

МИНЕРАЛЫ-ИНДИКАТОРЫ КИМБЕРЛИТОВ МЕЗОЗОЙСКОГО ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОЛЛЕКТОРА ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

А. В. Черешинский

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 10 мая 2017 г.

Аннотация: в статье приведены данные о минералах-индикаторах кимберлитов мезозойского промежуточного коллектора Воронежской антеклизы. Образования аптского и альбского ярусов являются самыми продуктивными, здесь имеются многочисленные находки мелких алмазов, хромшпинелиды, пиропы, пикроильмениты и хромдиопсиды. Для образований мезозоя характерны изменения в составе МИК по сравнению с девонскими и каменноугольными отложениями. Прежде всего, это выражено в появлении мелких алмазов и хромшпинелидов, представленных искаженными октаэдрами, характерными для кимберлитов.

Ключевые слова: Воронежская антеклиза, минералы-индикаторы кимберлитов, алмазы, пироп, хромшпинелид, пикроильменит, хромдиопсид, мезозой.

THE INDICATOR MINERALS OF KIMBERLITES OF MESOZOIC INTERMEDIATE PLACER TRAP OF THE VORONEZH ANTECLISE

Abstract: the article presents data on the indicator minerals of kimberlites from the Mesozoic intermediate placer trap of the Voronezh anteclise. The formation of the aptian and albian stages is the most productive, there are numerous finds of small diamonds, chrome-spinellids, pyrope, picroilmenite and chrome-diopside. For the mesozoic formations, changes in the composition of the IMK are characteristic in comparison with the devonian and carboniferous deposits. This is expressed in the appearance of small diamonds and chrome-spinels, represented by distorted octahedra, characteristic of kimberlites.

Keywords: Voronezh anteclyse, indicator minerals of kimberlites, diamonds, pyrope, chrome-spinellids, picroilmenite, chrome-diopside, mesozoic.

При прогнозировании и поисков погребенных кимберлитовых трубок и древних россыпей алмазов ведущую роль занимает изучение терригенных промежуточных коллекторов, содержащих минералы-индикаторы кимберлитов (МИК) [1, 2]. К таким минералам относят алмаз, пироп, пикроильменит, хромшпинелид и хромдиопсид [3, 4].

Мезозойский промежуточный коллектор в пределах Воронежской антеклизы (ВА) наиболее хорошо опробован [5–7]. Это объясняется, прежде всего, хорошей доступностью отложений мезозоя, и широким распространением терригенных пород, которые содержат грубые разности, благоприятные для концентрации МИК. Наиболее изучены отложения аптского, альбского и сеноманского ярусов. В настоящее время на территории Воронежской антеклизы выявлены десятки пунктов, содержащих МИК (алмазы, пиропы, хромшпинелиды, пикроильмениты и хромдиопсиды).

Юрский промежуточный коллектор изучен слабо, из него на МИК анализировались только несколько проб, отобранных на северо-западе ВА, в районе г. Курска и Михайловского карьера, и на северо-

востоке, в районе г. Мичуринска (рис. 1).

В районе г. Курска МИК найдены в песчаных отложениях корочанской свиты келловей (скв. 5). Из пробы весом 8 кг было получено одно зерно хромшпинелида, размером 0,25 мм (рис. 2). Оно представлено гладкогранным комбинационным кристаллом, для которого характерна гипергенно-механогенная поверхность. Содержания основных оксидов составляет Cr_2O_3 – 57,29 мас. %, Al_2O_3 – 6,26 %, TiO_2 – 0,06 %.

В пределах Михайловского железорудного карьера (под г. Железногорском Курской области) из разнозернистых песков батского яруса были выделены микрокристаллы алмаза (см. рис. 2). Они обнаружены в 5 образцах отобранных по керну скважин и из одной пробы из уступа восточного борта карьера. Количество мелких алмазов в изученных образцах составляет от 1 до 29 знаков, всего выделено 39 зерен.

В северо-восточной стенке Михайловского карьера из основания байосско-нижнебатских прибрежно-морских тонких песков отобрана проба 5198, где встречен один обломок фиолетового пироба, размером до 0,5 мм.

