

## МИНЕРАЛЫ-ИНДИКАТОРЫ КИМБЕРЛИТОВ КАЙНОЗОЙСКОГО ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОЛЛЕКТОРА ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

А. В. Черешинский

*Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию 6 сентября 2017 г.

**Аннотация:** в статье приведены данные о минералах-индикаторах кимберлитов (МИК) кайнозойского промежуточного коллектора Воронежской антеклизы. В образованиях палеогеновой системы, на юго-востоке антеклизы, имеются находки мелких алмазов, хромшпинелидов, пиропов и пикроильменитов. Для отложений неогена характерны пиропы и хромшпинелиды, тяготеющие к северо-востоку изучаемой территории. Четвертичный коллектор содержит многочисленные находки МИК: пиропы, хромшпинелиды, пикроильмениты и алмазы, однако использование отложений этого возраста затрудняется, так как они сформировались при большом участии дальнепринесенного моренного материала.

**Ключевые слова:** Воронежская антеклиза, минералы-индикаторы кимберлитов, алмазы, пироп, хромшпинелид, пикроильменит, кайнозой.

### THE INDICATOR MINERALS OF KIMBERLITES OF CENOZOIC INTERMEDIATE PLACER TRAP OF THE VORONEZH ANTECLISE

**Abstract:** the article presents data on the indicator minerals of kimberlites (IMK) from the Cenozoic intermediate placer trap of the Voronezh anteclyse. In the formations of the Paleogene system, in the south-east of anteclyse, there are finds of small diamonds, chrome-spinellids, pyrope and picroilmenites. Neogene deposits are characterized by pyrope and chrome-spinellids, which gravitate toward the northeast of the studied territory. Quaternary collector contains numerous finds of IMK: pyrope, chrome-spinellids, picroilmenites and diamonds, but the use of deposits of this age is difficult because they formed with the large participation of long-range morainic material.

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

Палеогеновые отложения распространены к югу от линии Севск-Фатеж-Малоархангельск-Касторное-Нижнедевицк-Новохоперск [1, 2]. Они залегают на образованиях верхнего мела и полого наклонены в сторону Днепровско-Донецкой впадины. В составе палеогеновой системы выделяются все три отдела: палеоцен (сумская свита), эоцен (каневская, бучакская и киевская свиты), олигоцен (кантемировская свита), олигоцен-миоцен (берекская свита). Неогеновые образования представлены двумя отделами – миоценом и плиоценом. Четвертичные отложения в пределах антеклизы распространены практически повсеместно, среди них выделены образования эоплейстоцена, неоплейстоцена и голоцена. Палеогеновые отложения формировались в морских условиях. Неогеновые и четвертичные породы, за исключением берекской свиты (палеоген-неоген), образовывались в континентальных условиях.

Минералы-индикаторы кимберлитов (МИК) в пределах рассматриваемой территории выделены из палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложений (рис. 1).

Палеогеновые образования сравнительно хорошо опробованы, однако большинство изученных разрезов тяготеет к юго-востоку Воронежской антеклизы. Из данных отложений выделены пиропы, хромшпинелиды, пикроильмениты и алмазы.

Пиропы выявлены в количестве от 1 до 79 знаков на пробу. Наиболее представительными разрезами являются 7001, 7002, 7003, где обнаружено наибольшее количество зерен [3, 4].

Из отложений сумской свиты (проба 7001, разрез Нижний Бык) выделено 15 зерен пиропов (рис. 2). Их окраска от фиолетовой до розовой, большая часть зерен имеет размер 0,2–0,3 мм, 6 зерен попадают в гранулометрический класс 0,4–0,6 мм. Пиропы слабоокатаны и представлены угловатыми обломками неправильной формы, реже встречаются осколки с острыми краями. Поверхность пиропов механическая и гипергенно-механогенная. Гипергенно-механогенная поверхность проявлена в виде конусовидных бугорков.

