



В. В. КЕПЕЖИНСКАС
И. В. ЛУЧИЦКИЙ

КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ
ВУЛКАНИЧЕСКИЕ
АССОЦИАЦИИ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ
МОНГОЛИИ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

АКАДЕМИЯ НАУК МНР

ОРДЕНА
ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЗСБНХУ-ЫН ШИНЖЛЭХ
УХААНЫ АКАДЕМИ

БНМАУ-ЫН ШИНЖЛЭХ
УХААНЫ АКАДЕМИ

ХӨДӨЛМӨРИЙН ГАВЬЯАНЫ
УЛААН ТУГИЙН ОДОНТ
ГЕОЛОГИЙН ХУРЭЭЛЭН

ГЕОЛОГИЙН
ХУРЭЭЛЭН

СИБИРИЙН САЛБАРЫН
ГЕОЛОГИЙН БА ГЕОФИЗИЙН
ХУРЭЭЛЭН

ACADEMY OF SCIENCES
OF THE USSR

ACADEMY OF SCIENCES
OF THE MPR

ORDER
OF THE RED BANNER OF LABOUR
GEOLOGICAL INSTITUTE

GEOLOGICAL
INSTITUTE

GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL
INSTITUTE OF THE SIBERIAN
BRANCH

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

В. В. КЕПЕЖИНСКАС, И. В. ЛУЧИЦКИЙ

ТОВ МОНГОЛЫН ЭХГАЗРЫН ВУЛКАНОГЕН ЧУЛУУЛГИЙН АССОЦИАЦИИ

ХАМТАРСАН
МОНГОЛ-ЗӨВЛӨЛТИЙН
ГЕОЛОГИЙН ЭРДЭМ
ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ЭКСПЕДИЦИИ

Бүтээл, цуврал 8

ЭРХЛЭХ ЗӨВЛӨЛ:

Н. С. Зайцев, БНМАУ-ын Шуа-ийн сурвалжлагч гишүүн *Б. Лувсанданзан*,
академич *В. В. Меннер*, *В. Г. Гербова*, академич *А. В. Пейсее*,
П. П. Тимофеев, *О. Төмөртогоо*, академич *А. Л. Яншин*

ХАРИУЦЛАГАТАЙ ЭРХЛЭГЧ

Зсбиху-ын шуа-ийн сурвалжлагч гишүүн *И. В. Лучицкий*

1974

«НАУКА» ХЭВЛЭЛИЙН ГАЗАР
МОСКВА

В. В. КЕПЕЖИНСКАС, И. В. ЛУЧИЦКИЙ

КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ

СОВМЕСТНАЯ
СОВЕТСКО-МОНГОЛЬСКАЯ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

Труды, выпуск 8

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Н. С. Зайцев, чл.-корр. Б. Лувсанданган,
академик *В. В. Меннер, В. Г. Гербова, академик А. В. Пейев,*
П. П. Тимофеев, О. Томуртогоо, академик А. Л. Яншин

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

чл.-корр. АН СССР *И. В. Лучицкий*

1974

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА

V. V. KEPEZHINSKAS, I. V. LUCHITSKY

CONTINENTAL VOLCANIC ASSOCIATIONS OF CENTRAL MONGOLIA

JOINT
SOVIET-MONGOLIAN
SCIENTIFIC-RESEARCH
GEOLOGICAL EXPEDITION

Transaction, vol. 8

Editorial board:

N. S. Zaitsev, Corresponding Member of the MPR Academy of Sciences *B. Luwsandanzan*,
Academician *V. V. Menner*, *V. G. Gerbova*, Academician *A. V. Peive*,
P. P. Timofeev, *O. Tomurtogoo*, Academician *A. L. Yanshin*

Responsible editor:

Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences *I. V. Luchitsky*

Работа посвящена проявлениям позднепалеозойского и раннемезозойского вулканизма, который в Центральноазиатской провинции совпадает с периодом крупных тектонических преобразований, сформировавших металлогенические пояса этого региона. Рассматриваются последовательность и особенности вулканических проявлений, стратиграфия пермских и триасовых вулканических серий, строение и тектоническая позиция соответствующих вулканогенных толщ. Изучена петрология вулканических серий высокоглиноземистого и щелочного типов. Особое внимание уделено закономерностям распределения золота в породах различных вулканических серий, а также калий-аргоновому датированию их. Табл. 22. Илл. 4. Библ. 34 назв. Приложение 1.

Современная геология уделяет большое внимание вулканическим процессам, происходящим в континентальных условиях. Они представляют значительный интерес в металлогеническом плане благодаря связи многих типов рудопроявлений с продуктами наземного вулканизма и особенно с орогенными сериями вулканических пород. Вулканические процессы являются также предметом актуальных и важных теоретических исследований петрологов и тектонистов, так как решение целого ряда вопросов, в том числе проблем формирования и расхождения литосферы, происхождения андезитовой магмы и высокоглиноземистых базальтовых ассоциаций тесным образом связаны с проявлениями вулканизма на континенте и в первую очередь в областях интенсивной магматической активизации — древних и современных орогенных поясах и островных дугах.

С этих позиций позднепалеозойские и раннемезозойские внутриконтинентальные вулканические ассоциации Монголии особенно важны и интересны. Эти образования характеризуют своеобразные структуры орогенного ряда и отличаются по формационному типу от ставших классическими орогенных вулканических серий Казахстана и Охотско-Чукотского пояса, а следовательно, дают нам новую информацию о проявлениях континентального вулканизма вообще. Благодаря приуроченности к этапу крупных тектонических преобразований на границе верхнего палеозоя и нижнего мезозоя в Монголии и на смежных территориях Советского Союза они представляют материал по одному из самых существенных периодов геологического развития Центральной Азии, связанных с бурными вулканическими процессами и металлогенической специализацией обширных регионов Монголии и Забайкалья.

Недостаточная изученность стратиграфии вулканических образований и практическое отсутствие сведений о вещественном составе вулканических комплексов позднего палеозоя и раннего мезозоя Монголии — узлового региона для понимания металлогении и геологии Центральной Азии — определили круг общих задач палеовулканологических исследований. Среди них важное место заняли проблемы последовательности и особенности вулканических проявлений в позднем палеозое и раннем мезозое, стратиграфия пермских и триасовых вулканических серий, а также возможности проведения и характер геологических границ между ними. Схематичные представления о составе и особенностях строения верхнепалеозойских и триасовых вулканических толщ, отсутствие их петрохимической характеристики вызвало необходимость детальных палеовулканологических исследований, которые были предприняты нами в составе Советско-Монгольской комплексной научно-исследовательской геологической экспедиции Академии наук в 1968—1971 гг.

Основное внимание в процессе исследований было уделено особенностям строения, формационному составу и фациальным изменениям продуктов пермо-триасового континентального вулканизма Монголии, их петрохимии и зависимости химизма вулканических комплексов от тектонической позиции. Были изучены закономерности распределения некото-

рых редких элементов и золота в продуктах континентального вулканизма, а также рассмотрено положение континентальных вулканических ассоциаций Монголии в ряду главнейших природных вулканических серий мира в связи с проблемами петрогенезиса. В результате получены новые данные по стратиграфическому положению и последовательности вулканических проявлений в пермское и триасовое время в Центральной Монголии и впервые дана их геохимическая характеристика. С этой целью выполнен большой объем аналитических работ, включающих 100 силикатных анализов горных пород, около 200 полных спектральных количественных анализов на элементы-примеси (Ti, Mn, Pb, Ga, Cr, Ni, Sn, V, Sr), 150 определений Au радиактивным и масспектрометрическим методами, а также 32 определения по калий-аргоновому датированию соответствующих пород. Обработка этого материала проведена с использованием современных методов математической статистики. Статистический петрохимический анализ включает сравнение с главнейшими вулканическими сериями мира с привлечением обширного литературного материала.

ВВЕДЕНИЕ

Вулканические породы позднего палеозоя и раннего мезозоя весьма широко развиты на территории Монголии; они занимают главным образом ее центральную и восточную части и не распространяются на запад далее 94° в. д. (рис. 1). Несмотря на значительную мощность этих накоплений, ареалы их распространения часто разорваны в пространстве, находятся в различных геологических структурах, разных тектонических блоках, лишены достаточной палеонтологической аргументации, как и большинство наземных вулканических образований, и отличаются особенно значительной фациальной изменчивостью, свойственной вулканическим породам вообще, а продуктам континентального вулканизма в особенности. Это создает определенные трудности для стратиграфического сопоставления пород различных вулканических массивов и соответствующих петрогенетических построений. В таких случаях вещественный состав пород далеко не всегда может быть использован в качестве корреляционного признака, и основой различных петрохимических сопоставлений являются тщательные геологические исследования.

Если учесть также крайне неравномерную обнаженность вулканитов этого возраста в рассматриваемом регионе, особенно плохую на востоке страны, то будет понятен выбор в качестве объектов исследования двух главных вулканических зон Центральной Монголии, в геологическом и стратиграфическом отношении наиболее определенных. Результаты их детального изучения легли в основу настоящего описания пермских, триасовых и отчасти юрских вулканических ассоциаций Монголии.

Как это хорошо видно на карте распространения вулканических ассоциаций Монголии (рис. 1), их распределение в пространстве подчинено совершенно определенным закономерностям, установленным в процессе исследований многих геологических коллективов и обобщенных в фундаментальных трудах общегеологического плана Р. А. Хасина, Н. А. Маринова и др.

Подавляющее большинство пермских и триасовых пород формируют обширные и протяженные зоны, вытянутые в северо-восточном направлении и продолжающиеся на территории СССР, где они изучены наиболее полно. Эти зоны — главные вулканические прогибы Центральной Монголии (Орхон-Селенгинский и Предхэнтэйский), которые с северо-запада и юго-востока окаймляют герцинскую Хангай-Хэнтэйскую геосинклинальную область, в значительной своей части лишенную вулканических проявлений этого возраста.

Существенным моментом распределения этих вулканических пород является то, что обе зоны представляют собой не самостоятельные изолированные прогибы, а юго-западные звенья протяженных вулканических поясов. Орхон-Селенгинский прогиб служит продолжением области развития пермских и триасовых вулканических пород в верховьях р. Амур, в долинах рек Шилки, Ингоды и Чикой. В целом перечисленные вулканические поля приурочены к сложной системе расколов в пределах Монголо-Охотской тектонической зоны, отделяющей складчатые

сооружения различного возраста: мезозойские на юго-востоке и раннекаледонские или докембрийские на северо-западе и западе.

Отдельные звенья этой зоны — верхнепалеозойские и нижнемезозойские прогибы Забайкалья и Монголии — характеризуются различным режимом вулканических проявлений от морского до континентального, вариациями формационного состава, химизма и других особенностей, представляя результат тесного взаимодействия тектонических процессов и процессов магмообразования, а также выявляющейся на этой основе глобальной магматической, и в частности вулканической, зональности в центральной части Азиатского материка.

Орхон-Селенгинский прогиб выделяется в ряду вулканических впадин Монголо-Охотской тектонической зоны комплексом формирующих его континентальных вулканогенно-осадочных толщ, более интенсивным прогибанием, сопровождавшимся бурной и продолжительной вулканической деятельностью в наземных условиях. Характерно также и то, что на территории Советского Союза, если и фиксируется значительная разветвленность Монголо-Охотской тектонической зоны с кулисообразной подменой различных ее звеньев, впервые отмеченная около 30 лет назад (Лучицкий, 1940, 1941), то в пределах Монголии мы имеем одну ветвь, но с более ярко выраженной и своеобразной историей вулканизма в течение верхнего палеозоя и раннего мезозоя в Орхон-Селенгинском прогибе.

Точно так же другой объект наших исследований — Предхэнтэйский прогиб — занимает определенное положение в системе другой крупной тектонической зоны, в свое время выделенной под названием Центральной синклинальной зоны Восточного Забайкалья (Лучицкий, 1953), имеющей строгое северо-восточное простирание и своеобразное строение. Она выделяется прежде всего тем, что за пределами Монголии в ней наблюдаются местами мощные накопления пермских и юрских терригенных морских осадков. Здесь также отмечается закономерная смена морского режима осадконакопления интенсивным континентальным вулканизмом пермского, триасового и юрского времени на юго-запад в пределы Предхэнтэйского прогиба Монголии.

В распределении вулканических пород на территории Монголии представляется весьма существенным отсутствие вулканогенных образований соответствующего возраста, включая и более молодые мезозойско-кайнозойские продукты вулканизма, на западе (рис. 1). Линия, ограничивающая проявления вулканизма в позднем палеозое, мезозое и кайнозое Монголии, представляется очень важным, длительно развивающимся рубежом (структура глубинного заложения) с чем, по-видимому, и связано как общее расширение, так и наибольшее прогибание Орхон-Селенгинской и Предхэнтэйской вулканических впадин.

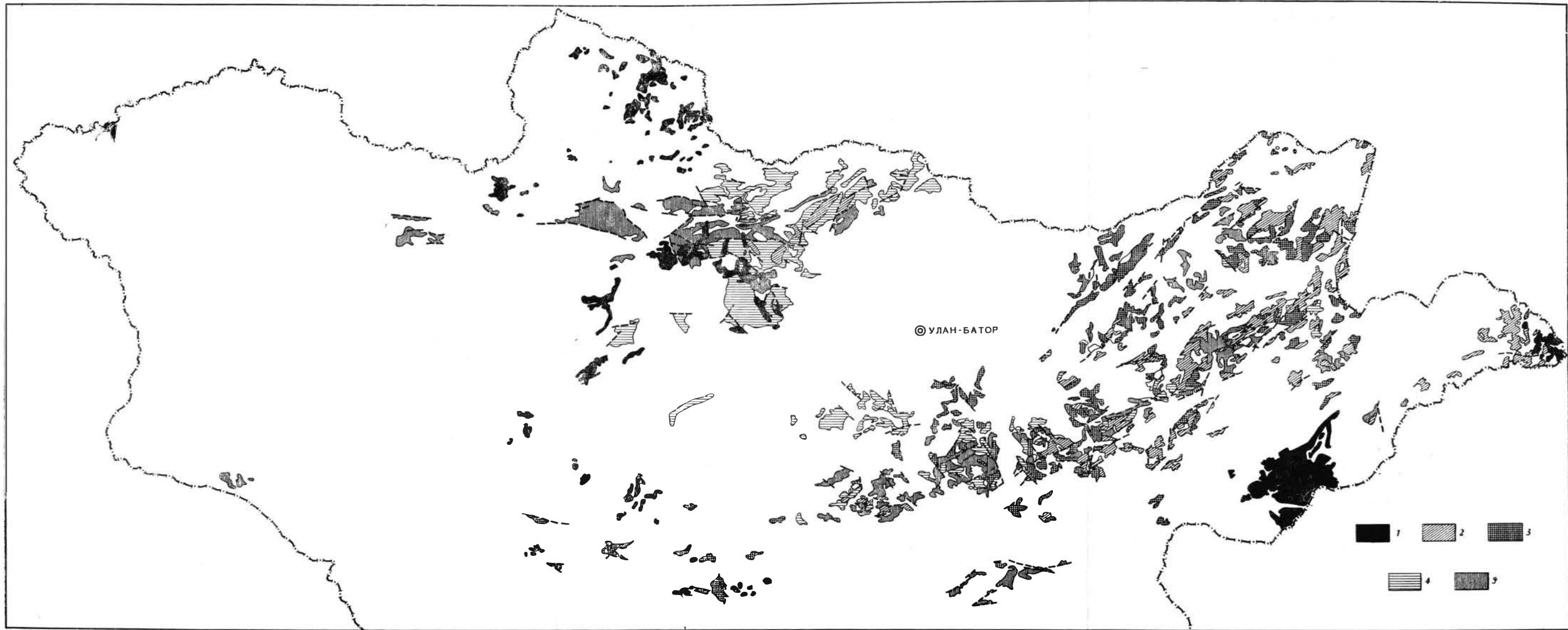


Рис. 1. Схема размещения вулканических пород позднего палеозоя и мезозой-кайнозоя Монголии. Составлена на основе геологической карты Монгольской Народной Республики масштаба 1 : 1 500 000 под редакцией Р. А. Хасина

Вулканические породы: кайнозойские (1), меловые (3), юрские (2), триасовые (4), пермские (5)

ПЕРМСКАЯ ВУЛКАНИЧЕСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ОРХОН-СЕЛЕНГИНСКОГО ПРОГИБА

Исследователи различного профиля и разных взглядов на самых разнообразных схемах тектонического районирования Монголии и смежных территорий единодушно выделяют в качестве одной из главнейших орогенных структур вулканическую зону Орхон-Селенгинского прогиба (Амантов и др., 1968; Зоненшайн, 1968; Хасин, 1972). Особенности геологического строения и состав вулканического выполнения впадины характеризуют ее как наложенную структуру, обрамляющую с северо-запада Хангай-Хэнтэйскую варисскую зону, сложенную преимущественно «орогенными формациями» карбона и перми.