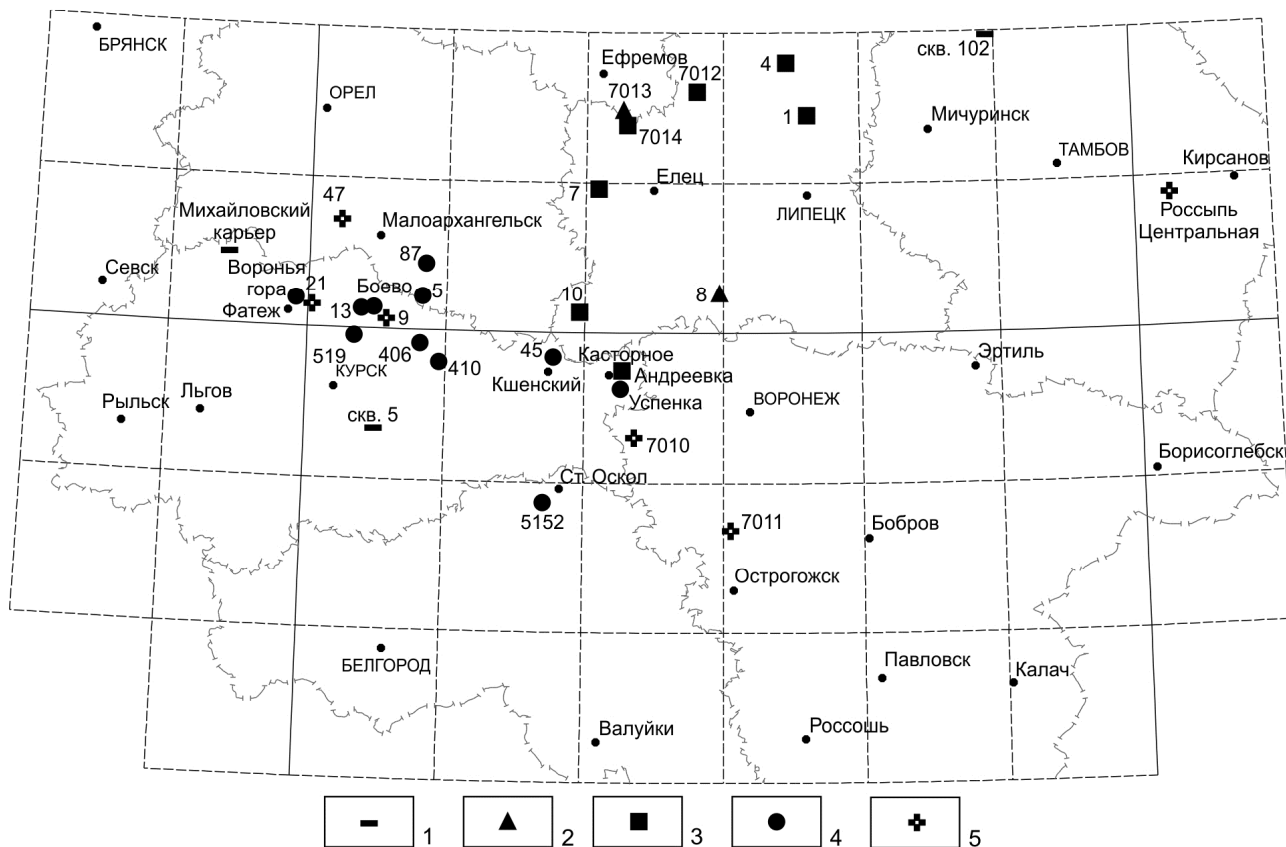


Рис. 1. Карта фактического материала, места находок МИК: 1 – юрские разрезы; 2 – готерив-барремские, 3 – аптские, 4 – альбские, 5 – сеноманские.

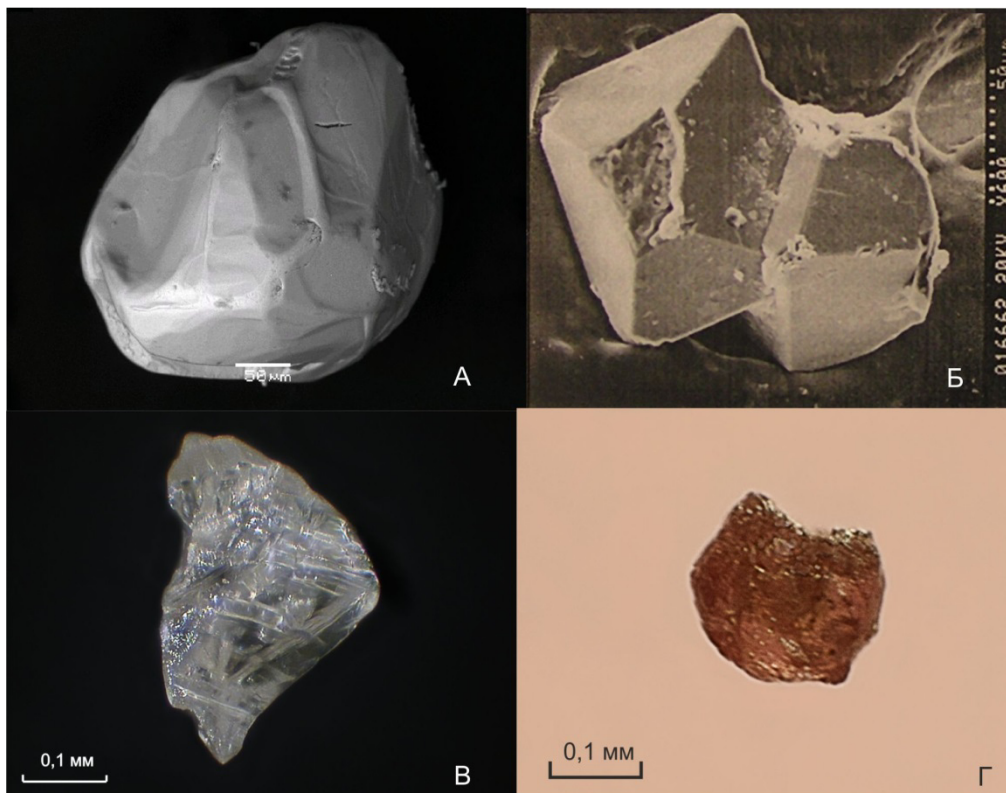


Рис. 2. Минералы индикаторы кимберлитов (желловейский, готеривский и барремский ярусы): а – комбинационный кристалл хромшпинелида, скв. 5; б – микрокристаллы алмаза из Михайловского карьера; в-г – алмазы из местонахождения Верхняя Колыбелка.

На северо-востоке антеклизы (Тамбовская область) в юрских отложениях (елатьминская свита келловея) из пробы 102/91 (скв. 102) выделено 27 знаков хромшпинелидов. Они характеризуются близкой степенью окатанности (2–3 класс) и однотипным характером поверхности с признаками гипергенного преобразования. Содержание Cr_2O_3 составляет от 46,5 до 56,66 мас. %, Al_2O_3 от 7,31 до 10,03 %, TiO_2 от 0,28 до 0,61 %.

Меловой коллектор наиболее благоприятен для пробоотбора: отложения выходят на дневную поверхность, имеют большую распространенность, содержат грубые разности.

Из валанжинских, готеривских и барремских отложениях отобрано незначительное количество проб, МИК выделены в двух пунктах: Верхняя Колыбелка (проба 8) и Раневка (проба 7013) [8].