В пробе из разреза Михайловка (7002, сумская свита) выделено 33 пиропов, 4 зерна имеют фиолетовую



окраску, 12 – оранжево-красную, 17 – бледно-розовую. Размер зерен составляет 0,25–0,3 мм, одно зерно более крупное – 0,5–0,6 мм. Пиропы преимущественно угловато-окатанные (2 класс) – 22 зерна, хорошо окатанные (3–4 класса) – 8 знаков и угловатые неправильной формы – 3 зерна.

В бучакских отложениях (проба 7003) выделено 79 пиропов фиолетовой окраски. Размер зерен составляет 0,2–0,9 мм, из них 23 имеют размер более 0,5 мм. Преобладает 2 класс окатанности, отдельные зерна пиропов окатаны до 4 класса. Преобладающий тип поверхности механогенный, гипергенно-механогенный развит в меньшей степени.

В изученных зернах содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  колеблется от 0,1 мас. % – в пироп-альмандинах до 9,34 % – в пиробах. На диаграмме Н. В. Соболева [5] основная часть зерен попадает в область лерцолитового парагенезиса, две точки составов – в область дунит-гарцбургитового парагенезиса, причем одна из них в поле алмазной ассоциации.

Хромшпинелиды обнаружены в пробах, отобранных из отложений бучакской свиты (6003, 6004, 7003) и сумской свиты (7001), их содержания колеблется от 4 до 10 зерен (см. рис. 2). В пробах 6003, 6004, 7001 хромшпинелиды представлены октаэдрическими кристаллами размером 0,1–0,2 мм. Большинство зерен слабо окатанные (2 класс).

В пробе 7003 встречено 10 зерен, из них 2 крупнее 0,5 мм. Хромшпинелиды 2-ой и 3-ей степени окатанности, наблюдаются в виде октаэдрических кристаллов. Для этого разреза характерны хромшпинелиды, искаженные по одной из осей. Вершины и ребра кристаллов сглажены, реже встречаются остросеберные кристаллы. Преобладающий тип поверхности механогенный.

По своему химическому составу хромшпинелиды низкохромистые, содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  составляет от 24,5 до 41,1 мас. %, количество  $\text{TiO}_2$  от 0,27 до 6,5 %,  $\text{MgO}$  до 17,2 %.

Пикроильмениты выделены в виде единичных зерен из отложений сумской свиты (проба 7001) и бучакской свиты (проба 7003). Зерна тяготеют к крупным размерным классам (более 0,25 мм), они, как правило, хорошо окатаны (3–4 класс). По своему химическому составу данные зерна низкомагнезиальные, содержание  $\text{MgO}$  составляет от 0,96 до 5,86 мас. %.

Алмазы из палеогеновых отложений выделены из 3 разрезов, всего обнаружено 7 мелких кристаллов [6, 7].

Из палеогеновых отложений участка Мамоновка (бучакская свита) извлечены 3 кристалла алмаза. Один бесцветный, прозрачный кристалл представлен слегка поврежденным октаэдром, он обнаружен в классе -4+2 мм. Два зерна обнаружены в классе -2+1 мм – это обломок октаэдра темно-серого цвета с включениями графита и обломок шпинеливого двойника серого цвета, в котором присутствуют графитовые включения.

В пробе из отложений сумской свиты палеогена (разрез Нижний Бык, проба 7001) обнаружено три

зерна алмаза – октаэдр, куб и осколок кристалла [3]. Октаэдрическое зерно представлено обломком кристалла размером 0,33x0,25x0,23 мм, он бесцветный, просвечивает. Алмаз кубического габитуса, имеет желтый цвет, поверхность его граней ямчато-бугорчатая, ребра ступенчатые. Данный кристалл слабо искажен по одной из осей четвертого порядка. Осколок кристалла неопределенного габитуса имеет размер до 0,18 мм. Он бесцветный, просвечивает, его поверхность слабо матирована.

