

УДК 552.331.2(234.83)

## ГЕОЛОГИЯ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РАННЕПЕРМСКИХ ВЫСОКОКАЛИЕВЫХ ТРАХИТОВ ЭКСПЛОЗИВНОЙ СУБВУЛКАНИЧЕСКОЙ ФАЦИИ СРЕДНЕГО ТИМАНА

*И.И. Голубева<sup>1</sup>, Д.Н. Ремизов<sup>2</sup>, К.В. Куликова<sup>1</sup>,  
Б.А. Макеев<sup>1</sup>, Ю.С. Симакова<sup>1</sup>, В.Н. Филиппов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург

Поступила в редакцию 08.06.16

На Среднем Тимане описано новое проявление уникального высококалиевого ( $K_2O$  — 11%) самого молодого известного в регионе трахитового магматизма, представленного эксплозивной субвулканической фацией. Эксплозивный процесс имел многоактный характер с проявлением впоследствии процессов аргиллизации.

*Ключевые слова:* магматизм, трахит, эксплозия, аргиллизация, пермь, Средний Тиман.

*Golubeva I.I., Remizov D.N., Kulikova K.V., Makeev B.A., Simakova Y.C., Filippov V.N.* Geology and composition of high-potassium trachytes of explosive subvolcanic facies of Middle Timan. Bulletin of Moscow Society of Naturalists. 2016. Volume 91, part 2–3. P. 36–46.

The new occurrence of the unique high-potassium ( $K_2O$  11,0%) trachyte magmatism in the Middle Timan has been described, it is the youngest one in the region and is presented by explosive subvolcanic facies. Explosive process was not one-act and subsequently had manifestation of argillization processes.

*Key words:* magma, trachyte, explosion, argillization, Permian, Middle Timan.

На Среднем Тимане известный на данный момент наиболее молодой магматизм представлен своеобразными, уникальными по минеральному и петрохимическому составам ультракалиевыми трахитами с возрастом  $293,5 \pm 3,8$  млн лет (ранняя пермь), распространенными в районе Цильменского Камня и наиболее изученными на юго-востоке Четласского Камня (Мальков, 2012; Удоратина и др., 2016). Во всех случаях эти породы слагают круто падающие дайковые тела (размером до 50 м), не имеют естественных коренных выходов, вскрыты шурфами и расчистками. Трахитовые тела прорывают базальтовые покровы, относимые к среднедевонскому канино-тиманскому комплексу с возрастом  $389 \pm 6$  млн лет. Возраст базальтов определен по залеганию их среди палеонтологически охарактеризованных отложений пашийского и кыновского горизонтов и изотопно-геохронологическими методами (Корреляция..., 1985; Природа..., 2001; Удоратина и др., 2014).

На Среднем Тимане в районе разрабатываемого бокситового месторождения Ворыквинской группы при заложении карьера в базальтовой толще было вскрыто новое проявление высококалиевого трахитового магматизма (рис. 1). Базальтовый карьер имеет двухступенчатый разрез с высотой стенок 6 м. При заложении карьера в базальтовом покрове была обнажена краевая часть продольного разреза трубчатого тела сложного строения, заполненного пирокластическими и осадочными породами (рис. 2). Из-за давней эксплуатации карьера его дно сильно заросло, в связи с чем породы в поперечном срезе

обнажены фрагментарно. Тем не менее границы трубчатого тела в базальтовом массиве прослеживаются на протяжении около 50 м.

Пирокластические породы, обнаженные в стенке карьера, имеют красно-коричневый цвет, подобный ржавчине (рис. 3, а) и рыхлое сложение. Породы легко крошатся при разламывании руками, поэтому обнажение имеет вид в основном каменной осыпи. В участках с сохранившимися первичными не разрушенными магматическими структурами наблюдаются относительно твердые обломки комковатой, округлой, реже остроугольной формы, размером от 1 до 5 см. Обломки в количестве 50–60% погружены в землистый рыхлый матрикс, поэтому они легко вынимаются, но при ударе молотком распадаются на мелкие части. На поверхности обломков встречается коричневая корка гидрооксидов железа, на фоне которой хорошо выделяются ярко-розовым цветом порфиновые гипидиоморфные таблитчатые вкрапленники калиевого полевого шпата размером до 3–4 мм. В редких случаях в эксплозивных брекчиях встречаются обломки с хорошо выраженной округлостью и имеющие довольно большие размеры, вплоть до 16 см в поперечнике (рис. 3, б). Наиболее крупные (до 40–50 см) обломки с занозистыми острыми краями в виде единичных экземпляров представляют собой фрагменты лавобрекчий, характеризующихся пористой кавернозной текстурой с развитием в них кварцевых микрошетонок розового цвета. Самый «окатанный» обломок дынеобразной формы (до 20 см) сложен алевритом.

