

УДК 552.22(234.83)
DOI 10.19110/1994-5655-2021-3-14-21

О.В. УДОРАТИНА^{*,}, А.М. ШМАКОВА^{*,***},
Д.А. ВАРЛАМОВ^{****}, А.С. ШУЙСКИЙ^{*}**

**ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНЫЕ ПОРОДЫ
НОВОБОБРОВСКОГО
РУДНОГО ПОЛЯ (СРЕДНИЙ ТИМАН):
МИНЕРАЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ**

**Институт геологии им. акад. Н.П. Юшкина
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар*

***Томский государственный
университет, г. Томск*

****Всероссийский научно-исследовательский
геологический институт
им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ),
г. Санкт-Петербург*

*****Институт экспериментальной геологии
РАН, г. Черногоровка*

*udoratina@geo.komisc.ru
dima@iem.ac.ru*

O.V. UDORATINA^{*,}, A.M. SHMAKOVA^{*,***},
D.A. VARLAMOV^{****}, A.S. SHUISKY^{*}**

**ALKALINE-ULTRABASIC ROCKS
OF NOVOBROVSKY ORE FIELD
(MIDDLE TIMAN):
MINERALOGY, PETROGRAPHY**

**N.P. Yushkin Institute of Geology, Federal
Research Centre Komi Science Centre,
Ural Branch, RAS, Syktывkar*

***Tomsk State University, Tomsk*

****A.P. Karpinsky All-Russian Research
Geological Institute (VSEGEI),
St. Petersburg*

*****Institute of Experimental Geology,
RAS, Chernogolovka*

Аннотация

Исследованы минералы щелочно-ультраосновных пород из даек, развитых в пределах Новобобровского рудного поля (Средний Тиман). Первичные минеральные парагенезисы магматических пород труднодиагностируемы ввиду сильного метасоматоза и изменения пород. В качестве первичных минералов рассматриваются флогопит и минералы группы хромшпинелидов (хромпикотит и феррихромит). Порода содержит многочисленные ксенолиты и подверглась процессам фенитизации (калиевого профиля), благодаря их развитию в породе наблюдается обогащение редкометалльно-редкоземельной минерализацией (колумбиты, монациты, более редкие фосфаты).

Ключевые слова:

щелочно-ультраосновные породы, хромшпинелиды, фенитизация, Средний Тиман

Abstract

Minerals of disintegrated alkaline-ultrabasic dike rocks exposed by wells within the rare-metal-rare earth Novobobrovsky ore field (Middle Timan) were studied. Microprobe studies were conducted in CCU "Geoscience" (Syktывkar) and the Institute of Experimental Geology, RAS (Chernogolovka). Primary mineral parageneses are difficult to diagnose due to strong secondary alteration of rocks. The primary minerals are phlogopite ($X_{Mg} = 0.64-0.89$) and minerals of the chromspinelides group (the central parts are represented by chrompicotite, and the marginal zones – by ferrichromite); the secondary minerals are represented by the chlorites group (talcochlorite, clinochlorite, pennine). The rock is saturated with numerous xenoliths of quartzite sandstones, and has also undergone feni-tization processes, which is why the development of rare metal-rare earth mineralization is observed in the rock: columbite, rutile \leftrightarrow Nb-rutile \leftrightarrow ilmenorutil, monazite, Th-monazite, more rare phosphates (complex phosphates and hydroaluminophosphates of lead similar in composition to dragmanite, differing by the presence of Mn, Ba, K). The studied primary mineral parageneses are typical for the picrite-lamprophyre Chetlas dike complex developed here; the superimposed rare-metal-rare-earth mineralization is specific for dike rocks developed within the ore fields of the Kosyu ore cluster

Keywords:

alkaline-ultrabasic rocks, chromspinelides, feni-tization, Middle Timan

Введение

На Среднем Тимане в пределах Четласского Камня широко распространены дайки щелочно-ультраосновных пород.

траосновных пород, отнесенных предшествующими исследователями к четласскому комплексу [1–11].

Согласно геологическим и геофизическим данным наблюдаются сотни (возможно, тысячи) дайковых тел, формирующих пространственно единые дайковые поля, при этом составы магм, заполняющих системы трещин преимущественно северо-восточного простирания, могут быть хоть и близки по времени формирования, но не совсем идентичны по составу.

Дайки прорывают метатерригенные поздне-рифейские образования *четласской* (светлинская, новобобровская, визингская свиты) и *быстринской* (рочугская, паунская, павьюгская свиты) серий, ксенолиты последних часто наблюдаются в дайковых породах и также существенно меняют состав быстрокристаллизующейся первичной магмы.

Установленный абсолютный возраст пород – позднерифейский $\sim 600 \pm 15(30)$ млн лет (K-Ar_{wr}, Ar-Ar_{ig} методы) [9, 12], есть также более древние датировки – 820 млн лет (Rb-Sr_{wr}) [13].

В пределах Косьюского рудного узла, включающего Косьюское, Октябрьское, Новобобровское, Нижне-Мезенское рудные поля, также развиты дайки, сложенные щелочно-ультраосновными (по химизму) породами. Кроме Косьюского рудного поля, в остальных наблюдаются единичные дайки. Собственно с магматическими породами четласского комплекса и связывается редкометалльно-редкоземельное оруденение, проявления которого объединены в Косьюский рудный узел. Редкометалльно-редкоземельная минерализация приурочена к жильному *четласскому* комплексу и развита в альбит-эгириновых фенитах по кварцитопесчаникам и собственно дайковым породам, а также в жилах (кварц-полевошпат-гетитовых, кварц-полевошпат-карбонатных с гематитом). Рудные минералы: редкометалльные – колумбит, реже пирохлор; REE – редкоземельные (фтор)карбонаты, монацит, ксенотим.