В пробе, отобранной из базального горизонта сумской свиты в разрезе Ершовка, (Михайловка, проба 5171) обнаружен один кристалл алмаза. Он представлен обломком предположительно октаэдра размером 0,25x0,2x0,2 мм.

На северо-западе Воронежской антеклизы пробы на МИК отбирались из образований берекской свиты (палеогеновая и неогеновая системы), в изученных разрезах выделены единичные зерна хромшпинелидов (1–2 зерна) [8].

Неогеновый коллектор опробован преимущественно в северной и северо-восточной частях антеклизы.

На северо-востоке из неогеновых отложений выделен комплекс МИК – пиропы и хромшпинелиды [4, 8].

Пиропы отмечаются в 4 разрезах (40, 41, 48, 103), представленных отложениями тамбовской и сосновской свит и горелкинской серией. Количество пиропов в одной пробе очень незначительно и варьируют от 1 до 3 зерен (рис. 3).

Пиропы из образований неогена по своим морфологическим особенностям сходны друг с другом. Зерна имеют небольшие размеры, преимущественно 0,16–0,25 мм. Для них характерна неправильная угловато-окатанная форма, встречаются также пиропы, имеющие форму куба. Окраска зерен преимущественно фиолетовая, реже розово-фиолетовая, различной интенсивности.

У пиропов отмечается два типа поверхности – гипергенного растворения и механогенная, с преобладанием первой. Зерна, как правило, хорошо окатаны (3 класса окатанности). Гипергенное растворение выражено в развитии на поверхности зерен бугорчатости, каплевидности, а из отрицательных – тригональных фигур травления.

Механический износ пиропов выражен в появлении микрорельефа – это микровыбоины и сглаженная «леденцовая» поверхность. По зернам пиропов можно судить, что они сначала подверглись гипергенному растворению, а затем были окатаны.

Содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в изученных зернах составляет от 1,2 до 5,15 мас. %, содержание  $\text{CaO}$  колеблется незначительно, от 4,04 до 5,91 %,  $\text{MgO}$  – 18,2–23,58 %. По соотношению  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{CaO}$  (на диаграмме Н.В. Соболева) практически все пробы попадают в область гранатов лерцолитового парагенезиса, и только одна проба из отложений горелкинской серии в область дунит-гарцбургитового парагенезиса, не алмазной ассоциации.

