

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԳԵՄԻԱ
ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Մեխրսեթյան Խաչատուր Բորիսի

ՓՈՔՐ ԿՈՎԿԱՍԻ ԿԴԶԱՅԻՆ ԱՐԵՂԻ ՎԵՐԻՆ ԿԱՎՃԻ ՈՒՖՏՈՇԻՆ
ԿԱՌՈՒՅՑՆԵՐԻ ԲԱԶԱՆԱՅԻՆ ՀՐԱԲԽԱՅՆՈՒԹՅԱՆ
ՊԵՏՐՈԼՈԳԻԱՆ ԵՎ ԵՐԿՐԱԶԻՄԻԱՆ

Դ.00.04 Ապարագիտություն, հրաբխագիտություն, լիթոլոգիա, մասնագիտությամբ

Երկրաբանական գիտությունների բեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման
ստեղծագիտություն

ՄԵՂՍԱԳԻՐ

Երևան 2000

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Меликсетян Хачатур Борисович

ПЕТРОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ БАЗАЛЬТОИДНОГО ВУЛКАНИЗМА
ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ РИФТОГЕННЫХ СТРУКТУР
МАЛОКАВКАЗСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата геологических наук
по специальности 04.00.04 – петрография, вулканология, литология

Ереван 2000

Ատենախոսության քեման հաստատվել է Հայաստանի Հանրապետության
Գիտությունների Ազգային Ակադեմիայի
Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար	ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս, երկրաբ.-հանք. գիտ. դոկտոր Ռուբեն Տիգրանի Ջրբաշյան
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ	Երկրաբ.-հանք. գիտ. դոկտոր Ռաֆիկ Լևոնի Մելքոնյան Երկրաբ.-հանք. գիտ. քեկնածու Յովհաննես Պողոսի Գույումջյան
Առաջատար կազմակերպություն	ՀՀ Գյուղատնտեսության և Բնօգտագործման Նախարարության Երկրաբանության Վարչություն

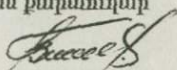
Պաշտպանությունը տեղի կունենա "21" հունիսի 2000թ. ժամը 13⁰⁰ -ին ՀՀ
ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի ք.054 Մասնագիտական
խորհրդի նիստում, հասցեն՝ 375019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ. 24^ա:

Ատենախոսության հետ կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ գրադարանում.

Սեղմագիրը առաքվել է "21" մայիսի 2000թ.:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար

Երկրաբ.-հանք. գիտ. քեկնածու



Հ.Վ. Շահինյան

Тема диссертации утверждена в Институте геологических наук

Национальной Академии Наук Республики Армения

Научный руководитель: Академик НАН РА, доктор геол.-мин. наук
Рубен Тигранович Джрбашян

Официальные оппоненты: Доктор геол.-мин. наук
Рафик Левонович Мелконян
Кандидат геол.-мин. наук
Ованес Погосович Гуюмджян

Ведущая организация: Управление Геологии при Министерстве
сельского хозяйства и природопользования РА

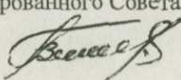
Защита состоится "21" июня 2000 г. в 13⁰⁰ часов на заседании Специализиро-
ванного совета 054 Института геологических наук НАН РА, по адресу:

375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24^а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГН НАН РА.

Автореферат разослан "21" мая 2000 г.

Ученый секретарь специализированного Совета,
кандидат геол.-мин. наук



Г.В. Шагинян

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. В работе на примере верхнемелового вулканизма Малокавказской островодужной системы (МОДС) изучены актуальные проблемы современной петрологии - петрогенезис вулканических серий, приуроченных к локальным рифтогенным структурам в пределах островных дуг (интрадуговые и задуговые рифты); геохимические особенности базальтоидов в связи с геодинамическими обстановками их формирования; расчет составов родоначальных расплавов вулканических серий, Р-Т и окислительно-восстановительных условий их образования на основе изучения составов ликвидусных оливин-хромшпинелевых парагенезисов в базальтоидах; изучение составов хромистых шпинелей в базальтоидах как петрогенетических индикаторов - показателей геодинамической обстановки; изучение степени участия субдукционных и мантийных компонентов в формировании вулканических серий; геохимические характеристики мантийных источников.

Цель и задачи исследований. Основная цель настоящей работы заключалась в установлении геохимической природы и геодинамической обстановки формирования базальтоидного вулканизма верхнемелового этапа развития МОДС. В связи с поставленной целью решались следующие задачи: 1) выявление основных тенденций эволюции верхнемелового вулканизма Малого Кавказа - как сегмента планетарного альпийского Средиземноморского пояса, на основе прецизионных геохимических, петрохимических, изотопных и минералого-геохимических исследований и новейших методов их интерпретации; 2) создание петрогеохимической и петрогенетической модели верхнемелового вулканизма Малокавказской островодужной системы; 3) выявление сходства и различий эволюции каждой из выделенных рифтогенных структур; 4) выявление палеогеодинамической обстановки Малого Кавказа в верхнем мелу, на основе комплексного анализа геолого-тектонических данных и петролого-геохимических и минералогических особенностей вулканических серий, слагающих палеовулканические структуры.

