

ВУЛКАНИТЫ СВИТЫ РУХС-ДЗУАР (СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ, КАВКАЗ, РОССИЯ): ПЕТРОГРАФИЯ, ГЕОХИМИЯ, ГЕОДИНАМИКА

В.М. Газеев¹, А.Г. Гурбанов²,
Ю.В. Гольцман³, Т.И. Олейникова⁴, А.Б. Лексин⁵

Аннотация. В статье описано геологическое строение свиты Рухс-Дзуар, содержащей переотложенные вулканы (андезиты, дациты, риодациты и реже трахиандезиты и трахиандезибаазальты). Приведены: петрографическое описание разновидностей вулканических пород; результаты их геохимических исследований методами RFA, ICP-MS, а также данные о изотопных (Rb, Sr, Sm Nd) исследованиях вулкаников. На основании геологических и интерпретации полученных геохимических данных рассмотрены: геодинамическая природа вулкаников свиты, их металлогеническая специализация и впервые установленные адакитовые характеристики вулкаников.

Ключевые слова: Терско-Каспийский краевой прогиб, свита Рухс-Дзуар, вулканы, адакиты, петрография, геохимическая характеристика, геодинамические реконструкции, металлогеническая специализация.

ВВЕДЕНИЕ

В Осетинской впадине, расположенной в пределах Терско-Каспийского краевого прогиба, в разрезе ачкагыл-апшеронских отложений (верхний плиоцен – 2,58–1,81 млн лет) присутствует толща с переотложенным вулканическим материалом, выделенная В.П. Рентгартером в 1932 г. как «свита Рухс-Дзуар» (Р-Д). До настоящего времени однозначно не были решены вопросы: местоположения вулканических аппаратов, из которых извергались лавы; генезиса и эволюции расплавов; отсутствовали геодинамические реконструкции, основанные на современных геохимических и изотопных данных; не рассматривались вопросы минерагенической специализации вулкаников. Решение этих вопросов имеет большое научное и практическое значение, так как на их основе возможны: расшифровка и уточнение истории развития новейшего вулканизма Большого Кавказа и проведение оценки сейсмо- и вулканоопасности некоторых структурных элементов региона. В статье приведены впервые полученные результаты (RFA, ICP-MS) анализов вулкаников свиты Р-Д, включая изотопию (Sr, Rb, Sm, Nd), и дано их петрографическое описание. Показано, что вулканы «свиты Рухс-Дзуар» имеют адакитовые характеристики, и рассмотрен вопрос их потенциальной рудоносности.

**СТРОЕНИЕ И КРАТКАЯ ИСТОРИЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРСКО-
КАСПИЙСКОГО КРАЕВОГО ПРОГИБА
Терско-Каспийский краевой прогиб (ТККП)**
как самостоятельная геологическая структу-

ра развивается с тарханско-конского времени (17,4–12,8 млн лет назад). На северо-западе ТККП граничит со Скифской эпипалеозойской платформой, отделяясь от нее Терско-Каспийским разломом; на западе обрамляется Минераловодским выступом; на юге граничит со складчатым сооружением Большого Кавказа (БК), отделяясь от него Черногогорским (Владикавказским) разломом. Внутренние части ТККП перекрывают внешние зоны альпийского складчатого сооружения БК. В пределах Терско-Каспийского краевого прогиба выделяют следующие крупные структурные элементы: 1) Притерско-Сулакская зона прогибов; 2) зона прибортовой складчатости, включающая Терско-Сунженское поднятие; 3) зона локальных впадин (Владикавказская котловина). Поверхность палеозойского фундамента в пределах ТККП расположена на глубинах от 2–6 до 12 км. Породы чехла представлены мезо-кайнозойскими отложениями. В основании разреза чехла залегают пестроцветные песчаники и гравелиты триаса, выше они перекрываются юрскими-меловыми терригенными и карбонатными образованиями; палеоцен-эоценовыми мергелисто-глинистыми и олигоцен-нижнемиоценовыми глинистыми образованиями. Верхняя часть разреза представлена молассой среднего миоцена-квартера (мощностью до 5 000 м). Оligоцен-нижнемиоценовый породный комплекс осложнен вторичной складчатостью (результат тектонических движений по надвигам). Молассы среднего и верхнего миоцена местами смяты в узкие, ассиметричные, веерообразные антиклинали, осложненные надви-

¹ Газеев В.М. – к. г.-м. н., н. с. ИГЕМ РАН, г. Москва, Россия.

² Гурбанов А.Г. – к. г.-м. н., вед. н. с. ИГЕМ РАН, г. Москва, Россия. (gurbanov@igem.ru)

³ Лексин А.Б. – вед. программист ИГЕМ РАН, г. Москва, Россия.

⁴ Гольцман Ю.В. – к. г.-м. н., с. н. с. ИГЕМ РАН, г. Москва, Россия.

⁵ Олейникова Т.И. – н. с. ИГЕМ РАН, г. Москва, Россия.

гами и взбросами с амплитудами смещения до 2,5 км. Плиоцен-четвертичные молассы практически не дислоцированы и залегают с небольшим угловым и стратиграфическим несогласием на породах среднего и верхнего миоцена. Считается, что погружение ТККП на 70 % обусловлено изостатической компонентой (за счет сноса осадочного материала со смежных относительно приподнятых областей) и на 30 % – тектонической компонентой, с миграцией максимумов скоростей тектонического погружения к северу [8]. По данным гравиметрических, электрических, магнитных исследований в недрах ТККП установлены купольно-кольцевые структуры, которые в геофизических полях представлены кольцевыми аномалиями. В результате их интерпретации предполагается наличие на глубине депрессий, куполов, систем кольцевых и дуговых разломов. Расположение аномалий имеет четко выраженную закономерность – они локализованы возле крупных поперечных разломов [10; 12]. В недрах ТККП погребены субширотные разломы, протягивающиеся сюда из Центрального Кавказа (Пшекиш-Тырныаузский и Хасаутский и др.). Субширотные разломы смещаются субмеридиональными, среди которых наиболее значимыми являются: Кабардино-Сарпинская шовная зона (КСЗ) и Датыхско-Ахловская зона разломов. КСЗ – фрагмент крупного разлома, прослеживаемого от Аравийской до Восточно-Европейской платформы [10]. В современном геодинамическом плане ТККП находится в тыловой части зоны коллизии и частично, «зоной локальных впадин», располагается над погружившимся под южную окраину Скифской «эпипалеозойской» платформой слэбом Закавказской плиты (*рис. 1*).

Геология свиты Рухс-Дзуар. Вулканогенно-терригенная свита Рухс-Дзуар (Р-Д) акчагыл (3,6–1,5 млн лет) – апшеронского (1,5–0,79 млн лет) возраста обнажена на дневной поверхности в моноклинали Черных гор, где залегают с разрывом и угловым несогласием на подстилающих ее толщах. Породы свиты Р-Д вскрыты многочисленными скважинами в Кабардинской и Осетинской впадинах Терско-Каспийского краевого прогиба. Западная граница распространения этих отложений ограничена долинами рек Черек и Урвань, восточная – долиной р. Яндырка, северная проходит по Терскому хребту. Восточнее р. Камбилеевки возрастным аналогом свиты Р-Д является Сейвендукская свита, в составе которой осадочные породы преобладают над вулканическими [2]. Свита Р-Д сложена слабо сцементированными валунно-галечниковыми конгломератами, переслаивающимися с линзовидными прослоями гравелитов, песков, желтобурых глин и суглинков. Характерной особенностью свиты является преобладание в ее составе

галек и валунов эффузивных и кристаллических пород, а обломки осадочных пород (песчаников, известняков) встречаются реже. Местами в разрезе присутствуют линзовидные прослои, сложенные преимущественно вулканогенным материалом (до 5–6 м) и горизонты, обогащенные вулканогенным материалом, мощностью до 60–80 м. Встречаются глыбы эффузивов размером до 6 м, прослои туфо-песчаников и пемзовидных пеплов. Общее содержание вулканического материала достигает 25–30 % от объема свиты, а иногда и более. Вулканогенный материал в разрезе распределен неравномерно, его количество возрастает на Урсдон-Ардонском, Гизельдонском и Камбилеевском участках. При этом отмечается значительное (более чем в 2 раза) увеличение ширины полосы выходов свиты на дневную поверхность. Мощность отложений свиты варьирует от 400 до 1 200 м. Значительную роль в образовании отложений свиты Р-Д играли флювиально-пролювиальные, селевые и лахаровые процессы [2; 4; 8; 13]. Исследование тяжелой (ТФ) и легкой (ЛФ) фракций в разрезах акчагыл-апшеронских отложений [9] показало, что с раннего акчагыла содержание роговой обманки в ТФ резко возрастает, достигая 60–70 %. В верхней части акчагыла в большом количестве появляются преимущественно ромбические пироксены, а в апшероне они уже преобладают над всеми остальными минералами ТФ. В ЛФ пород из низов акчагыла преобладают кварц и кислый плагиоклаз. Содержание кварца вверх по разрезу постепенно уменьшается, в апшероне он практически исчезает, а плагиоклаз становится более основным по составу.