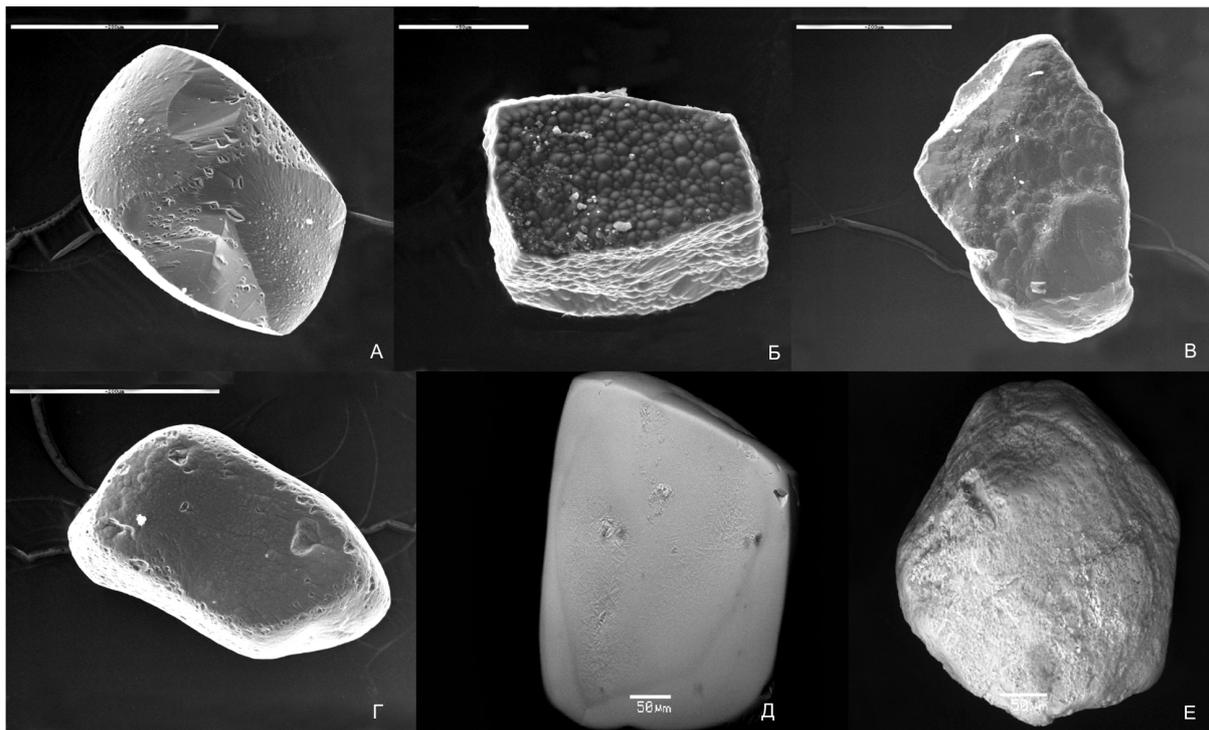


Рис. 3. Минералы-индикаторы кимберлитов из неогеновых отложений северо-востока Воронежской антеклизы: а – пироп кубоидной формы (проба 48); б – зерно кубической формы (проба 40); в – пироп с гипергенно-механогенной поверхностью (проба 41); г – окатанный пироп (проба 41); д – кубоид растворения (проба 103); е – хромшпинелид (проба 108).

Хромшпинелиды выделены из отложений тамбовской свиты и усманской серии – т.н. 103, 108, 112, 709, 1001. Зерна представлены плоскогранными октаэдрами, их содержания в пробах колеблются от 7 до 23 знаков (см. рис. 3).

Размер хромшпинелидов составляет от 0,1 до 0,25 мм. Они, как правило, хорошо окатаны, (3 класс) встречаются и интенсивно окатанные зерна 4 класса. В изученных хромшпинелидах механогенная поверхность преобладает над гипергенной и представлена микровыбоинами. Гипергенная коррозия проявлена в виде каналов травления.

Количество  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в изученных зернах колеблется от 24,6 до 64,3 мас. %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  от 2,4 до 41 %,  $\text{TiO}_2$  от 0 до 9,57 %,  $\text{MgO}$  до 20,2 мас. %. На диаграмме Н. В. Соболева [9] в координатах  $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{--Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2$  две пробы из неогеновых отложений попадают в поле состава хромшпинелидов алмазной ассоциации [10].

Западнее рассмотренных разрезов, на территории листа N-37-XXXIII (Елец), при проведении работ по ГДП-200 были выделены обнажения, перспективные для опробования. Из кайнозойских образований пробы отбирались из 9 разрезов сложенных нижеусманской подсерией и ламкинской серией миоцена, а также белогорской свитой и четвертой надпойменной террасой. МИК были выделены только в одном разрезе представленном нижеусманской подсерией. Данные образования на территории листа развиты вдоль долин рек Бол. Верейка, Трещевка, Ведуга, Девица. Породы подсерии выполняют погребенные долины, вытянутые с северо-запада на юго-восток, залегают с

размывом и угловым несогласием на породах нижнего, в меньшей степени верхнего мела. В изученном разрезе содержащим МИК (т.н. 12) нижеусманская подсерия представлена песками желтовато-серыми до буровато-серых разнозернистыми, плохо отсортированными, неравномерно глинистыми. В песках отмечаются до трех прослоев (мощностью до 0,3 м), обогащенных гравийным материалом. Проба отобрана из грубозернистых прослоев, из верхней части разреза.

