

ГРАНАТЫ УФИМСКОГО ПЛАТО И ПРОБЛЕМА КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ УРАЛЬСКИХ АЛМАЗОВ

А.Ю. Кисин, Д.А. Варламов

Уфимское плато – неотектоническое поднятие на восточном краю Русской платформы, которое, большей частью, соответствует границам позднепалеозойского Кунгурско-Красноуфимского свода. Своду отвечает и выступ кристаллического фундамента, залегающего на глубине 2-3 км в апикальной части структуры и погружающегося до 5-6 км к его периферии [Новоселицкий, Проворов, 1985]. Осадочный чехол представлен преимущественно карбонатным и терригенно-карбонатным позднепалеозойским разрезом. Шлиховым опробованием на площади плато установлено высокое, до 10 кг/м³ и более, содержание метаморфических минералов: ставролита, дистена, силлиманита и других (рис. 1). Типоморфные признаки данных минералов указывают на местные источники, на вынос их из пород кристаллического фундамента при формировании эруптивных брекчий [Кисин, 2001]. Площадь представляет интерес на коренные источники алмазов, в связи с чем проводилось изучение некоторых минералов, в частности – гранатов.

Несмотря на высокие содержания, широкое распространение метаморфических минералов в рыхлых отложениях на Уфимском плато, гранаты здесь являются редкими минералами, и на пробу объемом 0,01 м³ приходится всего 5-6 мелких зерен. На некоторых участках в апикальной части плато, например, в центральных депрессиях радиально-лучистых структур [Кисин, 2001], гранат вообще не обнаружен, при весьма высоких содержаниях метаморфических минералов. На прилегающих площадях Предуральского прогиба гранат составляет около 30 % от тяжелой фракции шлихов, резко преобладая над ставролитом и кианитом. В Камско-Бельском прогибе, ограничивающем плато с запада, гранаты составляют

около 1 % от тяжелой фракции шлихов. Таким образом, Уфимское плато по гранату является отрицательной минералогической аномалией, что само по себе уже интересно.

Гранаты на плато обычно представлены зернами неправильной, амебообразной формы с сильно корродированной поверхностью, реже кубоидами и редко кристаллами ромбо-додикаэдрического либо округлого облика. На некоторых участках плато корродированные зерна граната покрыты тонкой красно-коричневой гематитовой коркой, легко удаляемой при механическом воздействии. Поверхность корродированных зерен и кубоидов хорошо скульптурирована, бугорчато-черепитчатая, что принято объяснять длительностью нахождения их в гипергенных условиях [Афанасьев и др., 2001; Подвысоцкий и др., 2000]. Признаков механического износа поверхности не наблюдается, что можно трактовать как отсутствие или незначительность переноса гранатов водными потоками после гипергенеза. Для кристаллов иногда отмечается незначительный износ ребер и вершин. Корродированные зерна и кубоиды обычно прозрачные, без видимых включений и трещин. В кристаллах иногда отмечаются включения темной слюды и рудных минералов. Цвет гранатов несколько варьирует от участка к участку плато. В целом по окраске можно выделить три основных группы: розовые, оранжевые или розовато-оранжевые, оранжево-коричневые. Реже встречаются красновато-оранжевые, светло-желтые, бесцветные, редко желто-зеленые и ярко-зеленые. Два последних граната относятся к демантоиду, судя по характерным волосовидным включениям типа «конского хвоста» и химическому составу. Бесцветные гранаты, как показал рентгеноструктурный анализ, относятся к гроссуляру. Наи-