Методы отбора проб и их исследования. В 2005, 2010–12, 2014 годах сотрудниками лаборатории петрографии ИГЕМ РАН и ВНИЦ РАН были собраны представительные образцы основных разновидностей вулканитов из свиты Р-Д в обнажениях и русловом аллювии по долинам рек Ардон, Суадаг, Терек (Эльхотовские ворота), Кабагалдон, Цраудон, Хусфарах, Скумлендон, Змисджиндон, Гизельдон, Бадзидон, Савнердон на территории республики Северная Осетия-Алания. В ИГЕМ РАН были изготовлены шлифы и проведены определения концентраций петрогенных и микроэлементов рентгено-флюоресценционным анализом (XRF), а редких, редкоземельных элементов, золота, серебра – методом спектроскопии с индукционно-связанной плазмой с масс-спектрометрическим окончанием (ICP-MS) на масс-спектрометре X-Series II. Изотопное (Rb, Sr, Sm и Nd) изучение образцов проведено на многоколлекторном термоионизационном масс-спектрометре Sector 54. Используемые методики и условия анализов описаны в [5].

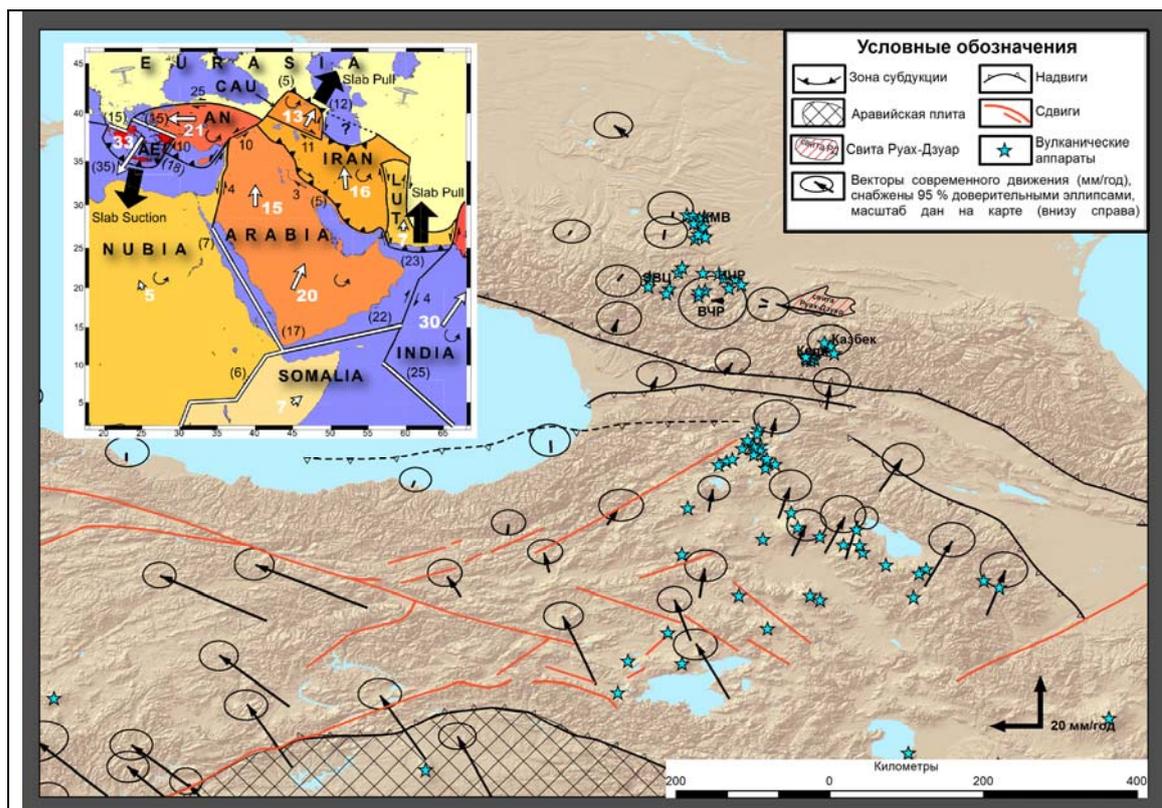


Рис. 1. Местоположение вулканитов свиты Рухс-Дзуар на схематичной карте Афро-Аравийско-Евразийской континентальной зоны коллизии Фигура 13 на тектонической схеме (Robert Reilinger et al. 2006) – Закавказская плита

КРАТКАЯ ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОРОД

Собранные и изученные образцы вулканитов свиты Р-Д представлены лавами андезитового, дацитового, риодацитового составов, пемзами и пемзовыми гравелитами (рис. 2). В единичных случаях отмечены обломки трахиандезитобазальтов и пропилитов.

Андезиты – породы порфиривого облика, серого, буровато- или темно-серого цвета. Встречаются пироксеновые, амфибол-пироксеновые и амфибол-пироксен-биотитовые разновидности андезитов. Микроструктуры пород порфиристая, сериально-порфиристая, гломеропорфиристая. Вкрапленники сложены плагиоклазом, пироксеном, реже базальтической роговой обманкой и иногда биотитом. Плагиоклаз присутствует в виде зональных кристаллов нескольких генераций. Первая генерация представлена широко-таблитчатыми ситовидными кристаллами лабрадора размером от 0,4 × 0,5 до 2,0 × 2,4 мм или кристаллами с ситовидными ядрами, содержащими включения авгита, реже амфибола. Вторая генерация – удлиненно призматические кристаллы андезина размером до 0,2 × 1,0 мм. Пироксены представлены бесцветными либо буроватыми призматическими кристаллами авгита и клиноэнстатита и их реликтами размером от

0,1 × 0,2 до 0,8 × 1,2 мм, а в сростках – до 2,0 мм с включениями рудного вещества. Амфибол-«базальтическая» роговая обманка образует кристаллы размером до 0,5 × 1,5 мм. В некоторых образцах она окружена опацитовой или пироксеновой каемкой. Биотит присутствует в виде пластинок размером до 1,5 мм. При распаде он замещается агрегатом мелких зерен плагиоклаза, пироксена и рудного минерала. Основная масса микролитовая, гиаломикролитовая, реже пятнистая, микропуйкилитовая, и состоит из преобладающих призмочек плагиоклаза с примесью амфибола, рудных выделений и стекла. В андезитах часто присутствуют субизометричные включения разного типа, размером до 5–6 мм. В одних случаях это существенно пироксеновый агрегат с рудной примесью и интерстиционным плагиоклазом, в других – это плагиоклаз-пироксеновый агрегат, с примесью бурой роговой обманки и рудного вещества. Интерстиционные промежутки здесь выполнены карбонатом, сфероидальным боулингом – хлоритом и клиноцоизитом.

Дациты – это серые и розовато-серые породы порфиривого облика. Встречены амфиболовые, биотит-амфиболовые с незначительным количеством пироксена и пироксеновые разновидности. Структура пород сериально-