Фактический материал, методика исследований и объем работы. Основу

диссертации составляют результаты полевых и лабораторных исследований автора с 1990 по 1998 годы. В ходе подготовки работы получен и обработан большой объем аналитических данных (авторских и литературных) и новых микрозондовых определений составов минералов. Выполнено и обработано 29 рентгенофлюоресцентных, комплексных атомно-абсорбционных, инструментальных нейтронно-активационных и 1112 рентгеноспектральных микрозондовых анализов. В работе использованы также многочисленные литературные данные по Малому Кавказу и сопредельным территориям Средиземноморского пояса. Исследования включали: 1) полевые изыскания; 2) петрографическое изучение пород; 3) исследование химического, редкоэлементного и Rb-Sr изотопного состава пород; 4) микрозондовые определения составов оливинов и хромшпинелевых включений в них; 5) интерпретация полученных аналитических и других данных с использованием новейших научных представлений с применением современной компьютерной техники.

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав и заключения, включающая две таблицы и 30 рисунков; списка литературы, состоящего из 160 наименований; приложения, состоящего из 15 таблиц и 2 рисунков. Общий объем диссертационной работы составляет 120 страниц.

Научная новизна и практическое значение работы. В настоящей работе проведена детальная петрогеохимическая типизация вулканических образований, обсуждаются составы родоначальных расплавов, и условия их образования, рассматриваются геодинамические аспекты формирования предколлизийного (верхний мел) вулканизма локальных рифтогенных структур в пределах Малокавказской островодужной системы (Северная Армения, Нагорный Карабах), с использованием новых аналитических данных. Впервые петрологические выводы базируются на высокоточных геохимических исследованиях пород и минералого-геохимических данных по составам оливиновых вкрапленников и хромшпинелевых включений в них. В работе впервые даны расчетные

составы родоначальных расплавов, оценки Р-Т и окислительно-восстановительных условий образования верхнемеловых вулканических серий, оценки степени плавления мантийных источников и их геохимические характеристики. Доказана преимущественно внутриплитная природа верхнемеловых вулканических серий, проявленных в зонах рифтогенного растяжения на стадии зрелости Малокавказской островной дуги.

В мезо-кайнозойское время в пределах Малого Кавказа формировались значительные месторождения рудных и нерудных полезных ископаемых, связанных с интенсивным магматизмом и сопутствующими процессами. Предложенная в настоящей работе комплексная система изучения особенностей магматизма, геохимической типизации, петрогенетических особенностей и выявления геодинамических условий формирования вулканических серий может иметь большое научно-практическое значение при изучении магматизма рудноносных областей и представляет собой ценный материал для понимания эндогенных процессов в целом.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы обсуждались на «Первом Всероссийском Петрографическом совещании» (Уфа, 1995); Международной конференции «Проблемы генезиса магматических и метаморфических пород» в Санкт-Петербурге (1998), посвященной столетию Н.А. Елисеева. По теме диссертации имеется 5 публикаций.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность научному руководителю, академику НАН РА Р.Т. Джрбашяну за полезные консультации, постоянное внимание и поддержку в выполнении работы, обсуждение результатов, Р.Г. Магакяну за консультации и советы по выбору основных направлений и методик исследований, И.К. Никогосяну за постоянное внимание, неоценимую помощь и поддержку, А.С. Остроумовой и И.Я. Центер за предоставление образцов пород и аналитического материала, Л.А. Арутюняну за полезное обсуждение ряда важных аспектов работы и высказанные ценные замечания.

Основные защищаемые положения.

1. Верхнемеловой вулканизм МОДС по своей природе не является однозначно островодужным, а несет в себе характерные геохимические и минералогические особенности, позволяющие отнести его к внутриплитному типу.

2. Ареалы распространения верхнемелового вулканизма МОДС на основе анализа геологических и тектонических данных, детальных петролого-геохимических и минералогических исследований могут быть отнесены к рифтогенным (спрединговым) структурам типа энсиалических интрадуговых и задуговых бассейнов современных геодинамических обстановок.

3. Составы минералов оливин-хромшпинелевого парагенезиса соответствуют уровню составов мантийной корреляции, что подтверждает мантийный источник образования исследуемых верхнемеловых серий.

4. Рассчитанные составы родоначальных расплавов верхнемеловых серий по своим петрохимическим особенностям соответствуют: для Гочасской рифтогенной структуры средне-калиевому щелочному пикробазальту, для Иджеванской РС средне-калиевому субщелочному пикробазальту и для Мартунинской РС – высокоглиноземистому базанит-тефриту.

5. Расчетные термодинамические и окислительно-восстановительные условия формирования родоначальных расплавов верхнемеловых вулканических серий соответствуют для Иджеванской рифтогенной структуры – $T=1286-1360^{\circ}\text{C}$, $P=20-22$ кбар (60-70 км), $\lg fO_2=-6,3 - -6,9$; для Гочасской РС – $T=1290-1310^{\circ}\text{C}$, $P=17-19$ кбар (55-58 км.), $\lg fO_2=-6,5$; для – Мартунинской РС $T=1080-1115^{\circ}\text{C}$, $\lg fO_2=-7,4$ (NNO-MH).