Однако формирование относительно мало-мощных даек несоизмеримо с наблюдаемым масштабом проявленного рудного щелочного метасоматоза (зон фенитизации), как правило, породы слагающие сами дайки, также нередко фенитизированы. При наблюдаемых сотнях и тысячах дайковых тел, развитых в пределах Четласского Камня, значимую рудную минерализацию несут единицы.

Задача исследования – установление генетической принадлежности щелочно-ультраосновных пород и выявление первичных и наложенных (вторичных, метасоматических) минеральных комплексов, развитых в дайковом теле, вскрытом скважиной А14 (1958 г.) в пределах Новобобровского рудного поля.

Необычайное разнообразие наблюдаемых минеральных парагенезисов в различных дайковых телах, выявленных в пределах Четласского Камня, описанных в работах предшественников и наблюдаемых нами, показывает широкий диапазон ультраосновных составов, неоднозначность и спорность генетической принадлежности к тем или иным магматическим сериям пород. Наиболее часто встречающиеся в литературе и использованные в описаниях этих пород определения – «лампрофир», «щелочной пикрит», «породы пикрит-лампрофировой серии».

Породы в пределах Четласского блока претерпели региональный метаморфизм зеленосланцевой фации. Метасоматические процессы локальны и фиксируются в пределах рудных полей Косьюского рудного узла. Наиболее близки проявленные процессы к «фенитизации», включающие в себя развитие щелочных (калиевых, натриевых, калиево-натриевых) парагенезисов минералов, которые выражаются в альбитизации, микроклинизации, эгиринизации как вмещающих первично осадочных пород кварцитопесчаников светлинской свиты, так и прорывающих их дайковых тел ультраосновного состава. Однако если для метаосадочных пород процессы фенитизации вторичные, наложенные и оторваны во времени от образования и метаморфического преобразования пород, то для дайковых пород процессы фенитизации близодновременные.

Объекты и методы исследования

Породы исследовались в образцах, шлифах, аншлифах и протолочках в ЦКП «Геонаука» Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН комплексом методов: петрографическим (Olympus 51) и микронзондовым. Электронно-зондовый микроанализ, включающий получение изображений исследуемых объектов во вторичных (secondary) и отраженных (обратно-рассеянных, back-scattered) электронах, а также рентгеноспектральный локальный микроанализ выполнялись на цифровых электронных сканирующих микроскопах производства фирмы Tescan (Tescan Orsay Holding, Brno, Czech Republic, <https://www.tescan.com>): (1) Tescan Vega 3 LMN с энергодисперсионной приставкой Oxford Instrument X-Max 50 mm² [ИГ Коми НЦ УрО РАН] и (2) Tescan VEGA-II XMU с EDS INCA Energy 450 и WDS Oxford INCA Wave 700 [ИЭМ РАН, г.Черноголовка]. Анализ выполнялся при ускоряющем напряжении 20 кВ. Ток поглощенных электронов на исследованных образцах – от 150 до 400 пикоампер (в зависимости от микрорельефа, структуры и состава образца). Размер электронного зонда на поверхности образца составлял 157–180 нм (Tescan), при сканировании до 60 нм. Область возбуждения в зависимости от состава образца и геометрии фаз может достигать 1–5 мкм в диаметре. Эталоны – чистые металлы и синтетические окислы и силикаты. Пересчет минералов проведен по Make Mineral.

Объектом исследования является дайка шириной в первые метры и наблюдаемой протяженностью десятки метров, вскрытая несколькими скважинами. Опробованный материал керна скважины А14 1958 г. бурения представлен отдельными штучными образцами и сыпучим дезинтегрированным железненным материалом. Порода черного цвета, порфириновидной структуры, неоднородной текстуры, насыщена мелкими ксенолитами вмещающих пород (до 10–15 %). Минеральный состав (об.%): флогопит (порфириобласты) – 20, хлорит – 40, кварц – 10, апатит – 5, реликтовые темноцветные минералы (не диагностируются, вероятно, первичные ортопироксены) – 5–7, калиевый полевошпат, акцессорные (монацит, циркон, колумбит, сложные фосфаты и алюмофосфаты свинца, марганца и бария), рудные (хромшпинелиды, рутил и высокониобиевый

рутил вплоть до ильменорутила, ильменит, титаномагнетит, пирротин, пирит, халькопирит, (гидро)оксиды железа – гематит, гидрогетит), вторичные (сидерит). Ксенолиты (фениты, кварцит) составляют 10–15 об.%. Первичными являются лишь флогопит и, возможно, часть рудных – хромшпинелид, ильменорутил и титаномагнетит, все остальные минералы (в том числе редкометалльные и редкоземельные) – вторичные и сформированы в процессе наложенного метасоматоза, а также при

контакте с захваченными ксенолитами кварцито-песчаников.