Вулканические породы Орхон-Селенгинского прогиба в течение последних 50 лет вызывают неослабевающий интерес у геологов. Эпоха первых отрывочных сведений о распространении этих образований сменилась в последние десятилетия периодом поисково-съёмочных работ, в результате чего были намечены контуры вулканических полей и установлены основные черты геологического строения вулканических областей и массивов прогиба. Менялись взгляды на стратиграфическое положение и внутреннее строение вулканических толщ Орхон-Селенгинского прогиба; по-разному определялся возраст этих серий; различными были схемы их стратиграфического расчленения. История исследований пермских вулканических образований этой зоны, строение разрезов и состав продуктов пермского вулканизма приведены в посвященных этому вопросу материалах сборника (Кеpezинскас, Лучидкий, 1973).

Однако, чтобы не нарушать цельность общей картины позднепалеозойского — раннемезозойского вулканизма Центральной Монголии в данной работе и в целях лучшего понимания ее формационных и петрогенетических построений мы считаем целесообразным кратко повторить основные положения по геологии пермских вулканических образований Орхон-Селенгинского прогиба.

В частности следует отметить, что основной причиной неустойчивости стратиграфических представлений была наблюдавшаяся в первое время тенденция завышать возраст вулканических серий на основании литологического сходства с аналогичными толщами далекого Забайкалья (Маринов, 1957; Васильев и др., 1959). Впоследствии она сменилась обратным стремлением сильного занижения (до карбона включительно) их стратиграфического положения как на основании общегеологических соображений, так и по флористическим материалам (Петрович, 1963).

Новая палеонтологическая документация и тематические геологические исследования В. А. Амантова, Л. П. Зоненшайна, Р. А. Хасина, А. А. Моссаковского, О. Томуртоого и других геологов привели в целом к уравновешиванию противоположных точек зрения. В настоящее время на территории Орхон-Селенгинского прогиба выделяются не только мезозойские вулканические толщи, как это в основном имеет место на смежных территориях Советского Забайкалья, но отмечается также широкое распространение пермских вулканогенных образований.

Несмотря на то, что была получена более или менее определенная общегеологическая картина этого вулканического региона в верхнем па-

леозое и раннем мезозое дальнейшее развитие стратиграфических, тектонических и металлогенических исследований тормозилось отсутствием данных о формационном составе, особенностях внутреннего строения и фациальной изменчивости соответствующих толщ и, что особенно важно, отсутствием их петрохимической характеристики. Этот пробел мы попытались восполнить в процессе палеовулканологических исследований, результаты которых в кратком изложении предлагаются ниже.

В строении разрезов и составе продуктов вулканической деятельности отмечаются следующие особенности. Продукты пермского вулканизма, в целом широко развитые в Орхон-Селенгинском прогибе, неравномерно распределены на площади этой зоны. Основная их масса сосредоточена на северной периферии впадины, где они прослеживаются непрерывной полосой на многие километры, а также на крайнем западе и юго-западе, где область их распространения значительно расширена в районе сомона Мурэн и в долине р. Хануй-Гол. Вулканические породы доминируют в пермских разрезах, хотя местами, например в пермских толщах долины р. Орхон, существенную роль играют терригенные и туфогенно-осадочные отложения. Соответственно целям и задачам настоящего исследования мы останавливаемся на характеристике резко преобладающих вулканических образований верхнепалеозойских комплексов.

В качестве эталонных были выбраны разрезы отложений верхнего палеозоя в бассейнах рек Хануй-Гол и Хучжирыйн-Гол вблизи сомона Бугут. Здесь они представлены наиболее полно, включая и вулканогенно-осадочные породы; имеют достаточную палеонтологическую аргументацию и характеризуются более или менее четкими геологическими взаимоотношениями как между отдельными фрагментами разрезов, так и с вышележащими мезозойскими образованиями (Кебезинская, Лучицкий, 1973). Изучение этих разрезов показывает, что пермские вулканические толщи Орхон-Селенгинского прогиба имеют четкое трехчленное, местами двухчленное строение. Нижняя и верхняя части, представленные соответственно трахилипаритовыми и трахибазальтовыми толщами, являются постоянными членами разрезов пермской вулканической ассоциации, самостоятельными по своим геологическим и петрологическим особенностям, однако тесно связанными в пространстве и времени.

Что же касается средней вулканогенно-осадочной части, широко известной под названием «туффитовой» свиты, то ее роль в разрезах пермской вулканической ассоциации непостоянна, местами сведена почти совсем. Так как она изобилует телами и потоками базальтов, число которых увеличивается вверх по разрезу с приближением к трахибазальтовой толще, то, возможно, ее следует связывать с последней и не придавать ей самостоятельного значения. Во всяком случае именно так мы поступили ниже при выделении контрастной трахилипарит-трахибазальтовой ассоциации пермского возраста в Орхон-Селенгинском прогибе.

С послойным описанием соответствующих разрезов можно ознакомиться в специальной работе (Кебезинская, Лучицкий, 1973). В кратком и обобщенном виде это выглядит следующим образом.

Трахилипаритовая нижняя часть разреза пермской вулканической ассоциации особенно полно представлена в обнажениях правого берега р. Хануй-Гол в районе горы Хусутай-Обо южнее сомона Баян-Агт и несколько хуже по правобережью р. Селенги к северу от сомона Бугут. По составу — это достаточно разнообразны породы, представленные как трахитовыми, так и щелочноземельными типами кислых лав и туфов от андезито-дацитов и трахитовых андезито-дацитов до липаритов и трахилипаритов. Также разнообразны петрографические типы их, включающие туфы, брекчии, лавы, лавовые брекчии и игнимбриты. Туфогенно-осадочные породы исключительно редки. Тем не менее общий облик этого фрагмента пермского разреза, отраженный в названии, определяется, во-первых, преобладанием трахитовых кислых пород, с одной стороны,

и чрезвычайно широким развитием игнимбритов, с другой. Показательно присутствие кислых лавовых покровов, в общем не свойственных продуктам липаритового вулканизма. Хотя в данном случае не исключена возможность того, что многие из них, особенно тонкофлюидалные разновидности, являются перекристаллизованными игнимбритами, которые утратили реликты, указывающие на их первичную природу.

Максимальная мощность трахилипаритовой части пермской вулканической ассоциации оценивается примерно в 3000 м.

Туфогенно-осадочная средняя часть разреза тонко-слоистая и четко стратифицированная. Чисто осадочные породы почти не встречаются, ибо в них всегда присутствует в том или ином количестве примесь туфового материала. Преобладают тонкообломочные разновидности туфогенно-осадочных пород, а местами фиксируются в изобилии базальтовые и трахибазальтовые покровы, силлы и габбро-мондонитовые пластовые тела. Эта часть разреза имеет сильно колеблющуюся мощность, достигающую иногда 2000 м. Несмотря на то, что при значительном увеличении лавовых прослоев она почти сливается с верхней трахибазальтовой частью, ее значение трудно переоценить, так как туффиты являются основными вместилищами флоры, определяющими возраст всей ассоциации в целом. Там, где это возможно, почти всегда наблюдаются согласные взаимоотношения как с подстилающими породами трахилипаритовой толщи, так и с вышележащими трахибазальтами.

Трахибазальтовый фрагмент разреза пермской вулканической ассоциации так же, как и ее нижняя часть, представлен очень разнообразным рядом пород. Среди них присутствуют как щелочноземельные породы, так и трахитовые разновидности и даже щелочные базальтоиды. Кроме базальтов, отмечены андезитовые и дацитовые образования. Наряду с лавами встречаются пирокластические породы. Соотношение между различными типами пород очень сложное и меняется от места к месту. По-видимому, щелочные и щелочноземельные породы развиты одинаково широко в пермских разрезах, хотя в долине р. Хануй-Гол больше трахибазальтов, чем в районе сомона Бугут. Распределение их по разрезу также непостоянно. В хануйгольском разрезе они сконцентрированы в средних и нижних горизонтах, в то время как в районе сомона Бугут мощные покровы трахибазальтов зафиксированы в основании базальтового разреза. В целом преобладают лавы, хотя пирокластические выбросы отдельных пермских вулканов создали значительные локальные накопления, как это имеет место на р. Хануй-Гол.

Общий однородный базальтовый состав весьма типичен для верхов пермской вулканической ассоциации. И только местами (р. Хучжирыйн-Гол) отмечаются в подчиненном количестве более кислые дифференциаты до дацитов включительно.

Мощность базальтовой части значительная и достигает в отдельных вулканических полях 9000 м, что свидетельствует об очень интенсивной вулканической деятельности пермского этапа геологического развития Орхон-Селенгинского прогиба.

Подытоживая все данные о внутреннем строении пермской вулканической толщи и составе слагающих ее пород, необходимо подчеркнуть сочетание контрастных по составу серий трахилипаритовых, с одной стороны, и базальтовых или трахибазальтовых пород, с другой. Объем андезитовых образований ничтожен, и последние не везде присутствуют.

Контрастная ассоциация среди древних «орогенных» формаций явление не столь типичное. Как правило, они отмечались ранее в областях проявления геосинклинального вулканизма, или же в областях кайнозойского вулканизма в своеобразных условиях на границе материков и океанов. В этом отношении Орхон-Селенгинский прогиб отличается от классических девонских и верхнепалеозойских вулканических поясов в Казахстане и от Охотско-Чукотского пояса с их преобладающим типичным

андезитовым профилем вулканических серий. Больше того, эта черта отличает Орхон-Селенгинский прогиб и от непосредственного соседа — Предхэнтэйской впадины, — где также широко представлены андезитовые ассоциации щелочноземельного типа.

Другая особенность пермской вулканической ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба заключается в том, что это — контрастная ассоциация четкого трахитового профиля. Среди геосинклинальных контрастных ассоциаций отмечалась иногда повышенная щелочность. В частности, это имеет место в спилито-кератофировой формации, представляющей в сущности метаморфизованную контрастную вулканическую ассоциацию. Однако в данном случае своеобразие контрастной пермской ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба заключается в повышенной щелочности ее пород, вызванной повышенным содержанием K_2O , и в соответственном появлении в ее разрезе таких редких пород, как ортоклазовые базальты. Это — существенная провинциальная особенность, определяющая своеобразие Орхон-Селенгинского прогиба в ряду подобных структур орогенного ряда как в геологическом, так и в петрологическом плане.

Состав продуктов пермской вулканической деятельности данной вулканической зоны подробно рассмотрен ранее (Кенежинская, Лучицкий, 1973). Здесь мы считаем необходимым отметить лишь самые общие особенности и закономерности.

Минеральные парагенезы базальтоидов пермской ассоциации разнообразны. Кроме обычных для пород нормальной щелочности сочетаний моноклинного пироксена и основного плагиоклаза, или же сочетания указанных минералов с ромбическим пироксеном и базальтической роговой обманкой, в породах щелочного уклона появляются оливин, титанавгит и калиевый полевой шпат. Помимо этого, нередко отмечаются базальтовые лавы с более кислым плагиоклазом андезитового состава во вкрапленниках. В целом полевошпатовая составляющая в этих породах играет довольно значительную роль.

Напротив, кислые породы пермской ассоциации характеризуются однообразной и качественно бедной минералогией. Это почти исключительно кварц-полевошпатовые породы, в которых только в редких случаях обнаруживается биотит. Все вариации петрографических типов связаны с различным соотношением трех компонентов: кварца, кислого плагиоклаза и калиевого полевого шпата. Это — лейкократовая группа пород, представляющая большой контраст с базальтовой частью и отличающаяся минералогически от кислых дифференциатов основной магмы, обычно содержащих цветные минералы, включая и пироксен.

Глава II

ТРИАСОВАЯ ВУЛКАНИЧЕСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ОРХОН-СЕЛЕНГИНСКОГО ПРОГИБА

Вулканические толщи триаса на указанной территории отличаются разнообразием состава и особенностей внутреннего строения. Несмотря на это, общей региональной чертой их следует считать наличие в основании пачки туфовых конгломератов и андезитовых туфов, содержащих угловатые и хорошо окатанные обломки основных эффузивов, гранитов и туффитов. Эта черта отмечалась А. А. Моссаковским повсеместно на территории Орхон-Селенгинского прогиба для вулканогенного триаса.

В изученном нами опорном разрезе триасовых вулканогенных пород в районе сомона Бугут по р. Хучжирыйн-Гол — правому притоку р. Селенги — основание триасовой вулканической толщи также сложено андезитовыми туфовыми брекчиями и туфовыми конгломератами. Вулканические толщи триаса в пределах Орхон-Селенгинского прогиба ложатся на породы различного возраста. На северном крыле по правобережью р. Селенги (р. Хучжирыйн-Гол) эти породы перекрывают вулканическую толщу пермского возраста с флорой верхней перми. Трахиандезитовые триасовые лавы с туфовыми конгломератами в основании, т. е. с размывом, но с теми же южными падениями, ложатся на базальтовые и трахибазальтовые породы перми. На границе двух толщ отмечаются размыв и смена состава продуктов вулканических излияний. Возможны азимутальные несогласия, что можно выяснить только при региональном прослеживании границы. На отдельных локальных участках сохраняются те же южные падения, только более пологие.

На юге Орхон-Селенгинского прогиба в Орхонской впадине (междуречье Толы и Орхона) вулканогенный триас надстраивает терригенный разрез триасового возраста, по данным Т. А. Грецкой и А. А. Моссаковского (1969). Таким образом, в одних случаях основанием для вулканической толщи триаса являются пермские базальты, в других, очевидно, в центральных, наиболее прогнутых частях прогиба, — терригенные отложения нижнего триаса.

СТРОЕНИЕ РАЗРЕЗА

Состав и строение триасовых вулканических толщ меняется в различных частях Орхон-Селенгинского прогиба, хотя в целом сохраняется общий господствующий андезитовый профиль. На северном крыле это почти исключительно трахиандезитовые вулканические накопления, прекрасным примером которых служит триасовый разрез, изученный нами по р. Хучжирыйн-Гол. Здесь, в верховьях этой реки, по ее правобережью, к северо-востоку от горы Бугутуин-Ула (1615,5 м) в окрестностях зимовки Юмыйн на андезитовые лавы пермской трахибазальтовой серии ложатся (снизу вверх):

Мощность, м

- | | |
|--|---------|
| 1. Андезитовые туфовые брекчии, местами крупноглыбовые, зеленовато-серые. Цементирующая масса — андезитовый туф с осколками кристаллов плагиоклаза, хлоритизированного и эпидотизированного цветного минерала и особенно обильными обломками микролитовых лав. Обломки и неокатанные угловатые глыбы в брекчии представлены ортоклазовыми трахиандезитовыми лавами. Средние размеры — 0,5–0,7 м. Брекчии содержат лавы и горизонты мелкозернистых андезитовых туфов. Переходы постепенные. В верхней части пирокластической пачки среди неяснослоистых андезитовых туфов отмечен трехсантиметровый прослой лиловых плотных алевролитов | 200 |
| 2. Трахиандезитовые лавы темные с зеленоватым оттенком, часто крупнолейстовые, местами сильно эпидотизированные и содержащие кварцевые прожилки с вкрапленностью малахита | 150–170 |
| 3. Андезито-дацитовые туфы, мелкозернистые, с обломками плагиоклазов и микролитовых лав, заключенных в тонкообломочную хлоритизированную и ожелезненную цементирующую массу | 30 |
| 4. Трахиандезитовые ортоклазосодержащие лавы, на отдельных участках сильно гематитизированные. Отличаются большим разнообразием, связанным с чередованием в разрезе афировых темно-серых разновидностей, крупновкрапленных плагиоклазовых лав и плагиоклаз-амфиболовых пород с характерными игольчатыми выделениями плагиокалаза. Реже отмечаются пироксеновые трахиандезиты и лавы с фенокристами оливина (?), замещенного почти полностью агрегатом кальцита и кварца | 500–600 |
| 5. Дацитовые туфы и брекчии | 50 |
| 6. Трахитовые андезитовые и андезито-базальтовые лавы темного, почти черного цвета, нередко афировые. Порфировые, часто крупнолейсто- | |

вые, разновидности характеризуются присутствием фенокристаллов плагиоклаза, эпидотизированного амфибола и свежего моноклиного пироксена в пилотакситовой и микролитовой основной массе. Трахитовые андезито-базальтовые лавы имеют вкрапленники олигоклаза, амфибола, клинопироксена и характеризуются крупномикролитовой основной массой	300
Среди этих пород отмечаются рвущие тела тонкофлюидальных липаритовых лав.	
7. Андезитовые и андезит-дацитовые лавы, пестроокрашенные и содержащие местами ксенолиты андезитовых и кислых лав. Роговообманковые андезитовые лавы имеют микролитовую и пилотакситовую структуры, а андезито-дациты — как правило афировые, с неясномикролитовой поточной полевошпатовой массой	100
8. Липарит-дацитовые туфы и брекчии, светлые, с обломками андезитовых и кислых лав	80
9. Дацитовые игнимбритовидные туфы. Осколки плагиоклаза, хлоритизированного и эпидотизированного цветного минерала вместе с параллельно ориентированными обломками перекристаллизованных стекол заключены в тонкозернистый кварц-полевошпатовый агрегат с четкими реликтами обломочной пепловой структуры. Отдельные прослои представлены лиловыми пепловыми туфами	50—150
10. Дацитовые лавы зеленоватого оттенка с редкими фенокристаллами плагиоклаза	70
11. Трахиандезитовые лавы с крупными лейстовидными фенокристаллами плагиоклаза	150
12. Андезитовые и трахиандезитовые плагиоклаз-амфиболовые лавы с редкими игольчатыми вкрапленниками плагиоклаза	250
13. Трахиандезитовые плагиоклазовые лавы	300—400
14. Трахиандезитовые лавы с крупными фенокристаллами зеленой роговой обманки и мелкими игольчатыми выделениями плагиоклаза. Структура основной массы — пилотакситовая	200
15. Трахиандезитовые лавы и трахитовые андезито-базальты с вкрапленниками олигоклаза и клинопироксена и микролитовой основной массой. В миндалекаменных разновидностях пустоты выполнены кальцитом, хлоритом и эпидотом	150
16. Щелочные ортоклазовые базальты с фенокристаллами плагиоклаза, клинопироксена, оливина и реликтами амфибола; в интерстициях основной массы отмечается стекло и выделения ортоклаза, последний образует также каймы на вкрапленниках плагиоклаза	70
17. Андезито-дацитовые лавы, характеризующиеся редкими, полностью опациitizedрованными фенокристаллами и микролитовой основной массой	50

Верхняя часть разреза изобилует протяженными мощными sillами трахитовых андезито-дацитовых лав, выделяющихся на фоне трахиандезитовой триасовой толщи гигантскими кристаллами плагиоклаза и вкрапленниками цветных минералов: биотита, амфибола, клинопироксена.