Хромшпинелиды обнаружены в количестве 43 зерен (рис. 4). По гранулометрическому составу они достаточно однородны, их размер колеблется от 0,1 до 0,25 мм, при преобладании размерности 0,2–0,25 мм. Зерна хромшпинелидов представлены плоскогранными кристаллами октаэдрической формы, отмечены единичные обломки без кристаллографических очертаний. Зерна преимущественно хорошо окатанные (3–4 класс), единичные хромшпинелиды окатаны слабо. Характер поверхности зерен гипергенно-механогенный и механогенный, при преобладании второго.

Содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в хромшпинелидах составляет от 41 до 63,3 мас. %,  $\text{TiO}_2$  – от 0 до 5,88 %,  $\text{MgO}$  – 0,43–15,7 %. На диаграмме Н. В. Соболева изученные зерна находятся в поле неалмазоносных пород, две точка непосредственно с полем пород, связанным с алмазами (рис. 5). Для 7 проанализированных зерен характерен перидотитовый тренд. Эти зерна характеризуются более высокими содержаниями  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  – 51,8–63,3 % и низкими значениями  $\text{TiO}_2$  – не более 0,58 %.



Рис. 4. Морфологические особенности МИК (т.н. 12): а-ж – хромшпинелиды; з-и – гранаты

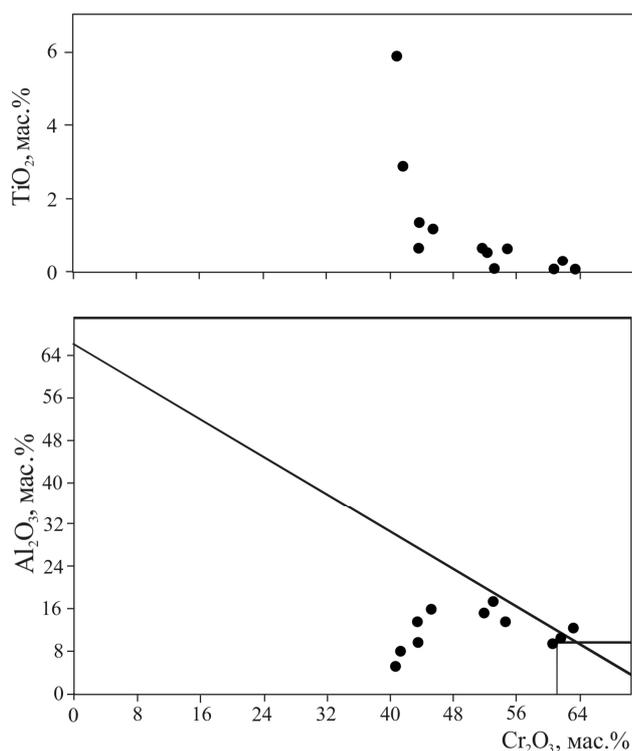


Рис. 5. Особенности состава хромшпинелидов в координатах  $TiO_2-Cr_2O_3$  и  $Al_2O_3-Cr_2O_3$  (диаграмма Н. В. Соболева).

Помимо хромшпинелидов из описываемого разреза выделено 18 зерен гранатов. Для них характерен розовый, реже красновато-розовый цвет, зерна преимущественно слабо окрашены. Их размер составляет 0,2–0,4 мм. Для выявленных гранатов характерна гипергенно-механогенная поверхность. По своему химическому составу зерна соответствуют альмандинпиропу, они низкохромистые и не связаны с кимберлитами.

Четвертичные флювиогляциальные и аллювиальные пески являются наиболее заманчивыми объектами для опробования, это объясняется наибольшей доступностью этих отложений и наличием среди них грубозернистых, плохосортированных разностей. Данные образования содержат комплекс МИК: пиропы, хромшпинелиды, пикроильмениты и мелкие алмазы.