Ксенолиты представлены фенитами и неизмененным кварцитом. Обломки фенита, сложенные калиевым полевым шпатом, обычно округлые, с нечеткими границами, имеют размер до 2 мм, также отмечаются отдельные кристаллы прямоугольной формы размером до 0.5 мм, нередко замещаемые альбитом (рис. 1 а,б). Обломки кварцита встречаются как округлой, так и остроугольной фор-

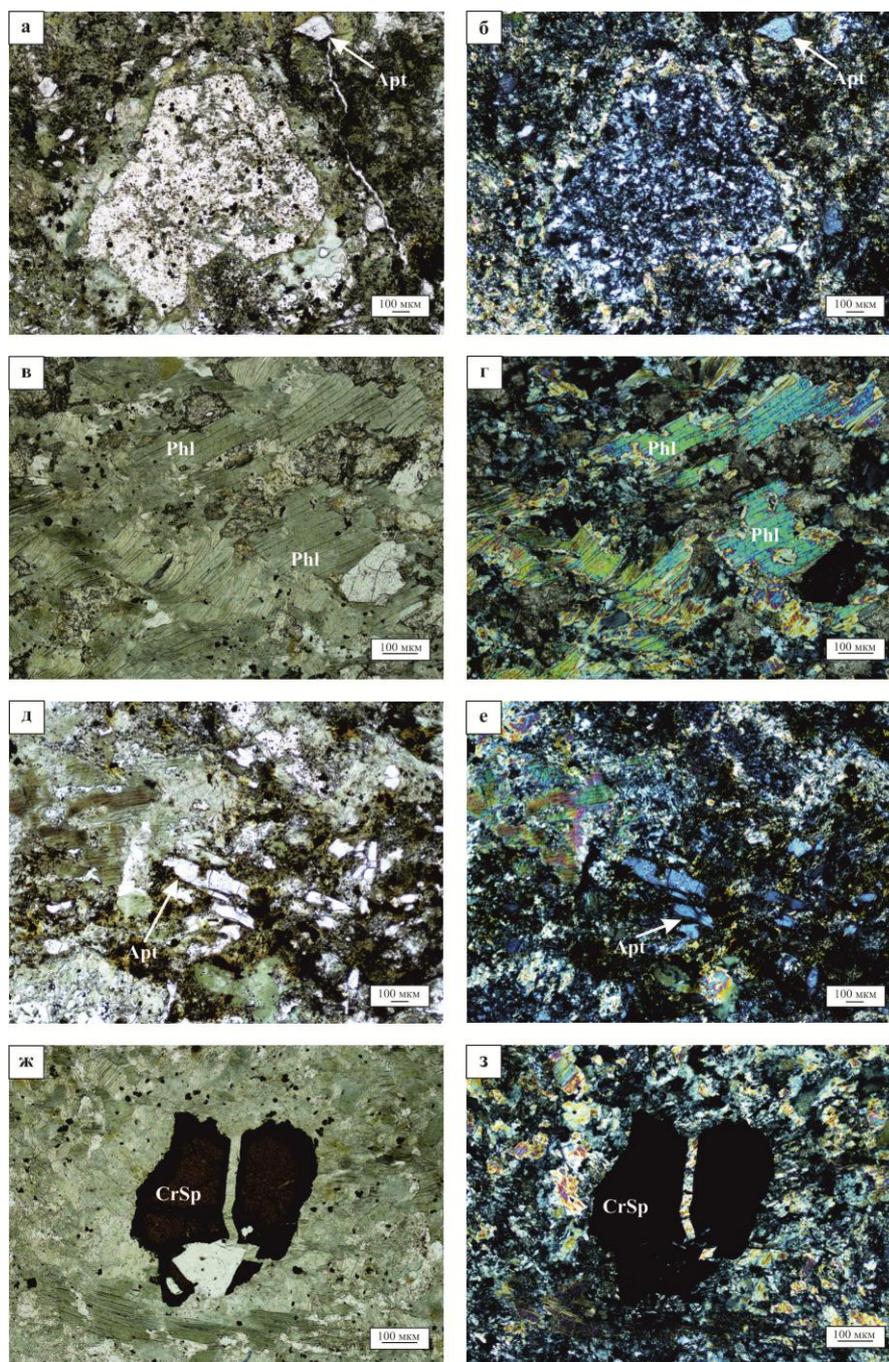


Рис. 1. Примеры форм и распределения ксенолитов и минералов в породе: а, б – ксенолит измененного кварцито-песчаника; в, г – листоватые агрегаты флогопита, частично замещенные хлоритом; д, е – призматические кристаллы апатита; ж, з – изометричные зерна хромшпинелидов. Оптическое фото, снимки а, в, д, ж сделаны без анализатора.

Fig. 1. Examples of the forms and distribution of xenoliths and minerals in the rock: а, б – xenolith of altered quartzite sandstone; в, г – leafy aggregates of phlogopite, partially replaced by chlorite; д, е - prismatic crystals of apatite; ж, з - isometric grains of chromspinelides. Optical photo, images а, в, д, ж were taken without an analyzer.

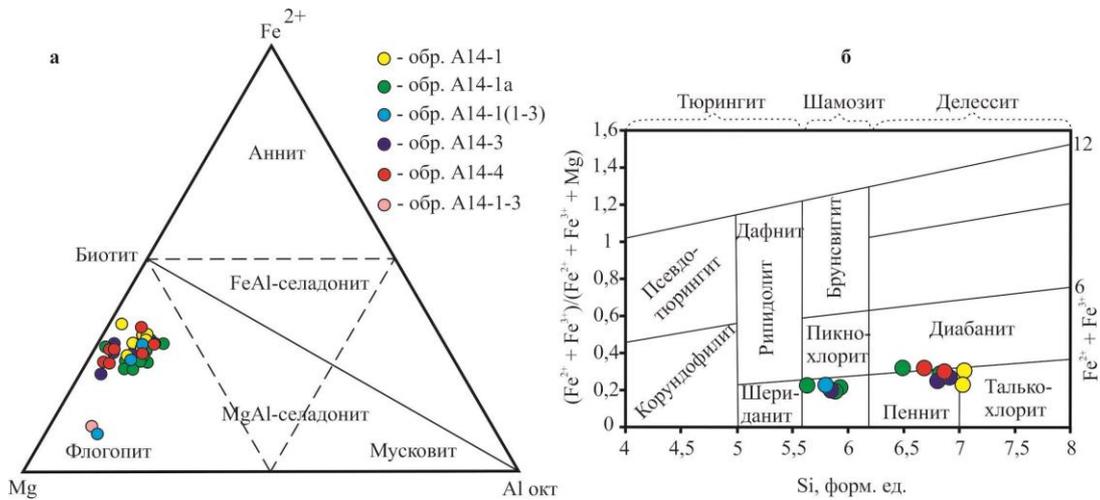


Рис. 2. Классификационные диаграммы минералов: а – слюд ($Mg-Fe^{2+}-Al^{Oct}$); б – хлоритов $(Fe^{2+}+Fe^{3+})/(Fe^{2+}+Fe^{3+}+Mg)-Si$ ф.ед.