Трахитовые андезитовые лавы являются резко преобладающей разновидностью, в низах толщи встречаются изредка трахитовые дацитовые и трахитовые андезито-базальтовые лавы, в верхах появляются щелочные ортоклазовые базальты. Общая мощность триасовой трахиандезитовой толщи р. Хучжирыйн-Гол (сомон Бугут) приближается к 3000 м.

В Орхонской впадине, по данным А. А. Моссаковского, триасовые вулканогенные толщи также в основном сложены андезитами и андезито-базальтами, однако нормальной щелочности. В разрезе, изученном А. Я. Салтыковским и А. А. Моссаковским в районе горы Дзалатау-Ула, преобладают нормальные по щелочности андезитовые и андезито-базальтовые лавы и только в верхней части отмечены отдельные горизонты трахибазальтов.

Таким образом, андезитовая вулканическая ассоциация триаса в Орхон-Селенгинском прогибе, так же как и пермская, представляет сочетание различных по щелочности андезитовых пород. Однако, если в пермских разрезах щелочные базальты и базальты нормальной щелочности тесно переплетаются в одном разрезе (генетически связаны друг с другом), то для триасовых вулканических толщ наблюдается пространственная

разобщенность трахиандезитовых накоплений (северное крыло Орхон-Селенгинского прогиба, по нашим данным) и андезитовых вулканических толщ (юг, Орхонская мульда, по данным А. Я. Салтыковского) триасовой ассоциации (Копежинская, 1973).

Следует также подчеркнуть, что в пределах северного крыла Орхон-Селенгинского прогиба (р. Хучжирыйн-Гол, сомон Бугут) в составе триасовой толщи нами выделено большое число силлов крупнопорфировых трахитовых андезитов и трахитовых андезито-дацитов, которые несмотря на рвущие контакты очень близки и по химизму и по минералогическим особенностям трахиандезитовым породам вмещающей толщи, представляя собой более поздние и более кислые ее дифференциаты.

СОСТАВ ПРОДУКТОВ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Соответственно особенностям состава и строения триасовой вулканической ассоциации, которая сложена весьма разнообразными породами андезитового ряда, отмечаются следующие разновидности и типичные минеральные парагенезисы андезитовых лав.

Андезиты повышенной щелочности характеризуются сочетаниями минералов: 1) амфибол — плагиоклаз, 2) амфибол — плагиоклаз — калиевый полевой шпат — пироксен, 3) оливин — пироксен — плагиоклаз — калиевый полевой шпат, 4) пироксен — амфибол — биотит — плагиоклаз.

Трахитовые андезито-базальты имеют парагенезис оливин — пироксен — амфибол — плагиоклаз; трахитовые андезито-дациты содержат минеральную ассоциацию пироксен — амфибол — биотит — плагиоклаз и пироксен — плагиоклаз. Трахитовые базальты (ортоклазовые базальты) характеризуются минеральной ассоциацией оливин — пироксен — плагиоклаз — калиевый полевой шпат. Для пород нормальной щелочности отмечаются следующие минеральные парагенезисы: для базальтов — пироксен и плагиоклаз; для андезито-базальтов — пироксен и плагиоклаз; для андезито-дацитов — пироксен, амфибол и плагиоклаз; для андезитов — амфибол и плагиоклаз.

Во всех указанных минеральных парагенезисах пироксены представлены моноклинной разновидностью. В редких случаях в трахитовых андезитах наблюдаются сочетания с ромбическим пироксеном: ортопироксен — плагиоклаз — калиевый полевой шпат. Плагиоклаз в обычном случае представлен андезином, во вкрапленниках часто и более основной разновидностью — андезин-лабрадором, однако трахитовые андезитовые лавы, особенно те, в которых повышенная щелочность связана с аномально высоким содержанием Na_2O , характеризуются более кислым плагиоклазом.

Хочется отметить также такую минералогическую особенность триасовых лав по сравнению с пермскими, как разнообразие цветной минеральной части, представленной оливином, ортопироксеном, клинопироксеном, амфиболом и биотитом. Причем это разнообразие фемической составляющей характерно преимущественно для трахитовых лав.

Структурные особенности лав независимо от их щелочности определяются подавляющим развитием пилотакситовых, микролитовых и гиалопилитовых структур. Часты крупнолейстовые агрегаты как с ориентированным, так и с беспорядочным расположением плагиоклазовых кристаллов. В более основных разновидностях появляются наряду с указанными интерсертальные структуры, а в кислых — сочетания фельзитовых и микролитовых агрегатов.

Минеральный состав трахиандезитовой вулканической ассоциации триаса в Орхон-Селенгинском прогибе, таким образом, отличается значительным разнообразием, особенно фемической части, представленной оливином, орто- и клинопироксеном, амфиболом и биотитом. Характерно, что если в пермских лавах наиболее распространены клинопироксены,

а породы с другими фемическими минералами редки, то в триасовых породах трудно определить такой типоморфный минерал, так как все перечисленные минералы встречаются одинаково часто. Полевошпатовая часть в общем такая же: калиевый полевой шпат и плагиоклаз, только более кислый.

Глава III

ПЕРМСКАЯ ВУЛКАНИЧЕСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРЕДХЭНТЭЙСКОГО ПРОГИБА

К югу-востоку от Хангай-Хэнтэйской геосинклинальной варисской зоны располагается другая вулканическая область, в пределах которой широко развиты позднепалеозойские и раннемезозойские вулканогенно-осадочные толщи. Она выделяется в качестве Предхэнтэйской впадины — своеобразной структуры, формирование которой происходило по северной окраине Центрально-Монгольской геосинклинальной зоны варисцид вдоль границы с варисской геосинклиналью (Зоненшайн, 1968; Зайцев и др., 1969).

Это — наложенная структура, возникшая на рифейско-кембрийском складчатом фундаменте. В отличие от четко протяженной линейной вулканической зоны Орхон-Селенгинского прогиба, Предхэнтэйская межгорная впадина характеризуется примерно изометричными очертаниями и слегка вытянутой в северо-восточном направлении формой. Выполнение прогиба также своеобразно благодаря тому, что наряду с вулканическими породами весьма широко представлены молассовые толщи, образующие местами обширные поля и мощные накопления. Пространственное распределение различных литологических разностей таково, что вулканические продукты сконцентрированы главным образом по периферии Предхэнтэйского прогиба, а центральная его часть сложена преимущественно молассами пермского и отчасти нижнетриасового возраста. Однако и в пределах молассового поля местами отмечаются проявления вулканизма, главным образом (триасово-юрского) по времени и в основном в субвулканической форме. Весьма типична мелкая складчатость с различной ориентировкой и формой отдельных ее элементов, а также блоковая тектоника.

Относительное обилие терригенных пород, часто содержащих пермскую и триасовую флору, на первый взгляд создает благоприятные условия для стратиграфического расчленения вулканогенно-осадочных толщ позднего палеозоя — раннего мезозоя. Однако широкое развитие интрузивного магматизма и особенно мезозойских гранитоидов приводит к пространственному разобщению вулканических массивов и усложнению и без того не простых нормальных геологических взаимоотношений между вулканическими сериями. В результате местами весьма интенсивных метасоматических и контактовых изменений вулканических пород в ареалах этих интрузий часто теряется возможность использования вещественного состава вулканических образований для корреляции. Все это приводит к тому, что на сегодняшний день наиболее достоверно выделяются покровные пермские вулканические толщи и проявления триасово-юрского ареального вулканизма, возраст которых аргументирован геологическими взаимоотношениями, палеонтологическими находками и калий-аргоновыми определениями. Что же касается триасовых и юрских покровов Предхэнтэйского прогиба, то даже в случае относительного оп-

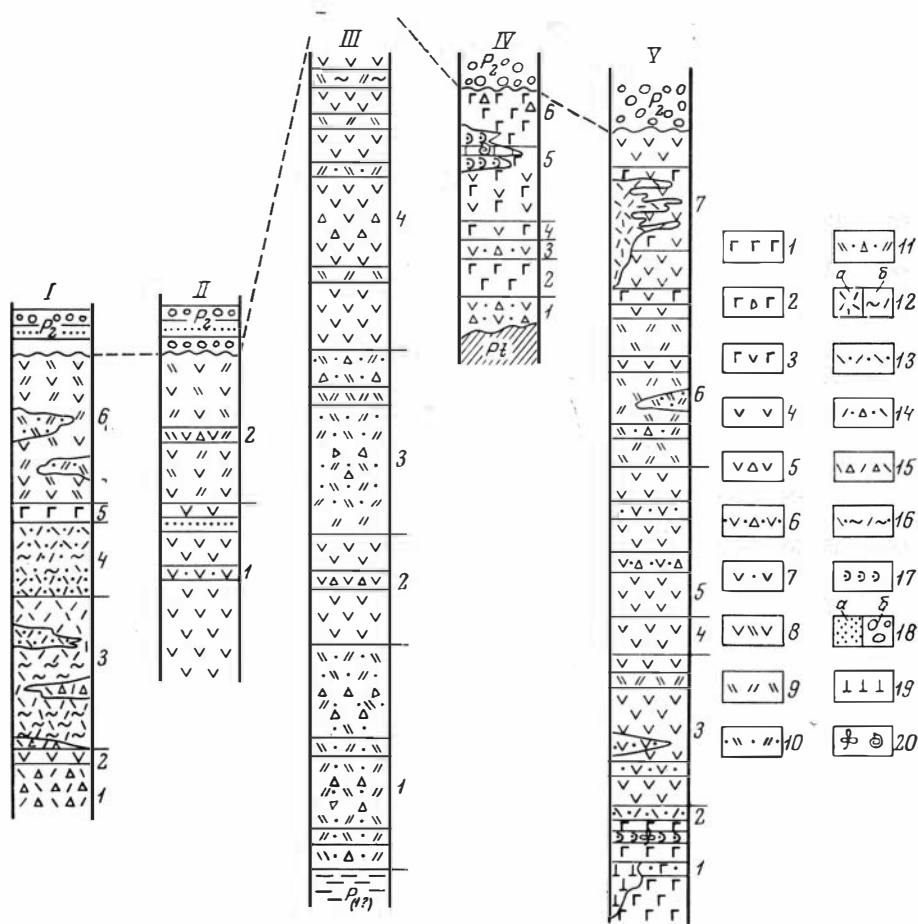


Рис. 2. Сопоставление разрезов пермской вулканической ассоциации Предхэнтэйского прогиба

I — район хр. Мандалыйн-Хэцэ-Нуру (юго-восточное окончание); II — юго-западное окончание хр. Мандалыйн-Хэцэ-Нуру; III — район хр. Адацаг (гора Бор-Ондор-Обо); IV — район хр. Цахир-Ула; V — район Дэлгэр-хан-сомона (горы Саба-Ула и Баян-Ула)

1 — базальтовые лавы; 2 — базальтовые лавовые брекчии; 3 — андезитово-базальтовые лавы; 4 — андезитовые лавы; 5 — андезитовые лавовые брекчии; 6 — андезитовые туфовые брекчии; 7 — андезитовые туфы; 8 — андезитово-дацитовые лавы; 9 — дацитовые лавы; 10 — дацитовые туфы; 11 — дацитовые туфовые брекчии; 12 — липаритовые (а) лавы, (б) игнимбриты; 13 — липаритовые туфы; 14 — липаритовые туфовые брекчии; 15 — липаритовые лавовые брекчии; 16 — липаритовые игнимбритовидные туфы; 17 — туфовые песчаники; 18 — песчаники (а), конгломераты (б); 19 — диориты; 20 — флора, фауна

ределения их стратиграфического положения мы часто лишены пока возможности из-за фрагментарности разрезов и контактовой измененности пород представить их формационный состав.

Поэтому в данной работе мы ограничились описанием наиболее доказанных первых двух типов вулканических ассоциаций. Основой такой характеристики послужили палеовулканологические исследования, проведенные нами в районах наиболее широкого распространения вулканических толщ, считавшихся ранее верхнепалеозойскими и триасовыми: в окрестностях хребта и одноименного гранитного массива Ихэ-Адацаг, в районе гор Баян-Ула и Саба-Ула, к востоку от Дэлгэр-хан-сомона и в пределах хребта Мандалыйн-Хэцэ-Нуру вблизи сомона Цаган-Обоши. Изучение соответствующих разрезов и крупномасштабное картирование отдельных участков (рис. 2, 3, 4) обнаружили достаточно сложное внут-

реннее строение вулканических толщ и, что особенно важно, широкие фациальные изменения их. Это, а также геолого-стратиграфические исследования А. А. Моссаковского, впоследствии подтвержденные нами, заставили пересмотреть стратиграфическое положение некоторых вулканических толщ Предхэнтэйского прогиба.

Ранее широко было распространено мнение о принадлежности существенно андезитовых толщ северной периферии впадины (район Дэлгэр-хан-сомона, хребет Адацаг) к триасовой серии пород, а преимущественно липаритовых толщ южного обрамления (к примеру, в районе хребта Мандалыйн-Хэцэ-Нуру) к каменноугольным и пермским образованиям. Здесь сказалась и бедность палеонтологической аргументации на первых этапах изучения Предхэнтэйского прогиба, и пространственная разобщенность проявлений кислого и андезитового вулканизма, располагающая к формированию представлений о разновозрастности вулканических толщ различного химического и петрографического состава.

В настоящее время можно считать доказанным ошибочность таких взглядов и установление примерно одинакового стратиграфического положения этих толщ в разрезе перми (Кебезинская и др., 1970). Так, к юго-востоку от массива Ихэ-Адацаг в районе гор Бор-Ондор-Обо андезитовые толщи согласно лежат на туфогенно-осадочных отложениях с флорой нижнепермского возраста и составляют единый пермский разрез, отдельные части которого не только сменяют друг друга во времени, но нередко и замещают друг друга в пространстве, являясь фациальными аналогами. А к юго-востоку от указанного местонахождения зафиксированы части андезитовой толщи, которая несогласно перекрывается конгломератами и песчаниками верхнепермской молассы. На этом участке А. А. Моссаковский установил замещение по простиранию андезитовых и андезито-базальтовых лавовых горизонтов туфовыми песчаниками и конгломератами с линзой рифовых известняков, содержащих верхнепалеозойскую фауну.