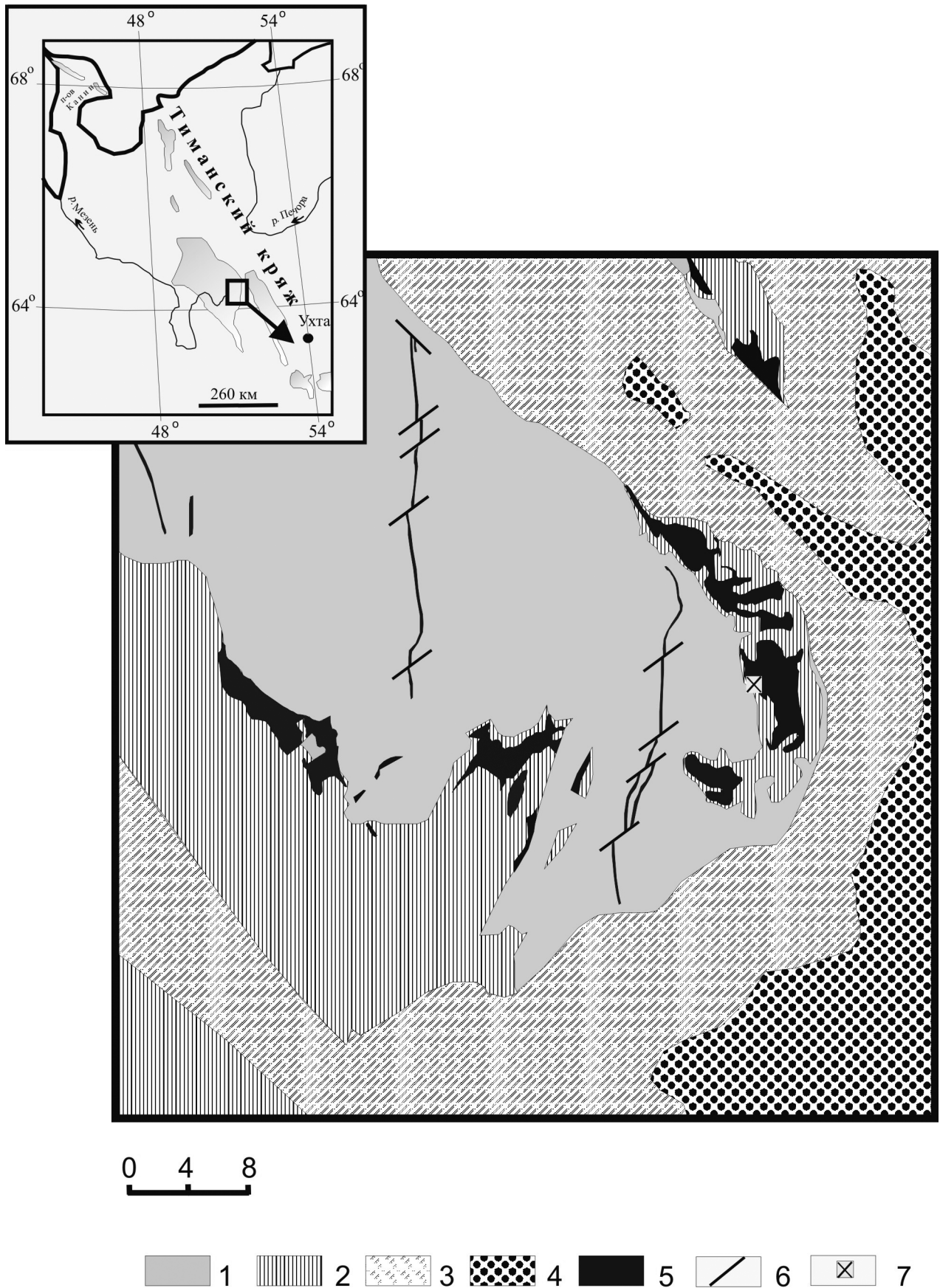


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Среднего Тимана; составлена на основе государственной геологической карты (В.М. Пачуковский и др., 1985): 1 — рифейские карбонатно-терригенные отложения; 2 — девонские терригенные отложения; 3 — карбонатные отложения карбона; 4 — пермская карбонатно-терригенная толща; 5 — позднедевонские базальты, долериты; 6 — разломы; 7 — район выхода трахитовых пирокластических пород

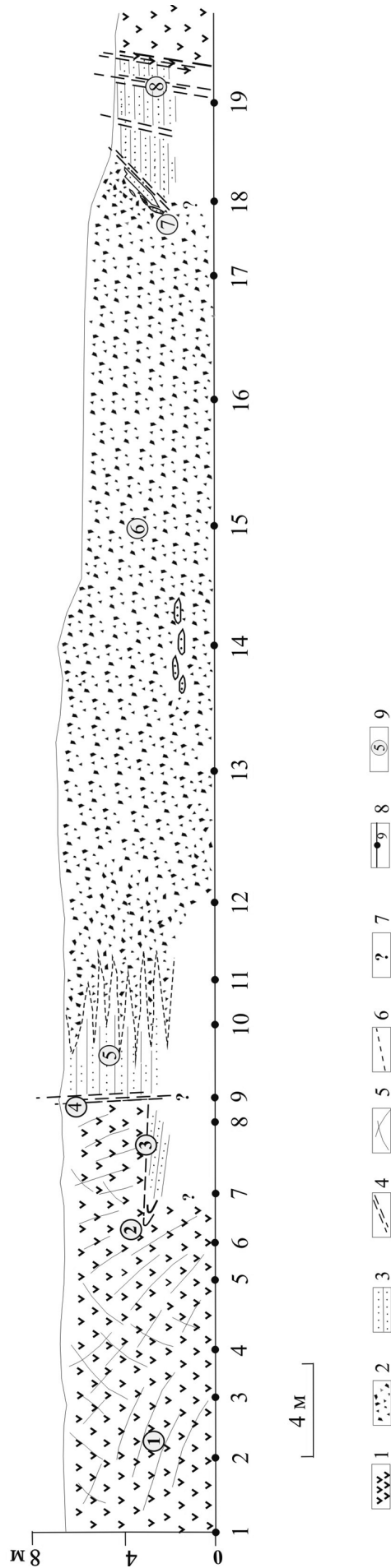


Рис. 2. Схематический разрез трахитовых пирокластических пород субвулканической фации и вмещающих пород, обнаженных в стенке уступа базальтового карьера: 1 — верхнедевонские базальты канин-тиманского комплекса; 2 — пирокластиты трахитов; 3 — девонские терригенные отложения; 4 — тектонические контакты; 5 — тектонические трещины в базальте; 6 — предполагаемые контакты; 7 — невидимые контакты; 8 — точки наблюдения; 9 — номера обнажений