ГЛАВА 1. ГЕОЛОГО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ СЕРИЙ МАЛОГО КАВКАЗА

В данной главе рассмотрены геология и геотектоническое положение Иджеванской (ИРС), Гочасской (ГРС) и Мартунинской (МРС) рифтогенных структур в пределах Малокавказской островодужной системы с использовани-

ем преимущественно литературных данных (А.Т. Асланяна, М.Б. Лордкипанидзе, Р.Г. Магакяна, Р.Л. Мелконяна, А.Х. Мнацаканян, А.С. Остроумовой, М.А. Сатиана, Г.С. Соколова, Г.А. Туманяна, И.Я. Центрер и др.)

В целом для Малокавказской островодужной системы признается наличие четырех основных этапов развития магматизма нижне-среднеюрский, верхнеюрский – нижнемеловой, верхнемеловой и палеогеновый (Мелконян, 1989 и др.). Верхнемеловой вулканизм проявлен в пределах локальных автономных структур - ИРС, ГРС, МРС, (рис.1) по опубликованным геофизическим данным в пределах изучаемых структур поверхность Мохо залегает на глубине около 40 км, «гранитный» слой редуцирован, а в осевых частях полностью выклинивается, что подтверждает их рифтогенную природу.

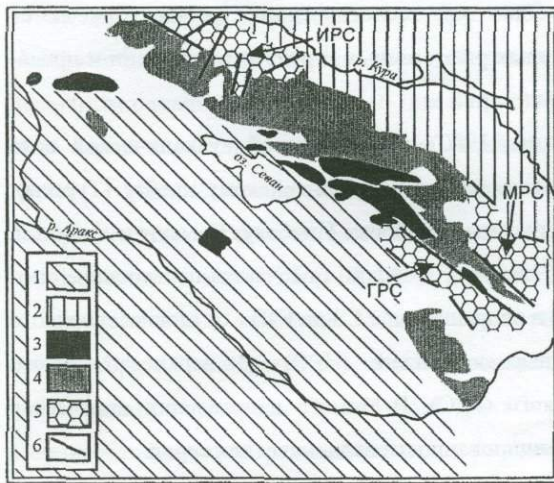


Рис.1. Схематическая карта геолого-структурного положения верхнемеловых рифтогенных структур Мало Кавказа. 1. - Область с докембрийским фундаментом (Гондванский тип) 2. - Область с фундаментом герцинского возраста (Евразийский тип), 3. - Офиолиты Мало Кавказа, 4. - Островодужные ассоциации юры-нижнего мела МОДС, 5. - Верхнемеловые рифтогенные структуры: ИРС – Иджеванская; ГРС – Гочасская; МРС – Мартунинская; 6. Главные разломы контролирующие рифтогенез. По данным А.Т. Асланяна (1984), А.А. Габриеляна (1985), Р.Г. Магакяна (1993), А.А. Остроумовой (1995), Г.А. Туманяна (1977), автора и др.

Иджеванская и Мартунинская рифтогенные структуры локализованы в тыловой зоне МОДС и имеют резко выраженный наложенный характер, ограничены глубинными разломами, контролирующими рифтогенное погружение (рис.1). Как показывает геологическое положение ИРС и МРС, эти структуры можно условно сопоставить с энсиалическими задуговыми рифтовыми бассейнам, описанным для различных, как современных, так и палеоостровных дуг. Положение Гочасского прогиба отвечает тыловой зоне Капанского сегмента

МОДС, где вулканиты кампан-маастрихта отделены от Севано-Акеринской офиолитовой сутуры Лачинским разломом (рис.1). Геодинамическая интерпретация Гочасского рифтогенного прогиба залегающего непосредственно на офиолитах достаточно спорна, (так же как и положение Капанского сегмента) однако петрогенетические особенности вулканических серий Гочаса дают основание полагать, что речь идет о спрединговой структуре типа интрадугового рифта (бассейна).

Характерно, что центры вулканизма Иджеванской, Мартунинской и Гочасской рифтогенных структур в целом схожи и представлены относительно небольшими линейно расположенными аппаратами центрального типа, с извержениями в мелководно-морской обстановке и возникновением вулканических островов. Несмотря на ряд общих черт геологического строения, отмечается автономность развития названных рифтогенных структур во времени и проявлении различных вулканических серий.

По данным (Лордкипанидзе, 1980), верхнемеловой вулканический пояс протягивается от Малого Кавказа на запад, к Понтийскому хребту (Турция), где верхнемеловые породы описаны в районах Инеболу, Самсун и Синоц, а также на юго-восток в Иран (Эльбурс). В целом, отмечается постепенное омоложение возраста вулканизма в направлении с СЗ на ЮВ - от нижнесенонского (Понтиды), через верхнеконьяк-сантонский (ИРС) до верхнесантонского (МРС) и кампан-маастрихтского (ГРС). В том же направлении отмечается уменьшение степени дифференцированности вулканических серий.