В пробе, отобранной у с. Верхняя Колыбелка (готерив-барремские образования), обнаружено три мелких алмаза (см. рис. 2). Одно зерно с комбинационными формами куб-октаэдр размером до 0,19 мм с красно-коричневой окраской, и два неправильных осколка кристаллов, они прозрачны или просвечивают.

На окраине с. Реневка (проба 7013) из песков готерив-барремского возраста выделены пиропы – 9 зерен, хромшпинелиды – 30 зерен, хромдиопсид (1 зерно размером до 0,25 мм).

Преобладающей окраской пиропов является фиолетовая, таких зерен 7, по одному зерну красновато-оранжевого и красновато-розового цвета. Фиолетовые зерна окатаны в различной степени, в основном незначительно (1 класс окатанности). Одно фиолетовое зерно представлено кубоидом растворения, размером

0,1–0,15 мм. Красно-оранжевый и красно-розовый пиропы имеют размер до 0,7 мм, для них характерна неправильная угловатая форма. Количество Cr_2O_3 в изученных пиробах колеблется от 1,63 до 7,49 мас. %, MgO – 18,38–20,67 %, CaO – 4,46–6,66 %.

Хромшпинелиды представлены октаэдрами средней степени окатанности (2–3 класса) со сглаженными ребрами и вершинами, 4 знака имеют размер – 0,5–0,65 мм, 11 – 0,3–0,45 мм, 15 – 0,15–0,25 мм. Встречены два зерна с хорошо выраженными гранями и заостренными ребрами.

Из отложений аптского яруса выявлено рекордное для Воронежской антеклизы количество алмазов, имеются находки пиропов и хромшпинелидов.

Мелкие алмазы выделены из пяти местонахождений: Волчинская россыпь (проба 1), Карьер Андреевка, Кудияровка (проба 2), Лев Толстой (проба 4), Захаровка (проба 10). В большинстве разрезов алмазы не сопровождаются высокобарическими минералами, и довольно сильно различаются между собой.

Из Волчинской россыпи (Липецкая область), в результате опробования 60–70-х гг., выделено 241 зерно алмаза [8, 9]. Их размерность составила 0,15–0,25 мм, среди морфологических форм кристаллов преобладают кубы – 72 %, октаэдры – 13 %, 15 % приходится на другие кристаллографические формы и обломки без элементов огранки.

В результате проведенного опробования в 2001–2005 гг. из образований Волчинской россыпи выделено 79 зерен (рис. 3). Их размер составляет преимущественно 0,16–0,2 мм, таких зерен более половины. Алмазы представлены преимущественно октаэдри-



Рис. 3. Мелкие алмазы из отложений аптского яруса: а–ж – Волчинская россыпь; з–и – разрез Лев Толстой.

ческими формами, чуть меньшим количеством кубов и кубоидов, присутствуют комбинационные формы, а также неопределимые обломки без выраженных элементов огранки, кроме того, имеются находки уплощенных зерен.

В пробе из аптских отложений разреза д. Кудияровка присутствует один изометричный алмаз размером 0,21 мм, представленный бесцветным, прозрачным куб-ромбододекаэдром. В разрезе Лев Толстой обнаружено 7 зерен алмаза (см. рис. 3). Три представлены кубами, один комбинационным кристаллом, один – октаэдром и два – неправильными обломками. В местонахождении возле д. Захаровка обнаружен один кристалл алмаза, представленный октаэдром, его грани гладкие, частично матированные.

В разрезе Андреевка (Касторненский район Курской области) в песках аптского яруса было обнаружено 42 знака алмазов. Для них характерен небольшой размер 0,05–0,25 мм, преобладающий цвет зеленовато-серый и серовато-зеленый. В пробе преобладают октаэдры и кубы, характерны поликристаллические сростки.

В местонахождениях Кудияровка и Лев Толстой алмазы сопровождаются хромшпинелидами. Количество зерен в пробах колеблется от 4 до 14 знаков, они представлены кристаллами октаэдрической формы, размером 0,2–0,4 мм. Для отдельных кристаллов наблюдаются искажения, часть зерен представлена обломками октаэдров. Встречены хромшпинелиды практически неокатанные, с прекрасно образованными ребрами и вершинами.

В разрезах 7012 и 7014, которые располагаются северо-западнее местонахождений, содержащих алмазы, количество пиропов составляет от 1 до 3 знаков [5, 7]. Преобладающей окраской является фиолетовая и фиолетово-розовая. Большая часть пиропов попадает в гранулометрический класс 0,2–0,5 мм, встречено одно зерно размером до 0,7 мм. Поверхность пиропов блестящая с раковистым изломом (гипергенно-механогенный тип). Участками развита гипергенная поверхность растворения, представленная каплевидной скульптурой. Содержания Cr_2O_3 составляет до 2,74 мас. %, СаО до 5,71 %. На диаграмме Н.В. Соболева [10] точки составов попадают в основном в область лерцолитового парагенезиса.

Альбский коллектор опробован очень хорошо, однако большинство проб тяготеет к северу антеклизы, данные образования являются самыми продуктивными на обнаружение МИК не только внутри мелового коллектора, но и среди других образований рассматриваемой территории.

В альбских образованиях мелкие алмазы обнаружены в трех разрезах: Карьер Успенка, Карьер Боево, Карьер Воронья Гора [11].

Местонахождение Успенка расположено в Касторненском районе (Курская область). В данном разрезе из песков альбского яруса было отобрано две пробы, в первой обнаружено – 2, во второй – 5 знаков алмазов, они мелкие, не более 0,2 мм, представлены октаэдри-

ческими формами и кубами.

