

УДК 553.08(234.83)

НОВЫЕ НАХОДКИ АЛМАЗА И МИНЕРАЛОВ-СПУТНИКОВ АЛМАЗОВ НА СРЕДНЕМ ТИМАНЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКОВ ИХ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ

© 2021 г. А. М. Пыстин^{1,*}, Ю. В. Глухов¹, А. А. Бушенев²

Представлено академиком РАН А.М. Асхабовым 14.09.2020 г.

Поступило 17.09.2020 г.

После доработки 07.10.2020 г.

Принято к публикации 16.10.2020 г.

В слабо изученной юго-восточной части Четласского поднятия установлены кольцевые структуры, характерные для магматических тел трубчатого типа — трубок взрыва. Основная часть кольцевых структур расположена в областях распространения верхнедевонских отложений, что определяет нижний возрастной рубеж образования формирующих их объектов, как позднедевонский, т.е. аналогичный возрасту кимберлитов Архангельской алмазоносной провинции. С целью оценки перспектив одной из наиболее многочисленных групп кольцевых структур выполнено шлиховое опробование современных русловых отложений. При изучении шлихов обнаружен минеральный спутник алмаза — хромсодержащий пироп и найдено первое зерно алмаза. Около 20% пиропов обладают высокой сохранностью реликтовых эндогенных поверхностей. Алмаз имеет вид уплощенного сростка с различимыми гранями октаэдра, осложненного поверхностями совместного роста с другими минеральными зернами. Находка алмаза и установленные признаки формирования ореолов минералов-спутников алмазов в русловых отложениях изученного района открывают перспективы обнаружения здесь близко расположенных их коренных источников.

Ключевые слова: Средний Тиман, Четласское поднятие, верхний девон, кольцевая структура, современные русловые отложения, пироп, алмаз

DOI: 10.31857/S2686739721010187

На Тимане одним из наиболее перспективных на обнаружение алмазоносных коренных источников считается район Четласского поднятия. Это связано с находками минералов-спутников алмаза и самих зерен алмазов в современном аллювии р. Косью и установлении прямых признаков кимберлит-лампроитового магматизма (работы 60–70-х годов прошлого столетия, связанные с именами Ю.П. Ивенсена, Б.А. Малькова, М.И. Осадчука, Ю.Д. Смирнова, В.Г. Черного и многих других геологов [1]). К сожалению, последние годы не привели к открытию алмазоносных кимберлитов и с 2002 г. на Четласском под-

нятии и в целом на Тимане поисковые работы на алмазы были полностью прекращены.

В 2017 г. на основании анализа имеющейся геолого-геофизической информации и результатов дешифрирования космических снимков с использованием методики, разработанной во ВСЕГЕИ [2], в слабо изученной юго-западной части Четласского поднятия были установлены кольцевые структуры [3]. Они имеют зональное концентрическое строение, обладают симметрией центральной типа, выраженной наличием в их центральной части фигуры, близкой к кругу, диаметром до 1000 м, а также другими дешифровочными признаками, определенными для выделения тел трубчатого типа — трубок взрыва, согласно вышеуказанной методики ВСЕГЕИ.

В дочетвертичном геологическом разрезе этого района принимают участие верхнепротерозойские и верхнепалеозойские терригенно-карбонатные отложения, в терригенной части которых встречаются прослои туфов, туффитов и основных вулканитов. Магматические образования на рассматриваемой территории объединяются в следующие комплексы: позднерифейский мета-

¹Институт геологии Федерального исследовательского центра Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук, Сыктывкар, Россия

²Республиканский центр обеспечения функционирования особо охраняемых природных территорий и природопользования Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, Сыктывкар, Россия