В районе гор Баян-Ула и Саба-Ула к востоку от Дэлгэр-хан-сомона широко развита существенно андезитовая вулканическая серия, которая по более ранним данным А. А. Моссаковского, подтвержденными нашими наблюдениями 1968 г., перекрывается терригенными отложениями верхней перми. Контакт между этими толщами можно наблюдать к юго-востоку от горы Хунтлингыйн-Обо (отметка 1700,8 м).

Для более южных массивов преимущественно кислых вулканогенных пород, как известно, устанавливаются такие же взаимоотношения с верхнепермскими молассовыми накоплениями. На северо-западных склонах хребта Мандалыйн-Хэцэ-Нуру видно как песчаники и крупногалечные конгломераты верхней перми с размывом перекрывают липарито-дацитовую толщу и содержат в гальке весь набор подстилающих вулканогенных пород.

Таким образом, как на северо-западе Предхэнтэйского прогиба, так и в его южной части развиты вулканогенные толщи, которые занимают приблизительно одинаковое стратиграфическое положение. На трех изученных участках возраст вулканогенных образований оказывается весьма близким, во всяком случае до верхнепермским.

Строение разрезов и состав продуктов вулканической деятельности изученных верхнепалеозойских вулканических массивов Предхэнтэйского прогиба разнообразны. Отмечаются сложные взаимоотношения различных типов вулканогенных пород и резкая фациальная изменчивость их по простиранию даже на небольших расстояниях. Тем не менее общей чертой верхнепалеозойской вулканической ассоциации можно считать значительное преобладание вулканогенных пород андезито-липаритового ряда. Базальты, как правило, не характерны для этих толщ, хотя они и встречаются в малых количествах на отдельных участках.

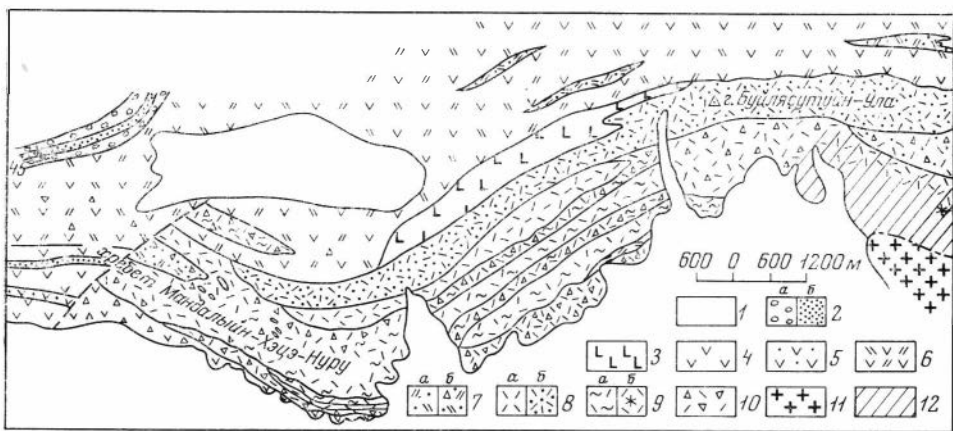


Рис. 3. Схема строения пермской липаритовой толщи Предхэнтэйского прогиба в районе хр. Мандалыйн-Хэцэ-Нуру

1 — четвертичные отложения; 2 — конгломераты (а) и песчаники (б); 3 — базальтовые лавы, 4 — андезитовые лавы; 5 — андезитовые туфы; 6 — андезито-дацитовые лавы; 7 — дацитовые туфы (а) и туфовые брекчии (б); 8 — липаритовые лавы (а) и липаритовые туфы (б); 9 — липаритовые игнимбриты (а) и липаритовые сферолитовые лавы (б); 10 — липаритовые лавовые брекчии; 11 — гранитоиды; 12 — зоны ороговивания

В южной части Предхэнтэйского прогиба в пределах хребта Мандалыйн-Хэцэ-Нуру (к северу-западу от сомона Цаган-Обони) широко развиты вулканогенные образования липаритового и дацитового состава (рис.3). Низы разреза на этом участке не видны. Нижняя часть вулканической серии прорвана порфириновидными биотитовыми гранитами. В экзоконтакте массива наблюдается широкая (около 500 м) зона интенсивного ороговивания липаритовых лав и туфов, а также жилы мелкозернистых гранитов с турмалином. Вулканогенная толща несогласно перекрыта пермскими терригенными отложениями. Ее разрез (снизу вверх) можно наблюдать при пересечении в северо-западном направлении хребта Мандалыйн-Хэцэ-Нуру, начиная с его юго-восточных склонов, в 1 км к юго-востоку от отметки 1510,1 м (рис. 2, колонка I).

Мощность, м

- | | | |
|--|---------|---------|
| 1. Липаритовые лавовые брекчии светлого зеленоватого тона. Разнонаправленная, резко обрывающаяся флюиальность подчеркивает обломочную структуру пород. Обломки и цементирующая масса сложены лавовым материалом липаритового состава, для которого характерны микропойкилитовые структуры и полевшпатовые вкрапленники | видимая | 10 |
| 2. Андезитовые лавы с редкими вкрапленниками плагиоклаза и крупномикролитовой основной массой | | 10 |
| 3. Липаритовые лавы бурого и темного, почти черного цвета. В отдельных горизонтах лавы по внешнему облику и микроструктурным особенностям напоминают игнимбриты. Отмечаются единичные линзы пепловых туфов и туфовых брекчий, связанных между собой постепенными переходами, а также участки лавовых брекчий | | 400 |
| 4. Липаритовые туфы мелко- и среднеобломочные, местами игнимбритовидные | | 300—200 |
| 5. Базальтовые лавы темного цвета, с крупномикролитовыми структурами и фенокристаллами плагиоклаза, моноклинного и ромбического пироксена | | 100 |
| 6. Андезито-дацитовые лавы желтоватых и зеленоватых тонов. Отдельные горизонты сложены игнимбритоподобными дацитовыми туфами | | 400 |

Общая мощность разреза составляет примерно 1200 м. В нижней и средней его частях преобладают липаритовые лавы и туфы, которые вверх по разрезу сменяются более основными породами андезито-дацитового состава. Так как и в лавах отмечаются структурные особенности, типичные для игнимбритов, то не исключена возможность, что флюи-

дальние липаритовые лавы являются перекристаллизованными породами типа игнимбритов. В таком случае роль лавовых образований среди вулканогенных пород липаритовой толщи ничтожна и заметно уступает обломочным породам. Минеральный состав липаритовых и андезитодацитовых пород беден. Первые состоят из кварца, калиевого полевого шпата и кислого плагиоклаза, вторые — главным образом из плагиоклаза. Обращает на себя внимание отсутствие цветных минералов в липаритовых и более основных (за исключением базальтовых) породах и общий лейкократовый характер разреза в целом.

В нескольких километрах западнее на простирании липаритовой толщи в юго-западных отрогах хребта Мандалыйн-Хэцэ-Нуру разрез существенно иной (рис. 3). В 3,3 км к юго-западу от отметки 1523,4 м в меридиональном направлении с юга на север (и снизу вверх по разрезу) обнажаются (рис. 3, колонка II):

- | | |
|--|-------------|
| | Мощность, м |
| 1. Андезитовые афировые лавы светлого цвета и более светлоокрашенные. Они характеризуются различными типами микролитовых структур и подавляющим развитием плагиоклаза в основной массе и в редких микровкрапленниках. Отдельные горизонты сложены мелкообломочными андезитовыми туфами, среди обломков которых также господствуют существенно плагиоклазовые андезитовые лавы микролитового сложения. В верхней части андезитовой толщи — горизонт песчаника мощностью 2—3 м и прослой пизолитовых туфов . | 300—400 |
| 2. Андезитодацитовые лавы серого цвета с прослоями туфовых брекчий андезитодацитового состава. Породы сильно измененные, существенно плагиоклазовые, в микрзернистой основной массе — реликты микролитовых структур | 400 |

Суммарная мощность этого, в общем, сокращенного (видимо, за счет перекрытия нижних частей разреза четвертичными отложениями) разреза примерно равна 700—600 м. Верхняя часть толщи аналогична андезитодацитовым лавам предыдущего разреза (пачка 6, колонки I и пачка 2, колонки II), хотя в ней отсутствуют горизонты дацитовых туфов и появляются прослой пизолитовых туфов. Нижняя часть вулканогенной толщи представлена мощной андезитовой пачкой, занимающей такое же положение в разрезе, как и липаритовые игнимбригоподобные лавы и липаритовые туфы на смежном участке. Андезиты так же, как и в разрезе, характеризуются существенно полевошпатовым составом и отсутствием фемических минералов.

Таким образом, уже в пределах сравнительно небольшого участка в хребте Мандалыйн-Хэцэ-Нуру обнаруживается фациальное замещение липаритовой толщи породами андезитового состава. Это свидетельствует о почти одновременных и сближенных в пространстве проявлениях липаритового и андезитового вулканизма в верхнепалеозойское время на территории Предхэнтэйского прогиба. Присутствие среди вулканогенных образований пизолитовых туфов и игнимбригоподобных пород наряду с другими особенностями разрезов указывает на то, что вулканическая деятельность протекала в наземных условиях.

На северо-западе Предхэнтэйского прогиба верхнепалеозойские вулканогенные толщи характеризуются подавляющим развитием андезитов, хотя местами отмечаются значительные по мощности накопления дацитовых лав и туфов. Породы липаритового состава в разрезе, как правило, не встречаются. Однако на отдельных участках широко развиты разнообразные по морфологии, структуре и отчасти составу липаритовые субвулканические тела, прорывающие породы андезитовой серии.

К юго-востоку от массива Ихэ-Адацаг верхнепалеозойская вулканогенная толща достигает значительной мощности и сложена чередующимися породами дацитового и андезитового состава. Она согласно налегает на туфовые аргиллиты нижнепермского вулканогенно-осадочного комплекса. Верхняя возрастная граница ее определяется несогласным

налеганием верхнепермских конгломератов на андезитовые лавы с линзой рифовых известняков вблизи горы Цахир-Ула. В 500 м к юго-западу от отметки 1578,5 м (район горы Бор-Ондор-Обо) на толщу темных, почти черных туфовых алевролитов и аргиллитов согласно ложатся (рис. 2, колонка III) следующие породы:

Мощность, м

1. Дацитовые туфовые брекчии и дацитовые туфы различной зернистости от тонко- до грубообломочных, зеленоватой окраски. Между брекчиями и туфами существуют постепенные переходы. Минеральные обломки в туфах представлены осколками кристаллов плагиоклаза, реже кварца, биотита и амфибола. Среди обломков пород отмечаются дацитовые лавы с фельзитовой и микропойкилитовой структурами, а также в подчиненном числе обломки андезитовых лав с микропойкилитовой структурой основной массы. Туфы являются цементирующей массой для брекчий, обломки и глыбы в которых представлены преимущественно дацитовыми и реже андезитовыми лавами. Отмечаются горизонты тонкослоистых дацитовых туфов 600
2. Андезитовые лавы с прослоями лавовых брекчий и андезито-базальтовых лав. Цвет пачки бурый и темно-лиловый. Мелкие вкрапленники представлены главным образом плагиоклазом, иногда плагиоклазом и пироксеном вместе. Основная масса андезитовых порфиров характеризуется пилотакситовой и андезитовой структурами 300
3. Дацитовые туфы и туфовые брекчии зеленоцветные, аналогичные породам пачки 1. Они отличаются присутствием среди пирокластических образований дацитовых лав (мощностью 5—40 м) с вкрапленниками плагиоклаза и биотита, а также линз лавовых брекчий 500
4. Андезитовые лавы буро- и темного лилового цвета. Преобладают лавы, в которых фенокристаллы сложены почти исключительно пироксеном. Изредка отмечаются также и вкрапленники плагиоклаза. Основная масса гиалопилитовая, пилотакситовая, андезитовая. Встречаются горизонты игнимбрито-подобных лав. Прослои дацитовых пород увеличиваются вверх по разрезу. В этом же направлении растет число даек дацитовых и липаритовых лав 800

Общая примерная мощность — 2000—2200 м. Верхняя андезитовая часть плохо обнажена, и особенности ее строения лучше наблюдать на смежном к юго-западу участке в районе оз. Шар-Дэль-Обо. Здесь в 2,5 км к западу от отметки 1494 м вулканогенную толщу слагают (снизу вверх):

Мощность, м

1. Андезитовые лавы с пироксеном и амфиболом во вкрапленниках, нередко флюидальные. Они пересечены дайками липаритов массивного сложения. Монотонная лавовая пачка окрашена в бурые и лиловые тона видимая 300—400
2. Андезитовые лавы с вкрапленниками амфибола, содержащие горизонты и линзы андезитовых туфов, лавовых андезитовых брекчий и прослои амфибол-плагиоклазовых дацитовых лав 300
3. Андезито-дацитовые лавы, также содержащие плагиоклаз и амфиболы во вкрапленниках, но отличающиеся от андезитовых лав структурами основной массы 100—200
4. Андезитовые лавовые брекчии местами глыбовые с линзами туфовых брекчий такого же состава и единичными горизонтами андезитовых лав. Лавовый материал повсеместно характеризуется присутствием вкрапленников пироксена и амфибола и микролитовым сложением. Обломки и глыбы представлены дацитовыми лавами с амфиболом и биотитом, а также андезитовыми порфиритами с амфиболом и пироксеном видимая 100

Анализ разрезов показывает, что объемы дацитовых пород и вулканогенных образований андезитового состава примерно одинаковы. Наблюдается чередование их во времени.

В поле развития вулканогенных пород есть дайки гранит-порфиров и липаритов. Среди дацитовых пород преобладают туфы и брекчии. Андезитовая часть разреза сложена главным образом лавами. Петрографические особенности андезитовых и дацитовых пород отличают их от соот-

ветствующих разновидностей вулканического массива хребта Мандалыйн-Хэцэ-Нуру. Структурные свойства примерно те же, но широко развиты цветные минералы. Для дацитов типичны плагиоклаз, кварц, биотит и амфибол. В андезитовых породах верхнепалеозойской толщи района хребта Адацаг местами встречены более основные породы: андезито-базальты и диабазы. Из-за плохой обнаженности не всегда возможно наблюдать контакты пород базальтового состава с андезитовыми, поэтому не исключена возможность, что некоторые описываемые ниже базальты и диабазы являются согласными рвущими телами типа силлов. Примером более основной по составу вулканогенной толщи верхнего палеозоя может служить разрез в районе горы Цахир-Ула. Его стратиграфическое положение определяется тем, что вулканогенные породы налегают на метаморфический комплекс протерозоя, перекрыты терригенными отложениями верхней перми и содержат верхнепалеозойскую фауну (рис. 2, колонки IV). Снизу вверх обнажаются:

	Мощность, м
1. Андезитовые туфовые брекчии бурого цвета с обломками андезитовых и дацитовых лав	100
2. Базальтовые лавы с псевдоморфозами эпидота и иддингита по фенокристам цветного минерала, вероятно, оливина	100
3. Андезитовые туфовые брекчии	50
4. Андезито-базальтовые (базальтовые) лавы с вкрапленниками плагиоклаза, ксенокристаллами кварца и крупнолейстовой основной массой	30
5а. Выклинивающаяся пачка туфовых песчаников и линзы рифогенных мшанковых известняков с обильной фауной брахиопод	
5б. Базальтовые крупновкрапленные лавы с фенокристаллами плагиоклаза и пироксенов	
6. Диабазы с микровкрапленниками пироксена и плагиоклаза, офитовой структурой основной массы	100

Общая мощность андезито-базальтовой толщи исчисляется в 500 м. К западу от изученного участка в окрестностях Дэлгэр-хан-сомона наблюдается также обширный массив верхнепалеозойских вулканогенных пород. Вулканогенная толща весьма своеобразна и интересна тем, что характеризуется подавляющим развитием двух типов пород, присутствующих в различных фациях: андезитовых вулканогенных образований в разрезе (покровная фация) и липаритовых лав в виде серии субвулканических тел. Промежуточные по составу дацитовые породы редки, хотя и встречаются как среди лав, так и среди рвущих тел. Подошва этой толщи в районе горы Баян-Ула не наблюдалась, кровля перекрыта конгломератами верхней перми. Разрез можно наблюдать от северных склонов горы Баяс-Хуланг на юг (рис. 2, колонка V, снизу вверх):

	Мощность, м
1. Базальтовые лавы темного цвета, брекчированные и местами сильно измененные. Широко развиты гематитизация, альбитизация, окварцевание, карбонатизация. Участки малоизмененных пород сложены базальтами офитовой структуры с микрофенокристами пироксена. Отдельные горизонты образованы туфовыми песчаниками и аргиллитами с неопределимой флорой. Присутствуют тела габброидов	видимая 200
2. Липаритовые пепловые туфы с отдельными крупными обломками кристаллов кварца, калиевого полевого шпата и плагиоклаза	30
3. Андезитовые лавы с подчиненными линзами андезитовых туфов и единичными горизонтами дацитовых лав. Наблюдаются разновидности амфибол-плагиоклазовых, пироксен-плагиоклазовых и существенно плагиоклазовых андезитовых порфиритов. Для всех них характерны полустекловатые структуры с беспорядочным или ориентированным расположением игольчатых микролитов. В низах преобладают лавы с роговой обманкой, в верхах — с пироксеном	300—400
4. Андезитовые афировые существенно плагиоклазовые лавы с пилотакситовой и гиалопидитовой структурой	100
5. Андезитовые лавы и андезитовые туфы и туфовые брекчии черного и бурого цвета с реликтами зеленой роговой обманки во вкраплен-	

- никах и вкрапленниками плагиоклаза, а также микролитовым сложением основной массы. Местами широко развиты процессы турмалинизации. Турмалиновая минерализация прослеживается по всей андезитовой пачке в виде отдельных призматических и неправильных по форме выделений турмалина в основной массе андезитов и по фенокристаллам плагиоклаза в виде гнездобразных скоплений и микрожилок. Местами это кварцево-турмалиновые жилы мощностью до 5–10 см. Однако чаще наблюдается метасоматическое замещение турмалином андезитовых лав и туфов 300–400
6. Дацитовые лавы с подчиненными горизонтами дацитовых туфовых брекчий и редкими прослоями андезитовых лав 400
7. Андезитовые (андезито-базальтовые) лавы зеленовато-серого цвета, перемежающиеся с андезитовыми туфами и туфовыми песчаниками. Вулканогенные породы претерпели значительные изменения, однако повсеместно прослеживаются реликты крупнослоистых и крупномикролитовых структур, типичных для пород андезито-базальтового, в меньшей степени андезитового состава 400–500

Суммарная мощность разреза оценивается примерно в 1500–2000 м. Подавляющее большинство пород подверглось вторичным изменениям. Широко развита ассоциация вторичных минералов: альбита, эпидота, стильпномелана, хлорита. Однако структуры и текстуры вулканогенных пород характеризуются прекрасной сохранностью.