Местонахождение Боево находится в Золотухинском районе Курской области. В разрезе Боево выделено 3 зерна алмазов. Из карьера Воронья Гора (Фатежский район Курской области) получено 205 микрокристаллов. Все обнаруженные алмазы имеют небольшую размерность от 0,02 до 0,32 мм, при преобладании класса 0,05–0,07 мм. Для алмазов характерен серовато-зеленоватый цвет, реже встречаются желтоватые, серовато-голубоватые и бесцветные зерна. В пробах преобладают октаэдры, кубы и их комбинации, реже встречаются ромбододекаэдры. Для разреза Воронья Гора характерны поликристаллические сростки.

На юго-западе ВА альбский промежуточный коллектор был опробован в Лебединском карьере (проба 5152), где были выделены пиропы [8]. Они незначительно изношены и степень их окатанности сходна друг с другом, что, скорее всего, указывает на их поступление в альбский коллектор из одного источника. Всего выделено 23 угловатых обломка, преобладающий цвет – фиолетовый различной интенсивности, встречаются фиолетово-розовые зерна. Размер зерен составляет от 0,4 до 0,9 мм, преобладающий – 0,5–0,7 мм. Для отдельных пиропов характерно повышенное содержание Cr_2O_3 до 10,78 мас. %.

На северо-западе антеклизы из альбских псаммитов выделено большое количество высокобарических минералов – т.н. 406, 410, 519 [12, 13].

Из мелкообъемной пробы 406/304 выделено 158 зерен пиропов (рис. 4). По размеру они дифференцируются следующим образом: средний размер зерен 0,25–0,5 мм, пиропы менее 0,25 мм составляют около 35 %. Встречены тринадцать зерен крупнее 0,5 мм. В пробе 410/307 выделено 14 зерен пиропов, из т.н. 519 – 5. Пиропы слабо окрашены, их цвет в основном фиолетовый и малиновый, реже оранжево-красный. По степени сохранности зерна пиропов представлены угловатыми, угловато-окатанными и окатанными обломками, целые зерна и осколки встречаются редко. В пробе из т.н. 410 обнаружены пиропы с хорошо проявленной гипергенной поверхностью.

Количество Cr_2O_3 в изученных зернах колеблется от 1,14 до 11,62 мас. %, СаО от 1,7 до 8,38. Особенностью химизма пиропов является их пониженная железистость, не более 12,76 мас. %. У некоторых пиропов наблюдается повышенное содержание NaO до 0,07 мас. %, такие содержания NaO характерны для гранатов из алмазоносных эклогитов [14, 15].

Кроме пиропов отмечаются хромшпинелиды, в пробах 406/304 – 344 знака, 410/307 – 15, 519/401 – 43 (см. рис. 4). Размер зерен преимущественно 0,15–0,3 мм, в пробе из т.н. 406 встречены 12 хромшпинелидов крупнее 0,3 мм. Зерна хромшпинелидов представлены октаэдрами с притупленными ребрами и вершинами. Характерно присутствие кристаллов, форма которых отклоняется от октаэдрической [12, 13]. Такие морфологические типы хромшпинелидов принадлежат к мантийным и характерны для кимберлитов [16–18]. Количество Cr_2O_3 составляет от 29,7 до 66,3 мас. %,

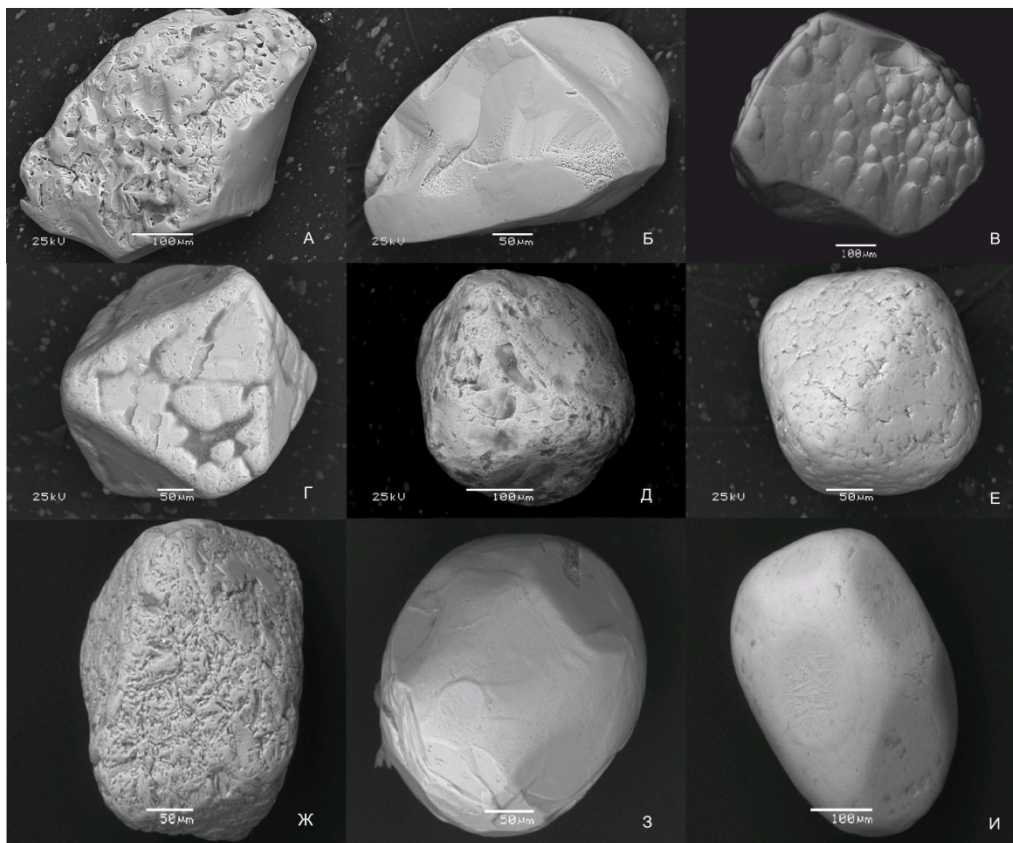


Рис. 4. Морфологические особенности МИК (т.н. 406, 410, 519): а-в – пиропы; г-ж – хромшпинелиды; з-и – комбинационные кристаллы хромшпинелидов.