*E-mail: pystin.48@mail.ru

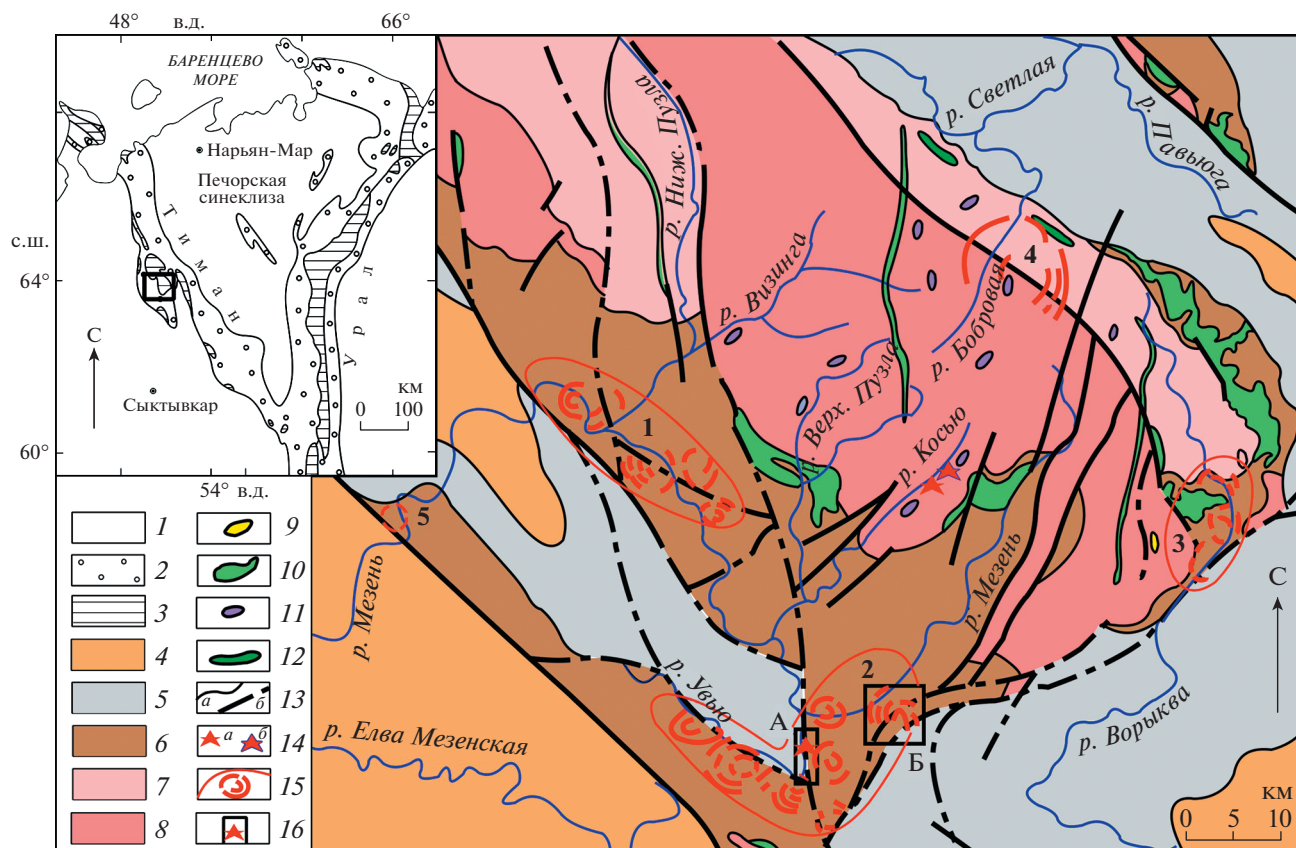


Рис. 1. Схема расположения кольцевых структур в юго-восточной части Четласского поднятия (Средний Тиман). Составлена по материалам геологических съемок с учетом данных дешифрирования космоснимков. 1–3 – условные обозначения к врезке: 1 – мезо-кайнозойский платформенный чехол; 2 – палеозойские комплексы; 3 – докембрийские комплексы. Квадратом выделена юго-восточная часть Четласского поднятия. 4–16 – условные обозначения к схеме: 4 – пермские отложения, нерасчлененные (известняки, доломитизированные известняки и доломиты); 5 – каменноугольные отложения, нерасчлененные (известняки, доломитизированные известняки и доломиты); 6 – верхнедевонские отложения, нерасчлененные (песчаники, алевро-глинистые сланцы, туфы); 7–8 – отложения верхнего рифея: 7 – быстринская серия (доломиты, доломитовые известняки, в нижней части разреза – маломощные (до 3 м) согласные тела метатUFFов и метатUFFитов основного состава); 8 – четласская серия (хлорит-серицит-кварцевые сланцы, алевросланцы, алевролиты, кварцитопесчаники и кварциты); 9–12 – магматические комплексы: 9 – раннепермский высококалийных трахитов; 10 – позднедевонский долерито-базальтовый; 11 – позднерифейско-вендский щелочно-ультрабазитовый; 12 – позднерифейский метадолеритовый; 13 – геологические границы: а – границы стратиграфических подразделений и интрузивных тел, б – разрывные нарушения; 14 – известные находки алмазов: а – в современных аллювиальных отложениях, б – в щелочных ультраосновных породах; 15 – кольцевые структуры (показаны вне масштаба); 16 – участки опробовательских работ (звездочкой показано местоположение пробы с зерном алмаза). Цифрами обозначены группы кольцевых структур (1 – Мезенская, 2 – Увююская, 3 – Ворыквинская) и одиночные кольцевые структуры (4 – Бобровская, 5 – Кипрейская).