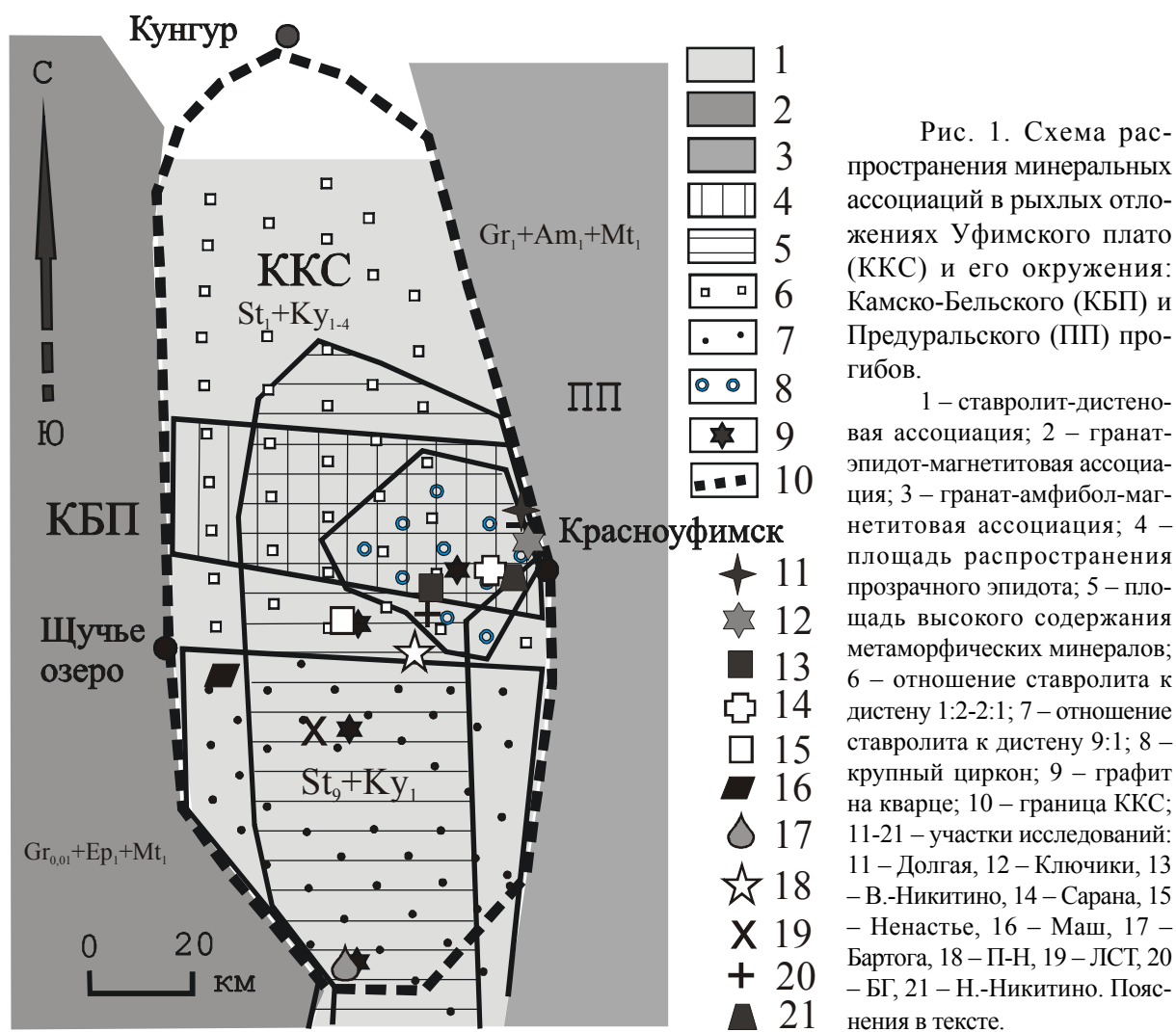


Рис. 1. Схема распространения минеральных ассоциаций в рыхлых отложениях Уфимского плато (ККС) и его окружения: Камско-Бельского (КБП) и Предуралья (ПП) прогибов.

1 – ставролит-дистеновая ассоциация; 2 – гранат-эпидот-магнетитовая ассоциация; 3 – гранат-амфибол-магнетитовая ассоциация; 4 – площадь распространения прозрачного эпидота; 5 – площадь высокого содержания метаморфических минералов; 6 – отношение ставролита к дистену 1:2-2:1; 7 – отношение ставролита к дистену 9:1; 8 – крупный циркон; 9 – графит на кварце; 10 – граница ККС; 11-21 – участки исследований: 11 – Долгая, 12 – Ключики, 13 – В.-Никитино, 14 – Сарана, 15 – Ненастье, 16 – Маш, 17 – Бартога, 18 – П-Н, 19 – ЛСТ, 20 – БГ, 21 – Н.-Никитино. Пояснения в тексте.

большее разнообразие гранатов по цвету и оттенкам характерно для северной, и особенно для северо-восточной части площади.