ГЛАВА 2. ПЕТРОГРАФИЯ И ПЕТРОХИМИЯ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ СЕРИЙ МАЛОГО КАВКАЗА

В данной главе рассмотрены петрографические особенности и петрохимия вулканических серий ИРС, ГРС и МРС. Петрохимические особенности исследуемых вулканических серий рассмотрены на вариационных диаграммах главных оксидов по SiO_2 и $\text{Mg\#}$, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{TiO}_2$, $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3-\text{P}_2\text{O}_5$.

В составе вулканической серии Иджеванской рифтогенной структуры выделены $Ol+Crpx+Pl$ базальты, Ol -долеритовые базальты, $Orx+Crpx+Pl$ андезитобазальты и андезиты, $Am+Pl+Orx$ риодациты, $Bi+Pl+Q+Sn$ риолиты (Мнацаканян, 1981). Характерно преобладание пород базальтоидного ряда. Вулканициты относятся к субщелочной натриевой серии ($K_2O/Na_2O=0,1-1$). Отношение CaO/Al_2O_3 в базальтах не подвержено большим вариациям и составляет 0,55-0,72. Для субщелочных оливиновых долеритовых базальтов ИРС свойственно высокое содержание магния ($MgO=9-13\%$).

В Гочасской рифтогенной структуре выделены серии: субщелочных и щелочных Ol базальтов и $Ol+Crpx+Pl$, $Crpx+Orx+Pl$, $Crpx+Pl$ базальтов, андезитобазальтов, андезитов, и трахиандезитов с натриевым уклоном (Остроумова и др., 1991). Характерны отношения $K_2O/Na_2O=0,01-0,49$, $CaO/Al_2O_3=0,19-0,76$. Наименее дифференцированные породы отвечают по составу субщелочным и щелочным оливиновым базальтам. Для петрографического состава вулканических серий характерно преобладание базальтоидов, разделяющихся на две группы – оливин-плаггиоклазовые, оливин-клинопироксеновые и оливин - клинопироксен-плаггиоклазовые базальты. Для вулканицитов ГРС характерны повышенные концентрации TiO_2 (1,02-1,9%), а также P_2O_5 .

Вулканический комплекс Мартунинской рифтогенной структуры представлен $Crpx+Ol$ лимбургитами, эпидейцитовыми базанитами, $Ol+Crpx+Pl$ эпидейцитовыми тефритами, $Crpx+Pl+Amf$ трахибазальтами, $Crpx+Amf+Pl$ трахиандезитобазальтами и трахиандезитами, и расслоенным интрузивным комплексом щелочных габбро и долеритов (Остроумова и др., 1989). В целом, для вулканических серий МРС отмечается наиболее высокое содержание щелочей (с преобладанием калия) и присутствие нормативного нефелина, характерны $K_2O/Na_2O=0,06-2,40$ и $CaO/Al_2O_3=0,38-0,98$. Лейцит в базальтоидах МРС замещен анальцимом (Остроумова и др., 1989). Вулканические серии отличаются незначительной степенью дифференцированности ($SiO_2=40-52\%$), отмечается обогащение TiO_2 и MgO , характерны высокие содержания Al_2O_3 , P_2O_5 и K_2O .

ГЛАВА 3. ГЕОХИМИЯ БАЗАЛЬТОИДОВ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ РИФТОГЕННЫХ СТРУКТУР МАЛОГО КAVKAZA

В данной главе рассматриваются новые данные по распределению элементов примесей (HFSE, LILE, REE и элементов группы железа), полученные с использованием современных высокоточных аналитических методик (атомно-адсорбционной рентгенофлюоресцентной и инструментальной нейтронно-активационной). Анализы выполнены в ГЕОХИ РАН им. В.И.Вернадского. Изотопные Rb-Sr анализы проведены в ИГН НАН РА.

При рассмотрении спектра распределения несовместимых элементов в базальтоидах ИПС, ГРС и МРС на расширенных редкоэлементных диаграммах наблюдается «взгорбленный» вид кривых, которые по своей форме, характеру распределения и абсолютным содержаниям ряда элементов близки к таковым континентальных и океанических внутриплитных щелочных базальтов и коренным образом отличающийся от спектров островодужных и СОХ базальтов. Отмечаются максимумы содержаний Nb, Ta, Hf и минимум Rb.

Для субщелочных базальтоидов Иджеванской рифтогенной структуры характерны пониженные индикаторные отношения $Th/Ta=2,16-2,27$, $Zr/Nb=1,75-3,69$, $La/Nb=0,38-0,45$, $La/Ta=4,05-5,16$, $Ba/Nb=3,6-4,8$, $Ba/La=8,11-12,72$, $V/Ni=0,7$, высокие $Ni/Co=4,73-4,75$, $Ti/V=34,47-38,86$, $Ti/Y=250-262$, и вариации отношений $^{87}Sr/^{86}Sr=0,70406-0,70432$; отмечается умеренное обогащение ЛРЗЭ – $La/Yb=5,86-5,95$.