долеритовый, позднерифейско-вендский щелочно-ультрабазитовый, позднедевонский долерито-базальтовый и раннепермский высококалийных трахитов (рис. 1).

Выделенные нами кольцевые структуры (рис. 1) по условиям локализации объединяются в три группы: Мезенскую, Увююскую и Ворыквинскую. Кроме того, установлены одиночные кольцевые структуры: Бобровская и Кипрейская. Учитывая различную геологическую позицию кольцевых структур, можно предположить, что их образование связано с разновозрастными геологическими объектами. При этом кольцевые структуры юго-

западной окраины Четласского поднятия (Мезенская, Увююская и Кипрейская) полностью находятся в области распространения верхнедевонских отложений, что определяет нижний возрастной рубеж образования предполагаемых трубчатых тел, сформировавших эти структуры как позднедевонский. С целью оценки перспектив одной из групп кольцевых структур – Увююской – было выполнено шлиховое опробование современных русловых отложений. Всего было отобрано 16 проб объемом от 8 до 15 л каждая, в том числе 14 проб из русловых отложений р. Увюю и ее притоков (рис. 1, участок А) и 2 пробы из русловых отложе-

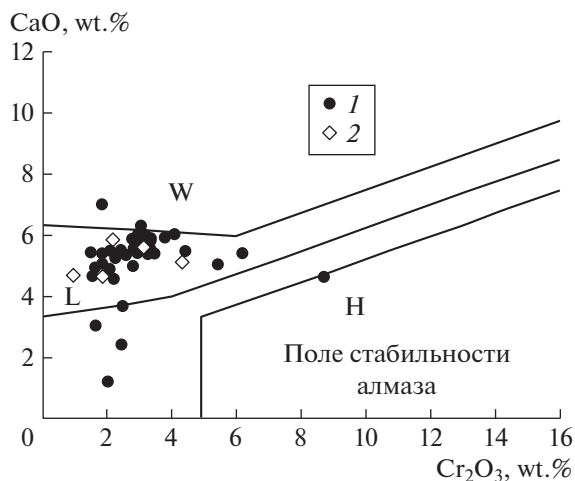


Рис. 2. Составы хромосодержащих пиропов: 1 – р. Увью и ее притоки, 2 – безымянный ручей в местечке “Избы Озерки”. Поля пироповых гранатов различных парагенезисов на диаграмме Н.В. Соболева [5]: W – верлиты; L – лерцолиты; H – дуниты и гарцбургиты.