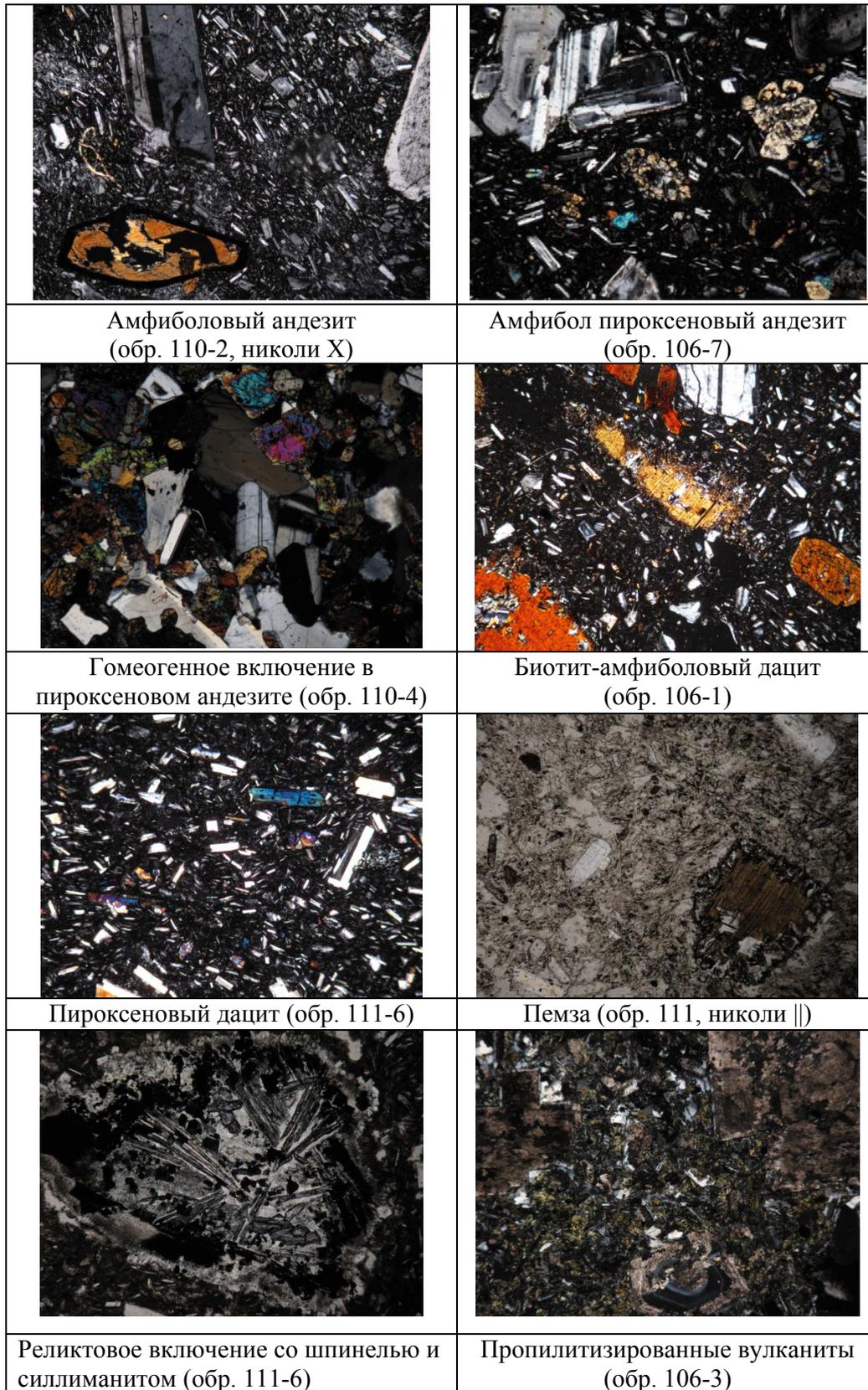


Рис. 2. Микрофотографии вулканитов, включений и измененных пород свиты Рухс-Дзуар. Диагональ снимка – 3,5 мм

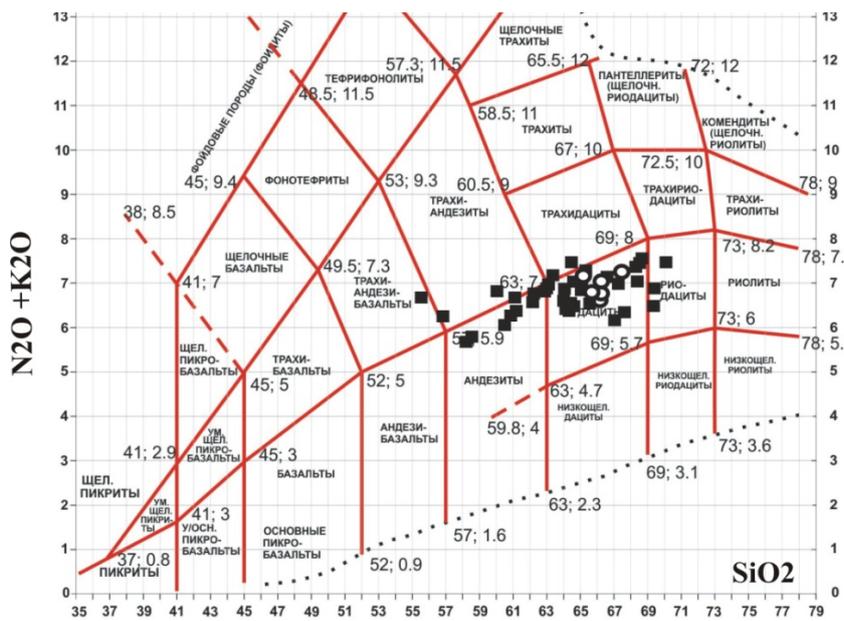


Рис. 3. Породы свиты Рухс-Дзуар на классификационной диаграмме вулканических пород

сталлы авгита свежие, либо с опацитовой каймой. Иногда по авгиту развивается бурая роговая обманка. В основной массе присутствуют микролиты плагиоклаза, кварца, амфибола, а в пустотках – пластинки тридимита. В пироксеновых дацитах отмечены «инородные» высокоглиноземистые включения, состоящие из агрегата зерен зеленой шпинели, силлиманита, корунда.

Пемзы и пемзовые гравелиты имеют дацитовый состав. Они состоят из кристаллов и обломков зерен кварца, плагиоклаза, биотита, амфибола, реже пироксена, погруженных в гиалиновую, флюидально-пористую основную массу с обильными газовыми включениями. Структура

порфировая, а при большом количестве вкрапленников – невадитовая. Структуры основной массы микролитовая, гиаломикролитовая, пилотакситовая, изредка пятнистая микропикрилитовая. В амфиболовых и биотит-амфиболовых разновидностях вкрапленники представлены плагиоклазом (андезин) двух генераций, амфиболом, биотитом, пироксеном и кварцем. Плагиоклаз первой генерации – широко таблитчатые кристаллы (размер до 2,0 × 2,5 мм) с включениями бурой роговой обманки, циркона, а иногда по их периферии наблюдаются сростания с биотитом. Плагиоклаз второй генерации – удлиненные кристаллы размером до 0,2 × 0,7 мм – образует сростания с пироксеном. Моноклинный пироксен образует призматические кристаллы размером до 0,2 × 0,4 мм, содержащие включения рудного минерала. Амфибол представлен свежей, резко плеохроирующей бурой «базальтической» роговой обманкой. Иногда ее зерна окружены пироксеновой каймой. Биотит образует пластинки размером до 1,5 мм, часто с плагиоклаз-пироксеновой каймой. Кварц присутствует в виде субизометричных выделений размером до 2,0 мм, часто кородируемых основной массой и иногда окруженных пироксеновой каймой. В пироксеновых разновидностях дацитов более крупные кристаллы плагиоклаза варьируют по составу от андезина до лабрадора и содержат включения пироксена. Встречаются кристаллы с ситовидными ядрами. Более мелкие кристаллы представлены олигоклаз-андезином. Кри-