Для исследований были взяты гранаты нескольких участков. Участки «г. Долгая» и «Ключики» располагаются в 7 и 13 км к северу от г. Красноуфимска, соответственно. Оба они находятся на СВ границе Кунгурско-Красноуфимского свода, которая проводится по Красноуфимскому глубинному разлому [Дружинин и др., 1968], надвигу восточного падения. Участок «В.-Никитино» расположен в 7 км к ЮЗ от участка «Ключики», уже на склоне свода. В 2-х км восточнее «В.-Никитино» находится участок «Н.-Никитино». В 13 км к ЮЗ от «В.-Никитино» изучались гранаты с р. Сарана, характеризующие СЗ склон апикальной части свода. Участок «Ненастье» располагается в 12 км к ЮЗЗ от последнего, уже в апикальной части структуры. В 12 км к ЮЮЗ от «Ненастья» находится участок «ЛСТ», принад-

лежащий западному склону апикальной части. Еще в 16 км к ЮЗ имеется участок «Маш» (западный склон свода). Участок «Бартога» расположен в 45 км южнее участка «ЛСТ», в крайней южной части свода. Участки «БГ» и «П-Н» располагаются в 2 и 8 км, соответственно, к югу от участка «Сараны». Таким образом, пробы гранатов характеризуют достаточно большую часть Уфимского плато.

По химическому составу все гранаты, кроме пироба, описанного ранее [Кисин и др., 2005] отвечают метаморфическим. Пироп может быть отнесен к парагенезису алмазоносных лерцолитов. Отсутствие признаков механического износа поверхности и присутствие минералов ультраосновного парагенезиса свидетельствуют в пользу местных источников. Редкость нахождения пиропов пока непонятна. Для данного участка и другие гранаты являются редкостью. Возможно, что редкость нахождения гранатов на Уфимском плато связана с

особенностями геологического разреза (карбонатного) со спецификой условий гипергенеза, вызвавших сильную их коррозию, вплоть до полного растворения.

Примечательны гранаты с г. Долгой. Гранаты с этого участка представлены исключительно кубоидами, обычно сильно уплощенными по одной оси, что, вероятно, отражает характер первичной трещиноватости. Поверхность кубоидов скульптурированная, бугорчатая, что считается результатом растворения в условиях гипергенеза. Признаков механического износа поверхности не отмечено. Цвет бледно-лиловый до оранжево-лилового. На треугольной диаграмме (рис. 2) по составу они образуют два компактных поля: одно в области глиноземистых гранулитов (большинство анализов), второе в области эклогитов, перекрывающей поле гранулитов. Все гранаты с этого участка относятся к пироп-альмандинам. Для них характерны включения рутила, образующего иногда сагенитовые решетки и силлиманита. Встречены включения Се-монацита и сложной фазы Al, Zn, Zr, Ti-состава.

Участок «Ключики» расположен в нескольких километрах южнее участка «г. Долгая», но резко отличается от него по минералогии. Для него характерно аномально высокое содержание хромшпинелидов, рутила, циркона, корунда, диаспора на фоне обычных ставролита и дистена. Гранаты этого участка по химическому составу также необычны для плато и характеризуются высоким содержанием марганца. На диаграмме (см. рис. 2) они образуют два тренда: один в сторону повышения содержания кальция, а другой в сторону повышения пиропового минала. Занимают они поле ме-

таморфизма амфиболитовой фации, с выходом в область гранулитов и эклогитов. Если на рис. 2 индивидуальность этих гранатов выражена слабо, то на треугольной диаграмме показанной на рис. 3 видно, что большинство гранатов с этого участка содержат спессартинового минала более 40 % (аномально высокое для плато) и находятся в поле гранатов из глаукофановых сланцев. Участок «Ключики» находится в зоне глубинного надвига, ограничивающего ККС с востока и теоретически глаукофановые сланцы здесь возможны. Среди гранатов встречены и зональные кристаллы (тренды их составов показаны на рис. 3 стрелками). Направление стрелок указывает либо на возрастание железистости, либо на возрастание кальциевости.