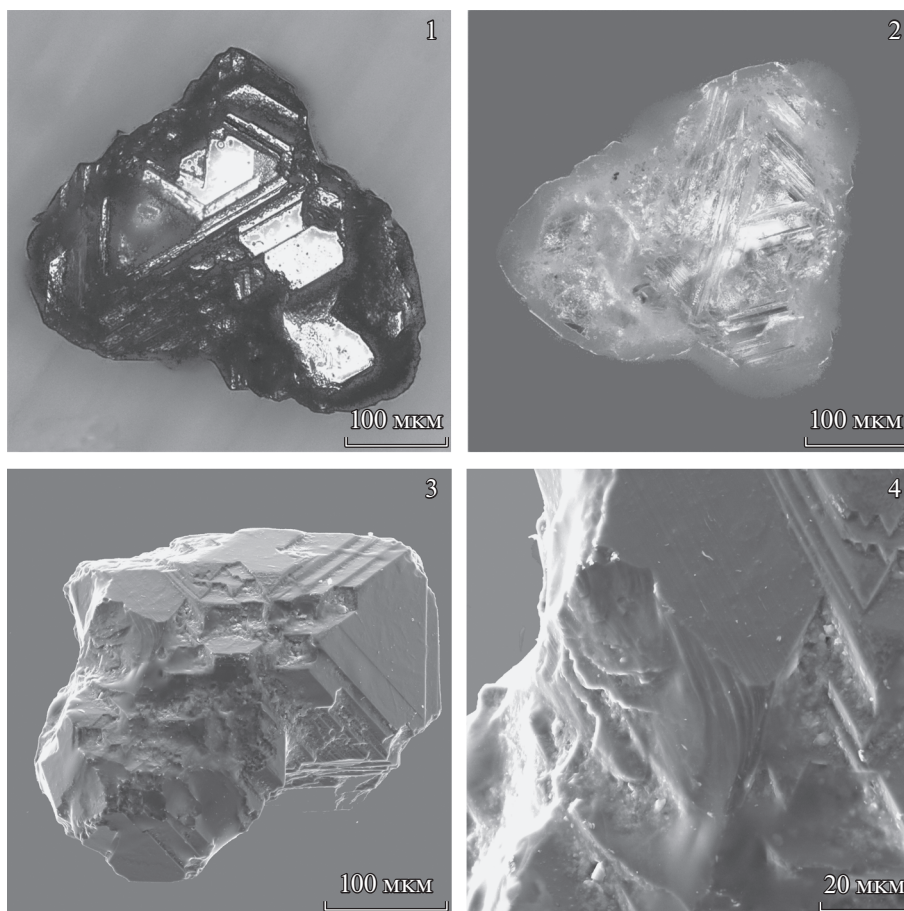


Рис. 3. Изображения морфологии алмаза. 1–2 – в оптическом микроскопе NikonEclipse LV100ND (1 – в отраженных лучах, 2 – режим просвечивания); 3–4 – в электронном микроскопе Tescan VEGA 3 LMN (вторичные электроны): 3 – общий вид, 4 – детализация.

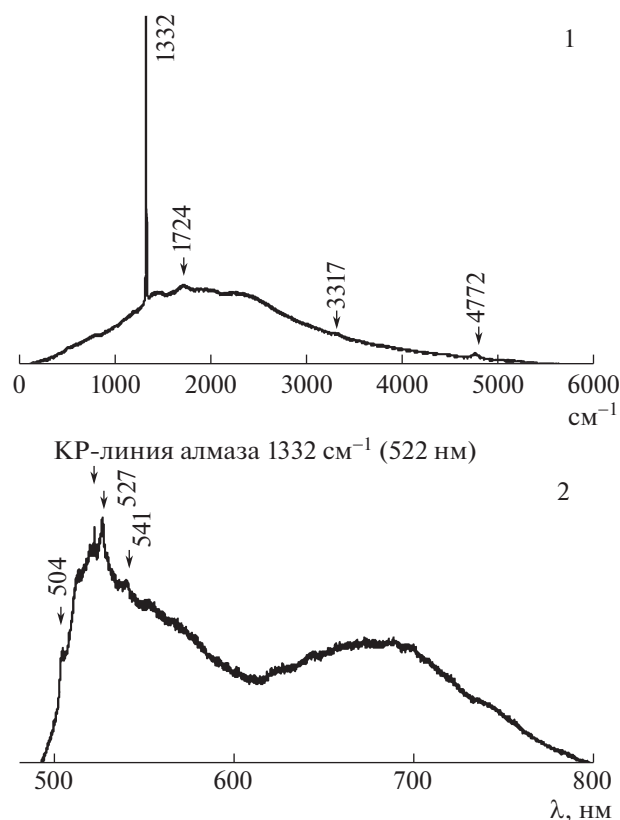


Рис. 4. Спектры алмаза (300 К): 1 – спектр КР ($\lambda_{\text{возб}} = 633 \text{ nm}$), 2 – суперпозиция спектров КР и лазерной люминесценции ($\lambda_{\text{возб}} = 488 \text{ nm}$).

ний безымянного ручья в районе местечка “Избы Озерки” (рис. 1, участок Б). В тяжелой фракции установлены гранаты разного состава, ставролит, амфиболы, кианит, моноклинные и ромбические пироксены, эпидот, ильменит, рутил, циркон, хромшпинели, благородная шпинель, корунд, апатит, бадделеит, лопарит, вюстит, перовскит, титанит, пирит, халькопирит, самородное золото.