Al_2O_3 от 5,29 до 37,81 %. На диаграмме Н.В. Соболева одна точка составов попадает в поле хромшпинелидов алмазной ассоциации.

Восточнее рассмотренных разрезов, в пробе 45/102, отобранной на северо-востоке Курской области из образований альбского яруса, выделен комплекс МИК – пиропы и хромшпинелиды [19].

Для пиропов характерен красновато-розовый цвет, размер зерен изменяется в интервале от 0,2 мм до 1,5 мм, при преобладании размерности 0,25–0,5 мм (рис. 5). По морфологии поверхности зерен выделено две группы: гранаты с гипергенной и гипергенно-механогенной поверхностью, с преобладанием последней.

Компонентный состав изученных гранатов соответствует альмандин-пиропу (4 зерна) и пироп-альмандину (3 зерна). Содержание MgO в альмандин-пиропе невысокое и колеблется от 2,04 до 7,97 %, количество CaO не превышает 1,4 %, также низки значения оксида хрома. Для пироп-альмандинов характерны более высокие содержания MgO (18,76–19,36 %), CaO (5,01–5,95 %) и Cr_2O_3 (1,31–3,7 %). По особенностям химического состава установлено, что данные гранаты, скорее всего, не связаны с кимберлитовыми породами.

Хромшпинелиды обнаружены в количестве 48 зерен (см. рис. 5). По гранулометрическому составу они достаточно разнородны, их размер колеблется от 0,1 до 0,5 мм, при преобладании гранулометрического класса 0,16–0,25 мм. Зерна хромшпинелидов пред-

ставлены плоскогранными кристаллами октаэдрического габитуса, встречаются обломки зерен неопределенной формы. Характер поверхности зерен гипергенно-механогенный. Содержание Cr_2O_3 в изученных зернах составляет от 40 до 61,8 мас. %, TiO_2 – до 3,81 %, MgO – 1,88–12,76 %. На диаграмме Н. В. Соболева большинство зерен находится в поле неалмазоносных пород, одна точка рядом с полем пород, связанным с кимберлитами.

Севернее рассмотренных разрезов (север Курской, юг Орловской областей) из альбских отложений (т.н. 5, 13, 87) выделены пиропы, хромшпинелиды и пикроильмениты [20].

Количество пиропов в изученных разрезах незначительно, максимальные содержания приурочены к пробе 13/102 – 6 знаков (рис. 6). Размер зерен составляет преимущественно 0,2–0,3 мм. Пиропы окрашены в фиолетовые и лиловые тона разной интенсивности, при преобладании бледной окраски. Зерна угловато-окатанные, с меньшей степенью угловатости и хорошо окатанные, с гипергенно-механогенной поверхностью. Пиропы в своем большинстве являются низкохромистыми, почти для всех зерен характерно повышенное содержание кальция. Количество Cr_2O_3 колеблется от 1,31 до 4,49 мас. %, CaO – от 3,66 до 7,33 мас. %.

Зерна хромшпинелидов характеризуются большим распространением по сравнению с пиропами, в пробе 87/102 выделено 58 знаков, 5/101 – 33, 5/102 – 19, 5/103 – 29, 13/102 – 20 (см. рис. 6). Размер зерен не