Fig. 2. Classification diagrams of minerals: a – micas ($Mg-Fe^{2+}-Al^{Oct}$); б – chlorites $(Fe^{2+}+Fe^{3+})/(Fe^{2+}+Fe^{3+}+Mg)-Si$ f.u.

мы. Размер ксенолитов варьирует от 0.7 до 2 мм.

Флогопит представлен порфиробластами, наблюдается в виде удлиненных чешуек, размером до 3–5 мм. Минерал разбит многочисленными трещинами, раздроблен, почти всегда частично, а иногда и полностью замещен хлоритом (рис. 1, в-г). Распределение минерала равномерное, содержание в породе находится на уровне 15–20 об., %. На диаграмме слюд $Mg-Fe^{2+}-Al^{Oct}$ (рис. 2, а) составы исследуемых слюд попадают в поле флогопита [14]. Магнезиальность минерала – $X_{Mg} = 0.64 - 0.89$.

Основная масса породы сложена хлоритом и кварцем. Минералы имеют неравномерное распределение.

Хлорит образует тонкочешуйчатые и сноповидные агрегаты размером до 0.4 мм и формирует скопления, занимающие до половины объема породы. По химическому составу хлориты (обр. А14-1) соответствуют талькохлориту, в остальных пробах агрегаты хлорита относятся либо к клинохлориту, либо к пенниту (рис. 2, б).

Кварц распределен в породе неравномерно, встречается в виде мелких до 0.08 мм изометричных кристаллов.

В породе отмечаются иногда деформированные ксенокристаллы недиагностированных темноцветов (возможно измененные амфиболы или ортопироксены), замещенные различными вторичными минералами группы хлорита и тремолит-актинолита, размером до 1.5 см.

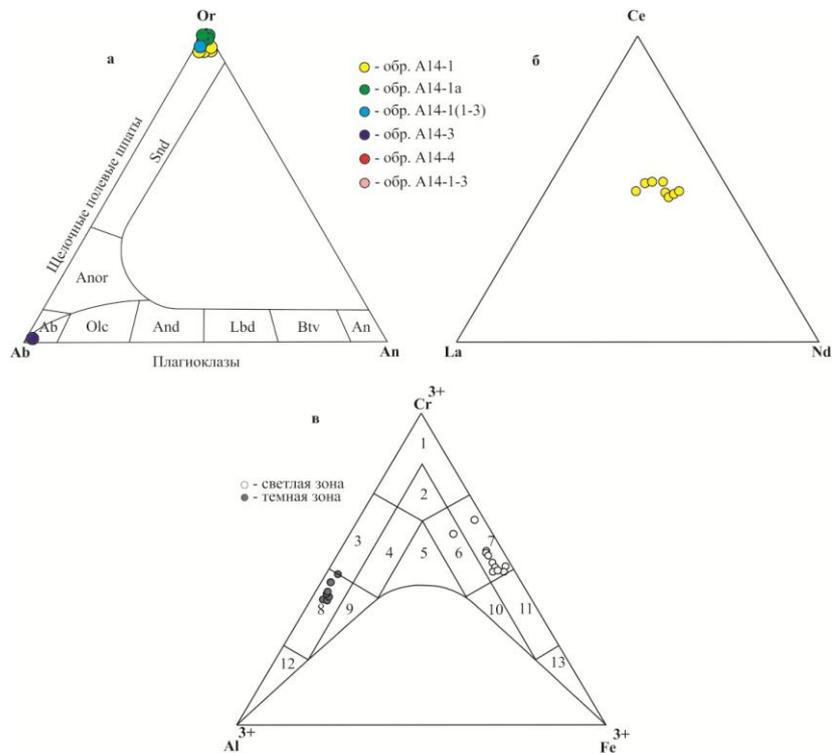


Рис. 3. Классификационные диаграммы минералов: а – калиевого полевого шпата ($Ab-Or-An$); б – монацитов ($La-Ce-Nd$); в – хромшпинелидов ($Al^{3+}-Cr^{3+}-Fe^{3+}$).

Fig 3. Classification diagrams of minerals: а – potassium feldspar ($Ab-Or-An$); б – monazites ($La-Ce-Nd$); в – chromspinelides ($Al^{3+}-Cr^{3+}-Fe^{3+}$).

КПШ в породе наблюдается в виде изометричных зерен неправильной формы размером 70–300 мкм. По данным микросондового анализа содержание оксида натрия не превышает 0.6 мас., % Na_2O (рис. 3, а). В образце А14-1 установлен один порфиновый вкрапленник (ксенолит?) таблитчатой формы и размером 6 мм, также отмечаются достаточно крупные кристаллы калиевого полевого шпата (до 0.5 мм), нередко замещенные альбитом, в ксенолите размером до 3 мм.

Циркон установлен в породе в виде единичных зональных кристаллов угловатой и неправиль-

ной формы. Размер кристаллов от 40 до 100 мкм. Зональность обусловлена неравномерным содержанием HfO_2 и степенью гидратированности отдельных зон циркона.