К четвертичным отложениям приурочено 4 местонахождения алмазов, из которых в сумме выделено 31 зерно.

В пробе из отложений разреза Липецкое городище

(ильинская свита) выделен один кристалл алмаза, представленный октаэдром размером около 1 мм. Кристалл прозрачный со слабым желтоватым нацветом, с закругленными вершинами.

На северо-западе антеклизы четвертичные отложения (верхнеплейстоценовый аллювий) опробованы в карьере Малогнеушево (Рыльский район Курской области), из которого получено 27 зерен алмазов. Обнаруженные алмазы имеют небольшую размерность 0,02–0,32 мм, при преобладании гранулометрического класса менее 0,1 мм. Для них характерен серовато-зеленоватый цвет, реже встречаются желтоватые и бесцветные зерна. Большая часть алмазов полупрозрачна, встречаются прозрачные и непрозрачные разновидности. В пробах преобладают октаэдры и кубы. Отмечаются алмазы, представленные сростками кристаллов. В алмазах присутствуют черные включения – нитевидные и тонкодисперсные.

На юго-востоке Воронежской антеклизы из двух разрезов выделено три алмаза [6].

Из современных русловых отложений участка Россоховатое были извлечены два кристалла октаэдрической формы. Один октаэдр имеет размер 0,4x0,4x0,5 мм, для него характерно ступенчатопластинчатое развитие граней. Он прозрачный со слабым коричневатым нацветом. Второй представлен гладкогранным, прозрачным октаэдром размером 1,4x1,2x1,0 мм. Для этого кристалла характерны грани, сложенные тонкими тригональными слоями роста.

Из делювиально-пролювиальных отложений днища временного водотока на участке р. Копанки получен один алмаз. Он представлен бесцветным, прозрачным ромбододекаэдром. На гранях алмаза отмечается шагреневая поверхность, грани и ребра округлены.

На юго-востоке и северо-востоке антеклизы, из ложкового аллювия [6] и флювиогляциальных и аллювиальных отложений [8], получены многочисленные неокатанные зерна пикроильменита, хромшпинелида и пиропы. Однако использовать данные разрезы необходимо с рядом ограничений, так как в раннем неоплейстоцене почти весь район был занят Донским ледником, а в среднем неоплейстоцене Днепровский ледник захватывал северо-запад антеклизы [11, 12]. Областью питания ледников являлась северная алмазоносная провинция Восточно-Европейской платформы, поэтому донские и более молодые четвертичные толщи сформировались при большом участии моренного материала. К примеру, по данным [13] в валунном горизонте разреза Верхний Игорец был найден крупный полуразрушенный валун кимберлита, который содержал индикаторные минералы. Поэтому находки МИК в четвертичных отложениях, скорее всего, связаны с дальними источниками сноса.

### Выводы

Кайнозойский промежуточный коллектор в пределах Воронежской антеклизы является сравнительно хорошо опробованным, из него выделен комплекс МИК – пиропы, хромшпинелиды, пикроильмениты и

мелкие кристаллы алмаза.

Для палеоценовых и эоценовых отложений юго-востока Воронежской антеклизы, характерно присутствие пиропов, хромшпинелидов и пикроильменитов. Содержания МИК в некоторых пробах весьма значительны, наибольшее количество пиропов отмечено в образованиях бучакской свиты (проба 7003) – 79 знаков. Зерна пиропов, как правило, слабо окатаны (преобладает 2 класс), содержание  $Cr_2O_3$  в изученных зернах достигает 9,34 мас. %, при этом на генетической диаграмме Н. В. Соболева одно зерно попадает в область алмазной ассоциации. Среди хромшпинелидов присутствуют искаженные октаэдрические кристаллы, характерные для кимберлитов, однако, по своему химическому составу хромшпинелиды низкохромистые и не попадают на генетической диаграмме в поле алмазоносных пород.