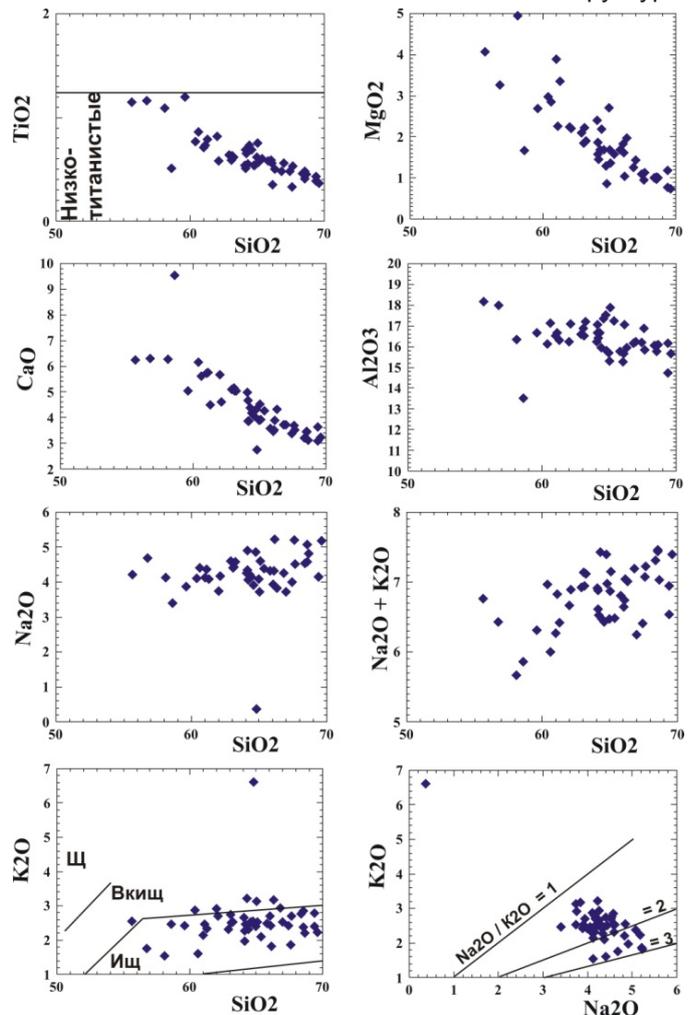


Рис. 4. Вариационные диаграммы SiO₂ – петрогенные элементы

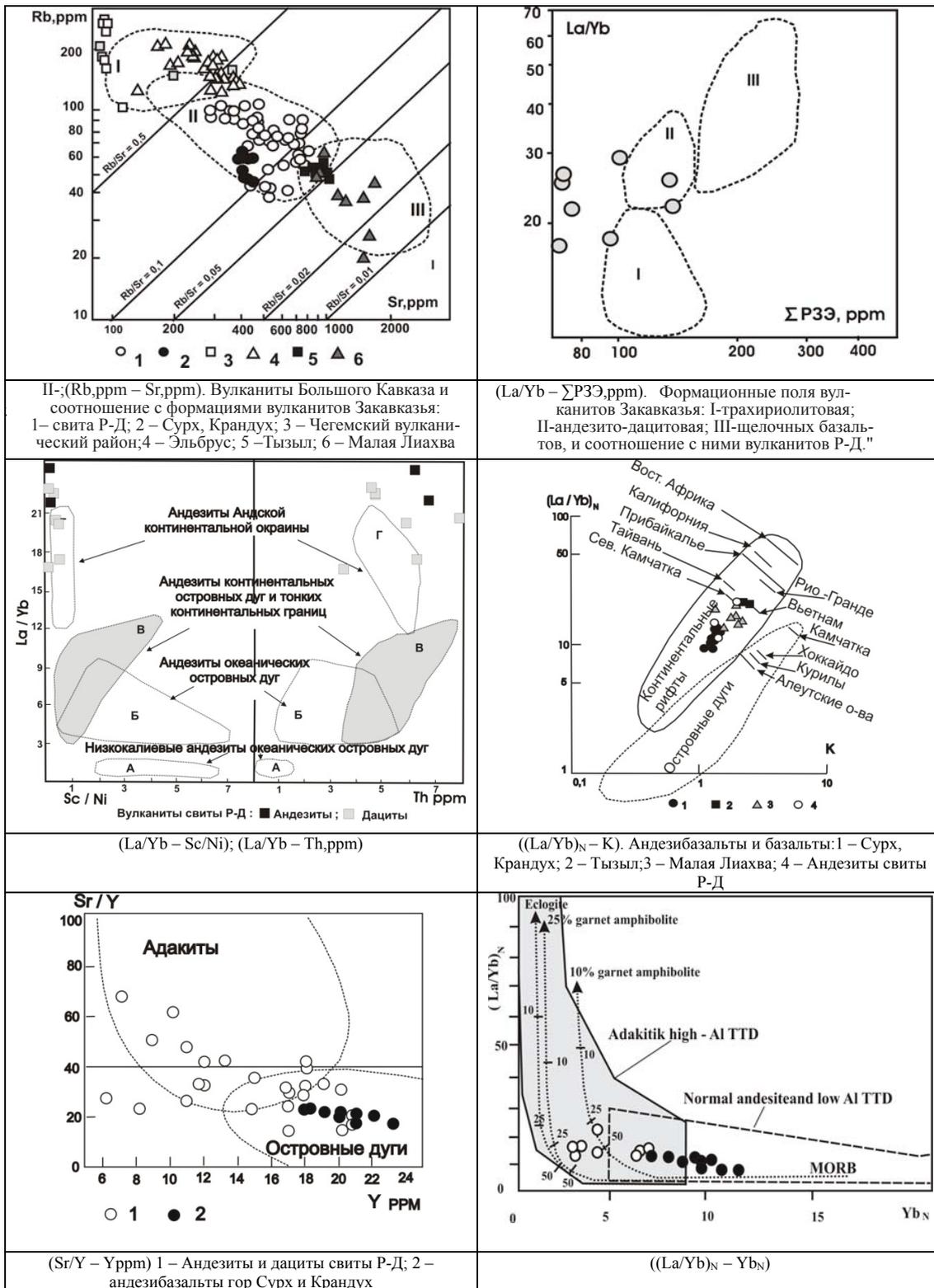


Рис. 5. Вулканиды свиты Рухс-Дзуар на петрогенетических диаграммах

пемзовых гравелитов псамогравийная. Обломки размером 1–10 мм плохо отсортированы, угловато-окатанные. Цемент карбонатный, контактовый, реже поровый.

Пропилиты – породы зеленовато-серого цвета, с реликтовой порфировой структурой. Плагиоклаз вкрапленников замещен гидрослюдистым агрегатом, либо карбонатом, либо карбонат-альбит-монтмориллонит-хлоритовым агрегатом. В основной массе присутствует хлоритоподобный минерал. Микрополости в породе выполнены карбонатом, клиноцоизитом и цоизитом.

ПЕТРОХИМИЯ, ГЕОХИМИЯ, ИЗОТОПИЯ ПОРОД

По результатам XRF-анализа (табл. 1) преобладающими разновидностями вулканитов свиты Р-Д являются андезиты и дациты. На классификационной диаграмме вулканических пород $(Na_2O + K_2O) - SiO_2$ (рис. 3) фигуративные точки их составов сконцентрированы преимущественно в поле андезита и дацита, единичные образцы – в поле риодацита, трахидацита, трахиандезита и трахиандезибазальта. Все исследованные образцы являются низкотитанистыми образованиями и относятся преимущественно к известково-щелочной и частично высококалиевой известково-щелочной сериям. На вариационных диаграммах SiO_2 – петрогенные элементы (рис. 4) отмечается прямая корреляция Na_2O , $\Sigma Na_2O, K_2O$ и обратная корреляция TiO_2 , CaO , MgO с содержанием SiO_2 . Отношение Na_2O/K_2O варьирует в пределах от 1,5 до 3,0. По этому показателю тип щелочности вулканитов Р-Д калиево-натриевый, а в более кислых разновидностях – существенно натриевый. Сравнение вулканитов свиты Р-Д с известными вулканогенными формациями Закавказья [7] показало, что исследованные образцы свиты Р-Д хотя и близки по многим параметрам к породам андезито-дацитово-формации Закавказья, но заметно отличаются от них меньшим суммарным содержанием редкоземельных элементов ($La/Yb - \Sigma PЗЭ$, ppm). На диагностических диаграммах (рис. 5) фигуративные точки андезитов и дацитов свиты РД группируются: вблизи поля андезитов Андской континентальной окраины ($La/Yb - Sc/Ni$; $La/Yb - Th$); в поле пород деструктивных границ плит ($Hf/3 - Th - Ta$) и пород континентальных рифтов ($(La/Yb)_N - K$). На диаграмме

($Sr/Y - Yppm$) фигуративные точки составов вулканитов Р-Д расположены в поле адацитов и в зоне неопределенности с типичными породами островных дуг. На диаграмме $((La/Yb)_N - Yb_N)$ они попадают в поле высокоглиноземистых адацитов и группируются вдоль тренда плавления 10 % гранатового амфиболита.

По геохимическим данным, полученным методом ICP-MS (табл. 2), построены мультиэлементные спектры и спектры распределения REE. На спайдер-диаграмме при нормировании по хондриту [20] (рис. 6) отмечается сильное фракционирование редких земель: обогащение легкими LREE, обеднение HREE. La^H/Lu^H отношения в дацитах – 20; 25, в андезитах – 26; 52. Соответственно $La^H/Yb^H - 14$; 18. $La^H/Sm^H - 3,5$; 3,9. $Gd^H/Yb^H - 2$; 3. Величина количественного дефицита европия, используемая для оценки степени дифференциации пород, характеризуется коэффициентом Eu/Eu^* , где $Eu^* = \sqrt{(Sm_{пор.}/Sm_{хонд.} \times Gd_{пор.}/Gd_{хонд.})}$. Eu/Eu^* в дацитах = 1,02; в андезитах – 0,93, что указывает на отсутствие заметной дифференциации, со значительной ролью фракционирования плагиоклаза. Мультиэлементные спектры, нормированные по N-MORB, свидетельствуют о заметном обогащении легкими литофильными элементами LILE и обеднении высокозарядными элементами с высокой валентностью (HFSE). Отмечается негативная аномалия тугоплавких элементов (Nb, Ta)

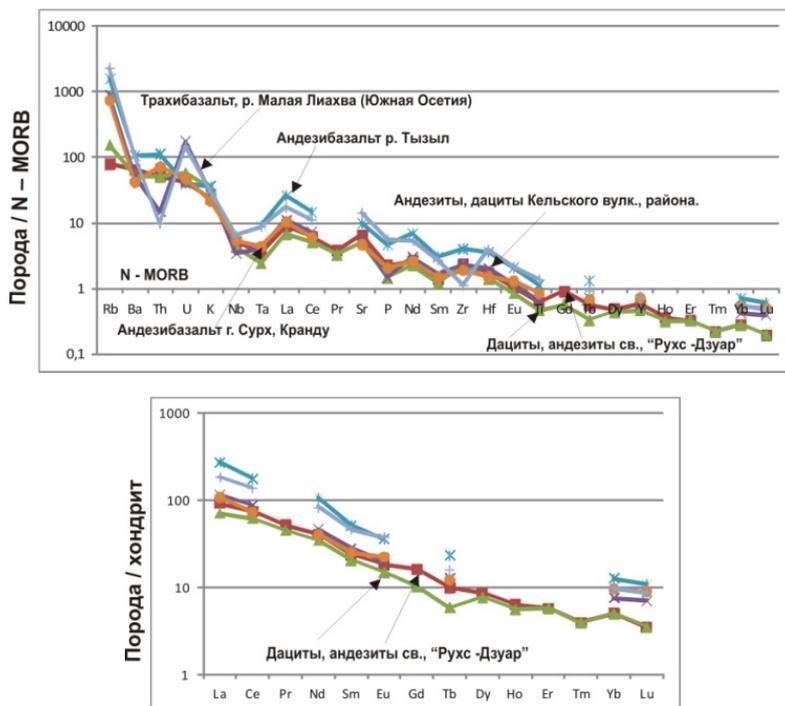


Рис. 6. Мультиэлементные спектры и спектры РЗЭ: андезитов, дацитов свиты Рухс-Дзуар; андезибазальтов р. Тызыл; андезибазальтов г. Сурх, Кранду; трахибазальтов р. Малая Лиахва; андезитов Кельского вулканического района