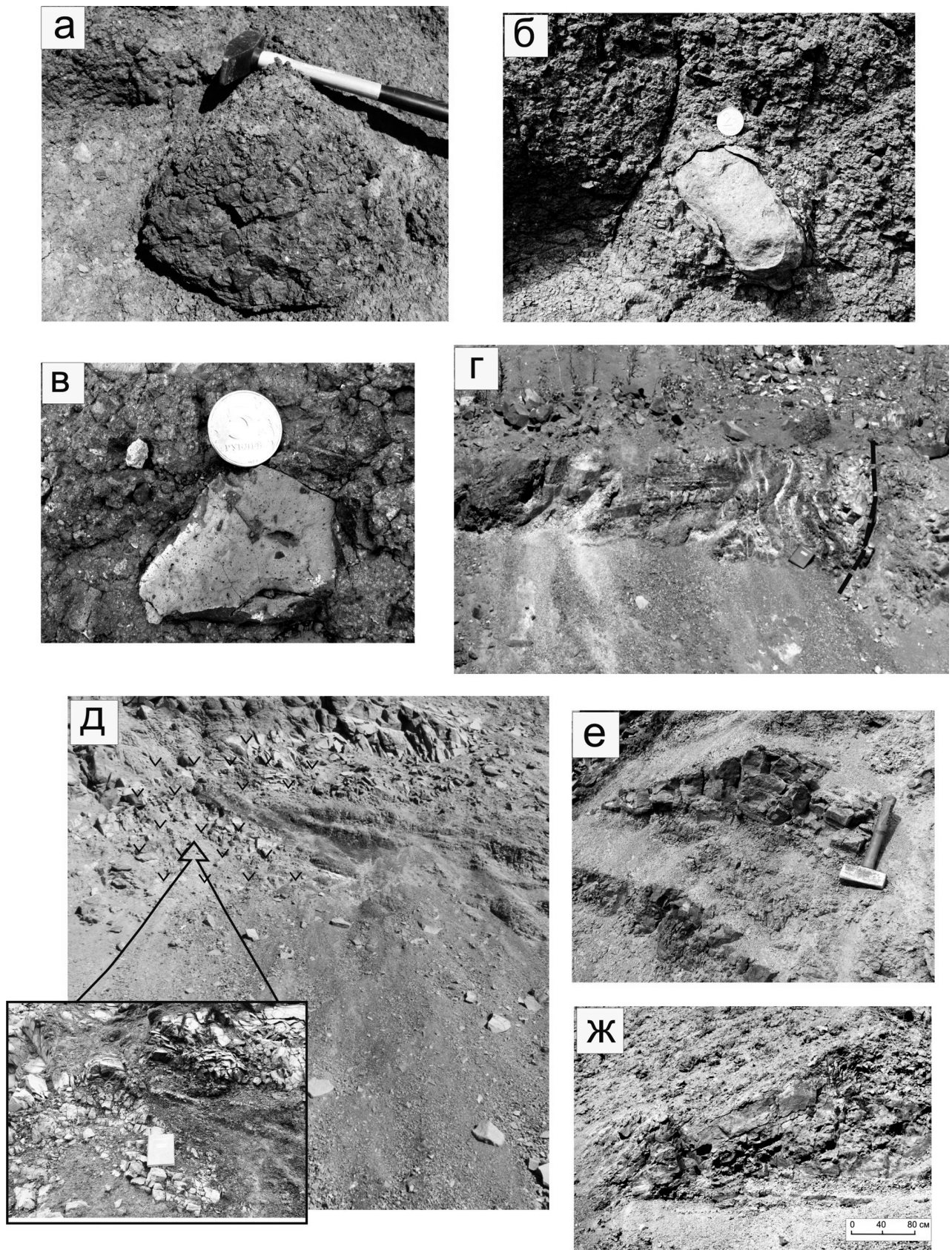


Рис. 3. Фрагменты обнажения трубчатого тела: а — трахитовая взрывная брекчия с рыхлым матриксом (обнажение в стенке уступа карьера); б — обломок трахита округлой формы в рыхлом матриксе взрывной брекчии; в — фрагмент взрывной брекчии, обнаженной на дне карьера, менее всего подверженной аргиллизации; г — отторжец девонских песчаников с сохранившимися первичными элементами залегания тектонически контактирует с базальтами (контакт обозначен штрих-пунктиром). В осадочном пласте хорошо видна серия сбросов с углом падения к центру трубчатого тела; д — пластичные осадочные породы смешанного состава с сохранившимся первичным залеганием под напором внедряющегося флюидизированного туфового материала сминаются в складку; е — инъекция трахитового туфового материала в ксенолит осадочных пород девонского возраста; ж — отторжец кварцевых песчаников, повернутый флюидизированным потоком



Пирокластические породы, обнаженные на дне карьера, были менее подвержены вторичным низкотемпературным процессам, имеют относительно плотное строение, что позволило изучить их методом оптической микроскопии. На макроуровне описываемая взрывная брекчия состоит из плотно контактирующих и, видимо, спекшихся остроугольных обломков и пластично деформированных фрагментов лавы с различной степенью раскристаллизации, так как на макроуровне в некоторых случаях различаются вкрапленники калиевого полевого шпата. Подобное строение породы обуславливает пятнистую текстуру и меняющуюся цветовую гамму. Помимо коричневых оттенков в пирокластитах изолированными участками появляются зеленые тона за счет преобладания среди вторичных минералов хлорита (рис. 3, в). Границы обломков в матриксе иногда плохо выражены, поэтому их контуры едва угадываются по цвету или структурно-текстурным особенностям.

В продольном разрезе трубчатого тела, обнаженного в стенке карьера, хорошо прослеживаются контакты трахитовых пирокластических пород с осадочными образованиями и последних — с вмещающими базальтами (рис. 2). Тектонические контакты базальтов с осадочными породами имеют разные особенности в зависимости от вещественного состава последних. В ксенолитовых блоках осадочных пород сохраняется первичное практически горизонтальное залегание (рис. 3, г, д). Во всех случаях осадочные породы с базальтами имеют тектонические контакты, подчеркнутые взаимным расланцеванием. Более пластичные слои алевролитов затянута в области тектонического разрушения базальта с образованием складки (рис. 3, д). В толще кварцевых песчаников наблюдаются трещины сброса, с падением плоскостей смещения к центру трубчатого тела (рис. 3, г). Контактные зоны взрывных брекчий с осадочными ксенолитами имеют разные особенности, видимо, зависящие от структурных особенностей последних. В контактовых участках пирокластитов с алевролитами наблюдается инъецирование в их межслоевое пространство взрывного материала, не содержащего крупных обломков (обн. 5 на рис. 2), без какого либо термального воздействия. Инъекции обнаруживаются и на микроуровне в шлифах в виде тончайших выклинивающихся слоев мощностью до 1 мм, сложенных калиевым полевым шпатом. Практически одинаковые цветовые и текстурные особенности глинистых осадков и магматитов затушевывают тонкости взаимоотношений этих пород (рис. 3, е). Кварцевые песчаники плотного строения, в отличие от алевролитов в контактовой зоне с пирокластитами (обн. 7 на рис. 2), взламывались восходящим твердо-газовым потоком, в результате чего отчужденные пласты осадочных пород, подчиняясь истечению флюидизированного пирокластического вещества, заворачивались под углом 60°. Более мелкие удлиненные сколы, под-

хваченные газонасыщенным пирокластическим потоком (рис. 3, ж), ориентируются по удлинению вдоль контакта. Кварцевые песчаники были обнаружены также и в средней части трубчатого тела в виде обломков размером до 30 см, расположенных на протяжении 3,5 м одного уровня.

Таким образом, характер тектонических контактов осадочных ксенолитов с базальтами, а также наличие в приконтактной зоне серий веерообразных трещин во вмещающей базальтовой толще, приводят к заключению, что это сложный ступенчатый горст, образованный при смещении вдоль плоскостей сбросов осадочных пород, ранее подстилавших базальты и выведенных на уровень базальтового покрова. О залегании осадочных пород в подошве базальтов до тектонического вывода их на уровень базальтовой толщи свидетельствует наличие кордиеритсодержащих роговиков черного цвета с типичными для них раковистым изломом и структурными особенностями. Образование горста со смещением по плоскостям взбросов блоков осадочных пород обязано воздействию восходящего газового потока из магматического очага. На первом этапе становления этого сложного геологического сооружения под напором флюидизированного пирокластического потока произошло воздымание вулканогенно-осадочной толщи с разрывом впоследствии ее целостности. Под давлением продолжающегося внедрения пирокластических пород произошло смещение вдоль плоскостей взбросов осадочных пластов, ранее подстилавших базальты. На следующем этапе трахитовые пирокластические флюидизированные массы внедрились в смещенные осадочные толщи с образованием трубчатого тела. О внедрении пирокластического материала именно в область перемещенного осадочного материала свидетельствует полное отсутствие в доступном для исследования горизонте трубчатого тела ксенолитов базальтов. Об этом свидетельствуют и такие признаки, как инъецирование флюидизированного пирокластического вещества в контактирующие осадочные блоки, а также механическое воздействие на них восходящим твердо-газовым потоком с разрушением целостности в контактовой зоне и с последующим перемещением обломков течением пирокластического вещества. При этом основная не разрушенная часть осадочных блоков сохранила первичное субгоризонтальное залегание даже после внедрения взрывных пород в перемещенный блок горста. Признаки относительно медленного, не взрывообразного истечения флюидизированного пирокластического потока заключаются в присутствии в центральной части трубчатого тела ксенолитов кварцевых песчаников, расположенных на одном уровне, а также сортировка обломков по крупности, отмеченная в контактовой зоне и обусловленная распределением разноразмерного обломочного материала при ламинарном течении. Об этом же свидетельствует наличие хорошо