Щелочные базальтоиды Гочасской рифтогенной структуры характеризуются низкими отношениями $Th/Ta=0,98-1,15$, $Zr/Nb=4,21-4,64$, $La/Nb=0,45-0,60$, $La/Ta=3,38-4,87$, $Ba/Nb=6-7,5$, $Ba/La=12,55-13,40$, $V/Ni=1,73-1,74$, высокими $Ni/Co=2,63$, $Ti/V=57,33-59,95$, $Ti/Y=419-648$, установлено умеренное обогащение легкими РЗЭ – $La/Yb=6-6,25$, изотопное отношение $^{87}Sr/^{86}Sr=0,70438$.

Для щелочных калиевых базальтоидов Мартунинской рифтогенной структуры отмечаются повышенные концентрации HFS элементов, индикаторные геохимические отношения следующие: $Th/Ta=0,83-2,05$, $Zr/Nb=4-6$,

$La/Nb=0,38-2,00$, $Ba/Nb=3-25$, $La/Ta=2,5-32$, $Ba/La=2,00-21,00$, $V/Ni=0,66-4,33$; характерны высокие отношения $Ni/Co=1,4-3,53$, $Ti/V=28-64$, $Ti/Y=237-385$, установлена высокая степень обогащения легкими REE - $La/Yb=7,6-40$, отношения изотопов стронция - $^{87}Sr/^{86}Sr=0,70407-0,70418$.

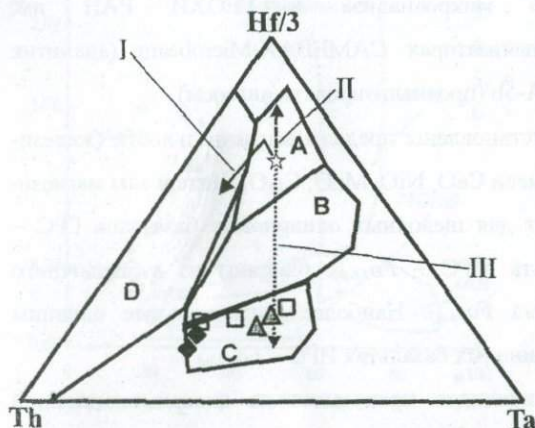


Рис. 2. Диаграмма Th-Hf/3-Ta, для верхнемеловых базальтоидов ИРС, ГРС, МРС по (Wood, 1980). Оконтурированы поля: А - нормальный тип MORB, В - обогащенный тип MORB + внутриплитные базальты, С - щелочные внутриплитные базальты, D - базальты островных дуг. Тренды изменения мантийных источников (Pearce, 1987): I - обогащение в субдукционной обстановке, II - обеднение во внутриплитной обстановке, III - обогащение во внутриплитной обстановке. Звездочкой показан состав мантии в целом по (McDonough, 1995).

◆ - ИРС, ▲ - ГРС, □ - МРС.

Отмеченные геохимические особенности, а также положение фигуративных точек базальтоидов на дискриминационных диаграммах $Zr-Ti/100-Y \times 3$, $Zr/Y-Zr$, $Ti-Cr$, $Cr-Y$ (Pearce, 1979, 1982, 1987) $V-Ti/1000$ (Shervais, 1982), Th-Hf-Ta (Wood, 1980), $Ba-Nb$, $Ba-La$ (Кононова, 1993), позволяют отнести вулканические серии верхнемеловых рифтогенных структур МОДС к внутриплитному геохимическому типу.

На диаграмме Th-Hf/3-Ta (Wood, 1980), исследуемые составы базальтоидов располагаются в поле С - щелочных внутриплитных базальтоидов (рис. 2). На диаграмме показаны тренды изменения первичного мантийного источника для различных петрогенетических моделей по (Pearce, 1987), демонстрирующие, что обогащение мантийного источника во внутриплитной обстановке проявляется в смещении составов в сторону увеличения концентраций Th и Ta, а рост концентраций Th относительно Hf и Ta отражают обогащение мантии над зонами субдукции (островодужная обстановка).

ГЛАВА 4. МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ ОЛИВИН - ХРОМШПИНЕЛЕВЫХ ПАРАГЕНЕЗИСОВ В ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ БАЗАЛЬТОИДАХ ИДЖЕВАНСКОЙ, ГОЧАССКОЙ И МАРТУНИНСКОЙ РИФТОГЕННЫХ СТРУКТУР.

Составы оливинов и хромшпинелевых включений в них, определены методом электронно-зондового микроанализа в ГЕОХИ РАН им. В.И.Вернадского, на микроанализаторах CAMEBAX-Microbeam (аналитик Н.Н. Кононкова) и Hitachi XMA-5b (проанализировано автором).

По данным определений установлены пределы магнезиальности (железистости) оливинов, а также примеси CaO, NiO, MnO, Cr₂O₃. Интервалы магнезиальности оливинов составляют для щелочных оливиновых базальтов ГРС – Fo_{78-90} , для щелочного базальта МРС – Fo_{74-89} , оливины из субщелочного габброида МРС, имеют состав Fo_{74-87} . Наиболее магнезиальные оливины выявлены в субщелочных оливиновых базальтах ИРС – Fo_{77-94} .