Таблица 1

Результаты рентген-флюоресцентного анализа

№ обр	106-4/10	106-6/10	106-7/10	106-8/10	110-2/11	110-4/11	110-5/11	111-3/11	158/05	158-1/05	161-3/05	161-4/05	163/05	165-1/05
SiO ₂	62.92	59.60	60.99	62.12	56.75	60.62	58.08	58.60	63.1	60.4	63.11	61.14	63.24	62.00
TiO ₂	0.64	1.2	0.71	0.58	1.16	0.86	1.09	0.51	0.59	0.77	0.63	0.73	0.62	0.82
Al ₂ O ₃	16.61	16.65	16.53	17.11	18.00	17.14	16.35	13.53	16.88	16.12	16.54	16.65	17.19	16.25
Fe ₂ O ₃	4.48	6.51	4.93	5.04	6.59	5.15	6.16	2.92	4.32	6.03	4.47	5.51	4.49	5.2
MnO	0.07	0.12	0.08	0.08	0.10	0.08	0.10	0.06	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.09
MgO	2.09	2.69	3.88	2.21	3.27	2.85	4.95	1.67	1.84	2.97	2.23	2.26	1.9	2.25
CaO	5.11	5.03	5.74	4.61	6.29	5.62	6.27	9.54	5.16	6.16	5.03	5.76	5.03	5.66
Na ₂ O	4.60	3.88	4.13	4.18	4.68	4.40	4.13	3.40	4.4	4.1	4.44	4.37	4.58	3.75
K ₂ O	2.32	2.43	2.14	2.71	1.75	1.60	1.54	2.46	2.74	2.87	2.51	2.46	2.54	2.92
P ₂ O ₅	0.27	0.26	0.22	0.24	0.29	0.23	0.25	0.18	0.32	0.33	0.37	0.37	0.33	1.05
S	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
шп	0.5	1.3	0.29	0.66	0.48	1.26	0.78	6.99	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о
Сумма	99.63	99.69	99.66	99.56	99.38	99.83	99.72	99.88	99.45	99.84	99.34	99.27	100.0	100.0
Cr	67	25	120	137	122	129	194	44	55	169	62	128	70	62
V	84	108	62	83	130	130	146	39	84	120	81	102	69	118
Co	12	10	8	11	25	18	26		11	22	17	16	14	17
Cu	10	10	14	15	29	9	33	12	13	38	14	14	82	35
Ni	14	5	34	22	67	65	71	13	20	43	33	30	32	28
Zn	38	52	44	39	83	56	68	47	58	54	65	63	32	35
Pb	23	26	20	27	21	16	12	21	32	25	26	24	26	22
Rb	79	89	73	93	41	46	38	93	70	64	81	69	58	66
Sr	733	476	606	746	629	537	535	290	715	710	722	701	699	812
Nb	10	13	10	10	13	11	12	14	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о
Y	18	27	18	18	20	11	18	17	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о
Zr	170	220	155	189	195	149	169	140	165	167	175	179	159	202

Андезиты и андезиты: обр. № 106-(4.6.7.8)/10 обломки из русла р. Суадаг у трассы Алагир-Владикавказ; 110-(2.4.5)/11 обломки из русловых отложений Черной реки; 111-3/11 обломки из разреза свиты Рухс-Дуар в левом борту р. Терек (Эльхотские ворота); 158-158-1/10 обломки из русла р. Кабаалдон (приток р. Цраудон); 161-(3.4)/05 обломки из русла р. Змисджиндон; 163/05 обломки из русла р. Скумлендон; 165-1/05 обломки из аллювия р. Хусфарах.

Продолжение таблицы 1

№ Обр	106-1/10	106-5/10	109-2/11	109-3/11	109-8/11	111-6/11	111-7/11	158-2/05	158-4/05	159/05	159-1/05	161/05	162-1/05	162-3/05	165/05
SiO ₂	64.97	65.04	64.12	64.44	64.14	67.42	64.21	65.36	64.1	64.77	66.29	67.68	66.83	64.31	64.58
TiO ₂	0.62	0.75	0.51	0.73	0.69	0.48	0.65	0.6	0.54	0.54	0.5	0.53	0.48	0.55	0.69
Al ₂ O ₃	15.7	15.29	17.06	15.94	16.68	16.21	16.40	17.23	16.23	17.52	15.95	15.86	16.18	16.66	17.36
Fe ₂ O ₃	3.93	4.92	3.31	4.13	4.49	2.92	3.62	4.12	4.21	3.81	3.53	3.77	3.6	4.23	4.79
MnO	0.07	0.08	0.06	0.07	0.08	0.06	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.1	0.08
MgO	2.71	1.68	1.57	2.18	1.86	1.09	1.46	1.57	2.40	1.29	1.97	1.14	1.25	1.68	1.69
CaO	3.89	4.52	3.86	4.18	4.66	3.37	3.87	4.28	4.99	4.32	4.32	3.52	3.73	4.39	4.07
Na ₂ O	4.08	3.73	4.91	4.16	4.34	3.99	4.06	4.38	4.26	4.85	3.83	4.52	4.25	4.22	3.91
K ₂ O	2.39	3.14	1.97	2.31	2.27	2.42	2.47	2.1	2.65	2.55	3.18	2.71	2.94	3.21	2.52
P ₂ O ₅	0.18	0.19	0.17	0.19	0.22	0.11	0.18	0.22	0.53	0.27	0.35	0.19	0.26	0.64	0.18
S	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
нпн	1.15	0.36	2.20	1.41	0.38	1.57	2.76	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о
Сумма	99.71	99.72	99.76	99.76	99.83	99.66	99.77	99.94	100.0	100.0	100.0	100.0	99.59	100.0	99.88
Cr	78	60	39	76	44	41	46	59	79	35	50	37	29	31	76
V	72	65	73	94	91	66	79	47	75	67	61	66	60	108	71
Co	6	10	8	12	10	8	10	15	14	14	10	9	10	10	16
Cu	10	10	10	8	9	6	5	28	16	16	4	7	14	21	31
Ni	17	5	21	30	22	12	63	41	21	19	24	19	17	16	33
Zn	42	46	54	55	59	61	58	63	55	53	54	55	14	21	31
Pb	22	24	34	70	23	30	28	27	20	27	35	30	28	21	16
Rb	91	104	71	82	74	103	87	44	78	76	107	72	54	58	70
Sr	456	420	661	558	532	299	402	500	668	566	482	477	521	608	430
Nb	10	8		10	10	10	11	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о
Y	17	21	19	15	17	11	12	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о
Zr	159	198	159	134	177	154	192	159	181	187	175	178	166	222	162

Детцпты: обр № 106-(1.5)/10 обломки из русла р. Суадае у тpассы Алаеир-Владикавказ; 109-(2.3.8)/11 обломки из еpавиное карьера в пpавоеи борту р. Гизельдон; 111-(6.7)/11 обломки из pазpеза свиты Рухс-Дзуар в левом борту р. Терек (Эльхотскоеи ворота); 158-(2.4)/10 обломки из русла р. Кабагалдон; 159, 159-1/05 обломки из русла р. Бадазидон; 161/05 обломки из русла р. Эмисджиндон; 162-(1.3)/05 обломки из русла р. Саеppдон; 165/05 обломки из аллювия р. Хусфарах

Продолжение таблицы 1

№ Обр	160/05	160-2/05	160-3/05	161-1/05	161-2/05	162/05	162-4/05	109/11	109-1/11	111/11	111-1/11	111-2/11	111-4/11	158-3/05
SiO ₂	69.38	68.55	68.55	68.64	68.39	69.4	69.60	67.58	66.14	65.79	66.08	66.05	67.01	65.08
TiO ₂	0.39	0.48	0.41	0.45	0.46	0.43	0.37	0.33	0.35	0.58	0.56	0.59	0.56	0.57
Al ₂ O ₃	14.72	15.78	16.05	16.10	16.06	16.15	15.68	16.87	17.07	15.78	15.68	15.28	16.22	17.87
Fe ₂ O ₃	2.82	3.14	2.9	3.14	3.29	3.05	2.76	1.95	2.07	3.21	3.10	3.23	3.36	4.24
MnO	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	0.03	0.03	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07
MgO	0.78	1.02	0.97	1.01	1.01	1.19	0.74	0.96	1.04	1.68	1.62	1.83	1.43	1.36
CaO	3.1	3.47	3.45	3.13	3.22	3.65	3.25	3.7	3.91	3.58	3.51	3.47	3.73	3.92
Na ₂ O	4.14	4.58	5.08	4.82	4.54	4.16	5.18	5.21	5.23	4.33	4.32	3.94	3.73	4.61
K ₂ O	2.4	2.86	2.38	2.21	2.77	2.79	2.22	1.87	1.81	2.48	2.42	2.71	2.52	2.54
P ₂ O ₅	0.17	0.15	0.15	0.14	0.2	0.24	0.14	0.1	0.13	0.20	0.19	0.18	0.15	0.26
S	0.02	0.01	0.01	0.32	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
шпш	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о
Сумма	97.97	100.0	100.0	100.0	100.0	101.13	100.0	99.8	99.81	99.84	99.82	99.84	99.83	100.53
Cr	23	65	25	37	31	32	28	23	27	30	29	41	47	37
V	44	54	48	42	49	53	43	36	33	59	67	63	59	55
Co	6	9	11	9	10	10	3	Н.о	6	10	8	6	9	12
Cu	14	17	16	20	12	18	13	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	7	26
Ni	14	22	15	17	16	16	13	11	12	12	11	14	12	21
Zn	47	50	50	51	54	54	13	33	36	57	55	56	643	70
Pb	26	35	28	32	25	26+	19	21	22	26	31	17	27	30
Rb	80	100	70	80	87	86	45	55	57	96	101	114	91	77
Sr	458	366	539	450	468	453	434	727	736	366	366	309	364	548
Nb	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о
Y	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о	Н.о
Zr	132	160	145	148	172	155	138	105	125	178	177	164	183	176

Рисодацты: обр № 160, 160-(2,3)/05 обломки из русла р. Цраудон; 161-(1,2)/05 обломки из русла р. Змисджиндон; 162, 162-4/05 обломки из русла р. Савердон.