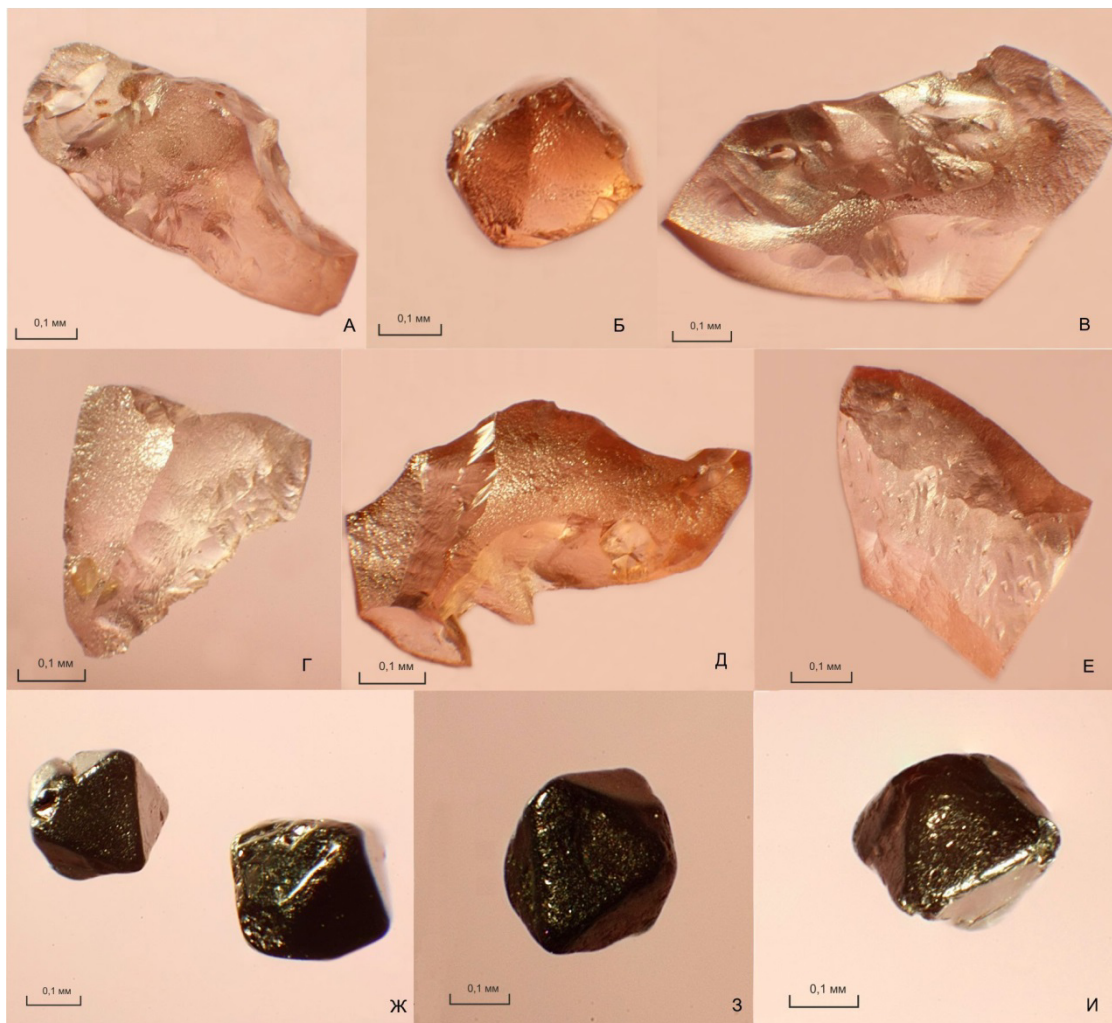


Рис. 5. Морфологические особенности пиропов и хромшпинелидов (т.н. 45): а-е – пиропы с гипергенной и гипергенно-механогенной поверхностью; ж-и – хромшпинелиды.

превышает 0,5 мм, при преобладании размерности 0,1–0,3 мм. Хромшпинелиды представлены кристаллами октаэдрического облика, встречены единичные комбинационные кристаллы. Для выделенных хромшпинелидов характерна гипергенно-механогенная и механогенная поверхность зерен.

По своему химическому составу хромшпинелиды характеризуются широкими колебаниями основных элементов. Содержание Cr_2O_3 составляет от 30,88 до 67,00 мас. %; Al_2O_3 – от 5,7 до 36,79 %; TiO_2 – от 0,01 до 14,58 %; MgO от 1,87 до 17,91 %. Три зерна на диаграмме Н.В. Соболева попадают в поле составов хромшпинелидов алмазной ассоциации.

Пикроильменит обнаружен в пробах, отобранных из т.н. 5 (3 пробы), количество знаков колеблется от 1 до 3 (см. рис. 6). Они представлены окатанными обломками неправильной формы размером до 0,3 мм. По своему химическому составу зерна являются низкомагнезиальными и низкохромистыми и не принадлежат области составов пикроильменитов из кимберлитов [17, 21].

Помимо рассмотренных разрезов выделяется до нескольких десятков местонахождений, содержащие

единичные находки зерен МИК [5, 7, 12, 19, 20].

Сеноманский коллектор опробован хуже по сравнению с аптским и альбским. Это во многом связано с отсутствием в сеноманских образованиях крупнозернистых разностей и широким распространением в нем мелкозернистых песков. В сеноманском коллекторе на северо-востоке территории при изучении Центральной титан-циркониевой россыпи (Тамбовская область) встречены зерна алмаза. Всего было получено 17 зерен, они характеризуются небольшим размером – не более 0,2 мм, среди них преобладали кубы, в меньшей степени октаэдры. Алмазы не сопровождаются в россыпи высокобарическими минералами [5, 6].

Значимые находки МИК сделаны в пяти пунктах, в пределах Воронежской области – Болдыревка (проба 7011) и Нижнедевицк (проба 7010), а также на севере Курской и юге Орловской областей – т.н. 9, 21, 47.

Из пробы у с. Болдыревка выделены пиропы и единичные зерна хромшпинелида. Пиропы представлены разностями розовато-фиолетового и розовато-оранжевого цвета, всего выделено шесть зерен, размером до 0,55 мм. Количество Cr_2O_3 в изученных пиропках колеблется от 1,7 до 2,38 мас. %, MgO – 19,19–