Анализ составов хромшпинелидов проводился на дискриминационной тройной диаграмме в координатах Fe^{3+} - Al - Cr. Часть хромшпинелидов из базальтов ИРС и ГРС близка по составу к хромшпинелям из шпинелевых абиссальных перидотитов (Гуренко, 1991), шпинели из базальтоидов МРС содержат больше железа и меньше хрома.

Хромшпинелиды в основных и ультраосновных магматических породах являются важными петрогенетическими индикаторами и могут быть использованы для геохимической и геодинамической типизации вулканических серий (Dick, Bullen, 1984). Так, содержания TiO_2 и вариации отношений $Fe^{3+}/(Cr+Al+Fe^{3+})$, $Cr/(Cr+Al)$ в хромшпинелидах позволяют разделить островодужные и внутриплитные базальтоиды, базальты срединно-океанических хребтов и задуговых бассейнов [Arai, 1989].

Положение фигуративных точек составов хромшпинелидов, содержащихся в виде включений в оливинах, на диаграммах TiO_2 – $Cr/(Cr+Al)$ (рис.3) и TiO_2 – $Fe^{3+}/(Fe^{3+}+Al+Cr)$, показывает, что базальтоиды Мартунинской и Гочас-

ской рифтогенных структур находятся в области щелочных внутриплитных вулканических серий.

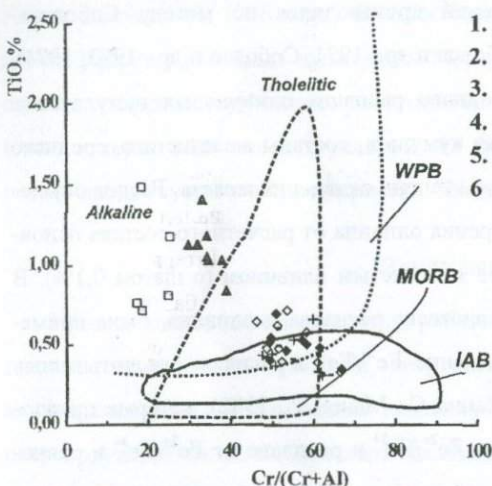


Рис.3 Составы включений хромшпинелидов в оливинах вулканических серий ИРС, ГРС, МРС на дискриминационной диаграмме $\text{TiO}_2 - \text{Cr}/(\text{Cr}+\text{Al})$, (Arai, 1989).
 1. $\blacktriangle$ Указаны поля и области составов: IAB – базальты островных дуг, MORB – базальты срединно-океанических хребтов, WPB – внутриплитные базальтоиды (щелочные и толеитовые).
 2. $\square$ Условные обозначения: 1.– щелочной оливиновый базальт, Гочасская рифтогенная структура; 2.– щелочной габброид, Мартунинская рифтогенная структура; 3., 4., 5., 6.– субщелочные оливиновые базальты, Иджеванская рифтогенная структура.

Точки составов хромшпинелидов из базальтов Иджеванской рифтогенной структуры располагаются в области наложения полей WPB, MORB, IAB, как отмечено (Arai, 1989), подобные тенденции характерны для базальтоидов задуговых спрединговых бассейнов.

ГЛАВА 5. СОСТАВ РОДОНАЧАЛЬНЫХ РАСПЛАВОВ ВУЛКАНИЧЕСКИХ СЕРИЙ ИДЖЕВАНСКОЙ, ГОЧАССКОЙ И МАРТУНИНСКОЙ РИФТОГЕННЫХ СТРУКТУР И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ.

Результаты проведенных детальных минералогических и геохимических исследований ликвидусных оливин-хромшпинелевых парагенезисов в базальтоидах вулканических серий ИРС, ГРС и МРС позволяют провести оценку составов родоначальных расплавов и термодинамические условия их образования. Составы оливин-хромшпинелевых парагенезисов базальтоидов ИРС, ГРС и МРС находятся в области оливин-хромшпинелевого парагенезиса мантийных пород OSMA (Olivine-spinel mantle array, Arai, 1987, 1989). Что подтверждает мантийный генезис вулканических серий и позволяет применить

описанные ниже методики расчета составов, оценок фугитивности кислорода, температур и давлений образования родоначальных расплавов. Расчет родоначальных расплавов указанных серий производился по методу Соболева-Данюшевского (Данюшевский, Соболев и др., 1991, Соболев и др., 1993, 1994), который основан на расчете исходного расплава оливиновых кумулатов с входными данными: валовый состав кумулата, составы железистого, среднего и наиболее магнезиального оливина, степень окисления железа. Расчет осуществлялся методом шагового растворения оливина от расчетного состава основной массы, равновесной с наиболее железистым оливином (с шагом 0,1%). В качестве модели, описывающей равновесие расплава и оливина, была применена модель (Ford et al., 1983). Отношение Fe^{2+}/Fe^{3+} в расплаве рассчитывалось по экспериментальным данным (Maurel C., Maurel P., 1982), которые предложили методику оценки зависимости Fe^{2+}/Fe^{3+} в расплаве от Fe^{2+}/Fe^{3+} в равновесном хромшпинелиде. Корреляция между степенью окисленности железа в хромшпинелиде и магнезиальностью оливина-хозяина предоставила возможность количественной оценки Fe^{2+}/Fe^{3+} в расплаве. Температуры кристаллизации родоначальных расплавов оценивались по схеме моделирования фракционной кристаллизации по геотермометру оливин-шпинель (Ford et al., 1983).