Во всех пробах среди гранатов были выявлены разновидности пиропового состава. В одной из них, отобранной в пристрежневой части р. Увью и наиболее богатой пиропами (22 зерна), обнаружено зерно алмаза.

Лабораторные исследования минералов проводились на базе ЦКП “Геонаука” Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

В данной статье дана характеристика пироба как основного минерала-спутника алмазов и найденного зерна алмаза.

Пиропы характеризуются лиловым цветом с широкой гаммой оттенков. Механический износ первичной поверхности, как показатель удаленности от коренного источника, у данных пиропов разный. Отмечаются остросереберные индивиды с криволинейными поверхностями и зерна округ-

лой, овализированной формы, имеющие зеркальный блеск поверхности. Предполагается, что овализация граната с образованием разных по форме зерен (от шарообразных до уплощенных овальных) может происходить при оплавлении в результате взаимодействия минералов с кимберлитовым расплавом [4]. Среди пиропов встречаются зерна со специфичной механически неизношенной скульптурой поверхности (черепитчатой, бугорчато-пузырчатой и т.п.). Есть также индивиды с выраженным экзогенным механическим износом ребер и поверхности.

Пересчет данных микронзондового анализа показывает, что в пиробах содержание пиропового минерала составляет 63–84 мас. %. Подавляющая часть изученных пиропов относится к лерцолитовому парагенезису (рис. 2). Составы двух гранатов находятся в поле верлитового парагенезиса. Несколько зерен локализовались в дунит-гарцбургитовом поле. Один состав граната оказался в поле стабильности алмаза. В пиробах установлены минеральные микровключения хромшпинелей и пироксена (энстатита).

Алмаз (размер зерна $0.4 \times 0.3 \times 0.1 \text{ mm}$) был выявлен при осмотре тяжелой немагнитной фрак-

ции концентратов шлиховых проб под бинокулярным микроскопом МБС-9 с ультрафиолетовой подсветкой. Он имеет вид уплощенного сростка с различимыми гранями октаэдра, осложненного поверхностями совместного роста с другими минеральными зернами, которые к настоящему времени не сохранились (рис. 3). На сторонах алмаза видны треугольные октаэдрические грани, обрамленные ростовыми ступенями и комбинирующие с гранями других простых форм. На одной из сторон хорошо заметен блочный характер алмаза (рис. 3, 1). Нарастающие друг на друга слои грани октаэдра в ряде случаев имеют правильные пилообразные границы (рис. 3, 2–3). Поверхности граней гладкие. В одном месте наблюдается механическая выбоина с характерной раковистой поверхностью усталостного излома (рис. 3, 4).

Структурная принадлежность минерального зерна к алмазу была подтверждена при помощи спектроскопии комбинационного рассеяния (КР). На спектре КР алмаза ($\lambda_{\text{возб}} = 633 \text{ нм}$) хорошо виден интенсивный диагностический пик 1332 см^{-1} основного КР-активного колебания, а также слабые пики $1724, 3317, 4772 \text{ см}^{-1}$ (рис 4, 1).

Выявленные у изучаемого минерального зерна структурные характеристики, полученные при помощи рентгенофотометрического монокристаллического метода Дебая–Шеррера, демонстрируют характерные для алмаза рефлексы отражающих плоскостей (hkl) с соответствующими межплоскостными расстояниями D_{hkl} (Å): 2.059 (111), 1.266 (220), 1.076 (311). На дебаеграмме видны штрихи, указывающие на наличие блочности (текстурированности) у алмаза.

Спектры алмаза ($\lambda_{\text{возб}} = 488 \text{ нм}$, 300 К) представляют собой суперпозицию спектров КР и лазерной люминесценции (ЛЛ). К спектру КР относится узкий пик 522 нм (1322 см^{-1}), связанный с основным колебанием алмаза (рис. 4, 2). В наложении на него спектре ЛЛ фиксируется НЗ-система со слабой бесфоновой линией 504 нм и модами фоновых повторений, принадлежащие азотному НЗ-дефекту структуры минерала.

Результаты дешифрирования космических снимков, полевых работ и лабораторных исследований приводят к следующим выводам.