выраженной округлости некоторых обломков, приобретенной за счет длительного абразивного воздействия мелких острых осколков, находившихся во взвешенном состоянии в газовом потоке. В ксенолитовом блоке осадочных пород отмечается серия сбросов с наклоном и смещением к центру трубчатого тела, свидетельствующая о проседании, что типично для подобного рода структур (рис. 3, г).

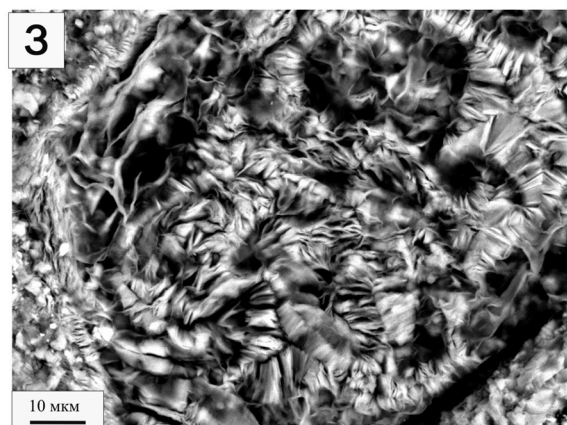
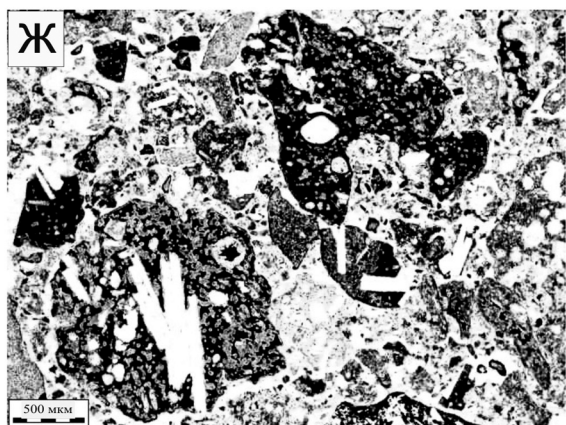
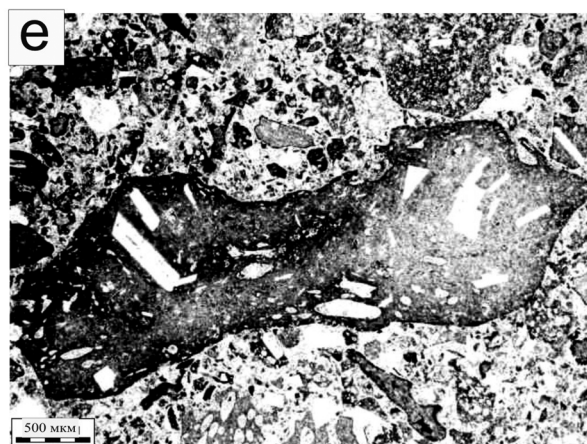
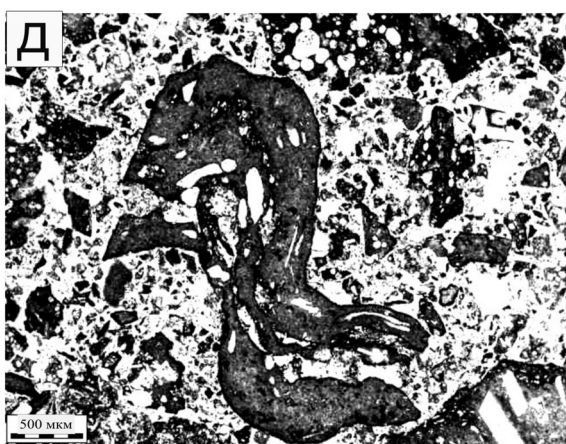
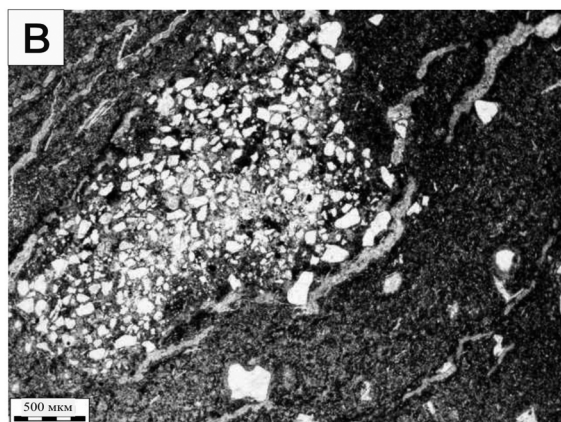
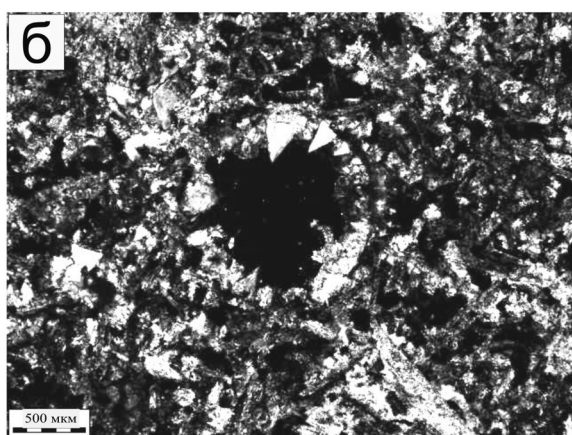
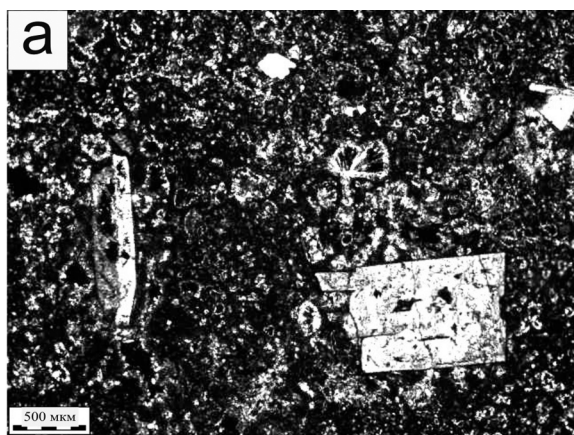
### Петрографический и минеральный состав эксплозивных брекчий