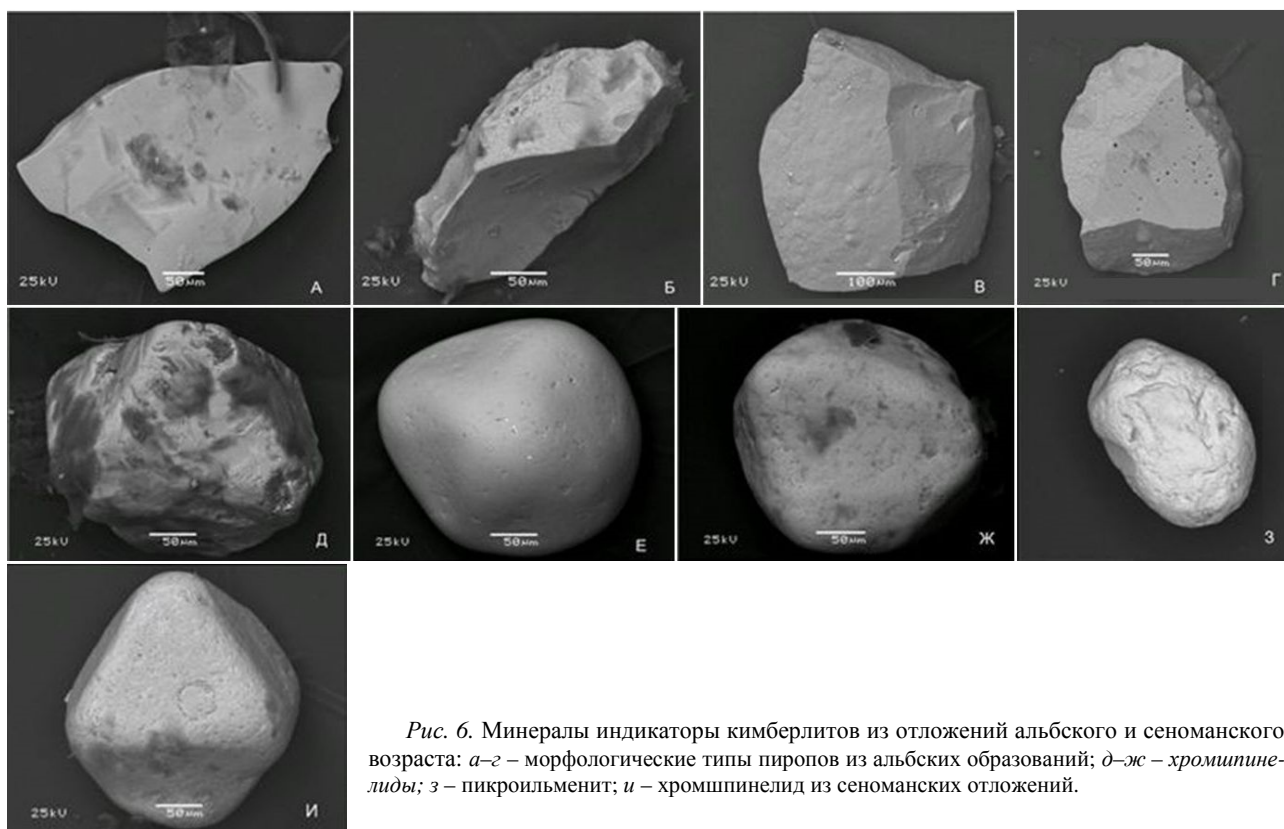


Рис. 6. Минералы индикаторы кимберлитов из отложений альбского и сеноманского возраста: а–г – морфологические типы пиропов из альбских образований; д–ж – хромшпинелиды; з – пикроильменит; и – хромшпинелид из сеноманских отложений.

21,24 %, СаО от 3,95 до 5,02 %. Изученные хромшпинелиды характеризуются низким содержанием Cr_2O_3 – не более 45,08 мас. %.

В пробе у п. Нижнедивицк обнаружено три пиропы, для них характерен розово-фиолетовый и оранжевый цвет, размер зерен до 0,5 мм. Кроме пиропов встречены два зерна хромшпинелида, они представлены октаэдром с отколотой частью, и угловатоокатанным обломком с реликтами сглаженных октаэдрических граней. Для этих хромшпинелидов характерна корродированная поверхность.

В местонахождениях из т.н. 9, 21, 47 выделены только хромшпинелиды (см. рис. 6). Количество зерен в пробах колеблется от 4 до 7. Хромшпинелиды представлены кристаллами октаэдрического облика, размером от 0,1 до 0,2 мм. Кристаллы достаточно хорошо окатаны (2–3 класс), для них характерна гипергенно-механогенная поверхность зерен. По своему химическому составу изученные зерна характеризуются широкими колебаниями основных элементов, одно зерно из пробы 21/101 соответствует хромшпинелидам алмазной ассоциации.

Кроме отмеченных разрезов наблюдается ряд местонаждений, приуроченных к северу ВА, где встречены единичные находки МИК (1–3 зерна) [5, 7, 12, 19, 20].

Выводы

Мезозойский промежуточный коллектор в пределах Воронежской антеклизы является наиболее перспективным на обнаружение минералов-индикаторов

кимберлитов.

Для наиболее древних отложений (батский, келловейский, готеривский и барремский ярусы) характерны находки единичных кристаллов мелких алмазов и редкие зерна МИК, преимущественно хромшпинелидов. Несмотря на небольшое количество местонаждений, данные образования представляются перспективными на изучение. Это обусловлено находками мелких алмазов (отсутствующих в более древних отложениях) и появлением в юрских породах хромшпинелидов, представленных комбинационными кристаллами. Малое количество известных разрезов, содержащих МИК, объясняется, прежде всего, слабой доступностью этих образований, так как на большей части антеклизы они перекрыты более молодыми породами и могут быть изучены только по керну скважин.

Образования аптского и альбского ярусов являются самыми продуктивными, здесь имеются многочисленные находки мелких алмазов, хромшпинелиды, пиропы, пикроильмениты и хромдиопсиды. Большая часть известных местонаждений тяготеет к северо-западу ВА. В местонахождениях, содержащих мелкие алмазы, присутствуют как гладкогранные октаэдры, которые не претерпели длительного переноса, так и более изношенные кристаллы. Алмазы, скорее всего, поступали из разных источников – несколько типов промежуточных коллекторов и возможно коренных источников.

Степень окатанности и гипергенного растворения пиропов и хромшпинелидов неодинакова. Изученные высокobarические минералы формировались в раз-

личных типах шлиховых ореолов и поступали из разных источников. Общее количество зерен МИК возрастает по направлению с юга на север ВА. Здесь же на северо-западе (т.н. 410) обнаружены пиропы с сильно проявленной гипергенной поверхностью, такие зерна встречаются вблизи от источника сноса, и перенос их был очень незначительный. Также на северо-западе антеклизы отмечаются хромшпинелиды, по своему химическому составу соответствующие алмазной ассоциации.

В пределах северо-запада антеклизы сеноманский коллектор содержит индикаторные минералы в существенно меньшем количестве, по сравнению с нижнемеловыми разрезами. МИК по степени окатанности и гипергенного изменения более однородны, по сравнению с альбскими.

