив значительное количество образцов: трест «Якуталмаз», Центракадемнаб, Гохран, Институт экспериментальной минералогии (ИЭМ РАН). Некоторые алмазы поступали и из частных коллекций исследователей минералогов — А.А. Арсеньева (обр. ММФ №№ 57215 — 57218), М.Е. Яковлевой (обр. ММФ №№ 62181 — 62184), В.И. Степа-

нова (обр. ММФ № 87470), Э.М. Спиридонова (обр. ММФ № 92005).

Особо следует отметить вклад в формирование коллекции Юрия Леонидовича Орлова (1926 — 1980) — крупнейшего специалиста в области минералогии алмаза. Уже в 1953 г. им был собран уникальный фактический материал по минералогии уральских алмазов. В 1956 г. Ю.Л. Орлов был принят на работу в Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана на должность младшего научного сотрудника, где продолжил заниматься алмазами, а затем, в 1976 г., стал директором музея (Павлова, 2011). Им было изучено огромное количество кристаллов этого минерала из россыпных месторождений республик Советского Союза, Южной Африки, Конго, Бразилии, из коренных месторождений Якутии и других. Музейные коллекции алмазов, а также драгоценных камней были значительно пополнены стараниями Ю.Л. Орлова.

Главные научные интересы Ю.Л. Орлова были связаны с изучением генезиса и морфологии алмазов. Юрий Леонидович имел возможность отбирать образцы из промышленного потока, поэтому в музее представлены наиболее типичные кристаллы, которые легли в основу его знаменитой генетической классификации. Каждая выделенная им разновидность кристаллов алмаза характеризуется определенными параметрами: формой роста, механизмом нарастания граней, цветом, визуальной степенью прозрачности и другими физическими свойствами этого минерала, такими, как поглощение в ИК, видимой и УФ-частях спектра, свечение в УФ-лучах, наличием типичных оптически активных центров. Все эти характеристики отражают условия формирования алмазов. Всего было выделено 11 разновидностей алмазов, которые можно разделить на 2 группы: с I по V — отдельные кристаллы, с VI по X — поликристаллические сростки. И отдельно выделяется XI-я разновидность — импактные алмазы.

Классификация Ю.Л. Орлова — это первая серьезная генетическая классификация алмазов, которая используется и сегодня всеми минералогами-алмазниками России. Но здесь важно подчеркнуть, что с открытием новых месторождений появляются новые генетические типы кристаллов, которые сложно отнести к конкретной разновидности. Дискуссионным является и вопрос о происхождении некоторых разновидностей алмазов, например, V разновидности (Афанасьев, 2000; Солодова и др., 2008; Криулина, 2012). Не вдаваясь в подробности научной дискуссии, можно предположить, что она обуслов-

лена разницей возможностей минералогических исследований 70-х годов XX века и современной локальной минералогии (электронно-зондовый анализ, рамановская спектроскопия, локальное изучение примесного состава и многое другое). Поэтому появившиеся сегодня новые методы исследования минералов позволяют не только решить дискуссионные вопросы, но и, вполне вероятно, обосновать выделение новых генетических типов алмаза, тем самым расширяя классификацию Ю.Л. Орлова.

В заключение отметим, что приведенные в статье описания морфологических особенностей кристаллов коренных и россыпных алмазов из разных регионов мира, история освоения и изучения этих территорий, а также данные об авторах поступивших образцов, дают определенное представление о содержательной части алмазной коллекции Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН, ее научном и историческом значении.

Работа выполнена в рамках Государственного контракта Минобрнауки №14.518.11.7061.

Литература

- Афанасьев В.П., Елисеев А.П., Наголинский В.А., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Рылов Г.М., Томиленко А.А., Горяйнов С.В., Юрьева О.П., Сонин В.М., Чепуров А.И.* Минералогия и некоторые вопросы генезиса алмазов V и VII разновидности (по классификации Ю.Л. Орлова) // Вест. Воронеж. ун-та. Геология. **2000.** № 5 (10). С. 79–96.
- Криулиш Г.Ю.* Конституционные характеристики алмаза из месторождений Архангельской и Якутской алмазоносных провинций. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. геол.-мин. наук. М. **2012.** 192 с. (рукопись).
- Мальков Б.А., Асхабов А.М.* Импактное происхождение карбонадо // Изв. Коми Научного центра УрО РАН. **2010.** Вып. 2. С. 40–43.
- Мохова Н.А., Генералов М.Е.* Генерал и его коллекция. Собрание минералов Г.П. Черника в Минералогическом музее им. А.Е. Ферсмана // Новые данные о минералах. **2007.** Вып. 42. С. 120–128.
- Орлов Ю.Л.* Минералогия алмаза. М.: Наука. **1984.** 263 с.
- Павлова Т.М.* К 85-летию со дня рождения Ю.Л. Орлова // Новые данные о минералах. **2011.** Вып. 46. С. 153–156.
- Пальянов Ю.Н.* Рост кристаллов алмаза: экспериментальные исследования. Дисс. на соиск. уч. ст. докт. геол.-мин. наук. Новосибирск. **1997.** 266 с. (рукопись).
- Посухова Т.В.* Алмаз и его спутники из отложений Восточно-европейской платформы. Морфогенетический анализ // Геовикипедия. **2003.** URL: [wiki.web.ru http://web.ru/db/msg.html?mid=1169098](http://wiki.web.ru/db/msg.html?mid=1169098) (17.07.2013 г.)
- Сологова Ю.П., Николаев М.В., Курбатов К.К.* Геммология алмаза: учебное пособие. М.: Агат. **2008.** 416 с.
- Смит Г.* Драгоценные камни. М.: Мир. **1980.** 586 с.