В eksploзивных брекчиях на микроскопическом уровне изучались обломки пород с размерностью больше 1 см, представленные трахитами и трахитовыми лавобрекчиями, а также связующий матрикс. Петрографическое изучение трахитовых обломков показало их однообразный скудный минеральный состав и мало различимые структурно-текстурные особенности. Во всех случаях отмечается порфировая или гломеропорфировая структура (рис. 4, а), обусловленная присутствием отдельных вкрапленников калиевого полевого шпата или их сростков в количестве от 1 до 5%. Размеры порфировых вкрапленников калиевого полевого шпата колеблются в пределах 0,5–2 мм. Основная масса представлена в большинстве случаев агрегатом глинистых минералов, гидрооксидов железа и хлорита, развивающихся по стеклу. Не исключены породы с полной раскристаллизацией основной массы, где микролиты калиевого полевого шпата располагаются либо хаотично, образуя структуру, подобную интерсертальной, либо ориентированно в одном направлении, обуславливая пилотакситовую структуру. В породе отмечаются в небольшом количестве миндалины. Они имеют относительно небольшие размеры (около 0,2–0,4 мм) и представлены в количестве 10%. Как правило, миндалины заполнены теми же минералами, развивающимися по стеклу. Зачастую на внутренней поверхности полостей образуются микрошетки остроугольных кристаллов калиевого полевого шпата (рис. 4, б). Нередко в трахитовых обломках отмечаются ксенолиты песчаников и алевролитов (рис. 4, в). Самые крупные обломки (до 40 см) представлены лавобрекчиями и характеризуются вытянутыми рваными очертаниями. Они отличаются обилием миндалин и полостей (до 70%) округлой, удлиненной, извилистой червеобразной формы. Как правило, в них кристаллизуется халцедон, реже глинистые минералы. В миндалинах зонального строения в центральной части образуется хлорит, а в краевых зонах — глинистые минералы и гидрооксиды железа. В обломках лавобрекчий различаются фрагменты ранее раскристаллизовавшегося расплава, отличающиеся между собой разным количеством минерализованных миндалин и их морфологическими особенностями, также степенью раскристаллизации и характером вторичных изменений (рис. 4, г).

Связующий матрикс eksploзивных брекчий, как было отмечено выше, представляет собой кристалло-литокластический туф со сложными сочетаниями и взаимоотношениями обломков ранее затвердевших лавовых фрагментов и еще не остывших пластичных капель. Размерность туфового материала в матриксе соответствует гранулометрическим параметрам псефитов (2–20 мм), псаммитов (0,1–2 мм) и алевритов. Границы обломков плохо выражены, порой сложно отличить литокласты от цементирующего их матрикса. В этом случае можно наблюдать постепенные переходы между обломками и связующим тонкодисперсным материалом, замещенным вторичными минералами, представленными в основном глинистыми образованиями. Остроугольные, причудливо изогнутые обломки размерностью от сотых долей миллиметра до сантиметра имеют спекшиеся контакты в одном случае, в другом — погружены в тонкообломочный материал, состоящий из обломков пород и сколков того же состава, что и крупные фрагменты. Кристаллокласты в цементирующей части eksploзивных брекчий представлены исключительно калиевым полевым шпатом в виде сростков или отдельных зерен, являющихся осколками порфировых выделений трахитов. Нередко литокласты псефитовой и псаммитовой размерностей имеют сложное строение, представлены пластично деформированными фрагментами лав с включенными в них обломками микропорфировых трахитов ранних извержений. Как правило, затвердевшие обрывки лавы в туфовом цементирующем материале eksploзивных брекчий имеют вытянутые формы, ориентируются по удлинению согласно директивным элементам породы. Они подвергнуты пластическим деформациям с образованием причудливо изогнутых обломков крючковатой или S-образной формы, подчеркнутых сплюснутыми миндалинами в местах изгибов (рис. 4, д). О высокой текучести твердо-газового потока свидетельствует утонение в центральных частях в еще не остывших пепловых частицах, придающее им гантелеобразную форму (рис. 4, е). Встречаются обрывки лав с расщепленными концами подобно фьямме.

Неравномерное застывание трахитовой магмы в очаге, что является характерной особенностью гипабиссальной фации, привело к образованию бесчисленного разнообразия магматических структур со всеми переходными разностями — от стекловатых до полнокристаллических (рис. 4, ж). В обломках матрикса встречаются стекловатые, микролитовые, интерсертальные, гиалопилитовые, реже трахитовые структуры. Во всех случаях микролиты представлены калиевым полевым шпатом.

Петрографические особенности обломков eksploзивных брекчий и их матрикса свидетельствуют о неоднократном извержении трахитового расплава. Неравномерно раскристаллизованная трахитовая магма за счет взрывообразного выделения газов из еще не остывшего очага подвергалась eksploзив-



ному дроблению. Обломки пород и капли расплава, увлекаемые газовым потоком, стремились вверх. Встречаемые на пути девонские осадочные толщи и перекрывающие их базальты под напором восходящей газонасыщенной твердо-жидкой смеси были рассечены серией трещин. В дальнейшем блоки осадочных пород смещались по плоскостям сбросов с образованием горста, в который внедрялись газонасыщенные пирокластиты с образованием столбчатого тела, подобного заполненному каналу вулкана. Становление трубчатого тела взрывных пород шло с чередованием эксплозии и лавоизлияния вплоть до полной консолидации.

Калиевый полевой шпат в трахитах имеет довольно редкий химический состав, выраженный отсутствием оксида натрия (табл. 1), что отражается и на химическом составе породы в целом, сложенной практически на 90% этим минералом. Исследование калиевого полевого шпата методом порошковой дифрактометрии показало слияние пиков 131 и  $\bar{1}31$  в одно отражение, что указывает на степень триклинности, равную нулю (Махлаев, Короткевич, 1970; Марфунин, 1962). Используя методики Д. Стюарта и Т. Райта, а также И.Е. Каменцева и О.Г. Сметанниковой (Рентгенография..., 1983) по изменению параметров элементарных ячеек *b* и *c*, а также по положению дифракционных максимумов (060) и (204) соответственно, было определено содержание алюминия в тетраэдрических позициях ( $T_1$  и  $T_2$ ). Согласно полученным величинам  $t_1$ , укладываемым в пределы 0,62–0,69, калиевый полевой шпат трахитов относится к слабо упорядоченному санидину. Альбитовая фаза в санидине методом рентгеновского изучения не обнаружена.