Таким образом, для образований мезозоя характерны изменения в составе МИК по сравнению с девонскими и каменноугольными отложениями. Прежде всего, это выражено в появлении в разрезах мелких кристаллов алмаза, а также хромшпинелидов, представленных искаженными октаэдрами, характерными для кимберлитов (которые отсутствовали на данной территории в более древних образованиях). Возможные источники этого материала (кимберлиты или лампроиты) сформировались, таким образом, в посткаменноугольное время.

Находки МИК алмазной ассоциации позволяют говорить, что на данное время в пределах Воронежской антеклизы существовали алмазоносные трубки. Пространственно большинство местонахождений тяготеет к юго-западному обрамлению Олымского массива (северо-запад ВА), однако так как в аптское и альбское время основные источники сноса располагались на юге, большая часть минералов-индикаторов кимберлитов поступало из пород, расположенных на юге Воронежской антеклизы – район Россошанского срединного массива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геология промежуточных коллекторов алмазов / А. А. Немиров, А. И. Скрипин, В. И. Сафьяниников и др. – Новосибирск: Наука. – 1994. – 136 с.
2. Харьков, А. Д. Минералогические основы поисков алмазных месторождений / А. Д. Харьков. – М.: Недра. – 1978. – 136 с.
3. Геология, прогнозирование, методика поисков, оценки и разведки месторождений алмазов. Книга 2. Россыпные месторождения / В. Е. Минорин, В. М. Подчасов, И. Я. Богатых и др. – Якутск. – 2004. – 424 с.
4. Харьков, А. Д. Картирование алмазоносных территорий по индикаторным минералам кимберлитов (ИМК) и методическое обеспечение шлихо-минералогического метода поисков / А. Д. Харьков // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж. – 2001. – С. 553–560.
5. Савко, А. Д. Ассоциация минералов-индикаторов алмазоносности в осадочном чехле Воронежской антеклизы / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырёв, В. В. Ильяш // Проблемы алмазной

геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж. – 2001. – С. 423–433.

6. Савко, А. Д. О типоморфизме и коренных источниках алмазов нижнемелового коллектора северо-востока Воронежской антеклизы / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырёв, В. В. Ильяш // Тр. науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 11. – Воронеж: Изд-во ВГУ. – 2002. – С. 64–73.
7. Шевырев, Л. Т. Алмазоносность центральной части Восточно-Европейской платформы (Воронежская антеклиза) / Л. Т. Шевырев, А. В. Черешинский // Тр. науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 90. – Воронеж: Изд-во ВГУ. – 2015. – 283 с.
8. Савко, А. Д. Алмазы и их спутники из осадочного чехла Воронежской Антеклизы / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев, В. В. Ильяш. Тр. науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 47. – Воронеж, ВГУ. – 2007. – 122 с.
9. Сравнительная характеристика типоморфных особенностей алмазов из терригенных отложений Воронежской антеклизы (Липецкая область) и Украинского щита (среднее Приднепровье) в связи с проблемой прогнозирования и поисков их коренных источников / Н. Н. Зинчук, А. Д. Савко, В. И. Коптиль [и др.] // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – № 2. – 2004. – С. 99–110.
10. Соболев, Н. В. Парагенетические типы гранатов / Н. В. Соболев. – М., –1964. – 217 с.
11. Черешинский, А. В. Мелкие алмазы Воронежской антеклизы: распространение, особенности, происхождение / А. В. Черешинский // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – № 3. – 2015. – С. 83–89.
12. Черешинский, А. В. Акцессорные минералы базальных горизонтов Воронежской антеклизы (в связи с вопросами алмазоносности) / А. В. Черешинский, А. Д. Савко // Тр. науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 48. – Воронеж: Изд-во ВГУ. – 2007. – 120 с.
13. Черешинский, А. В. Характеристика минералов-спутников алмазов бассейна реки Сейм (Курская область) / А. В. Черешинский // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2005. – № 2. – С. 66–72.
14. Включения в алмазах и алмазоносные породы / В. К. Гаранин, Г. П. Кудрявцева и др. – М. – 1991. – 240 с.
15. Костровицкий, С. И. Геохимические особенности минералов кимберлитов / С. И. Костровицкий. – Новосибирск. – 1986. – 264с.
16. Харьков, А. Д. Типоморфизм алмаза и его минералов-спутников из кимберлитов / А. Д. Харьков, В. Н. Квасница, А. Ф. Сафронов, Н. Н. Зинчук. – Киев: Наукова думка. – 1989. – 181 с.
17. Харьков, А. Д. Коренные месторождения алмазов мира / А. Д. Харьков, Н. Н. Зинчук, А. И. Крючков. – М. – 1998. – 555 с.
18. Щербакова, Т. Е. Типоморфные характеристики минералов кимберлитов в ореолах рассеяния и их использование при поисках месторождений алмазов Зимнего берега / Т. Е. Щербакова // Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. – М. – 2005. – 25 с.
19. Черешинский, А. В. Новые данные о находках минералов-индикаторов кимберлитов в мезозойском промежуточном коллекторе Воронежской антеклизы / А. В. Черешинский // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2016. – № 3. – С. 61–71.
20. Черешинский, А. В. Минералы-спутники алмазов из меловых отложений северо-западного склона Воронежской антеклизы / А. В. Черешинский // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – № 4. – 2015. – С. 114–121.
21. Лапин, А. В. Кимберлиты и некимберлитовая алмазоносность изверженных и метаморфических пород / А. В. Лапин, Г. С. Гусев. – М.: ГЕОКАРТ. – 2010. – 448 с.

НИИ Геологии Воронежского государственного университета
Черешинский Алексей Васильевич, ответственный исполнитель, кандидат геолого-минералогических наук
E-mail: vsu31022@mail.ru; Тел.: 8 (473) 220-78-42

Research Institute of Geology of the Voronezh State University
Chereshinskii A. V., responsible contractor, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences
E-mail: vsu31022@mail.ru; Тел.: 8 (473) 220-78-42