Колумбит представлен зернами неправильной формы, размером 20–150 мкм, является почти чисто железистой, бестанталовой разностью.

Фосфатная минерализация. Основная доля – апатит, прочие фосфаты – монацит (нескольких генераций: Th-монацит до 12 мас., % ThO_2 и практически бесториевые), (силико)фосфаты тория (ряда торит-хаттонит).

Апатит наблюдается в виде гипидиоморфных короткопризматических раздробленных и целых длиннопризматических кристаллов размером до 0.2 мм (рис. 1, д-е). Распределение минерала в породе неравномерное, нередко наблюдаются скопления апатита. Содержание фтора варьирует в пределах (мас., %) от 1.25 до 1.77, хлора – 0.15–0.31.

В образце А14-1 установлены **Th-монациты** в виде неправильной формы зерен, часто с большим количеством трещин и включений. Размер зерен от 10 до 400 мкм. Минерал неоднородный, в обратно отраженных электронах неравномерно «пятнистый», «пятнистость» обусловлена различным содержанием тория (рис. 3, б; 4, а–б). В более светлых зонах отмечается относительно высокое содержание $\text{ThO}_2 = 14\text{--}30$ мас., % и более низкое $\text{Ce}_2\text{O}_3 = 14\text{--}16$ мас., %, в более темных, наоборот, наблюдается низкое содержание $\text{ThO}_2 = 5\text{--}9$ мас., % и более высокое $\text{Ce}_2\text{O}_3 = 23\text{--}29$ мас., %. Видимо, происходит изоморфное замещение церия торием по чералитовой схеме изоморфизма: $2\text{Ce}^{3+} \rightarrow [\text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}] + \text{Th}^{4+}$. Минерал является преимущественно цериевым (здесь и далее, мас., %) $\text{Ce}_2\text{O}_3 = 14.42\text{--}27.67$, также отмечается относительно высокое содержание Nd_2O_3 (10.99–17.91), присутствует La_2O_3 (4.28 – 15.71), Pr_2O_3 (2.78 – 4.11), Sm_2O_3 (1.42 – 3.78). Нередко отмечается $\text{CaO} = 0.31 – 1.98$ мас. %, редко $\text{SiO}_2 = 1.42 – 1.58$ мас. %.

Установлено присутствие значительного количества сложных фосфатов и гидроалюмофосфатов свинца с высокими содержаниями марганца, бария и калия. Они представлены пластинчатыми выделениями и сферолитами до 20 мкм (комплексные агрегаты – до 120 мкм; рис. 4, в–г) и наиболее близки по составу драгманиту ($\text{drugmanite Pb}_2(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_2$), отличаясь наличием Mn, Ba, K. Возможно, это вновь открытые минеральные фазы, что требует

их дополнительного изучения тонкими инструментальными методами.

Скорее всего, при фенитизации происходила мобилизация фосфатного материала совместно со свинцом, марганцем, барием в отсутствие других рудообразующих анионных комплексов (карбонатов, сульфатов и т.п.).

Ti-Nb минералы представлены рядом рутил ↔ Nb-рутил ↔ ильменорутил (содержания Nb_2O_5 до 16 мас., %). Выделения подобных фаз часто зональные, иногда образуют сетчатые фрагменты до 500 мкм. Также присутствуют ильмениты, скорее всего, реликтовые (с содержанием Sr_2O_3 до 2 мас., %).

Ильменорутил установлен в породе в виде зерен неправильной формы, размером от 100 до 650 мкм. Минерал неоднородный, зональный. Зональность обусловлена неравномерным содержанием TiO_2 . В более темных зонах содержание диоксида титана составляет 85–92 мас., %, в светлых – 72–81 мас., %.

Первичными рудными минералами являются зерна хромшпинелидов (размер до 0.6 мм), нередко зонального строения.