Как уже отмечалось, породы интенсивно замещены глинистыми минералами. Они замещают санидин иногда до образования полных псевдоморфоз, рыхлый туфовый материал, основную массу порфирированных трахитов в обломках. Эти минералы развиваются в виде тонкодисперсных чешуйчатых агрегатов или розеток в миндалинах и полостях (рис. 4, з). Фазовый состав глинистой фракции

образцов был определен при помощи рентгенодифрактометрического анализа ориентированных образцов (дифрактометр Shimadzu XRD-6000, излучение  $CuK\alpha$ ), подвергнутых стандартным диагностическим обработкам. Изучались дифрактограммы: а) воздушно-сухого образца; б) обработанного глицерином; в) прокаленного при  $t = 500^\circ C$ . Смешаннослойные глинистые минералы содержат разбухающую составляющую, как правило, при насыщении глицерином интенсивность и форма рефлексов минерала несколько меняются. Преобладает в образцах смешаннослойная фаза — слюда хлорит-сметитового типа с доминированием хлоритовой компоненты, характеризующаяся рефлексом с межплоскостными расстояниями 13,8–14,2 Å, смещающимся при насыщении глицерином в малоугловую область.

Акцессорные минералы в породе обнаруживаются только на микрозонде, представлены единичными зернами циркона, апатита, цериевого монацита с содержанием  $ThO_2$  до 4,5%. Рутил встречается в виде сагенитовых агрегатов или колечатых двойников. Редкие идиоморфные октаэдрические кристаллы магнетита имеют следующие эмпирические формулы:  $(Fe_{1.05}Mg_{0.08})_{1.13}(Fe_{1.13}Al_{0.18}Cr_{0.19}Ti_{0.5}O)_2$ ;  $Fe_{1.15}(Fe_{1.15}Al_{0.1}Cr_{0.23}Ti_{0.52})_2O_4$ . Гематит представлен тонкодисперсным чешуйчатым агрегатом, развивающимся по стеклу. В нем отмечается примесь  $V_2O_5$  в количестве 2,8%.

### Петрохимическая характеристика трахитов

По петрохимическим характеристикам изучаемые породы не соответствуют ни одной из пород, согласно номенклатуре, предложенной Петрографическим кодексом (2009), поэтому трахитами они были названы условно из-за сходства с ними по минеральному составу. Для исследования химического состава были отобраны только обломки трахитов, без каких либо включений туфового или ксеногенного материала осадочных пород (табл. 2). По содержанию кремнезема (54,38–57,10%) эти по-

Таблица 1

Химический состав калиевого полевого шпата в трахитовых взрывных брекчиях

№ образца	14с - 2 - 3			12с - 1-1				
	1	2	3	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	61,12	66,23	63,95	65,05	65,51	65,05	63,43	64,49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,5	20,08	20,51	17,43	19,01	18,73	18,37	18,84
K <sub>2</sub> O	15,35	14,78	14,95	17,31	17,48	17,52	16,52	13,27

Рис. 4. Микроструктурные особенности составных частей трахитовых взрывных брекчий: а — порфирированная структура трахитов в обломках; б — кристаллизация зубчатых кристаллов санидина в миндалине; в — ксенолит осадочных пород в обломке трахита; г — пластично деформированный фрагмент порфирированного трахита, заключенного в литокласте; д — крючкообразный обломок микропорфирированного трахита; е — углоное в средней части фрагмента лавы; ж — различные структуры в литокластах матрикса взрывных брекчий; з — электронно-микроскопическое изображение агрегата вторичных минералов, кристаллизующихся в полости миндалин

Таблица 2

## Химический состав трахитовых обломков и матрикса взрывных брекчий

Проба	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ппп
11с2	54,38	1,82	15,59	7,77	<0,25	0,07	3,01	0,98	0,35	9,9	0,22	5,92
11с5-1	54,90	1,64	16,36	7,39	<0,25	0,05	3,47	1,9	1,27	5,58	0,20	6,97
11с5-3	57,10	1,22	14,30	7,65	<0,26	0,06	0,83	3,4	0,38	8,68	0,11	6,19
12с-1	55,99	0,99	15,47	7,70	<0,25	0,04	3,33	0,92	0,41	10,01	0,11	5,04
12с1-1	54,15	1,57	15,73	8,69	<0,25	0,08	3,08	0,85	0,38	10,24	0,18	5,05
12с1-2	55,84	1,75	16,09	6,38	<0,25	0,05	2,79	0,84	0,39	10,93	0,20	4,74
12с2-1	55,87	1,15	15,50	7,05	<0,25	0,04	3,72	0,95	0,40	10,09	0,14	5,09
13с-2	53,99	1,83	15,38	7,55	<0,25	0,07	3,47	1,07	0,62	9,31	0,21	6,50
13с2-1	55,87	1,15	15,5	7,05	<0,25	0,04	3,72	0,95	0,4	10,09	0,14	5,09
14с-4	55,97	1,90	16,25	6,36	<0,25	0,08	2,16	0,84	0,47	11,18	0,24	4,56
14с-6	57,03	1,49	16,07	6,3	<0,25	0,06	2,33	0,82	0,51	11,25	0,18	3,97
13с-1	49,16	1,24	15,35	11,34	<0,26	0,11	5,68	1,57	0,47	12,05	0,13	12,05

Примечание. 13с-1 — образец матрикса брекчий, остальные — обломки.