Анализ разрезов верхнепалеозойской вулканической ассоциации западной части Предхэнтэйского прогиба показывает, что наиболее широко развиты породы нормального щелочноземельного ряда: андезиты, дациты и липариты. Вулканогенные образования локализованы обычно на разных участках, которые местами близко расположены. Выделяется три типа разреза: 1) существенно липаритовый с подчиненным количеством дацитовых и андезито-дацитовых пород; 2) главным образом андезитовый, с малым количеством дацитов и андезито-базальтов и 3) толщи с одинаковым количеством породы дацитового и андезитового состава.

Минералогия пермских лав Предхэнтэйского прогиба различна для одних и тех же типов пород двух изученных серий: андезитовой и липаритовой. Все породы липаритовых толщ, включая и андезиты, иногда встречающиеся среди кислых лав, имеют ярко выраженный лейкократовый характер и сложены почти исключительно кварцем, плагиоклазом и калиевым полевым шпатом в разных соотношениях. Цветные минералы как правило отсутствуют, и лишь иногда отмечается биотит. Те же разновидности ряда андезит—дацит—липарит в андезитовых толщах более меланократовые, содержат разнообразные фемические минералы (широксенены, роговую обманку, биотит), обнаруживаемые даже в самых кислых конечных членах ряда. Эти минералогические особенности заставляют предполагать различные источники магматических расплавов для продуктов андезитового и липаритового вулканизма.

Вся сумма геологических и петрографических данных по пермским вулканическим породам говорит о существенных различиях почти одновременно функционирующих вулканов по северной и южной окраинам Предхэнтэйской впадины. Тот факт, что на изученных участках вулканические образования перекрыты верхнепермской — нижнетриасовой молассой, определяет их верхнюю границу, а случаи фашиального замещения осадочными породами с верхнепалеозойской фауной (гора Цахир-Ула) и налегания на туффиты с нижнепермской флорой (гора Бор-Ондор-Обо) с большой долей вероятности позволяют считать их пермскими. Это подтверждается и данными калий-аргонового датирования (Фирсов, Кеpezинская, 1970).

Общим выводом по составу и строению этих толщ является представление о значительном разнообразии проявлений пермского вулканизма. Пространственные вариации состава вулканических пород, вообще типичные для структур орогенного ряда, здесь проявлены особенно ярко, образуя сложную картину распределения различных фаций. Общую законо-

мерность такого размещения, выражающуюся в преимущественном андезитовом характере северных пермских вулканов Предхэнтэя и липаритовом южных, осложняют аналогичные фациальные замещения второго порядка, более редкие, но типичные на южной окраине.

И тем не менее, при общем пестром составе пермских вулканических толщ бросается в глаза практическое отсутствие базальтов, столь типичных для пермских разрезов Орхон-Селенгинского прогиба.

Петрографический спектр пермской вулканической ассоциации Предхэнтэйского прогиба также отличается большим разнообразием. Распределение разных типов пород тоже подчеркивает асимметричность рассматриваемой вулканической зоны, выявляющуюся при анализе вещественного состава толщ. На севере среди продуктов андезитового вулканизма в равной степени типичны и лавовые покровы и грубообломочные прокладчатые накопления. Южные вулканические поля преимущественно сложены туфами, брекчиями и игнимбритоподобными образованиями, похожими, на первый взгляд, на тонкофлюидалные лавы.

Анализ мощностей и закономерностей распределения различных типов пород позволяет, несмотря на плохую обнаженность, подойти к выделению возможных центров вулканических извержений, что помимо целей палеовулканологических реконструкций представляет интерес и для поисковых работ. В этом плане следует обратить внимание на два участка. Один из них расположен в районе оз. Шар-Дэль-Обо, где развиты мощные локальные накопления глыбовых андезитовых брекчий как туфовых, так и лавовых, которые очень быстро выклиниваются из разреза. Другой находится на северо-западных склонах хребта Мандалыйн-Хэцэ-Нуру и отличается присутствием игнимбритов, нередко фиксирующих центры липаритового вулканизма в том случае, если это не игнимбритовое плато. Все отмеченные вариации состава и строения пермских вулканических толщ отражают разнообразие условий генерации и эволюции магматических расплавов орогенных областей.

В то же время необходимо подчеркнуть, что для пермской вулканической ассоциации Предхэнтэйского прогиба в целом характерен щелочно-земельный тип вулканогенных пород, и все вариации химизма происходят в основном в рамках щелочноземельного ряда.

Глава IV

ПЕТРОХИМИЯ ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ И РАННЕМЕЗОЗОЙСКИХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ

Основываясь главным образом на изложенных выше данных общегеологического и стратиграфического плана, а также опираясь на обширный материал аналитических работ, выполненный по коллекционным сборам авторов, и статистический анализ этих данных, предпринята попытка дать петрохимическую характеристику вулканических ассоциаций позднего палеозоя — раннего мезозоя в Центральной Монголии. Петрохимический анализ включает выяснение особенностей химизма пермских и триасовых вулканических ассоциаций Орхон-Селенгинского и Предхэнтэйского прогибов, установление сходства-различия одновозрастных вулканических толщ в различных структурах и выяснение особенностей петрохимической эволюции вулканизма в позднем палеозое — раннем мезозое.

ПЕРМСКАЯ ВУЛКАНИЧЕСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ОРХОН-СЕЛЕНГИНСКОГО ПРОГИБА

Пермские вулканогенные толщи сложены разнообразными типами пород, принадлежащими в основном трахилипаритовой и базальтовой группам, что определяет контрастный трахилипарит-базальтовый петрохимический тип пермской вулканической ассоциации в целом. Нижняя ее часть сложена трахилипаритовыми игнимбритами, туфами и лавами трахилипаритового состава. Подчиненное положение занимают липаритовые лавы, игнимбритовые, а также дацитовые туфы и туфовые брекчии. Средняя часть представлена вулканогенно-осадочной толщей часто переслаивающихся песчаников, аргиллитов, туфовых алевролитов с базальтовыми лавами и туфами. Венчает разрез толща базальтовых лав и туфов, среди которых часто отмечаются трахибазальтовые лавы, а также единичные горизонты андезитовых и дацитовых пород.

Важными особенностями этой ассоциации являются мощные протяженные накопления игнимбритов, а также щелочной характер, который фиксируется как в кислых продуктах нижней части, так и в верхней базальтовой части, где они отмечены появлением щелочных дифференциатов в виде ортоклазовых базальтов.

Химизм пермских кислых лав Орхон-Селенгинского прогиба характеризуется 12 химическими анализами (табл. 1). На их основе рассчитаны средние содержания и стандартные отклонения главных породообразующих окислов для различных типов кислых пород пермской вулканической ассоциации (табл. 2)¹.

Подавляющее большинство пород, как это следует из таблиц 1 и 2, отличается повышенной щелочностью и относится к группе трахилипаритов и трахидацитов. Лейкократовый характер этих пород, отмеченный минеральным парагенезисом, подчеркивается и особенностями химизма, в частности весьма незначительными средними содержаниями MgO и CaO даже в более основных лавах трахидацитового состава. Среди пород кислой группы выделяется три типа, для каждого из которых рассчитан средний химический состав. Трахилипариты дают ветви дифференциатов натрового и калиевого ряда, которые, кроме щелочных окислов, различаются и другими петрохимическими признаками. Калиевые трахилипариты имеют более высокое среднее содержание SiO₂ и K₂O, меньшее содержание Al₂O₃ и Na₂O, в то время как по другим породообразующим окислам значимых различий в среднем содержании не наблюдается. Петрохимическим своеобразием отличаются трахидацитовые породы пермской вулканической ассоциации. Вопреки обычному в ряду дацит-липарит повышению щелочности от основных к более кислым дифференциатам здесь наблюдается обратная картина. Более основные трахидацитовые породы, тесно парагенетически связанные с трахилипаритами, обладают более высокой щелочностью по сравнению с последними.

Трахидациты отличаются от наиболее близких по щелочной натровой тенденции трахилипаритов более высоким содержанием Na₂O и других окислов: Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO и CaO. Они также характеризуются меньшим содержанием SiO₂, а по среднему содержанию K₂O значимые различия не установлены. Признаки регионального калиевого или натрового метасоматоза отсутствуют. Таким образом, среди резко преобладающих в пермской ассоциации кислых трахитовых пород выделяется три петрохимических типа, очевидно, соответствующих трем дифференционным тенденциям в процессе эволюции пермских трахилипаритовых магм Орхон-Селенгинского прогиба: наиболее основные и наиболее щелочные трахи-

¹ Здесь и ниже для выборок малого объема и совокупностей с типом распределения, отличающимся от нормального, при сравнении использовался непараметрический критерий Вилкоксона (Урбах, 1964); в остальных случаях методика статистического анализа аналогична применяемой ранее (Кеpezинская, 1969).

Таблица 1

Химический состав (в вес.%) кислых пород пермской вулканической ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба (Монголия)

Оксид	Афировый трахидицит (1)	Крупнокристаллический плагиоклазовый дицит (2)	Трахидицит, устье р. Хучжирыйн-Гол (3)	Трахидицит (4)	Трахилипарит (5)	Трахилипаритовый ичимбриит (6)	Липаритовый пепловый туф (7)	Трахилипарит (8, 9)		Афировый трахилипарит (10)	Трахилипарит (11, 12)	
SiO ₂	63,40	63,64	63,64	63,70	69,70	70,04	70,42	70,92	71,24	71,64	76,40	76,84
TiO ₂	0,15	0,30	0,85	0,55	0,64	0,71	0,64	0,35	0,42	Не обн.	0,17	Не обн.
Al ₂ O ₃	17,70	17,21	17,35	17,57	14,10	14,81	14,76	13,57	13,36	15,56	12,60	9,57
Fe ₂ O ₃	2,87	2,53	3,07	2,81	2,67	0,34	1,73	1,76	1,36	1,44	Не обн.	4,27
FeO	1,29	3,27	2,07	1,93	1,65	1,72	0,75	1,68	1,43	1,94	1,43	1,22
MnO	0,16	0,19	0,11	0,14	0,26	0,20	0,17	0,22	0,21	0,08	0,09	0,06
MgO	0,83	0,58	1,00	0,25	0,12	0,33	0,29	0,08	0,21	Не обн.	0,08	Не обн.
CaO	0,70	2,44	2,67	1,86	0,69	1,27	0,93	0,64	0,64	0,23	0,41	0,23
Na ₂ O	6,72	5,23	4,83	6,40	4,36	5,20	5,58	3,98	4,90	5,10	3,60	0,48
K ₂ O	3,60	3,19	2,96	3,46	4,63	4,66	2,75	5,66	4,92	3,20	4,70	5,55
P ₂ O ₅	0,14	0,11	0,50	0,11	0,13	0,13	0,13	0,06	0,09	0,08	0,04	Не обн.
H ₂ O ⁻	0,32	Не обн.	0,20	0,24	0,12	0,22	0,32	0,18	0,06	0,20	0,10	0,24
П.п.п.	2,24	0,90	0,87	0,81	0,50	1,03	1,06	0,58	0,30	1,48	0,41	1,37
Сумма	100,12	99,59	99,98	99,73	99,87	100,66	99,53	99,70	99,64	99,61	100,48	99,53

Примечание. Анализы выполнены в химико-аналитической лаборатории ИГиГ СО АН СССР, аналитик Л. С. Зоркина.

(1) — правобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт, в 6 км к северо-востоку от горы Хусутай-Обо. (2, 3) — левобережье р. Хучжирыйн-Гол близ впадения в р. Селенгу. (4) — река Унита, правый приток р. Селенги к северу от вулкана Того-Ула. (5—7) — правобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт, в 6 км к северо-востоку от горы Хусутай-Обо. (8—10) — правобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт в районе горы Хусутай-Обо (урочище Хальчжнийн-Хундей). (11) — правобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт, в районе горы Баян-Цаган-Ула. (12) — то же, в районе горы Хусутай-Обо

дацитовые породы, трахилипариты с повышенным против обычного в щелочноземельных породах содержанием Na₂O и трахилипариты, отличающиеся повышенным содержанием K₂O по сравнению с породами липаритового ряда.

Средние содержания элементов-примесей и их стандартные отклонения в скобках в рассматриваемых породах вычислены на основании данных приложения 1 и представлены следующими значениями: Ti = 0,31 (0,15); Mn = 0,07 (0,07); Pb = 0,0061 (0,012); Ga = 0,0016 (0,0005); Gr = 0,0012 (0,0006); Ni = 0,00018 (0,0009); Sn = 0,0009 (0,0008); V = 0,0034 (0,008); Sr = 0,14 (0,024); Ba = 0,027 (0,037); n = 32. Полные количественные спектральные определения элементов-примесей здесь и ниже выполнены в спектральной лаборатории СНИИГГиМСа. Результаты во всех таблицах приведены в процентах. Ошибка анализа ± 25%. Чувствительность определения методов просыпки для Ti, Mn, Sr, Ba — 3,0⁻³; Pb, Ga, Gr, Ni, V — 1,10⁻³; методом испарения для Ti, Mn — 1,10⁻³; Pb — 3,10⁻⁴; Ga, Gr, Ti, V — 1,10⁻⁴; Sn — 3,10⁻³.

Базальты пермской вулканической ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба являются резко преобладающим типом пород в двух верхних третях пермского разреза, особенно в его самой верхней части. Базальтовые лавы наблюдаются в различных формах залегания и установлены

Средние содержания (в вес.%) и стандартные отклонения породообразующих окислов для кислых пород пермской вулканической ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба (Монголия)

Окисел	Трахилипариты		Трахидаци-ты	Окисел	Трахилипариты		Трахидаци-ты
	натрового типа	калиевого типа			натрового типа	калиевого типа	
SiO ₂	$\frac{70,45}{0,73}$	$\frac{73,66}{2,62}$	$\frac{63,51}{0,13}$	MgO	$\frac{0,18}{0,18}$	$\frac{0,09}{0,07}$	$\frac{0,69}{0,32}$
TiO ₂	$\frac{0,50}{0,29}$	$\frac{0,19}{0,19}$	$\frac{0,52}{0,29}$	CaO	$\frac{0,78}{0,38}$	$\frac{0,55}{0,19}$	$\frac{1,74}{0,81}$
Al ₂ O ₃	$\frac{14,81}{0,51}$	$\frac{12,10}{1,59}$	$\frac{17,64}{0,14}$	Na ₂ O	$\frac{5,11}{0,36}$	$\frac{2,90}{1,78}$	$\frac{5,98}{0,82}$
Fe ₂ O ₃	$\frac{1,54}{0,83}$	$\frac{2,27}{1,16}$	$\frac{2,92}{0,11}$	K ₂ O	$\frac{3,81}{0,85}$	$\frac{5,33}{0,29}$	$\frac{3,34}{0,27}$
FeO	$\frac{1,23}{0,45}$	$\frac{1,41}{0,45}$	$\frac{1,77}{0,34}$	H ₂ O ⁻	$\frac{1,23}{0,38}$	$\frac{0,98}{0,46}$	$\frac{1,56}{0,71}$
MnO	$\frac{0,18}{0,02}$	$\frac{0,15}{0,07}$	$\frac{0,14}{0,02}$	Σ Fe в виде Fe ₂ O ₃	$\frac{2,91}{0,23}$	$\frac{3,88}{1,11}$	$\frac{4,88}{0,44}$
				Число анализов	4	4	4

Примечание. В числителе приведены средние содержания породообразующих окислов, в знаменателе — их стандартные отклонения.