Исследуемые **хромшпинелиды** встречаются

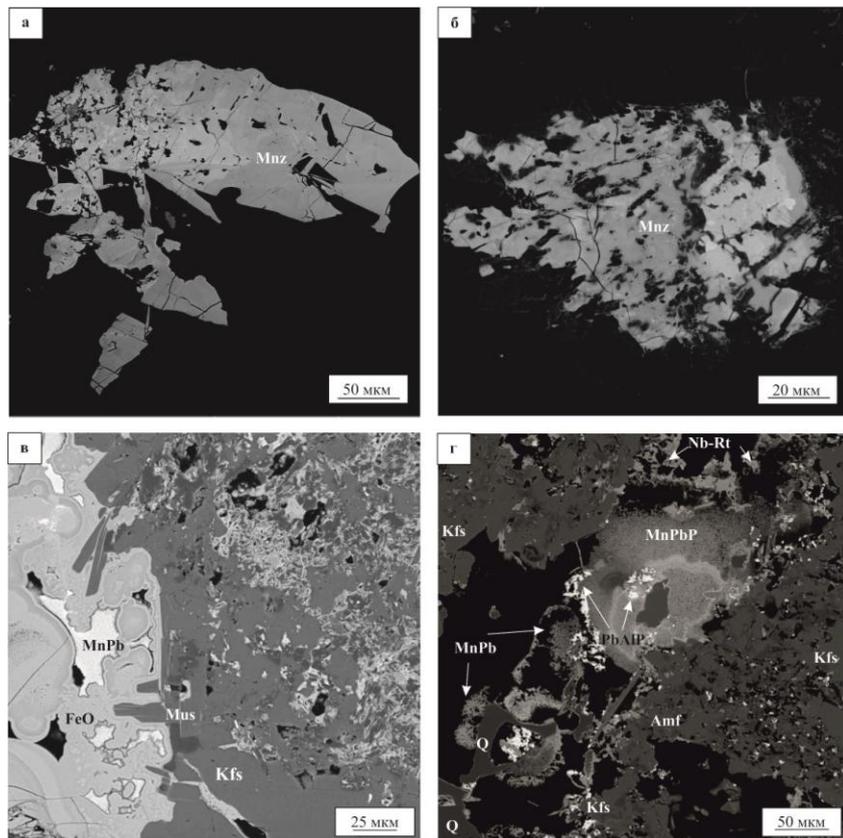


Рис. 4. Примеры минералов фосфатной минерализации: а, б – зональные по Th кристаллы монацитов, в, г – Mn-драгманит(?). Примечание: Mnz – монацит; MnPb – фосфаты Mn, Pb; Nb-Rt – ниобиевый рутил; Kfs – калиевый полевой шпат; Mus – мусковит; FeO – оксиды и гидроксиды железа; Amf – амфибол; Q – кварц. Фото выполнено в режиме обратно-рассеянных электронов (BSE).

Fig. 4. Examples of minerals of phosphate mineralization: а, б –Th-zonal monazite crystals, в, г – Mn-dragmanite (?). Note: Mnz – monazite; MnPb – phosphates Mn, Pb; Nb-Rt – niobium rutile; Kfs – potassium feldspar; Mus – muscovite; FeO – oxides and iron hydroxides; Amf – amphibole; Q – quartz. The photo was taken in the back-scattered electrons (BSE) mode.

в виде преимущественно изометричных или удлиненных зерен неправильной формы, размером от 150 до 400 мкм (рис. 1, ж-з; рис. 5, а-е), в единичных случаях встречаются кубические кристаллы (110×110 мкм). Содержание минералов в породе неравномерное. Зерна неоднородные, зональные, часто трещиноватые и с пойкилитовыми включениями флогопита. Как правило, относятся к относительно низкохромистым разновидностям (не выше 40 мас.%, % Cr₂O₃), что отличает их от классических

и высокие FeO. На это же указывает появление цинка (до 4.2 мас.%, % ZnO) в краевых зонах.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования дезинтегрированной фенитизированной щелочно-ультраосновной породы пикрит-лампрофирового состава показали:

- по текущему минеральному и петрографическому составу трудно точно диагностировать

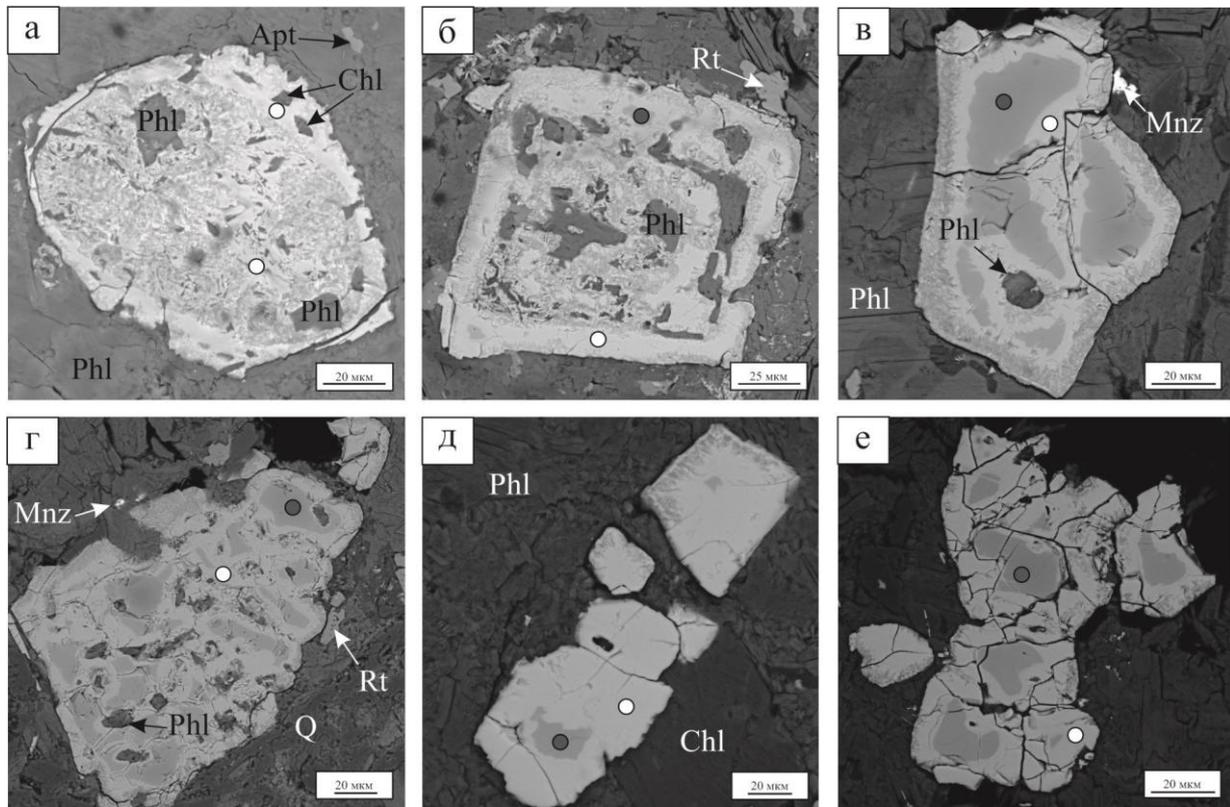


Рис. 5. Примеры зональных кристаллов хромшпинелидов: а-е – хромшпинелиды, flg – флогопит, chl – хлорит, apt – апатит, mnz – монацит. Фото выполнено в режиме обратно-рассеянных электронов.
Fig. 5. Examples of zonal crystals of chromspinelides: а-е – chromspinelides, flg – phlogopite, chl – chlorite, apt – apatite, mnz – monazite. The photo was taken in the backscattered electron mode.