Пеплы и пемзы: 109, 109-1/11 горизонты пепла в гравиальном карьере р. Гизельдон; 111, 111-(1,2,4) обломки пемз из разреза свиты Русс-Дузлар в левом борту р. Терек (Эльхотовские ворота); 158-3/05 литохристаллопластический туф р. Кабагалдон

Продолжение таблицы 1

№ обр	106-2/10	106-3/10	162-2/05
SiO ₂	64.78	61.29	55.62
TiO ₂	0.54	0.79	1.15
Al ₂ O ₃	15.82	16.31	18.16
Fe ₂ O ₃	3.13	4.81	7.4
MnO	0.08	0.09	0.11
MgO	0.86	3.36	4.06
CaO	2.74	4.5	6.25
Na ₂ O	0.37	4.08	4.21
K ₂ O	6.61	2.34	2.55
P ₂ O ₅	0.16	0.23	0.48
S	0.02	0.02	0.01
ППП	4.6	1.87	Н.О
Сумма	99.71	99.69	100.0
Cr	33	95	195
V		79	
Co	5	6	26
Cu	10	10	
Ni	7	14	74
Zn	27	44	25
Pb	10	26	16
Rb	248	85	76
Sr	61	531	637
Nb		8	
Y	25	17	
Zr	160	171	212

Единичные или редко встречаемые обломки: пропилит обр. 106-(2,3)/10; обломки из русла р. Суадаг; трахиандезиобазальт обр. 162-2/05; аллювий р. Савердон

и заметные минимумы в содержании фосфора и титана.

Сравнение мультиэлементных спектров и спектров REE (рис. 6) в неоген-четвертичных вулканитах Большого Кавказа показало, что вулканиты свиты Р-Д сопоставимы с вулканитами Кельского района и гор Сурх, Крандурх. Незначительные отличия андезиобазальтов Сурх, Крандурх проявлены в содержаниях тяжелых REE, а вулканитов Кельского района – в содержаниях радиоактивных (U,Th) и тяжелых REE.

Сравнение андезитов свиты Р-Д с эталонами пород [11] (рис. 7), образовавшихся из слэбовых, надслэбовых источников и пород, имеющих рифтовую природу, показало, что: 1) спектрограммы андезитов свиты Р-Д хорошо согласуются со спектрограммами вулканитов, образовавшихся из слэбовых источников. Однако андезиты свиты Р-Д отличаются от рассмотренного эталона (вулкан Жигпоху) наличием негативной Ta-Nb аномалии и отсутствием положительной анома-

лии Nd; 2) спектрограммы андезитов свиты РД подобны спектрограммам вулканитов, сформировавшимся из надслэбовых источников (имеют общие с ними негативные аномалии Ta; Nb; Ti) и вулканитами, имеющими рифтовый, обогащенный источник (вулкан Удалианчи). Отличие от рассмотренных эталонов заключается в существенно меньших концентрациях большинства элементов.

Величины стронциевых отношений (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr) в андезитах, дацитах свиты Р-Д варьируют в пределах от 0,704401±9 до 0,705689±9, а неодимовых (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd) – в пределах от 0,512645±6 до 0,512799±6 (табл. 3). По этим показателям вулканиты Р-Д вполне сопоставимы с миоценовыми адакитовыми гранитоидами Центрального Андского металлогенического пояса в Чили (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 0,703761–0,704118; ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd 0,512758–0,512882). На диаграмме eNd(t) – (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr) фигуративные точки вулканитов свиты Р-Д попадают в поле адакитов, сформировавшихся при плавлении континентальной нижней коры [6].

РУДНАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

Сравнение содержаний рудных элементов в вулканитах свиты Р-Д (табл. 1, 2) с кларковыми концентрациями в средних по составу породах (Кк) показало, что в большинстве случаев они близки к кларковым величинам. В единичных случаях отмечено повышение содержаний молибдена до 5,4 г/т (Кк – 5) и меди до 406; 549 г/т (Кк – 12). Стабильно повышенные содержания характерны для серебра (Кк – 4,4) и висмута (Кк – 22). Проведенные дополнительные анализы (ICP-MS) четырех образцов (андезит – пробы 106-6/10, 110-4/11; пропилит – 106-2/10, 106-3) на содержание Ag и Au показали, что: содержание серебра в андезитах равно 0,30–0,38 г/т, (Кк – 4,8); в пропилитах – 0,26–0,43 г/т (Кк – 4,9). Содержание золота в андезитах равно 0,08–0,18 г/т (Кк – 46,4); в пропилитах – 0,12–0,35 г/т (Кк – 83,9). По-видимому, можно говорить о потенциальной золото-висмутовой с серебром специализации вулканитов свиты Рухс-Дзуар и повышении концентраций золота в процессе изменения вулканитов вблизи вулканических аппаратов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Петрографическое изучение вулканитов показало, что они преимущественно представлены андезитами, дацитами, риодацитами и содержат: 1) резорбированные кристаллы, окруженные реакционными каймами, образовавшимися в результате их термического разложения и окисления; 2) «ситовидные» плагиоклазы с включениями стекла, что обусловлено неравномерным (скелетным, ячеистым) ростом кристаллов из «переохлажденного» расплава, либо с

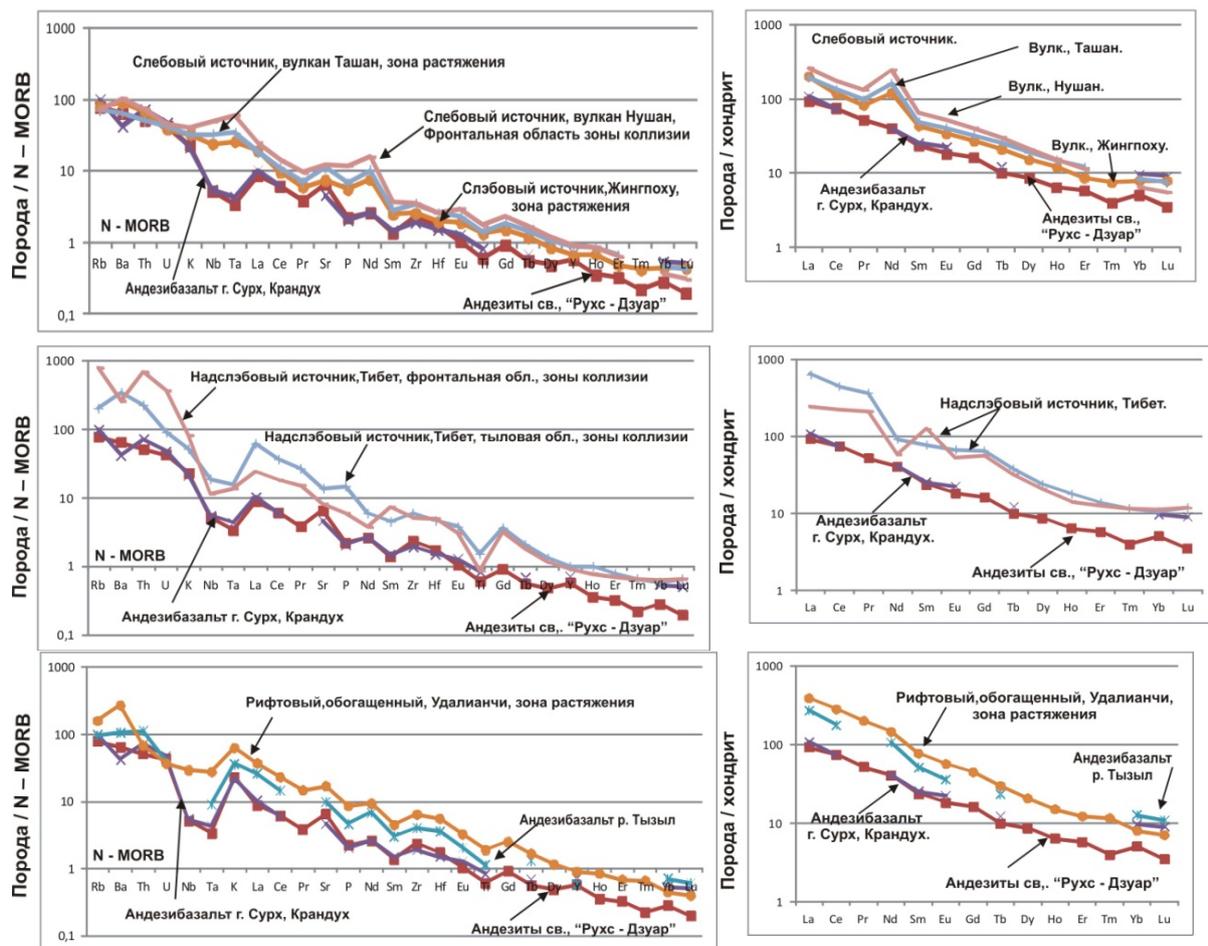


Рис. 7. Мультиэлементные спектры и спектры РЗЭ андезитов свиты Рухс-Дзуар и кайнозойских вулканических пород из слэбовых и надслэбовых источников, в зонах конвергентных границ Азии [Рассказов и др., 2012]

их кристаллизацией в условиях декомпрессии. Появление нескольких неравновесных ассоциаций минералов вкрапленников является следствием сложной эволюции исходных расплавов [3]. Сравнение андезитов и дацитов свиты Р-Д со спектрограммами аналогичных по составу плиоцен-четвертичных вулкаников Большого Кавказа позволило высказать предположение о том, что они являются производными расплавов, близких по составу базальтам, андезибазальтам, останцы которых известны в районе гор Сурх, Крандух на южной окраине Кабардинской впадины ТККП.