нами как в покровной фации, так и в виде рвущих тел различной морфологии от силловых залежей до штоков. Это весьма разнообразная по составу группа базальтовых пород, включающая пироксен-плаггиоклазовые базальты, двупироксеновые базальты, лабрадоровые, андезиновые и калиевые базальты, амфиболовые калишпатсодержащие базальты, а также оливиновые базальты, отмеченные только среди базальтовых лав рвущих тел. Соответственно намечается несколько минеральных ассоциаций—парагенезов, типичных для базальтов вулканической ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба: 1) клинопироксен — основной плаггиоклаз, 2) клинопироксен — ортопироксен — основной плаггиоклаз; 3) клинопироксен — средний плаггиоклаз; 4) клинопироксен — средний плаггиоклаз — калиевый полевой шпат; 5) амфибол — основной или средний плаггиоклаз — калиевый полевой шпат; 6) оливин — клинопироксен — основной плаггиоклаз.

Химизм базальтовых лав также отмечен вариациями состава, которые не выходят, однако, за рамки базальтовой группы в целом и связаны в основном с колебаниями щелочности базальтовых лав. Все разновидности базальтов как в петрохимическом, так и в структурно-минералогическом отношении образуют непрерывный ряд от базальтов нормального типа до щелочных калиевых базальтов. Крайние члены этого ряда можно охарактеризовать двумя разновидностями: щелочноземельного базальта (табл. 3, ан. 16) и трахибазальта (ан. 24).

Средний состав трахибазальтовых лав представлен в табл. 4. Они четко делятся на два петрохимических типа, которые отвечают двум фациям базальтовых лав: покровной и рвущей. Трахибазальты рвущих тел характеризуются меньшим средним содержанием SiO₂ и Na₂O; в то же время они имеют повышенное содержание CaO.

По остальным окислам значимые различия не установлены, в том числе и по K₂O. Таким образом, трахибазальты рвущих тел более основ-

Химический состав (в вес.%) базальтов пермской вулканической ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба (Монголия)

Окисел	Ортоклазовый щелочной базальт (13)	Калиевый щелочной базальт (14)	Афировый базальт (15)	Лабрадоровый базальт (16)	Щелочной оливиновой базальт (17)	Калиевый ам- фиболитсодержа- щий базальт (18)	Калиевый щелочной базальт (19)	Щелочной оливиновый базальт (20)	Калиевый щелочной базальт (21)	Ортоклазовый базальт (22)	Амфиболсодер- жащий ба- зальт (23)	Калиевый щелочной базальт (24)	Калиевый тра- хибазальт (25)	Трахиба- зальт (26)	Трахитовый андезито- базальт (27)	Трахитовый андезито- базальт (28)
SiO ₂	48,18	48,86	48,96	49,02	49,28	49,76	49,92	50,04	50,04	50,36	50,94	51,36	52,78	52,86	53,50	53,64
TiO ₂	1,37	2,00	1,15	1,35	1,07	1,30	1,71	1,37	1,50	1,27	1,20	1,07	1,45	1,13	1,36	2,01
Al ₂ O ₃	16,54	16,60	18,15	17,29	18,86	17,13	16,70	17,28	17,28	17,40	17,86	19,57	17,13	19,03	16,75	16,75
Fe ₂ O ₃	5,29	1,80	4,97	н/об	3,86	3,04	8,35	2,86	1,38	5,90	2,17	3,93	1,84	4,54	2,25	3,03
FeO	1,05	8,62	4,34	7,72	5,31	5,67	1,43	6,21	7,25	2,44	7,04	4,95	5,74	4,85	5,57	5,35
MnO	0,26	0,25	0,22	0,19	0,22	0,26	0,26	0,28	0,14	0,20	0,23	0,23	0,21	0,23	0,28	0,31
MgO	3,17	4,18	5,35	6,19	4,34	5,14	4,85	6,77	4,82	3,97	4,34	3,51	4,55	3,42	5,14	2,92
CaO	9,76	7,44	8,83	10,34	7,67	8,54	6,80	8,02	8,30	7,67	7,67	7,44	5,58	7,67	3,60	6,57
Na ₂ O	2,42	3,67	3,58	2,84	3,48	4,28	4,20	3,20	3,40	4,16	3,48	3,48	3,64	3,67	5,13	4,70
K ₂ O	4,65	2,32	1,18	0,82	1,65	2,03	2,08	1,20	2,08	3,08	1,65	2,18	2,44	1,02	1,66	1,50
P ₂ O ₅	0,36	0,73	0,31	0,30	0,46	0,47	0,44	0,42	0,54	0,62	0,46	0,48	0,47	0,14	0,37	0,65
H ₂ O ⁻	1,22	0,22	0,36	0,32	0,98	0,14	0,32	0,26	0,14	0,40	0,12	0,04	0,34	0,38	0,36	0,08
П. п. п.	4,28	3,31	2,18	3,66	1,79	2,49	2,39	2,25	2,68	2,07	2,38	1,55	3,49	0,99	3,53	2,25
Сумма	99,95	100,00	99,61	100,01	99,54	100,25	99,44	99,41	99,55	99,50	99,54	99,79	99,64	99,92	99,50	99,76

Примечание. Анализы выполнены в химико-аналитической лаборатории ИГиГ СО АН СССР, аналитик Л. С. Зоркина.

(Обр. 13) — левобережье р. Хануй-Гол в 4 км к юго-востоку от горы Барун-Уру-Ура. (Обр. 14) — рвущее тело, левобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт и к северу от горы Баян-Цаган-Ула. (Обр. 15, 16, 18, 19, 21) — покров, (обр. 17, 20) — рвущее тело, левобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт. (Обр. 22) — покров, правобережье р. Хучжирийн-Гол (верховье), южные склоны хр. Мунустай-Даба. (Обр. 23) — покров, левобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт. (Обр. 24) — покров, район сомона Бугут к северо-востоку от г. Булган, левобережье р. Хучжирийн-Гол (среднее течение). (Обр. 25) — покров, правобережье р. Хануй-Гол к северу от сомона Бугут и горы Бугутуин-Ула. (Обр. 26) — покров, левобережье р. Хучжирийн-Гол к северу от горы Баян-Цаган-Ула. (Обр. 27) — покров, правобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт. (Обр. 28) — покров, левобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт.

Средние содержания (в вес.%) и стандартные отклонения породообразующих окислов в пермских базальтоидах Орхон-Селенгинского прогиба (Монголия) и в базальтах других регионов

Вулканическая ассоциация, фация		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Σ Fe в виде Fe ₂ O ₃	Число анализов
Орхон-Селенгинский прогиб	Щелочные базальты и трахибазальты покровов	$\frac{51,16}{1,69}$	$\frac{1,38}{0,26}$	$\frac{17,60}{0,91}$	$\frac{3,23}{2,12}$	$\frac{5,45}{1,62}$	$\frac{0,23}{0,05}$	$\frac{4,57}{0,91}$	$\frac{7,39}{1,70}$	$\frac{3,85}{0,63}$	$\frac{1,69}{0,50}$	$\frac{9,27}{0,61}$	11
		$\frac{49,09}{0,67}$	$\frac{1,45}{0,34}$	$\frac{17,07}{1,03}$	$\frac{3,45}{1,29}$	$\frac{5,45}{2,50}$	$\frac{0,25}{0,02}$	$\frac{4,80}{1,32}$	$\frac{8,40}{0,85}$	$\frac{3,17}{0,46}$	$\frac{2,30}{1,44}$	$\frac{9,50}{1,52}$	
Высокоглиноземистые базальты Камчатки	Восточной	$\frac{51,75}{1,87}$	$\frac{0,90}{0,26}$	$\frac{18,44}{1,96}$	$\frac{4,02}{1,94}$	$\frac{5,42}{1,68}$	$\frac{0,15}{0,05}$	$\frac{5,71}{1,58}$	$\frac{9,38}{1,14}$	$\frac{2,74}{0,55}$	$\frac{0,86}{0,42}$		80
		$\frac{49,72}{2,31}$	$\frac{1,14}{0,41}$	$\frac{18,47}{1,35}$	$\frac{1,71}{1,18}$	$\frac{7,31}{1,42}$	$\frac{0,10}{0,06}$	$\frac{7,16}{2,36}$	$\frac{10,80}{1,40}$	$\frac{3,01}{0,59}$	$\frac{0,50}{0,32}$		
Щелочные базальты и трахибазальты Центральный Французский массив	Пюи,	$\frac{50,14}{2,24}$	$\frac{2,49}{0,86}$	$\frac{16,78}{3,20}$	$\frac{5,17}{2,57}$	$\frac{4,98}{2,10}$	$\frac{0,12}{0,10}$	$\frac{3,78}{1,10}$	$\frac{7,85}{1,10}$	$\frac{4,06}{0,81}$	$\frac{2,32}{0,41}$		26

Примечание. В числителе приведены средние содержания главных породообразующих элементов, в знаменателе — их стандартные отклонения; см. также табл. 5.

Таблица 5

Средние содержания (в вес. %) и стандартные отклонения элементов-примесей в трахибазальтах пермской ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба

Трахибазальты	Ti	Mn	Pb	Ga	Cr	Ni	Sn	V	Sr	Ba	Число анализов
Покров	$\frac{0,50}{0,18}$	$\frac{0,10}{0,10}$	$\frac{0,0014}{0,00054}$	$\frac{0,0016}{0,0004}$	$\frac{0,0051}{0,0036}$	$\frac{0,0058}{0,004}$	$\frac{0,00021}{0,00051}$	$\frac{0,016}{0,0061}$	$\frac{0,039}{0,01}$	$\frac{0,025}{0,022}$	28
	$\frac{0,61}{0,18}$	$\frac{0,098}{0,028}$	$\frac{0,002}{0,0085}$	$\frac{0,0017}{0,00019}$	$\frac{0,005}{0,0048}$	$\frac{0,0005}{0,0039}$	$\frac{0,00011}{0,00031}$	$\frac{0,016}{0,0077}$	$\frac{0,06}{0,0085}$	$\frac{0,046}{0,058}$	

ные и менее щелочные разновидности трахибазальтовой гермской серии. Они представлены как правило оливиновыми разностями. Трахибазальты покровной толщи — наиболее кислые и наиболее щелочные породы как по сравнению с щелочноземельными базальтами, так и по сравнению с оливиновыми трахибазальтами рвущих тел. Три петрохимических типа базальтов — базальты нормальной щелочности, трахибазальты покровов и оливиновые трахибазальты рвущих тел — тесно связаны геологически и представляет единую серию: щелочноземельный базальт — трахибазальт. Повышенная щелочность вызвана как аномальными высокими содержаниями Na_2O , так и K_2O . Нормальные базальты ближе всего по особенностям химизма стоят к высокоглиноземистым базальтам, мировым прототипом которых общепризнаны третично-четвертичные базальты *Vagner Group* кайнозойской вулканической провинции Каскада. Средний химический состав и дисперсии для главных породообразующих окислов высокоглиноземистых базальтов Высокого Каскада и района Медисон Лэйк, рассчитанные по опубликованным материалам (Powers, 1932; Thayer, 1937; Anderson, 1941), представлены в табл. 4. К этому же типу высокоглиноземистых базальтов относятся и базальты Восточной Камчатки (табл. 4), по расчетам В. В. Кепежинская (1970). Трахибазальты пермской вулканической ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба наиболее хорошо сопоставляются по среднему химическому составу с трахибазальтами Центрального Французского массива (табл. 4), по расчетам, сделанным на основании материалов Брассе (Brausse, 1961). Сопоставление базальтов пермского возраста Монголии с базальтами других природных серий показывает, что первоначальные продукты пермского базальтового вулканизма отвечали по составу петрохимическому типу высокоглиноземистых базальтов. Эволюция шла в дальнейшем в направлении накопления щелочей, главным образом K_2O , и появления дифференциатов субщелочного калиевого характера, близких к калиевой трахибазальтовой серии Пюи (Brausse, 1961). Таким образом, дифференциальная серия пермских базальтоидов представлена рядом высокоглиноземистые базальты — калиевые трахибазальты.

Средние содержания элементов-примесей в трахибазальтах покровов и рвущих тел Орхон-Селенгинского прогиба приведены в табл. 5. Они практически не различаются, подчеркивая происхождение от единой родоначальной магмы высокоглиноземистого типа, и только для Sr и Ba намечается тенденция к повышению среднего содержания, что в общем согласуется с более высоким средним содержанием CaO в этих породах.

Сравнение средних содержаний элементов-примесей в пермской трахитаковой липарит-дацитовой серии и трахибазальтовой серии показывает, что базальтовые породы содержат на порядок выше Mn и V. Это естественно ввиду связи этих элементов с феррическими частями пород (MgO , Fe_2O_3 , FeO). Интересно, что практически идентично среднее содержание Ba и Ga в двух сериях.

Таким образом, пермская вулканическая ассоциация представлена трахидацит-трахилипаритовой и базальт-трахибазальтовой сериями пород, которые, по-видимому, являются производными самостоятельных субщелочных кислых магм и нормальной по щелочности высокоглиноземистой базальтовой магмы, эволюционирующей в направлении накопления щелочей и превращающейся в трахибазальтовую магму с калиевой тенденцией. Геохимические особенности этих магм весьма близки. В пользу их самостоятельности говорят геологические признаки — первоначальные излияния кислой магмы сменились во времени базальтовым вулканизмом, существование резкой литологической границы между породами двух серий, отсутствие промежуточных по составу лав. Однако нельзя не отметить некоторые общие черты петрохимической тенденции — повышение содержания K_2O как в кислых, так и в основных лавах пермской ас-

вой магмы и относящаяся скорее к группе трахитовых андезитов и трахитовых дацитов латитового типа. Трахиандезитовые лавы покровной толщи характеризуются аномально высокой щелочностью по сравнению с андезитами щелочноземельного ряда. Это связано с повышенными содержаниями Na_2O и K_2O . Кроме того, для них характерно, опять же по сравнению с указанными породами нормальной щелочности, меньшее среднее содержание SiO_2 , MgO и CaO .

Дифференционный ряд трахиандезитовой ассоциации района Бугут и р. Хучжирыйн-Гол представлен серией трахиандезит — трахитовый андезитодацит — трахидацит латитового типа. Дифференциация идет в направлении накопления K_2O и SiO_2 . На фоне этой основной линии эволюции происходят отдельные отклонения, связанные, видимо, с какими-то местными локальными явлениями в магматических очагах, питающих триасовые трахиандезитовые вулканы. Тогда мы и отмечаем единичные случаи появления нормальных андезитов и дацитов. К числу таких явлений, видимо, следует отнести и появление редких покровов щелочных базальтов в верхах вулканической ассоциации триаса, т. е. продуктов в целом дифференцированных уже магм на заключительных этапах магматической эволюции. Показательно, что эти ортоклазовые щелочные базальты сохраняют ту же «трахиандезитовую» щелочность и имеют повышенное содержание K_2O . Примером служат ортоклазовые базальтовые лавы в верховьях р. Хучжирыйн-Гол (табл. 6, ан. 29). Они отражают дифференционную тенденцию к накоплению K_2O , и их появление возможно связать с какими-то местными процессами десиликфикации трахиандезитовой магмы. Содержание элементов-примесей в трахиандезитовых лавах триасовой вулканической ассоциации показано в табл. 8 и приложении (см. в конце книги).

Лавы покровов и рвущих тел имеют сходную геохимическую характеристику этих элементов. Покровные трахиандезиты характеризуются по сравнению с породами рвущих тел более высоким средним содержанием Ga, Gr, Sr и в особенности V (на порядок выше).