хромшпинелей интрузивных гипербазитов.

По химическому составу хромшпинелиды в зависимости от внутренних зон делятся на два типа. Согласно классификации Н.В. Павлова (рис. 3, в) составы хромшпинелидов из более темных центральных частей зерен и кристаллов по химическому составу соответствуют хромпикотиту, а из более светлых краевых зон – феррихромиту. Зональность обусловлена колебанием содержания оксида железа, к каймам она увеличивается от 14–33 до 52–62 мас.% FeO. Также отмечается отличие в содержании глинозема (Al₂O₃): в центральных зернах 28–33 мас.%, в светлых 1–2 мас.%, %.

Кроме того, в хромшпинелидах наблюдается низкое содержание MgO = 1.21–8.86 мас.%. Лишь в трех зернах установлено более характерное для данных минералов содержание MgO = 16.01–17.06 мас.%. Вероятнее всего, исследуемые породы были подвержены процессам вторичных изменений, в результате которых происходило замещение Mg и Al железом, это объясняет низкие содержания MgO

породу, скорее всего при дальнейших исследованиях появится возможность изучения менее измененных образцов;

- порода сложена вторичным комплексом минералов (преимущественно хлорит и минералы фенитов), из сохранных первичных можно рассматривать лишь флогопит и хромшпинелиды, единичные реликты пироксенов;
- в хромшпинелидах центральные части представлены хромпикотитом, а краевые зоны феррихромитом, что типично для ультраосновных пород четласского комплекса согласно более ранним данным [3–4];
- вторичные рудные минералы, сформированные при наложенном процессе щелочного метасоматоза: колумбит, монацит (Th-монацит), группа редких фосфатов;
- в процессах фенитизации (калиевого профиля) доля углекислоты во флюиде была резко подчиненной, на что указывает практическое отсутствие карбонатов.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Республики Коми в рамках научного проекта № 20-45-110010.

Литература

1. *Ивсен Ю.П.* Магматизм Тимана и полуострова Канин. М.-Л.: Наука, 1964. 126 с.
2. *Костюхин М.Н., Степаненко В.И.* Байкальский магматизм Канино-Тиманского региона. Л.: Наука, 1987. 232 с.
3. *Макеев А.Б., Лебедев В.А., Брянчанинова Н.И.* Магматиты Среднего Тимана. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 348 с. ISBN 5-7691-1878-4
4. Тиманский кряж. Т.2. Литология и стратиграфия, геофизическая характеристика земной коры, тектоника, минерально-сырьевые ресурсы / *Ред. Л.П. Шилов, А.М. Плякин, В.И. Алексеев.* Ухта: УГТУ, 2009. 460 с.
5. Петрохимия и геохимия дайковых ультрабазитов и карбонатитов четласского комплекса (Средний Тиман) / *И.Л. Недосекова, О.В. Удоратина, Н.В. Владыкин, С.В. Прибавкин, Т.Я. Гуляева* // Ежегодник-2010. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 158. 2011. С. 122–130.
6. *Недосекова И.Л., Владыкин Н.В., Удоратина О.В., Ронкин Ю.Л.* Карбонатиты четласского комплекса (Средний Тиман): геохимические и изотопные данные // Ежегодник-2012. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 160. 2013. С. 150–158.
7. *Пармузин Н.М., Мазуркевич К.Н., Семенова Л.Р. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Мезенская. Лист Q-39 – Нарьян-Мар. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. 393 с. + 32 вкл.
8. *Недосекова И.Л., Замятин Д.В., Удоратина О.В.* Рудная специализация карбонатитовых комплексов Урала и Тимана // Литосфера. 2017. №2. С. 60–77.
9. *Удоратина О.В., Травин А.В.* Щелочные пикриты четласского комплекса Среднего Тимана: Ag-Ag данные // Рудный потенциал щелочного, кимберлитового и карбонатитового магматизма: Материалы 30 Международной конференции. Анталия-Москва, 2014. С. 82–84.
10. *Udoratina O.V., Kulikova K.V., Varlamov D.A., Shmakova A.M.* Geochemical characteristics of alkaline picrites of rare-metal-rare-earth ore fields (Middle Timan) // Magmatism of the Earth and related strategic metal deposits. Proc. of XXXVI Intern. Conf., St. Petersburg State Univ., May 23–26, 2019. M.: GEOKNI RAS, 2019. P. 313–316.
11. Флюидизатно-эксплозивные ультрамафиты дайкового комплекса Среднего Тимана и их парагенетическая связь с карбонатитами / *И.И. Голубева, Д.Н. Ремизов, И.Н. Бурцев, В.Н. Филиппов, А.С. Шуйский* // Региональная геология и металлогения. 2019. № 80. С. 30–44.
12. *Андреичев В.Л., Степаненко В.И.* Возраст карбонатитового комплекса Среднего Тимана // Рудообразование и магматизм севера Урала и Тимана. Сыктывкар, 1983. С.83–87. (Тр. Ин-та геологии Коми филиала АН СССР. Вып. 41).
13. *Макеев А.Б., Брянчанинова Н.И.* Лампрофиры Четласского камня (Средний Тиман) // Региональная геология и металлогения. 2009. № 37. С. 51–73.
14. *Васильев Н.В., Удоратина О.В., Скоробогатова Н.В., Бородулин Г.П.* Слюдь месторождения Тайкеу (Полярный Урал): состав и вопросы классификации // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2012. № 1. (205). С.9–14.