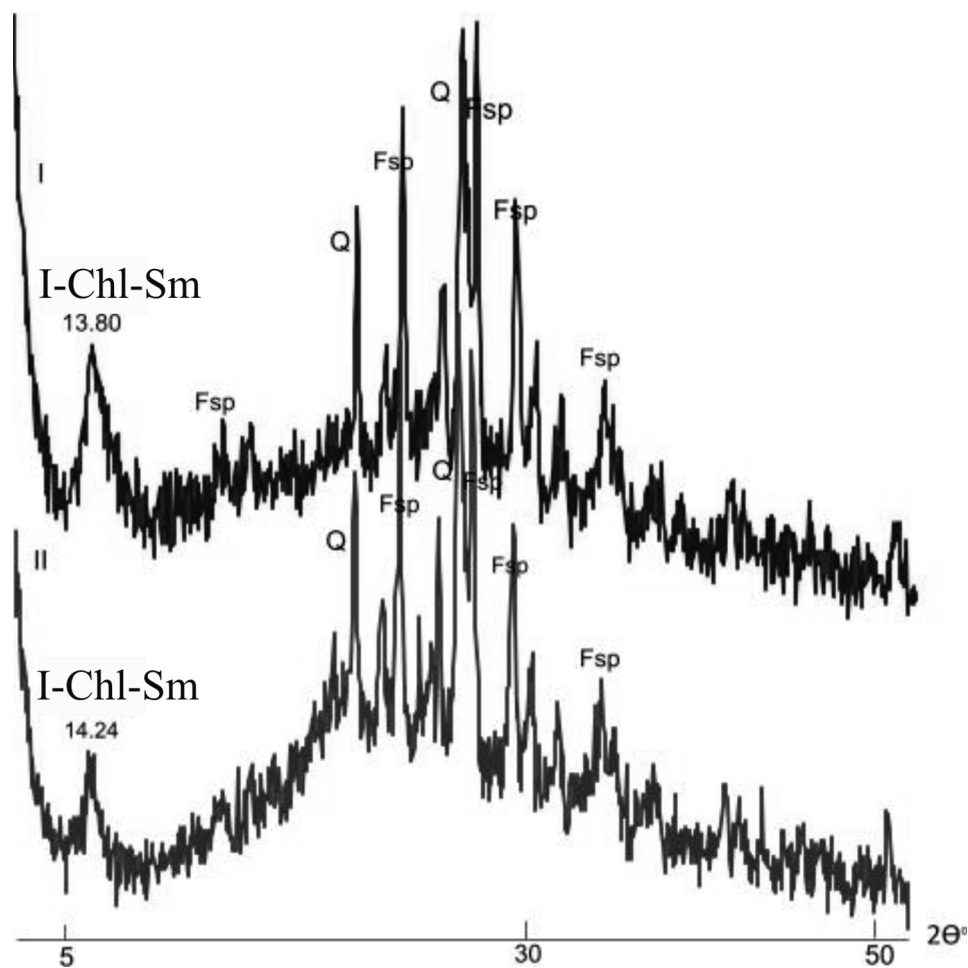


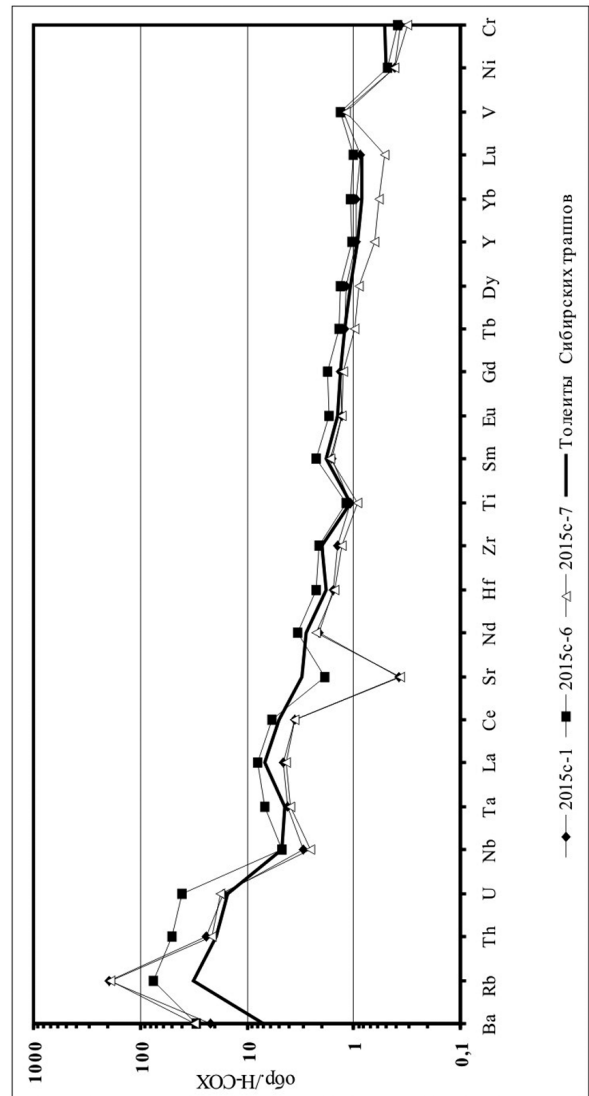
Рис. 5. Дифрактограммы ориентированного образца трахита 14с-4: I — воздушно-сухого; II — насыщенного глицерином. I-Chl-Sm — смешанослойная фаза состава слюда-хлорит-сметитового типа с доминированием хлоритового компонента; Q — кварц; Fsp — полевого шпат. Межплоскостные расстояния приведены в ангстремах



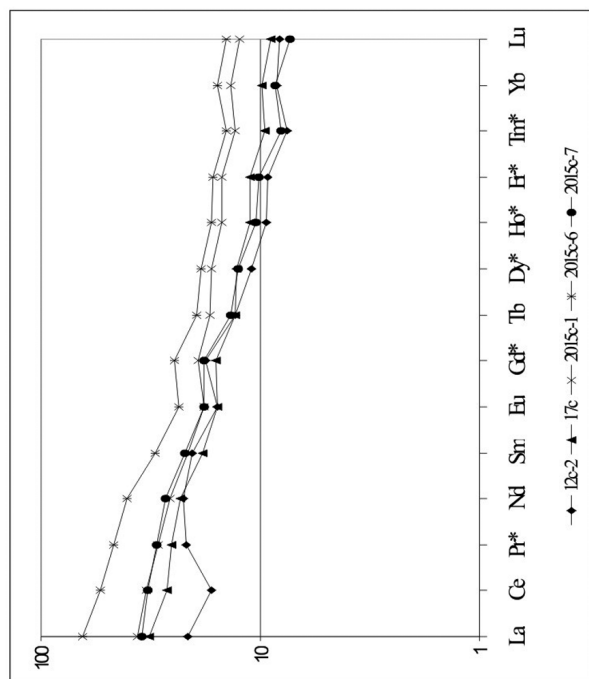
роды относятся к средней группе с весьма высоким содержанием  $K_2O$  (до 11,25%), характеризуются весьма низким показателем натриевости (0,13–1,27%), повышенной магниальностью (в среднем — 3,2%), титанистостью (до 1,9%) и железистостью (7,4%). Практически все железо в породе находится в закисной форме ( $Fe_2O_3 = 6,3–8,7\%$ ), количество  $FeO$  не превышает 0,25%. Исследователи, изучая породы дайковых субфаций щелочных пород, нередко сталкиваются с проблемами их типизации из-за отклонения нормативного количества того или иного породообразующего элемента. Подобные высококалийевые породы мезозойского возраста, состоящие на 85–90% из санидина, были обнаружены на западе Алданского щита в виде дайки в Мурунском щелочном массиве и названы в честь него мурунитом (Лазебник, 1979). Тиманские трахиты отличаются от мурунитов повышенным содержанием титана, магния и железа. Носителем титана в породе является рутил, а магний и железо входят в состав глинистых минералов и хлорита, развивающихся по стеклу и в полостях, другая часть железа содержится в гематите.