С ЮЗ к участку «Ключики» примыкает участок «В.-Никитино». Между ними есть некоторые общие черты. Это наличие на фоне ставролит-дистеновой ассоциации светло-зеленого амфибола со следами растворения, диаспора, дипиримидального циркона, крупного рутила. Но участок «В.-Никитино» отличается повышенным содержанием гранатов, отличающихся по составу от гранатов участка «Ключики» более железистым составом, близким к составу их каймы (рис. 2-4).

Перемещаясь от участка к участку плато, мы видим, что состав гранатов также меняется (см. рис. 2-4), но все они остаются в поле метаморфических гранатов. На диаграмме, показанной на рис. 4, часть гранатов с некоторых участков попала в область эклогитовых пород с возможной алмазонасностью. В этом плане наиболее интересными оказались участки «г. Долгая» и «Ключики», расположен-

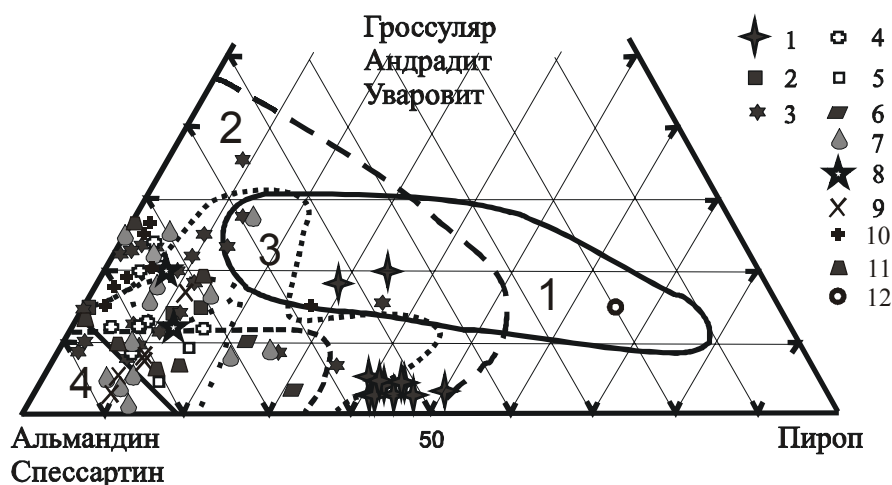


Рис. 2. Составы гранатов на треугольной диаграмме альмандин-гроссуляр-пироп. 1 – Долгая; 2 – р. Сарана; 3 – Ключики; 4 – В.-Никитино; 5 – Ненастье; 6 – Маш; 7 – Бартога; 8 – П-Н; 9 – ЛСТ; 10 – БГ; 11 – Н-Никитино; 12 – ЛСТ (пироп).

Поля (по Соболеву, 1964): 1 – эклогитов; 2 – гранулитов; 3 – амфиболитов; 4 – роговинов.