Для оценки окислительно-восстановительных условий образования расплавов изученных вулканических серий, была применена модель (Борисов, Шапкин, 1989) на основе зависимостей между Fe^{2+}/Fe^{3+} в шпинелях и составами ассоциирующих оливинов в исследуемых образцах, экспериментальных данных шпинель-расплав (Maurel C, Maurel P., 1982) и температуры их равновесия по модели (Ford et al., 1983). Для базальтоидов Иджеванской и Гочасской рифтогенных структур, где были обнаружены наиболее высокомагнезиальные оливины, равновесные с мантийным веществом, была проведена также расчетная оценка давлений по методике (Соболев и др. 1994), состоящей в нанесении составов родоначальных расплавов на проекцию принятого базальтового тетраэдра $Ol-Pl-SiO_2$, на которую нанесены изолинии давления, полученные в

результате экспериментальных данных по частичному плавлению мантийного вещества методом «сэндвича» при различных давлениях (Jagues, Green, 1980, Fallon, Green, 1987, 1988 и др.). В связи с отсутствием в лимбургитах – наименее дифференцированных вулканитах Мартунинской рифтогенной структуры свежих оливинов, полученные расчетные оценки состава родоначального расплава и термодинамических условий его формирования для МРС отражают состав продвинутой в области кристаллизационной дифференциации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные в диссертационной работе данные по геолого-тектонической позиции, петрохимии, геохимии, петрологии, минералогии и всесторонний анализ данных по верхнемеловым вулканическим комплексам Малокавказской островодужной системы позволяют сделать вывод о формировании вулканических серий в обстановке рифтогенного растяжения. Геохимические особенности верхнемеловых вулканических серий Малого Кавказа, положение фигуративных точек базальтоидов на дискриминационных диаграммах и минералогия оливин-шпинелевого парагенезиса вулканических серий позволили отнести их к внутриплитному типу.

Петрогеохимические, петрогенетические и геодинамические особенности формирования верхнемелового вулканизма Малокавказской островодужной системы могут быть представлены следующим образом:

1. На фоне глобального сжатия вследствие сложного взаимодействия и сближения Евразийской, Афро-Аравийской плит в верхнем мелу, в пределах МОДС формировались автономные структуры рифтогенного растяжения – Иджеванская (возраст вулканизма коньяк–сантон), Мартунинская (сантонский) и Гочасская (верхний сантон–нижний маастрихт). Геолого-геодинамическими особенностями указанных структур являются: автономность формирования, их наложенный характер на островодужные комплексы юры-нижнего мела МОДС, утонение континентальной коры в их пределах с полным выклинива-

нием коры в осевых зонах рифтов, наличие контролирующих рифтогенез глубинных разломов.

2. В пределах Иджеванской, Мартунинской, Гочасской рифтогенных структур формируются базальтоиды внутриплитного типа, содержащие равновесную с мантией оливин-шпинелевую парагенетическую минеральную ассоциацию.

3. Рассчитанные составы родоначальных расплавов указанных вулканических серий соответствуют для ИРС - средне-калиевому субщелочному пикробазальту, для ГРС - средне-калиевому щелочному пикробазальту, для МРС высокоглиноземистому базанит-тефриту.

4. Окислительно-восстановительные и термодинамические условия формирования родоначальных расплавов различны и составляют для ИРС $lgfO_2 = -6,3 - -6,9$ (QFM-NNO), температура равновесия - $1286-1360^\circ\text{C}$, оценка давления формирования родоначального расплава - 20-22 кбар (глубина 60-70 км.); для ГРС $lgfO_2 = -6,5$ (NNO), температура равновесия - $1290-1310^\circ\text{C}$, оценка давления - 17-19 кбар (глубина 55-58 км.); для МРС - $lgfO_2 = -7,4$ (NNO-MH), температура равновесия - $1080-1115^\circ\text{C}$.

5. Геохимические особенности вулканических серий ИРС, ГРС, МРС указывают на обогащенные во внутриплитной обстановке мантийные источники. Различия составов вулканических серий ИРС, ГРС, МРС и их дальнейшая эволюция обусловлены гетерогенностью мантийных источников, геодинамическими и термодинамическими факторами.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Джрбашян Р.Т., Меликсетян Х.Б., Мнацаканян А.Х. Особенности коллизионного вулканизма Малого Кавказа. // Материалы I Всероссийского Петрографического Совещания, Уфа. 1995. Книга 1, с. 70-71.
2. Джрбашян Р.Т., Казарян Г.А., Карапетян С.Г., Меликсетян Х.Б., Мнацаканян А.Х., Ширинян К.Г. Мезокайнозойский базальтовый вулканизм северо-

восточной части Армянского нагорья. // Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1996 XLIX, №1-3, с. 19-31.

3. Меликсетян Х.Б. Петрогеохимические особенности верхнемелового вулканизма Малого Кавказа. // Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1997, L, № 1-2, с. 41-50.