1. Основная часть кольцевых структур, которые могут быть связаны с магматическими телами трубчатого типа, расположена в областях распространения верхнедевонских отложений, что определяет нижний возрастной рубеж образования формирующих их объектов как позднедевонский, т.е. аналогичный возрасту кимберлитов Архангельской алмазоносной провинции.

2. В шлиховых пробах установлен минерал-спутник алмаза – хромсодержащий пироп. Около

20% зерен этого минерала (в том числе, в пробе из аллювия р. Увью с максимальным количеством пиропов и кристаллом алмаза) обладают высокой сохранностью реликтовых эндогенных поверхностей, что свидетельствует о близости их коренных источников сноса.

3. Находка алмаза и установленные признаки формирования ореолов минералов-спутников алмазов в русловых отложениях р. Увью и других водотоков, проявленные повышенными содержаниями зерен пироба в пробах, открывают перспективы обнаружения источников алмазов (возможно, кимберлитовых тел) в районе развития Увьюской группы кольцевых структур.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность работникам Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН: Т.Н. Бушневой за участие в полевых работах и обработке проб, С.И. Исаенко, Б.А. Макееву, Е.М. Тропникову и А.С. Шуйскому за помощь в проведении аналитических исследований, В.И. Ракину за консультации по вопросам кристалломорфологии граната и алмаза.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследования проводились в рамках тем ГР № АААА-А17-117121270035-0 и № АААА-А17-117121270036-7 Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Плякин А.М., Щербаков Э.С.* История изучения алмазоносности Среднего Тимана / Алмазы и благородные металлы Тимано-Уральского региона. Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 114–117.
2. *Антонова И.Б.* Методика поисков трубок взрыва в условиях развитого осадочного чехла северо-запада СССР на материалах дистанционных съемок / Принципы и методика дистанционных исследований при прогнозировании твердых полезных ископаемых. СПб.: ВСЕГЕИ, 1992. 144 с.
3. *Бушнев А.А., Пыстин А.М.* К перспективам выявления коренных источников алмазов на Четласко-Обдырском поднятии (Средний Тиман) / Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления. Сыктывкар: Гепринт, 2017. С. 33–35.
4. *Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П.* Морфология и морфогенез индикаторных минералов кимберлитов. Новосибирск: Филиал “Гео” Издательства СО РАН, Издательский дом “Манускрипт”, 2001. 276с.
5. *Соболев Н.В.* Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии. Новосибирск: Наука, 1974. 263 с.

NEW FINDS OF DIAMOND AND MINERALS-SATELLITES OF DIAMONDS IN THE MIDDLE TIMAN AND PROSPECTS OF SEARCHING FOR THEIR PRIMARY SOURCES

A. M. Pystin^{a,#}, Yu. V. Glukhov^a, and A. A. Bushenev^b

^a *N.P. Yushkin Institute of Geology, Federal Research Centre. Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russian Federation*

^b *Republican Center for Ensuring the Functioning of Specially Protected Natural Territories and Nature of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Komi Republic, Syktyvkar, Russian Federation*

[#] *E-mail: pystin.48@mail.ru*

Presented by Academician of the RAS A.M. Askhabov September 14, 2020

In the poorly studied South-Eastern part of the Chetlas uplift, ring structures typical for magmatic pipe-like bodies (diatremes) have been established. The main part of the ring structures is located in the distribution areas of the upper Devonian sediments, which determines the lower age limit of their forming objects as the Late Devonian, i.e. similar to the age of the kimberlites of the Arkhangelsk diamond-bearing province. In order to verify one of the most numerous groups of ring structures, a heavy mineral concentrate sampling of modern riverbed sediments was performed. As a result of studying concentrates, kimberlite indicator mineral such as chromium-containing pyrope was identified, and the first diamond grain was found. About 20% of pyropes had high preservation of relict endogenous surfaces. The diamond looks like a flattened aggregaton with distinct octahedron faces, complicated by surfaces of joint growth with other mineral grains. The finding of diamond and the established signs of the formation of aureoles of kimberlite indicator minerals in the channel sediments of the studied area open perspectives for the discovery of their closely located primary sources here.

Keywords: Middle Timan, Chetlas uplift, Upper Devonian, ring structure, modern riverbed sediments, pyrope, diamond