Алмазы в палеоценовых отложениях тяготеют к юго-востоку антеклизы. Их количество в выделенных разрезах не превышает 3-х знаков на пробу, что резко контрастирует с меловыми образованиями, где содержания алмазов в одном разрезе достигает 241 знака. Кроме того, данные находки нужно использовать с осторожностью, так как повторное опробование алмазосодержащего разреза Михайловка пробой большим объемом не выявило его алмазоносности [3].

Неогеновый коллектор опробован на северо-востоке антеклизы, он из высокобарических минералов содержит гранаты и хромшпинелиды. Для изученных разрезов характерно низкое и умеренное содержание МИК в пробах. Как пиропы, так и хромшпинелиды имеют небольшой размер, сконцентрированы в узком гранулометрическом классе. Для них характерна высокая степень износа, многие зерна сильно окатаны (до 3–4 класса). Все это свидетельствует о том, что данные МИК поступали в неогеновые отложения из более древних промежуточных коллекторов, которыми, по видимому, являлись песчаные отложения нижнего и верхнего мела, содержащие многочисленные находки пиропов и хромшпинелидов [14].

Поисковая значимость алмазов, пиропов, хромшпинелидов и пикроильменитов выделенных из отложений четвертичного возраста невелика, поскольку значительная часть антеклизы в раннем и среднем неоплейстоцене была занята Донским и Днепровским ледниками, область питания которых совпадает с северной алмазоносной провинцией Русской платформы. Из всех алмазов, обнаруженных в четвертичных породах, интерес представляют только находки, сделанные в отложениях предшествующим оледенению. К таким разрезам относится обнажение Липецкое городище.

Таким образом, по сравнению с образованиями мезозоя кайнозойские коллекторы характеризуются более низкими содержаниями выделенных МИК: алмазов, хромшпинелидов и пикроильменитов и повышенным количеством пиропов на юго-востоке антеклизы, в том числе высокохромистых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савко, А. Д. Объяснительная записка к атласу фациальных карт Воронежской антеклизы / А. Д. Савко, С. В. Мануковский, А. И. Мизин [и др.]. // Труды НИИ геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 20 – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та. – 2004. – 107 с.
2. Савко, А. Д. Геология Воронежской антеклизы / А. Д. Савко // Тр. науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 12. – Воронеж: Изд-во ВГУ. – 2002. – 165 с.
3. 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.
4. 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.
5. Соболев, Н. В. Парагенетические типы гранатов / Н. В. Соболев. – М., –1964. – 217 с.
6. Черный, С. Д. Минералогические критерии и перспективы алмазоносности юго-восточной части Воронежского кристаллического массива / С. Д. Черный, А. И. Дак, Ю. В. Сафьянников и др. // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж. – 2001. – С. 437–442.
7. 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.
8. 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.
9. Соболев, Н. В. О минералогических критериях алмазоносности / Н. В. Соболев // Геология и геофизика, 1971. – № 1. – С. 70–80.
10. Харьков, А. Д. Коренные месторождения алмазов мира / А. Д. Харьков, Н. Н. Зинчук, А. И. Крючков. – М. – 1998. – 555 с.
11. Глушков, Б. В. Донской ледниковый язык / Б. В. Глушков // Тр. науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 5. – Воронеж: Изд-во ВГУ. – 2001. – 166 с.
12. Глушков, Б. В. Квартер ЦЧЭР / Б. В. Глушков, Г. В. Холмовой // Тр. науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 92. – Воронеж: Изд-во ВГУ. – 2016. – 241 с.
13. Савко, А. Д. Ассоциация минералов-индикаторов алмазаносности 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.
14. Черешинский, А. В. Минералы-индикаторы кимберлитов мезозойского промежуточного коллектора Воронежской антеклизы / А. В. Черешинский // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – № 2. – 2017. – С. 107–114.

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  
Tel.: 8 (473) 220-78-42