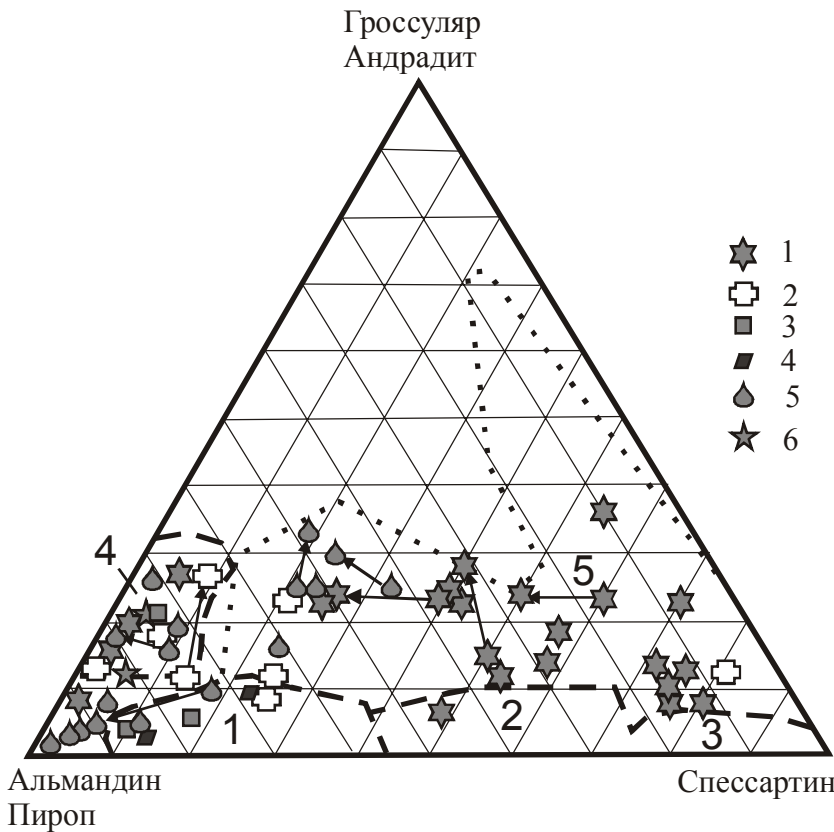


Рис. 3. Составы гранатов на треугольной диаграмме альмандин-гроссуляр-спессартин.

1 – Ключики; 2 – В.-Никитино; 3 – Ненастье; 4 – Маш; 5 – Бартога. Поля (по Соболеву, 1964): 1 – мусковитовых пегматитов; 2 – редкометалльных пегматитов; 3 – амфиболитов; 4 – редких марганцовистых пород; 5 – поле составов гранатов из глаукофановых сланцев.

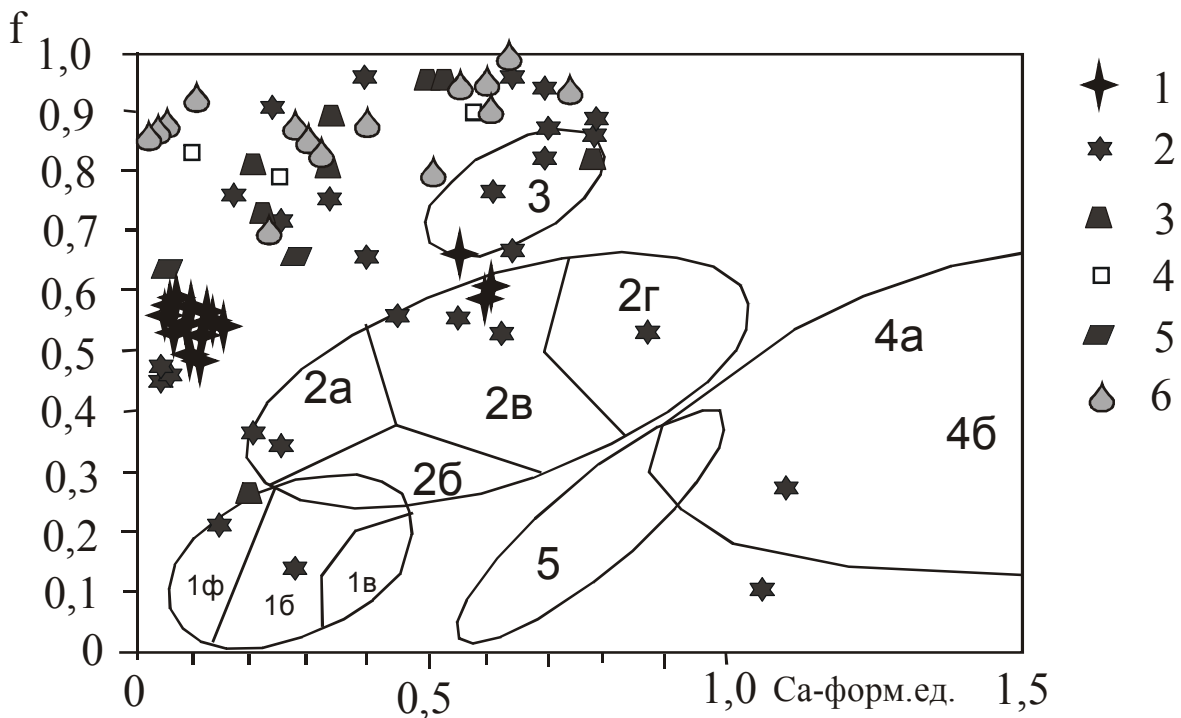


Рис. 5.3.4. Составы гранатов на диаграмме железистости (f) – Са (формульная ед.), заимствованной у Чайковского (2001).