Процессы аргиллизации отразились на суммарном содержании летучих компонентов, составляющем 7,0%. Наиболее интенсивно этому процессу был подвержен матрикс эксплозивных брекчий. В этом случае количество летучих в цементирующей части брекчий достигает 12,0% (табл. 2; обр. 13с-1). Это объясняется рыхлым строением цементирующего туфового материала, хорошо проницаемым для гидротермальных низкотемпературных растворов. Аргиллизация породы происходила в щелочной или нейтральной низкотемпературной среде, способствовавшей концентрации  $MgO$ ,  $Fe_2O_3$  и выносу калия с кремнеземом. Трахиты обогащены (в  $мкг/г$ ) V (300) Cr (90), Co (42), Cu (113), Zn (109), B (до 68), но обеднены Ba (155), Zr (125), Nb (8,5), Th (4,5), редкими землями (сумма РЗЭ = 80  $мкг/г$ ). Содержание редких элементов (Rb, Ta, Hf) в породе не превышает кларковые значения. В спектре редкоземельных элементов, приведенных к хондриту (рис. 6, а), отмечаются преобладание легких редкоземельных элементов над тяжелыми и маловыраженный европиевый минимум. Распределение микроэлементов, нормализованных к базальтам Н-СОХ, подобно таковому в толеитовых базальтах сибирской трапповой формации, поэтому очевидным представляется то, что источником трахитовой магмы является внутриплитный плюмовый магматизм (рис. 6, б).

Рис. 6. Спектры распределения элементов-примесей в трахитовых обломках и эксплозивных брекчиях: а — спектр редкоземельных элементов, приведенных к хондриту, трахитовых обломков эксплозивных брекчий, приведенных к хондриту (Boynnton, 1984); б — распределение редкоземельных элементов в трахитовых брекчиях (обр. 2015с-1, 2015с-6 и 2015с-7) и толеитовых базальтах Сибирских траппов (сплошная жирная линия). Нормировано к примитивной мантии (McDonough, Sun, 1995)



б



а

### Заключение

На среднем Тимане изучено новое проявление трахитов, представленное сложной геологической структурой, в становлении которой участвовали тектонические и магматические процессы. На первом этапе под давлением восходящих газовых потоков на осадочные толщи девонского возраста и перекрывающие их базальты образовался горст с взбросовым смещением подстилающих осадочных пород на уровень базальтового покрова. На следующем этапе произошло внедрение в перемещенные осадочные толщи щелочных пород, сопровождавшееся взрывным процессом. В результате образовалось трубчатое тело, заполненное пирокластитами с ксенолитами осадочных пород. Пирокластиты представляют собой взрывную брекчию, сложенную обломками трахитов, лавобрекчий и ксенолитов осадочных пород, матриком для которых служит кристалло-литокластический туф. Внутреннее строение пород указывает на неодно-

кратное проявление взрывных процессов, сочетавшееся с внедрением расплавов. По петрохимическим характеристикам эти породы не отвечают классификационным параметрам трахитов, так как они имеют высокое содержание оксида калия (до 11%) на фоне практически нулевого количества оксида натрия и пониженные показатели для кремнезема. Породы названы трахитами из-за минералогического сходства и по содержанию кремнезема, соответствующему средним магматическим породам. Высококалиевые трахиты подверглись интенсивным процессам аргиллизации, сопровождающимся выносом калия, кремнезема и накоплением магния и железа. По распределению в спектрах редкоземельных элементов описываемые породы подобны толеитам трапповой формации Восточной Сибири, поэтому можно предположить, что геодинамические условия проявления трахитового взрывного магматизма на Среднем Тимане соответствовали внутриплитной обстановке.

### ЛИТЕРАТУРА

- Корреляция магматических комплексов Европейского северо-востока СССР / Охотников В.Н., Мизин В.И., Белякова Л.Т. и др. Серия препринтов «Научные рекомендации — народному хозяйству». Сыктывкар, 1985. Вып. 53. 24 с.
- Лазебник К.А. Новая щелочная ультракалиевая порода — мурунит // Докл. АН СССР. 1979. Т. 248, № 5. С. 1197–1204.
- Мальков Б.А. Санидиновые ультракалиевые трахиты — «новый» позднепалеозойский вулканический комплекс Среднего Тимана // Диагностика вулканогенных продуктов в осадочных толщах. Сыктывкар: Геопринт, 2012. С. 59–61.
- Марфунин А.С. Полевые шпаты — фазовые взаимоотношения, оптические свойства, геологическое распределение // Тр. ИГЕМ. Вып. 78. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 275 с.
- Махлаев Л.В., Короткевич А.Ф. О триклинности калиевых полевых шпатов в гранитоидах различного генезиса. Красноярское книжное издательство, 1970. 61 с.
- Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 200 с.
- Природа «туффизитов» Среднего Тимана в связи с проблемой коренных источников алмазов / Отв. ред. Ганов В.И., Голубев Ю.К., Щербакова Т.Е. и др. М.: ЦНИГРИ, 2001. 50 с.
- Рентгенография основных типов породообразующих минералов (слоистые и каркасные минералы) / Под ред. В.А. Франк-Каменецкого. Л.: Недра, 1983. 359 с.
- Удоротина О.В., Андричев В.Л., Травин А.В., Саватенков В.М. Базальты Среднего Тимана: Rb-Sr, Sm-Nd и Ag-Ag данные // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Мат-лы XVI Геологического съезда Республики Коми. Т. II. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2014. С. 128–131.
- Удоротина О.В., Травин А.В., Куликова К.В., Варламов Д.А. Ультракалиевые сиениты Среднего Тимана: Ag-Ag данные // Тр. XXXIII Межд. конф. «Щелочной магматизм Земли и связанные с ним месторождения стратегических металлов». Москва, 27.05.2016. М.: ГЕОХИ РАН, 2016. С. 136–138.
- Boynnton W.V. Geochemistry of the rare earth elements: Meteorite studies // Henderson P. (ed.). Rare Earth Element Geochemistry. Elsevier, 1984. P. 63–114.
- McDonough W.F., Sun S-s. The composition of the Earth // Chem. Geol. 1995. Vol. 120. P. 223–253.
- Сведения об авторах:** Голубева Ирина Игоревна — канд. геол.-минерал. наук, доцент, ст. науч. сотр. лаб. петрографии Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН, e-mail: iigolubeva@geo.komisc.ru; Ремизов Дмитрий Николаевич — докт. геол.-минерал. наук., вед. науч. сотр. ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского, e-mail: dnr1957@yandex.ru; Куликова Ксения Викторовна — канд. геол.-минерал. наук, зав. лаб. петрографии Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН, e-mail: kvkulikova@geo.komisc.ru; Симакова Юлия Станиславовна — канд. геол.-минерал. наук, науч. сотр. лаб. структурной и морфологической кристаллографии Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН, e-mail: yssimakova@geo.komisc.ru; Макеев Борис Александрович — канд. геол.-минерал. наук, науч. сотр. лаб. структурной и морфологической кристаллографии Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН, e-mail: bamakeev@geo.komisc.ru; Филиппов Василий Николаевич — ст. науч. сотр. лаб. экспериментальной минералогии Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН, e-mail: iigolubeva@geo.komisc.ru