4. Гукасян Р.Х., Меликсетян Х.Б., Мнацаканян А.Х. Рубидий-стронциевые изотопные исследования и петрогенезис верхнемеловой вулканической серии Сев. Армении. // Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1997 L, № 3, с. 21-33.

5. Джрбашян Р.Т., Казарян Г.А., Карапетян С.Г., Меликсетян Х.Б., Мнацаканян А.Х. Ширинян К.Г. Эволюция Мезо-Кайнозойских вулканических серий Армении в различных геодинамических обстановках. // Тезисы докладов Межд. конф. к столетию Н.А. Елисеева, СПб. 1998, с. 96-97.

ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

Ատենախոսության մեջ ներկայացված Փոքր Կովկասի կղզադեղային համակարգի վերին կավճի հրաբխային համալիրների երկրաբանա-տեկտոնական, պետրոքիմիական, երկրաքիմիական, պետրոլոգիական, միներալոգիական տվյալները և նրանց համակողմանի վերլուծությունը թույլ են տալիս եզրակացնել, որ այդ համալիրների ձևավորումը ընթացել է ռիֆտոնի ձգման պայմաններում: Փոքր Կովկասի վերին կավճի հրաբխային շարքերի երկրաքիմիական առանձնահատկությունները, բազալտային խմբի սալարների ֆիզուրատիվ կետերի դիրքը դիսկրիմինացիոն դիագրամների վրա և հրաբխային շարքերի օլիվին-շպինելային համագոյակցության միներալոգիան թույլ են տալիս նրանց դասել ներսալային տիպին:

Փոքր Կովկասի կղզադեղային համակարգի վերին կավճի հրաբխայնության պետրոքիմիական, պետրոգենետիկական և երկրադինամիկական առանձնահատկությունները կարող են ներկայացվել հետևյալ կերպ.

1. Համատարած սեղմման պայմաններում Աֆրո-Արաբական և Եվրասիական սալերի բարդ փոխազդեցության և մոտեցման հետևանքով, վերին կավճում, Փոքր Կովկասի կղզադեղային համակարգում ձևավորվել են ռիֆտոնի ավտոնոմ կառույցներ՝ Իջևանի (հրաբխայինության հասակը կոնյակ-սանտոն), Մարտունու (սանտոն) և Գոչասի (վերին սանտոն-տոորին

մասստրիխտ): Նշված կառույցների երկրաբանա-երկրադինամիկական առանձնահատկություններն են. ավտոմոմ ձևավորումը, վրադիր բնույթը, մայրցամաքային կեղևի նրբացումը ընդհուպ մինչև ռիֆտերի առանցքա-մասերում վերջինիս վերացումը, ռիֆտոգոյացումը վերահսկող խորքային խախտումների առկայությունը:

2. Իջևանի, Մարտունու և Գոչասի ռիֆտոմի կառույցներում ձևավորվում են ներսալային տիպի բազալտային գոյացումներ, որոնք պարունակում են պատմաունակի հետ հավասարակշիռ օլիվին-շալինեալային միներալային համագոյակցություններ:

3. Հրաբխային շարքերի նախնական հալոցքի հաշվարկված կազմերը համապատասխանում են. ԻՌ-Կ-ի համար՝ միջին կալիումական ենթալկալային սիկլոբազալտին, ԳՌ-Կ-ի համար՝ միջին կալիումական ալկալային սիկլոբազալտին, ՄՌ-Կ-ի համար՝ բարձր կավահողային բազանիտ-տեֆրիտին:

4. Նախնական հալոցքների ձևավորման օբսիդա-վերականգնման և թերմոդինամիկական պայմանները ուսումնասիրված կառույցներում տարբերվում են և համապատասխանում են՝ ԻՌ-Կ-ի համար - $\lg fO_2 = -6,3$ - $-6,9$ (QFM-NNO), հավասարակշռության ջերմաստիճանը - $1286-1360^\circ\text{C}$, նախնական հալոցքի ձևավորման ճնշման գնահատումը - $20-22$ կբար (խորությունը $60-70$ կմ.): ԳՌ-Կ-ի համար - $\lg fO_2 = -6,5$ (NNO), հավասարակշռության ջերմաստիճանը - $1290-1310^\circ\text{C}$, ճնշման գնահատումը $17-19$ կբար ($55-58$ կմ.): ՄՌ-Կ-ի համար - $\lg fO_2 = -7,4$ (NNO-MH), հավասարակշռության ջերմաստիճանը $1080-1115^\circ\text{C}$:

5. ԻՌ-Կ-ի, ԳՌ-Կ-ի և ՄՌ-Կ-ի հրաբխային շարքերի երկրաբանական առանձնահատկությունները վկայում են, որ պատմաունակային աղբյուրը հարստացած է ներսալային միջավայրում: ԻՌ-Կ-ի, ԳՌ-Կ-ի և ՄՌ-Կ-ի հրաբխային շարքերի հետագա էվոլյուցիան և կազմերի տարբերությունները պայմանավորված են պատմաունակային աղբյուրների անհամասեռ բնույթով, երկրադինամիկական և թերմոդինամիկական գործոններով:

1942