Таким образом, триасовая вулканическая ассоциация Орхон-Селенгинского прогиба представлена трахиандезитовыми вулканогенными образованиями и почти лишена промежуточных терригенных вулканогенно-осадочных пород; в редких случаях с трахиандезитами ассоциируют трахитовые базальты и трахитовые дациты. Она образует дифференционный ряд пород трахиандезит — трахитовый андезитодацит — трахидацит. Ортоклазовые щелочные базальты появляются в конце этой эволюционной серии и не связаны, видимо, с процессами дифференциации, как указывалось ранее. Геохимическая характеристика этого ряда меняется главным образом благодаря резкому понижению среднего содержания Sr в более кислых конечных членах дифференционной серии (табл. 8).

Возможно также, что в процессе эволюции трахиандезитовой магмы происходит уменьшение средних содержаний Ga, Cr, V. С позиции тех связей элементов-примесей и порообразующих элементов, которые были отмечены С. Р. Нокколдсом и Р. Алленом (Нокколдс, Аллен, 1958), это вполне объяснимо, ибо устанавливаются связи Sr с Na и K, Cr и V с Mg, Ca, Fe, а Ga с Al. В процессе эволюции (табл. 7) мы наблюдаем понижение содержаний Al_2O_3 и Na_2O , $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$, MgO и CaO , соответственно чему отмечается понижение средних содержаний указанных элементов-примесей.

Сравнение с андезитами и трахиандезитами различных вулканических ассоциаций мира (см. табл. 7) показывает, что породы трахиандезитовой ассоциации триаса Орхон-Селенгинского прогиба ближе всего по особенностям химизма стоят к кайнозойским трахиандезитам Центрального Французского массива (серия Пюи) и заметно отличаются от андезитов высокоглиноземистой серии Восточной Камчатки и толентовых андезитов Исландии.

Т а б л и ц а 7

Средние составы пород триасовой трахиандезитовой ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба и андезитов вулканических серий других регионов

Вулканическая ассоциация, фация		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	ΣFe в виде Fe ₂ O ₃	Число анализов
Орхон-Селенгинский прогиб	Трахиандезиты покровов	$\frac{56,81}{2,23}$	$\frac{0,94}{0,28}$	$\frac{17,37}{0,41}$	$\frac{3,42}{1,24}$	$\frac{3,21}{1,05}$	$\frac{0,17}{0,05}$	$\frac{2,84}{0,49}$	$\frac{5,09}{1,10}$	$\frac{4,52}{0,46}$	$\frac{2,65}{0,47}$	$\frac{6,97}{0,84}$	6
	Трахиандезиты и трахитовые андезито-дациты рвуцких тел	$\frac{60,41}{1,14}$	$\frac{0,62}{0,31}$	$\frac{16,46}{0,45}$	$\frac{3,44}{0,32}$	$\frac{2,21}{0,36}$	$\frac{0,13}{0,02}$	$\frac{2,44}{0,51}$	$\frac{3,96}{0,53}$	$\frac{4,11}{0,41}$	$\frac{3,55}{0,42}$	$\frac{5,89}{0,42}$	4
Третично-четвертичные трахиандезиты щелочных серий Пюи, Центральный Французский массив		$\frac{56,31}{1,44}$	$\frac{1,63}{0,39}$	$\frac{17,97}{0,71}$	$\frac{4,43}{1,64}$	$\frac{2,76}{0,96}$	$\frac{0,06}{0,09}$	$\frac{2,08}{0,85}$	$\frac{5,12}{0,76}$	$\frac{5,07}{0,30}$	$\frac{3,16}{0,42}$		12
Четвертичные андезиты высокоглиноземистой серии Восточной Камчатки		$\frac{58,64}{2,44}$	$\frac{0,81}{0,23}$	$\frac{17,60}{1,48}$	$\frac{3,13}{1,17}$	$\frac{3,97}{1,45}$	$\frac{0,13}{0,07}$	$\frac{3,30}{1,13}$	$\frac{6,77}{1,14}$	$\frac{3,43}{0,73}$	$\frac{1,48}{0,72}$		82
Третичные андезиты толентовой серии Исландии		$\frac{58,48}{3,04}$	$\frac{1,65}{0,73}$	$\frac{13,83}{0,80}$	$\frac{4,28}{1,11}$	$\frac{6,05}{1,57}$	$\frac{0,23}{0,01}$	$\frac{2,04}{1,09}$	$\frac{5,47}{1,25}$	$\frac{4,11}{0,47}$	$\frac{1,75}{0,55}$		5

Примечание. Исходные данные для вычисления средних из различных вулканических серий мира заимствованы из следующих работ (Brausse, 1961; «Петрохимия» под редакцией Э. Н. Эрлиха, 1966; Carmichael, 1964 г.).

Т а б л и ц а 8

Средние содержания и стандартные отклонения элементов-примесей в породах триасовой трахиандезитовой ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба

Трахиандезиты	Ti	Mn	Pb	Ga	Cr	Ni	Sn	V	Sr	Ba	Число анализов
покровов	$\frac{0,45}{0,097}$	$\frac{0,076}{0,021}$	$\frac{0,0020}{0,0004}$	$\frac{0,0021}{0,00047}$	$\frac{0,0044}{0,0032}$	$\frac{0,0043}{0,0015}$	$\frac{0,0001}{0,0003}$	$\frac{0,012}{0,0066}$	$\frac{0,062}{0,021}$	$\frac{0,046}{0,017}$	10
	$\frac{0,34}{0,106}$	$\frac{0,048}{0,201}$	$\frac{0,0017}{0,0004}$	$\frac{0,0012}{0,0004}$	$\frac{0,0017}{0,0005}$	$\frac{0,0024}{0,0009}$	$\frac{0,0008}{0,0005}$	$\frac{0,0079}{0,0015}$	$\frac{0,017}{0,0041}$	$\frac{0,031}{0,017}$	
спллов											5

См. примечание к табл. 4.

ПЕРМСКАЯ ВУЛКАНИЧЕСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРЕДХЭНТЭЙСКОГО ПРОГИБА

Вулканогенные породы пермского возраста образуют многочисленные изолированные лавовые поля главным образом по периферии Предхэнтэйского прогиба, центральная часть которого обычно выполнена верхнепермскими и отчасти раннемезозойскими молассовыми накоплениями. Геолого-стратиграфическое изучение этих вулканогенных пород, учитывающих результаты их калий-аргоновой датировки, обнаруживает значительное разнообразие состава и строения вулканических толщ этой пермской впадины (Кебезинскас и др., 1970; Фирсов, Кебезинскас, 1970; Кебезинскас, 1972). На юге (хр. Мандалыйн-Хэцэ-Нуру, сомон Цаган-Обони) широко развиты липаритовые и дацитовые лавы, туфы и игнимбриты с подчиненным количеством андезитовых и андезито-дацитовых пород. На севере (горы Саба-Ула, Баян-Ула, Баяс-Хуланг, Дэлгэр-хан-сомон, оз. Шар-Дэль-Обо, родн. Эргэн-Булак) преобладают продукты андезитового вулканизма, а кислые породы весьма редко отмечаются в покровных андезитовых толщах пермских разрезов. Тем не менее общей чертой верхнепалеозойской вулканической ассоциации можно считать резкое преобладание пород андезито-липаритового ряда. Базальты не характерны для этих вулканогенных толщ, хотя их ограниченное распространение и устанавливается на отдельных участках.

Петрографические особенности вулканогенных пород одной основности неустойчивы и обнаруживают закономерные изменения в пространстве. Так, липариты, андезито-дациты и андезиты юга Предхэнтэйского прогиба представляют собой лейкократовые породы, почти лишенные цветных минералов. Липариты состоят из кварца, калиевого полевого шпата и кислого плагиоклаза, в редких случаях встречается биотит. Главной минеральной составляющей андезито-дацитовых и андезитовых пород является плагиоклаз. На севере впадины структурные свойства перечисленных типов пород сохраняются, однако минеральные парагенезисы характеризуются широким развитием цветных минералов. Для дацитов типичны кварц, плагиоклаз, биотит, амфибол, для андезитовых пород — плагиоклаз, амфибол, ромбические и моноклинные пироксены. Авгит и гиперстен наряду с плагиоклазом отмечаются также и в базальтах, но эти последние не характерны для пермских толщ, как отмечалось выше.

Основные особенности химизма кислых пород пермских покровных толщ характеризуют восемь анализов и вычисленный на этой основе средний состав (табл. 9). Видно, что — это породы типичной щелочноземельной серии с несколько пониженным содержанием SiO_2 благодаря чему средний состав кислых лав приближается к дацитам. Почти все проанализированные образцы являются породами лейкократового ряда, не содержащими цветных минералов, за исключением редко встречающегося биотита.

Ближе всего по особенностям химизма пермские кислые породы Предхэнтэйского прогиба соответствуют кислым дифференцитам вулканов Восточной Камчатки (табл. 9, I, II). Однако от пород высокоглиноземистой серии они отличаются меньшими содержаниями CaO и большими K_2O . Средние содержания и стандартные отклонения элементов-примесей в пермских кислых лавах приведены в табл. 10.

Андезиты пермской вулканической ассоциации Предхэнтэйского прогиба, особенно широко развитые по его северному борту, также принадлежат щелочноземельному ряду (табл. 11). В пределах этого ряда пород они выделяются несколько повышенным содержанием K_2O , хотя и суммарная щелочность и содержание отдельных окислов щелочных элементов не превышает нормы, свойственной щелочноземельным андезитовым породам. В отношении других главных порообразующих окис-

Т а б л и ц а

Химический состав (в вес. %) кислых пород пермской вулканической ассоциации Предхэнтэйского прогиба (Монголия)

Окисел	Дацит (41)	Дацит (42)	Дацит плагиоклазо- вый (43)	Липарито- дацит плагио- клазовый (44)	Липаритовый туф кристал- локластиче- ский (45)	Липарит плагиоклаз- амфиболовый (46)	Липаритовый игнимбрит		I	II
							(47)	(48)		
SiO ₂	62,58	63,20	64,00	65,14	66,73	69,20	69,35	72,47	66,57 (3,28)	66,17 (3,91)
TiO ₂	0,65	0,30	1,05	0,64	0,35	0,31	0,32	0,17	0,46 (0,27)	0,62 (0,29)
Al ₂ O ₃	15,69	15,10	16,80	17,64	13,90	15,40	12,68	14,68	15,20 (1,41)	16,06 (1,40)
Fe ₂ O ₃								0,50		
FeO								1,90		
Σ Fe в виде Fe ₂ O ₃	5,90	3,97	6,36	5,15	3,85	(2,40)	2,91	(2,40)	3,86 (1,36)	
MnO	0,11	0,20	0,07	0,10	0,06	0,05	0,05	0,08	0,09 (0,04)	
MgO	1,48	0,68	2,35	1,50	0,98	0,83	0,87	0,10	1,05 (0,62)	1,62 (0,77)
CaO	2,86	0,63	5,25	3,85	0,83	2,52	1,32	0,84	2,24 (1,57)	3,89 (1,14)
Na ₂ O	3,39	2,58	2,84	3,18	4,22	3,71	4,32	4,81	3,61 (0,73)	3,98 (0,67)
K ₂ O	1,80	4,70	0,57	2,50	3,10	3,18	2,96	3,53	2,76 (1,11)	2,27 (0,83)
P ₂ O ₅						0,10		0,06		
H ₂ O ⁻	1,83	2,94			1,67	0,30	1,85	0,20		
П.н.п.	2,68	2,95			2,98	2,41	2,67	0,81		
С у м м а	98,89	97,85	99,74	99,46	98,67	100,20	99,30	100,05		

П р и м е ч а н и е. I — средние содержания и стандартные отклонения (в скобках) главных породообразующих окислов в кислых породах пермской вулканической ассоциации Предхэнтэйского прогиба. Анализ 8. II — то же в кислых породах четвертичных вулканов Восточной Камчатки, вычислено по анализам, опубликованным в сборнике «Петрохимия...», под редакцией Э. Н. Эрлиха (1966). Анализ 48. (Обр. 41) — покров, юго-западный склон хр. Мандалыйн-Хэцэ-Нуру в районе сомона Цаган-Обони. (Обр. 42) — покров, в 1,2 км к западу от отметки 1657,8 м в районе гор Саба-Ула и Баян-Ула. (Обр. 43) — покров, в 3,3 км к юго-западу от отметки 1523,4 м западное окончание хр. Мандалыйн-Хэцэ-Нуру. (Обр. 44) — покров, юго-восточный склон хр. Мандалыйн-Хэцэ-Нуру. (Обр. 45) — покров, к юго-востоку от отметки 1510,1 м. (Обр. 46) — покров, в 2,5 км к западу от отметки 1494 м в районе оз. Шар-Дэль-Обо * (см. сноску ниже). (Обр. 47) — покров, в 1,8 км от отметки 1510,1 м, хр. Мандалыйн-Хэцэ-Нуру. (Обр. 48) — в 1,1 км к юго-востоку от отметки 1510,1 м * (см. сноску ниже).

* Анализы выполнены в Центральной химико-аналитической лаборатории Новосибирского геологического управления, аналитик П. С. Сазонова. Остальные анализы представляют собой результаты спектрального силикатного анализа, произведенного в СНИИГГиМСе.

Средние содержания элементов-примесей и их стандартные отклонения
в породах пермской и триасовой вулканических ассоциаций
Предхэнтэйского прогиба

Элемент	Кислые породы триасовой ареальной ассоциации	Кислые породы пермской ассоциации	Андезиты пермской ассо- циации	Базальты пермской ассо- циации
Ti	$\frac{0,22}{0,13}$	$\frac{0,27}{0,15}$	$\frac{0,33}{0,11}$	$\frac{0,54}{0,24}$
Mn	$\frac{0,033}{0,021}$	$\frac{0,058}{0,021}$	$\frac{0,017}{0,019}$	$\frac{0,091}{0,012}$
Pb	$\frac{0,0026}{0,0011}$	$\frac{0,0026}{0,0009}$	$\frac{0,0020}{0,0006}$	$\frac{0,0021}{0,00135}$
Ga	$\frac{0,0015}{0,0005}$	$\frac{0,0018}{0,0005}$	$\frac{0,0018}{0,00042}$	$\frac{0,0018}{0,00034}$
Cr	$\frac{0,0057}{0,0038}$	$\frac{0,0053}{0,0067}$	$\frac{0,011}{0,013}$	$\frac{0,0092}{0,0064}$
Ni	$\frac{0,0050}{0,0031}$	$\frac{0,0050}{0,0031}$	$\frac{0,0051}{0,0033}$	$\frac{0,0036}{0,0016}$
Sn	Следы в 11 слу- чаях	Следы в 12 слу- чаях	Следы в 13 слу- чаях	Сл.
V	Следы в четы- рех случаях	$\frac{0,0059}{0,0035}$	$\frac{0,0096}{0,0045}$	$\frac{0,027}{0,0052}$
Sr	$\frac{0,020}{0,013}$	$\frac{0,021}{0,0087}$	$\frac{0,014}{0,029}$	$\frac{0,019}{0,0076}$
Ba	$\frac{0,031}{0,036}$	$\frac{0,034}{0,028}$	$\frac{0,030}{0,013}$	$\frac{0,023}{0,015}$
Число анализов	19	17	27	5

лов они выделяются среди образований щелочноземельного ряда повышенной магнезиальностью и глиноземистостью (табл. 11, I, II; см. табл. 6). По среднему содержанию Al_2O_3 андезиты Предхэнтэйского прогиба аналогичны андезитам высокоглиноземистых серий орогенных областей. Петрохимическое сравнение с толеитовыми андезитами Исландии (см. табл. 7) и андезитами Камчатки (табл. 11, II) показывает, что пермские андезиты Предхэнтэйского прогиба аналогичны андезитам высокоглиноземистых вулканических ассоциаций островных дуг, в частности андезитам вулканов Ключевской группы в Центрально-Камчатской депрессии.

Средние содержания элементов-примесей в андезитовых образованиях практически не отличаются от их фациальных аналогов — кислых лав пермских покровов, — за исключением Sr, содержание которого почти на порядок выше в андезитах (табл. 10).