На диагностических диаграммах фигуративные точки вулкаников свиты Р-Д группируются как в полях пород, сформированных у деструктивных границ плит ($Hf/3 - Th - Ta$), андезитов, дацитов континентальных рифтов ($(La/Yb)_N - K$), так и адацитов ($Sr/Y - Y_{ppm}$); $(La/Yb)_N - Yb_N$, образовавшихся при плавлении 10 % гранатового амфиболита, и адацитов, производных от плавления континентальной нижней коры $eNd(t) - (^{87}Sr/^{86}Sr)$. Характер распределения элементов на

спайдер-диаграммах и мультиэлементных спектрах указывает на то, что имел место процесс фракционирования редких земель и обогащения пород LILE, LREE при дуплетировании HFSE и тяжелых REE. Сравнение мультиэлементных спектров с эталонами пород, образовавшихся из слэбовых, надслэбовых источников и пород, имеющих рифтовую природу [11], показало, что по содержанию элементов андезиты свиты Р-Д сопоставимы с производными слэбовых источников. Величины изотопных отношений в вулканиках свиты Р-Д: $^{87}Sr/^{86}Sr$ $0,704401 \pm 9 - 0,705689 \pm 9$; $^{143}Nd/^{144}Nd$ $0,512645 \pm 6 - 0,512799 \pm 6$ указывают на присутствие в породах мантийной компоненты.

Полученные противоречивые, на первый взгляд, особенности петрохимического состава, на наш взгляд, вполне согласуются с геологической позицией вулкаников свиты Рухс-Дзуар. Напомним, что вулканики распространены в зоне локальных впадин ТККП вблизи границы погружившегося под южную окраину Скифской платформы слэба Закавказской плиты (рис. 1).

В связи с наличием адацитовых характери-

Таблица 2

Результаты ICP-MS анализа (элементы в г/т)

Элементы	Номера проб							
	109-1/11	109-3/11	109-8/11	110-2/11	110-4/11	111-4/11	111-6/11	111-7/11
Li	18	26	14	12	17	30	26	21
Be	2,6	2,9	2,9	1,9	1,7	2,9	2,9	2,7
Sc	1,5	7,8	7,1	8,5	8,8	1,1	3,6	1,1
Ti	1989	3279	4575	6833	4574	3434	2678	3693
V	33	64	79	122	92	51	44	52
Cr	24	62	46	208	116	41	32	29
Mn	175	424	530	663	543	318	355	341
Co	4,8	11	14	23	17	6,6	5,8	7,8
Ni	8,8	28	27	71	67	8,6	10	12
Cu	<ПО	40	549	406	19	24	53	0,2
Zn	30	41	58	76	57	49	36	45
Rb	18	70	47	26	39	31	77	37
Sr	535	554	406	512	532	113	197	176
Y	7	13	12	12	9,5	5,7	8,8	6,4
Nb	3	5	6	10	6,9	7,2	4,5	5,6
Mo	<ПО	<ПО	<ПО	0,71	0,38	5,4	<ПО	<ПО
Ag	0,11	0,24	0,37	0,49	0,33	0,29	0,39	0,26
Cd	0,03	0,10	0,19	0,21	0,11	0,09	0,13	0,13
Cs	2,9	5,1	1,6	1,2	2,2	2,2	8,2	2,6
Ba	292	458	349	397	414	144	285	201
La	13	23	19	23	21	8,6	15	12
Ce	26	50	43	51	41	20	32	27
Pr	3,3	5,7	4,8	5,5	4,5	2,3	3,6	3,1
Nd	12	21	19	21	17	8,8	13	12
Sm	2,3	4,1	3,5	4,1	3,1	1,8	2,7	2,2
Eu	0,87	1,1	1,0	1,2	0,92	0,47	0,71	0,64
Gd	2,0	3,7	3,4	3,8	2,9	1,7	2,5	2,1
Tb	0,22	0,43	0,39	0,44	0,31	0,20	0,28	0,22
Dy	1,3	2,4	2,5	2,5	1,9	1,2	1,6	1,4
Ho	0,19	0,41	0,41	0,41	0,31	0,18	0,26	0,22
Er	0,59	1,1	1,3	1,1	0,83	0,53	0,79	0,67
Tm	0,056	0,14	0,14	0,12	0,082	0,039	0,075	0,057
Yb	0,56	1,1	1,1	1,0	0,72	0,51	0,72	0,50
Lu	0,050	0,12	0,13	0,10	0,079	0,039	0,080	0,042
Hf	1,0	2,1	3,5	4,1	3,0	2,6	3,3	2,5
Ta	0,13	0,30	0,37	0,52	0,37	0,27	0,29	0,33
W	0,50	1,1	0,71	1,0	0,67	0,75	0,81	0,75
Pb	22	39,8	17	14	13	13	12	18
Bi	0,32	0,36	0,15	0,059	0,14	0,31	0,23	0,23
Th	4,8	8,3	6,1	6,1	6,2	3,1	5,9	4,4
U	1,6	3,1	2,9	2,1	1,9	1,7	2,2	2,6

стик в вулканитах свиты Р-Д рассмотрим этот вопрос более детально. Адакиты – петрологический термин, предложенный [15] для определения средних и кислых магматических пород, образовавшихся путем непосредственного плав-

ления базальтов молодой (≤ 25 млн лет), относительно горячей субдуцируемой плиты. Для адакитов характерны: 1) высокие содержания $\text{SiO}_2 \geq 56\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 15\%$, Sr, LILE, V, Cr; 2) низкие содержания $\text{Y} < 18$ г/т, $\text{Yb} < 1,8$ г/т, HFSE, Nb, Ta;

Результаты изотопного (Rb, Sr, Sm, Nd) анализа вулканитов свиты Рухс-Дзуар

Обр	Порода	Rb	Sr	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Nd	Sm	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	ϵ_{Nd}
		ppm	ppm	$\pm 2\sigma$	$\pm 2\sigma$	ppm	ppm	$\pm 2\sigma$	$\pm 2\sigma$	
109-1	дацит	54	820	0.191 \pm 1	0.704886 \pm 10	13.1	2.4	0.1102 \pm 2	0.512722 \pm 6	1.64 \pm 11
109-8	дацит	81	535	0.440 \pm 1	0.704691 \pm 10	22.0	4.1	0.1136 \pm 1	0.512737 \pm 6	1.93 \pm 11
110-2	андезит	44	665	0.01897 \pm 6	0.704501 \pm 10	25.5	4.8	0.1147 \pm 3	0.512768 \pm 6	2.54 \pm 11
110-5	андезит	44	535	0.02497 \pm 8	0.704401 \pm 9	21.0	4.0	0.1166 \pm 1	0.512799 \pm 6	3.14 \pm 11
111-6	дацит	115	340	0.987 \pm 2	0.705689 \pm 9	16.5	3.2	0.1173 \pm 3	0.512645 \pm 6	0.14 \pm 11

3) высокие величины отношений: Sr/Y и $\text{La}^{\text{a}}/\text{Yb}^{\text{b}}$ > 8–10, указывающие на сильно дифференцированный тип распределения REE в породах; 4) низкие величины отношений: K/La , Rb/La , Ba/La . Обычно адакиты рассматривают как: 1) результат плавления подплитных базальтов; 2) результат плавления субдуцированного слэба на небольших глубинах; 3) результат возрастающего плавления субдуцирующего слэба, в котором отмечается переход от процесса дегидратации к частичному плавлению; 4) на основании изотопных характеристик предложена модель образования адакитовых лав в над-субдукционных комплексах в результате плавления флюид-метасоматизированного мантийного клина. В результате моделирования определены условия образования адакитовых магм путем частичного плавления слэба. Они формируются на глубинах 25–90 км при давлении ниже стабильности граната (6–28 GPa) и температурах до 1 050 °C. При этом большое значение придается восходящему мантийному потоку [1; 6; 14; 16; 17; 19; 21]. С адакитовыми интрузивными породами связаны порфиоровые и эпиптермальные медные и медно-золоторудные месторождения в Чили и на Филиппинах, многие медно-порфиоровые месторождения в Восточной Азии и в других регионах мира, а также различные типы золоторудного оруденения [6].