1 – Долгая; 2 – Ключики; 3 – В.-Никитино; 4 – Ненастье; 5 – Маш; 6 – Бартога. Поля гранатов эклогитов различных серий: 1 – магнезиальной (1а – алькремиты; 1б – ильменит-рутиловые, в т. ч. алмазоносные; 1в – высокохромистые, в т. ч. алмазоносные); 2 – железисто-магнезиальной (2а – марганцовистые; 2б – кислые, в т. ч. алмазоносные; 2в – ильменит-рутиловые, в т. ч. алмазоносные; 2г – высокотитанистые алмазоносные); 3 – высокожелезистые рутиловые; 4 – глиноземистой (4а – глиноземистые, в т. ч. алмазоносные; 4б – высокохромистые дистеновые и гроспидиты); 5 – включения в алмазах трубки Монастери.

ные в непосредственной близости один от другого. В одних и тех же, по возрасту и составу, отложениях, на фоне ставролит-дистеновой ассоциации находятся столь разные по составу гранаты, но, возможно, связанные с гранулитами и эклогитами. Это трудно объяснить при выносом их со стороны, но легко объясняется выносом из пород кристаллического фундамента, имеющего разный петрографический состав пород и условий их метаморфизма, особенно в зоне надвига.

Выводы

1. Гранаты с различных участков Уфимского плато характеризуются отчетливой или достаточно отчетливой индивидуальностью, что коррелируется с индивидуальностью и других минералов. Это хорошо укладывается в рамки представлений об их местных источниках.

2. Пиропы алмазной ассоциации на плато имеются, но встречаются крайне редко. Возможно, что редкость нахождения пиропов и редкость нахождения других гранатов объясняются особенностями геологического разреза и условиями гипергенеза, приведших к почти полному их растворению.

3. Метаморфические гранаты по составу отвечают гранатам амфиболитовой и гранулитовой фации метаморфизма. Возможно, что гранаты участка «Ключики» связаны с глаукофановыми сланцами. Часть гранатов попадают в поле эклогитов, в т. ч. и алмазоносных. Минералы эклогитовых парагенезисов наиболее часто отмечаются и в уральских алмазах.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант № 04-05-96093).

Список литературы

Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П. Морфология и морфогенез индикаторных минералов кимберлитов. Новосибирск: Филиал «Гео» Изд-ва СО РАН, 2001. 276 с.

Афанасьев В.П., Логвинова А.М., Зинчук Н.Н. Эффект коррозионного растрескивания мантийных минералов // Изв. ВУЗ: Геология и разведка. № 3. 2000. С. 43-52.

Дружинин В.С., Рыбалка В.М., Халевин Н.И. Результаты глубинных сейсмических зондирований на свердловском пересечении и перспективы дальнейших исследований Урала // Глубинное строение Урала. М.: Наука, 1968. С. 69-79.

Кисин А.Ю. К проблеме источников метаморфических минералов в юго-восточной части Пермской области // Геология и полезные ископаемые западного склона Урала. Матлы научно-практической конференции. Пермь: Пермский ун-т. 2004. С. 49-51.

Кисин А.Ю. Необычные структуры на площади Уфимского плато // Ежегодник-2000. ИГГ УрО РАН, 2001. С. 32-33.

Кисин А.Ю., Бушарина С.В., Макеев А.Б. и др. Первая находка пиропов на Уфимском плато // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского: Сборник научных статей. Пермь: Перм. ун-т, 2005. Вып. 8. С. 162-169.

Морозов Г.Г., Осовецкий Б.М., Накорякова И.Р. и др. Первые находки алмазов на территории платформенной части Пермского края // Геологи и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь: Пермский ун-т, 2006. С. 6-8.

Новоселицкий В.М., Проворов В.М., Шилова А.А. Физические свойства пород осадочного чехла севера Урало-Поволжья. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. 133 с.

Подвысоцкий В.Т., Зинчук Н.Н., Афанасьев В.П. Морфологические особенности индикаторных минералов из осадочных коллекторов и россыпей алмазов различных генетических типов Сибирской платформы. Мирный: ЦПК АК «АЛРОСА», 2000. 72 с.

Соболев Н.В. Парагенетические типы гранатов. М.: Наука, 1964. 218 с.

Чайковский И.И. Петрология и минералогия интрузивных алмазоносных пирокластитов Вишерского Урала. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2001. 324 с.