References

1. *Ivinsen Yu.P.* Magmatizm Timana i poluostrova Kanin [Magmatism of Timan and the Kanin Peninsula]. Moscow-Leningrad: Nauka, 1964. 126 p.
2. *Kostyukhin M.N., Stepanenko V.I.* Baikalskii magmatizm Kanino-Timanskogo regiona [Baikal magmatism of the Kanin-Timan region]. Leningrad: Nauka, 1987. 232 p.
3. *Makeev A.B., Lebedev V.A., Bryanchaninova N.I.* Magmatity Srednego Timana [Magmatites of the Middle Timan]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS., 2008. 348 p. ISBN 5-7691-1878-4
4. Timanskii kryazh. T. 2. Litologiya i stratigrafiya, geofizicheskaya harakteristika zemnoy kory, tektonika, mineralno-syryevye resursy [Timan Ridge. Vol.2. Lithology and stratigraphy, geophysical characteristics of the Earth crust, tectonics, mineral resources] / *Eds. L.P. Shilov, A.M. Plyakin, V.I. Alekseev.* Ukhta: Ukhta State Techn. Univ., 2009. 460 p.
5. Petrohimiya i geohimiya daikovykh ultrabazitov i karbonatitov chetlasskogo kompleksa (Srednii Timan) [Petrochemistry and geochemistry of dike ultrabasites and carbonatites of the Chetlas complex (Middle Timan)] / *I.L.Nedosekova, O.V.Udoratina, N.V.Vladykin, S.V.Pribavkin, T.Ya.Gulyaeva* // Yearbook-2010 / Proc. of Inst. of Geology and Geochemistry, Ural Branch, RAS. Issue 158. 2011. P. 122–130.
6. *Nedosekova I.L., Vladykin N.V., Udoratina O.V., Ronkin Yu.L.* Karbonatity chetlasskogo kompleksa (Srednii Timan): geohimicheskie i izotopnie dannie [Carbonatites of the Chetlas complex (Middle Timan): geochemical and isotope data] // Yearbook-2012 / Proc. of Inst. of Geology and Geochemistry, Ural Branch, RAS. Issue 160. 2013. P. 150–158.
7. *Parmuzin N.M., Mazurkevich K.N., Semenova L.R. et al.* Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federacii. Mashtab 1 : 1 000 000 (tretye pokolenie). Seriya Mezenskaya. List Q-39 – Naryan-Mar. Obyasnitelnaya zapiska [State geological map of the Russian Federation. Scale 1: 1 000 000 (third generation). Mezen series. Sheet Q-39 – Naryan-Mar. Explanatory note]. St. Petersburg.

- burg: Cartographic factory VSEGEI, 2015. 393 p. + 32 inserts.
8. *Nedosekova I.L., Zamyatin D.V., Udoratina O.V.* Rudnaya specializaciya karbonatitovykh kompleksov Urala i Timana [Ore specialization of carbonatite complexes of the Urals and Timan] // *Lithosphere*. 2017. No.2. P. 60–77.
 9. *Udoratina O.V., Travin A.V.* Schelochnie pikrity chetlasskogo kompleksa Srednego Timana: Ar-Ar dannie [Alkaline picrites of the Chetlas complex of the Middle Timan: Ar-Ar data] // Ore potential of alkaline, kimberlite and carbonatite magmatism: Materials of the XX Intern. Conf. Antalya-Moscow, 2014. P. 82–84.
 10. *Udoratina O.V., Kulikova K.V., Varlamov D.A., Shmakova A.M.* Geochemical characteristics of alkaline picrites of rare-metal–rare-earth ore fields (Middle Timan) // Magmatism of the Earth and related strategic metal deposits. Proc. of XXXVI Int. Conf., St.Petersburg State Univ., 23–26 May, 2019. Moscow: GEOKHI RAS, 2019. P. 313–316.
 11. Fluidizatsionno-eksplozivnye ultramafity daikovogo kompleksa Srednego Timana i ih parageneticheskaya svyaz' s karbonatitami [Fluidizate-explosive ultramafic rocks of the Middle Timan dyke complex and their paragenetic relationship with carbonatites] / *I.I. Golubeva, D.N. Remizov, I.N. Burtsev, V.N. Filippov, A.S. Shuisky* // *Regional Geology and Metallogeny*. 2019. No. 80. P. 30–44.
 12. *Andreichev V.L., Stepanenko V.I.* Vozrast karbonatitovogo kompleksa Srednego Timana // Rudoobrazovanie i marmatizm severa Urala i Timana [Age of the carbonatite complex of the Middle Timan] // Ore formation and magmatism of the north of the Urals and Timan]. Syktyvkar, 1983. P. 83–87 (Proc. of Inst. of Geology, Komi Branch, USSR Ac. Sci. Issue 41).
 13. *Makeev A.B., Bryanchaninova N.I.* Lamprofiry Chetlasskogo Kamnya (Srednii Timan) [Lamprofires of the Chetlass Stone (Middle Timan)] // *Regional Geology and Metallogeny*. 2009. No. 37. P. 51–73.
 14. *Vasilyev N.V., Udoratina O.V., Skorobogatova N.V., Borodulin G.P.* Slyudy mestorozhdeniya Taikeu (polyarny Ural): sostav i voprosy klassifikatsii [Micas of the Taikeu deposit (Polar Urals): composition and classification issues] // *Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS*. 2012. No. 1. (205). P. 9–14.

Статья поступила в редакцию 11.05.2021