В связи с вышеизложенным отметим высокие содержания золота в вулканитах и пропилитах свиты Р-Д и напомним известный факт – присутствие в шлихах из месторождений песчано-гравийных смесей, приуроченных к свите Рухс-Дзуар, тонкодисперсного самородного золота. По-видимому, имеет место причинно-следственная связь между этими золоти́нами и процессами вторичных изменений вулканитов. Представляется, что это интересная тема для дальнейших исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые надежными аналитическими методами (RFA, ICP-MS) определены и публикуются данные о содержаниях петрогенных оксидов, редких и редкоземельных элементов, включая изотопию (Sr, Rb, Sm, Nd) и данные о концентрациях благородных металлов (Au, Ag) в вулканитах свиты Рухс-Дзуар.

Петрографическое изучение вулканитов показало, что они преимущественно представлены андезитами, дацитами, риодацитами, реже трахиандезитами и трахиандезибазальтами. Сравнение спектрограмм для андезитов и дацитов свиты Р-Д с аналогичными по составу плиоцен-четвертичными вулканитами Большого Кавказа (БК) позволило предполагать, что вулканиты свиты Р-Д являются производными расплавов, близких по составу к базальтам-андезибазальтам, останцы которых обнажаются в районе гор Сурх, Крандурх на южной окраине Кабардинской впадины Терско-Каспийского краевого прогиба (ТККП).

Установлено, что вулканиты свиты Рухс-Дзуар имеют адакитовые характеристики с низкими концентрациями $\text{Yb} = 0,5\text{--}1,1$ г/т; $\text{Y} = 5,7\text{--}12$ г/т. Показано, что в процессе эволюции расплава имели место процессы фракционирования редких земель ($\text{La}^{\text{a}}/\text{Yb}^{\text{b}}$ 14–18), обогащения пород LILE, LREE при диплетировании HFSE и тяжелыми REE. Это подтверждается петрогенетическими диаграммами ($\text{Sr}/\text{Y} - \text{Y}$ г/т), $((\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}} - \text{Yb}_{\text{N}})$, где фигуративные точки вулканитов свиты Р-Д располагаются в полях адакитов, образовавшихся при плавлении 10 % гранатового амфиболита или адакитов, возникших при плавлении континентальной нижней коры $e\text{Nd}(t) - (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})$. Спектрограммы вулканитов свиты Р-Д хорошо согласуются со спектрограммами вулканитов, образовавшихся из слэбовых источников. Величины изотопных отношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 0,704401 \pm 9–0,705689 \pm 9 и $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 0,512645 \pm 6–0,512799 \pm 6 указывают на присутствие в породах мантийной компоненты.

Выявлена потенциально золото-висмутовая с серебром специализация вулканитов свиты Р-Д. Установлено, что в процессе пропилитизации концентрации золота и серебра в измененных вулканитах свиты Р-Д повышаются. Предполагается наличие причинно-следственной связи между известными находками самородного золота в перетолженном материале месторождений песчано-гравийных смесей, приуроченных к разрезам свиты Р-Д, и вулканитами этой свиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеенко Г.П., Палуева А.А., Кувикас О.В. Адакиты в зонах субдукции Тихоокеанского кольца. Обзор и анализ геодинамических условий образования // Вестник КРАУНЦ. Науки о земле. 2011. № 1, Вып. № 17. С. 45–58.
2. Белуженко Е.В., Коваленко Е.И., Письменная Н.С. Стратиграфия олигоцен-оплейстоценовых отложений Северной Осетии (лист к-38-IX) // Проблемы геологии, геоэкологии и минерагении юга России и Кавказа. Новочеркасск. Мат. V международн. научн. конф. 2009. С. 34–39.
3. Газеев В.М., Носова А.А., Сазонова Л.В., Гурбанов А.Г., Докучаев А.Я. Петрогенетическая интерпретация неравновесных ассоциаций минералов-вкрапленников плейстоценовых-голоценовых вулканитов Эльбруса // Вулканология и сейсмология. 2004. № 2. С. 24–45.
4. Газеев В.М., Гурбанов А.Г., Докучаев А.Я., Лексин А.Б., Исаков С.И. Переотложенные вулканиты свиты «Рухс-Дзуар»: проблема местоположения палеовулканического источника их сноса (Северная Осетия, Кавказ) // Вестник Владикавказского научного Центра РАН. 2012. Том 12. № 4. С. 18–28.
5. Газеев В.М., Гурбанов А.Г., Гольцман Ю.В., Олейникова Т.И., Энна Н.Л., Письменный А.Н. Фиагдонский эффузивно-силловый комплекс (Россия, РСО-А): геохимия, геодинамическая обстановка формирования, проблемы рудоносности // Вестник Владикавказского научного Центра РАН. 2014. Том 14. № 2. С. 21–33.
6. Гусев А.И. Петрология адакитовых гранитоидов. – Москва: ИД «Академия естествознания», 2014. 133 с.
7. Имамвердиев Н.А. Геохимия позднекайнозойских вулканических комплексов Малого Кавказа. – Баку: Изд. «Nafta-Press», 2000. 166 с.
8. Клавдиева Н.В. Тектоническое погружение Предкавказских краевых прогибов в Кайнозой // Дисс. на соиск. уч. степени к. г.-м. н., МГУ. 2007. 179 с.
9. Короновский Н.В., Демина Л.И. Строение свиты «Рухс-Дзуар» и позднеплиоценовый вулканизм Казбекской области Кавказа // Бюлл. МОИП. Отд. Геол. 1994. Т. 69. вып. 5. С. 26–33.
10. Маркое А.Н., Самойлович В.Л., Копыльцов А.И. Уточнение геологического строения юрских подсоловых отложений Терско-Каспийского прогиба и оценка перспектив нефтегазоносности. – Ессентуки: СК ТГФ, 2000. С. 110–172.
11. Рассказов С.В., Чувашова И.С., Ясныгина Т.А., Фёдоров Н.И., Саранина Е.В. Калиевая и натриевая вулканические серии в кайнозое Азии. – Новосибирск: Академ. изд. «ГЕО», 2012. 343 с.
12. Смирнова М.Н., Бражник В.М. О тектономагматическом происхождении Осетинской Впадины // Бюл. МОИП. Отд геол., т. XLV(1). 1970. С. 95–108.
13. Январев С.Г. Структурно-фациальные особенности отложений свиты Рухс-Дзуар в южном обрамлении Осетинской впадины. // Проблемы геологии, геоэкологии и минерагении юга России и Кавказа. Новочеркасск. Мат. V международн. научн. конф. 2009, С. 34–39.
14. Benoit M., Aguilon-Robles A., Pallres-Ramos C., et al. Baja California Miocene volcanism: new isotopic constraints on the genesis of niobium – rich basalts. // Geophysical Research Abstracts, 2003.-V.5.-P.02497.
15. Defant M.J., Drummond M.S. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere // Nature, 1990. V. 347. N4. P. 662–665.
16. Haschke, Ben-Avraham Z. Adakites along oceanic transforms // Geophysical Research Abstracts, 2003. V. 5. P. 06789.
17. Martyn H., Moyen J.F. Secular changes the TTG compositions: comparison with modern adakites // Geophysical Research Abstracts. 2003. V.5. P.02673.
18. Robert Reilinger et al. GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions // Journal of Geophysical Research. Vol.111, B05411, doi:10.1029/2005JB004051, 2006.
19. Rollinson H.B., Tarney J. Adakites – Key to understanding LILE depletion in granulites // Lithos 2005. V.79. P.61–81.
20. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts. // Geol. Spec. Publ. №42. 1989. P. 313–345.
21. Thorkelson D.J., Breitsprecher K. Partial melting of slab window margins genesis of adakitic and non-adakitic magmas // Lithos, 2005. V. 79. P. 25–41.

THE VOLCANITES OF RUACH-DZUAR SUITE (NORTH OSSETIA, THE CAUCASUS, RUSSIA): PETROGRAPHY, GEOCHEMISTRY, GEODYNAMICS

Gazeev V.M.¹, Gurbanov A.G.², Lexin A.B.³, Goldsman Yu.V.⁴, Oleinikova T.I.⁵

Scientific budgetian institution of the Russian Academy of Science Institute of Ore Deposits Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry (IGEM RAS)

¹research worker, Ph. D., candid. geol.-min. nauk.

²leading research worker, Ph. D., candid. geol.-min. nauk. (gurbanov@igem.ru)

³leading programmisdt.

⁴senior research worker, Ph. D., candid. geol.-min. nauk.

⁵research worker.

Abstract. Geological structure of the Ruach-Dzuar suite, including of redepositing volcanites (andesites, dacites, rhyodacites and more seldom – trachyandesites, trachyandesibasaltes) was described at this paper. Petrographical characteristic of the volcanic rocks varieties, results of it geochemical investigation by XRF, ISP-MS methods and also data of isotope (Rb, Sr, Sm Nd) investigation was done.

On the basis of geological and interpretation of obtained geochemical data the geodynamic nature of volcanites of the Ruach-Dzuar suite, its metallogenic specialization have been considered. The adakitic characteristics of Ruach-Dzuar suite volcanic rocks were first established.

Keywords: Tersko-Caspian foredeep trough; petrochemical, geochemical, isotope characteristic of the volcanic rocks; metallogenic specialization; geodynamic position, adakite.