Базальты пермской вулканической ассоциации Предхэнтэйского прогиба охарактеризованы весьма небольшим числом анализов (табл. 12), поэтому их петрохимические черты можно отметить только в качестве предварительных выводов. Сравнение их среднего состава со средними содержаниями главных породообразующих окислов в базальтах иных природных вулканических серий показывает их принадлежность базальтовым породам (табл. 12, I, II). Однако от представителей этих высокоглиноземистых пород щелочноземельного ряда они отличаются меньшими

Химический состав (в вес. %) андезитовых пород пермской вулканической ассоциации Предхэнтэйского прогиба

Окисел	Трахианде-зит кварце-вый (49)	Трахианде-зит (50)	Андезит пла-гиоклаз-пи-роксеновый (51)	Андезит (52)	Андезит (53)	Андезит кварцевый (54)	Андезит		Андезит (57)	Андезит кварцево-плагиоклазо-вый (58)	Андезит (59)	Андезит (60)	Андезит пла-гиоклаз-ам-фиболовый с биотитом (61)	Андезит (62)	Андезит (63)	Андезит (64)	Андезит (65)	Андезит пла-гиоклаз-био-титовый (66)	I	II
							55	56												
SiO ₂	53,47	54,31	55,15	56,07	56,51	56,73	56,95	57,24	57,54	58,66	58,67	58,92	59,30	59,55	59,75	60,88	60,85	61,50	57,87 (2,24)	57,32 (5,29)
TiO ₂	1,04	0,76	0,92	0,96	0,93	0,99	0,66	0,68	1,03	0,45	0,64	0,64	0,76	0,70	0,77	0,64	0,64	0,60	0,76 (0,17)	0,84 (0,31)
Al ₂ O ₃	16,90	15,76	16,34	17,09	15,65	14,98	17,28	15,17	16,50	16,57	16,04	18,45	15,74	16,61	14,84	15,40	20,56	15,50	16,39 (1,30)	17,83 (1,20)
Fe ₂ O ₃			2,42			6,05		2,21		1,25			2,95		1,28			2,15		
FeO			3,68			1,74		2,90		3,95			1,62		4,42			2,24		
ΣFe в ви-де Fe ₂ O ₃	8,95	6,55	(6,51)	6,88	6,27	(7,98)	4,59	(5,43)	5,92	(5,63)	4,54	5,65	(4,75)	5,80	(6,19)	5,10	6,17	(4,63)	5,86 (1,17)	
MnO	0,13	0,07	0,12	0,11	0,09	0,14	0,09	0,07	0,06	0,13	0,07	0,03	0,14	0,06	0,12	0,18	0,12	0,08	0,09 (0,03)	0,15 (0,13)
MgO	4,17	4,68	4,35	7,63	2,35	2,44	3,67	5,27	7,40	4,91	3,56	3,07	1,60	3,07	5,32	5,33	1,82	3,77	4,11 (1,65)	3,20 (0,85)
CaO	4,62	3,57	6,60	5,37	3,86	5,77	2,40	5,63	5,90	4,90	3,43	2,44	6,58	3,57	4,57	2,88	3,78	3,79	4,40 (1,31)	7,00 (0,93)
Na ₂ O	1,98	2,29	3,40	3,20	4,40	4,75	4,36	2,33	3,10	4,87	3,80	4,02	4,37	3,46	3,03	3,04	2,88	3,68	3,48 (0,82)	3,59 (0,53)
K ₂ O	3,94	3,98	2,70	2,77	2,46	1,63	3,15	2,59	2,98	0,70	3,65	4,44	1,80	3,00	3,18	3,00	3,60	2,88	2,90 (0,88)	1,49 (0,55)
P ₂ O ₅			0,30			0,25		0,20		0,14			0,31		0,27			0,16		
H ₂ O ⁻	0,89	1,96	0,35		1,66	0,51	1,76	0,43		0,34	1,41	0,34	0,60	0,60	0,84	0,35	0,71	0,57		
И.п.п.	3,31	5,15	3,68		4,91	4,53	3,61	5,70		3,04	3,83	1,31	4,75	2,47	2,15	2,36		3,51	—	—
С у м м а	99,40	99,08	99,96	100,08	99,09	100,41	98,61	100,42	100,45	100,00	99,64	99,31	100,62	99,13	100,05	99,37	100,42	100,43	—	—

Примечание. I — средние содержания и стандартные отклонения (в скобках) породобразующих окислов в пермских андезитах Предхэнтэйского прогиба. 18 анализов; II — то же в андезитах Ключевской группы вулканов в Центральной Камчатской депрессии, вычислено по анализам, опубликованным в сборнике «Петрохимия...», под редакцией Э. Н. Эрлиха (1966). 80 анализов. Анализы 51, 54, 56, 58, 61, 63, 66 сделаны в Центральной химико-аналитической лаборатории Новосибирского геологического управления, аналитик П. С. Сазонова. Остальные анализы выполнены в спектральной лаборатории СНИИГМиСа. (Обр. 49) — покров, в 0,5 км к северо-западу от отметки 1657,8 м, район гор Саба-Ула и Баян-Ула. (Обр. 50) — покров, район горы Баян-Хуланг, к востоку от Дэлгэр-хан-сомона. (Обр. 51) — покров, в 500 м к юго-западу от отметки 1578,5 м, район горы Бор-Ондор-Обо и хр. Адацаг. (Обр. 52) — покров, район горы Баяс-Хуланг к востоку от Дэлгэр-хан-сомона. (Обр. 53) — покров, в 3,3 км к юго-западу от отметки 1523,4 м, западнее хр. Мандалыйн-Хэцэ-Нуру. (Обр. 54) — покров, в 1 км к северо-западу от отметки 1657,8 м в районе гор Саба-Ула и Баян-Ула. (Обр. 55, 56) — покров, в 2,5 км к западу от отметки 1494 м, район родника Эргэн-Ус-Булак (окрестности хр. Адацаг). (Обр. 57) — рвущее тело, район горы Баяс-Хуланг. (Обр. 58) — покров, в 6 км к северо-востоку от отметки 1578,5 м, район горы Бор-Ондор-Обо. (Обр. 59) — покров, в 2,5 км к западу от отметки 1494 м, родник Эргэн-Ус-Булак. (Обр. 60) — покров, район горы Баяс-Хуланг. (Обр. 61) — рвущее тело, в 1,5 км к северу от отметки 1700,8 м, район гор Саба-Ула и Баян-Ула. (Обр. 62) — покров, район родника Эргэн-Ус-Булак. (Обр. 63) — покров, район горы Баяс-Хуланг. (Обр. 64) — покров, район родника Эргэн-Ус-Булак. (Обр. 65) — покров, район горы Баяс-Хуланг. (Обр. 66) — покров, в 4 км к северо-западу от отметки 1578,5 м., район горы Бор-Ондор-Обо

Химический состав (в вес. %) базальтов пермской вулканической ассоциации Предхэнтэйского прогиба и базальтов других регионов

Оксиды	Базальт плагиокла-пироксено-вый (97, 98)		Базальт оли-вин-плагио-к-лазерный (69)	Базальт дву-пироксено-вый (70)	I	II	III	IV
	49,57	51,40						
SiO ₂	49,57	51,40	51,83	52,12	51,23 (1,00)	51,52 (5,21)	49,10 (1,56)	46,78 (1,54)
TiO ₂	1,45	1,00	0,82	1,22	1,12 (0,24)	1,00 (0,34)	2,87 (0,61)	2,55 (0,47)
Al ₂ O ₃	19,10	16,58	18,80	17,19	17,92 (1,06)	17,27 (3,82)	13,09 (0,70)	15,82 (0,84)
Fe ₂ O ₃		2,20		4,25				
FeO		6,93		5,22				
ΣFe в виде Fe ₂ O ₃	10,41	(9,90)	9,50	(10,05)	9,56 (0,33)			
MnO	0,11	0,12	0,18	0,14	0,14 (0,027)	0,16 (0,07)	0,25 (0,01)	0,19 (0,01)
MgO	4,96	5,77	6,24	3,80	5,19 (0,92)	6,04 (1,64)	5,27 (1,44)	7,24 (0,90)
CaO	3,65	6,78	4,07	7,45	5,49 (1,65)	9,11 (0,89)	9,49 (1,22)	9,50 (0,62)
Na ₂ O	4,22	2,87	2,54	3,29	3,23 (0,63)	3,02 (0,52)	2,91 (0,34)	3,86 (0,35)
K ₂ O	1,80	1,56	1,15	0,85	1,34 (0,37)	1,18 (0,40)	0,54 (0,25)	1,61 (0,51)
P ₂ O ₅	0,63	0,45	0,74	0,40				
П.п.п.	3,42	4,49	3,51	4,40				
Сумма	99,32	100,25	99,38	100,38				
Число анализов					4	85	11	23

Примечание. I — средние содержания и стандартные отклонения (в скобках) главных породообразующих оксидов в базальтах пермской ассоциации Предхэнтэйского прогиба; II — то же в высокоглиноземистых базальтах вулканов Ключевой группы Центрально-Камчатской депрессии, в расчете были учтены анализы, опубликованные в сборнике «Петрохимия...», под ред. Э. Н. Эрлиха (1966); III — то же в толеитовых базальтах Исландии, в расчете были учтены анализы, опубликованные в работе (Sargischael, 1964); IV — то же в трахизабальтах четвертичной вулканической серии юго-восточной Калифорнии, анализы заимствованы из работы (Smith, Sargischael, 1969). (Обр. 67, 68, 69) — покров, район горы Цахир-Ула. (Обр. 70) — покров, в 2 км к северо-западу от отметки 1510,1 м, западное окончание хр. Мандалыйн-Хоца-Нуру.

* Обр. 67, 69 — силикатные анализы, выполненные в СНИИГМСе. Обр. 68, 70 — химические анализы выполнены Центральной химико-аналитической лабораторией Новосибирского геологического управления, аналитик П. И. Сазонова.

содержаниями CaO и большими K₂O. В этом отношении они, так же как и андезиты Предхэнтэйского прогиба, ближе всего стоят к продуктам извержений вулканов Ключевой группы в Центрально-Камчатской депрессии, которые на фоне других четвертичных базальтов Камчатки выделяются как специфическая по химизму группа высокоглиноземистых базальтов (Аношин, Кеппежинская, 1972). В их геохимической характеристике обращает внимание повышенное против андезитов содержание V и пониженное Sr (см. табл. 10).

Таким образом, все типы пород пермской вулканической ассоциации Предхэнтэйского прогиба, несмотря на часто наблюдающуюся пространственную разобщенность проявлений кислого, андезитового и базальтового вулканизма, обнаруживают родственные черты химизма. Все они относятся к щелочноземельной серии — к высокоглиноземистым представителям ее; для всех при сравнении с соответствующими породами других

высокоглиноземистых серий отмечается тенденция к повышению среднего содержания K_2O и понижению CaO ; ряд общих черт намечается в геохимической их характеристике. Сопоставление с другими природными сериями щелочноземельного ряда показывает, что они существенно отличаются по составу от толептовых пород и наиболее близки производным высокоглиноземистой магмы Камчатки, для которых, по сравнению хотя бы с высокоглиноземистыми сериями запада США (Каскад), отмечается повышенная калпевость. Так как андезитовые породы в целом преобладают в пермской вулканической ассоциации Предхэнтэйского прогиба и появляются даже на юге, где фациально замещают дацитовые и липаритовые толщи, то может быть следует говорить о проявлениях в верхнепалеозойское время на территории Предхэнтэйского прогиба в целом андезитового вулканизма, близкого по петрохимическим параметрам его продуктов орогенному андезитовому вулканизму островных дуг камчатского типа.

Глава V

АРЕАЛЬНЫЙ ТИП МЕЗОЗОЙСКОГО КИСЛОГО КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ВУЛКАНИЗМА

В ряду вулканических проявлений раннего мезозоя Центральной Монголии, представленных главным образом породами трахиандезитовой ассоциации, совершенно особое место занимают производные липаритового вулканизма. Без преувеличения можно сказать, что они распространены во всех вулканических районах Монголии, хотя особенно многочисленны и представительны в ее центральной части. Это липаритовые лавы, наблюдающиеся почти исключительно в виде незначительных по размерам рвущих тел и экструзивных куполов, как правило, не имеющих аналогов в стратифицированной толще. Такого рода образования были выделены в особый тип кислого ареального вулканизма, представляющего многочисленные одноактные моногенные близповерхностные внедрения липаритовой магмы (Кебезинская, 1971). Это широко распространенный в орогенных областях тип кислого континентального вулканизма, известный также в Курило-Камчатской четвертичной вулканической провинции и среди третичных вулканитов Средиземноморья.

Монгольские ареальные липаритовые тела обнаружены нами в пределах Орхон-Селенгинского и Предхэнтэйского прогибов, где, как уже было указано, подавляющим развитием пользуются вулканические образования позднего палеозоя и раннего мезозоя. Они сравнительно легко выделяются на фоне пород трахибазальтовой серии перми и трахиандезитовой ассоциации триаса в Орхон-Селенгинском прогибе, но нередко ошибочно картируются в виде покровов в плохо обнаженных районах южного Предхэнтэя, где отмечаются к тому же близкие по составу покровные липаритовые толщи верхнего палеозоя. Со всеми перечисленными породами ареальные липаритовые тела обнаруживают секущие контакты и являются, таким образом, самыми молодыми проявлениями раннемезозойского вулканизма. Это подтверждается не только геологическими соотношениями с вмещающими породами, но и данными калий-аргонового датирования, определяющими их триасовый и местами триасово-юрский возраст от 180 млн. лет до 220 млн. лет (Фирсов, Кебезинская, 1971).

В пределах Предхэнтэйского прогиба они обычно по комплексу перечисленных признаков относятся к триасу, нарушая существовавшие ранее

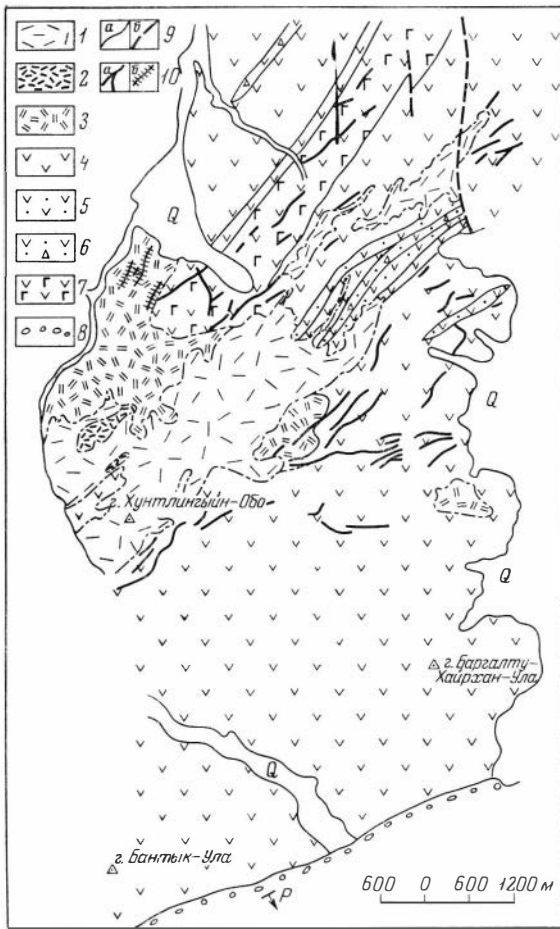


Рис. 4. Схема геологического строения участка пермской андезитовой серии с триасовыми липаритовыми телами в районе гор Саба-Ула и Баян-Ула 1 — липаритовые лавы; 2 — невадитовые липаритовые лавы; 3 — дацитовые лавы; 4 — андезитовые лавы; 5 — андезитовые туфы; 6 — андезитовые туфовые брекчии; 7 — андезито-базальтовые лавы; 8 — конгломераты; 9 — рвущие границы (а), разрывные нарушения (б); 10 — липаритовые дайки (а), дайки более основного состава (б)

представления об исключительно андезитовом вулканизме того времени. В Орхон-Селенгинском же прогибе они как триасовые, так и, по всей видимости, более молодые юрские в том числе.

В Предхэнгэйском прогибе серии субвулканических тел, сложенных липаритовыми и дацитовыми породами лавового облика, сосредоточены на севере, в пределах главным образом андезитовой толщи пермского возраста. В районе гор Саба-Ула и Баян-Ула

наблюдаются скопления подобных тел, которые местами занимают значительную площадь. Морфология их чрезвычайно разнообразна — от тел изометричной и неправильной формы до силлоподобных залежей и даек. Размеры колеблются от нескольких метров до 500 м в поперечнике. Выделяются три типа рвущих лавовых тел, различающихся по времени внедрения и отчасти по составу (рис. 4).

Наиболее древние тела преимущественно изометричной и неправильной формы сложены своеобразными по структуре и минералогии породами, относящимися к кварцевым андезито-дацитам. Они характеризуются ярко выраженной порфировой структурой. Основная масса тел — микролитовая. Широко развиты пилотакситовые структуры, свойственные андезитам. Фенокристаллы представлены кварцем, биотитом, пироксеном и плагиоклазом, т. е. ассоциацией минералов, типичных для более кислых по составу пород.

Более поздние по времени внедрения — кварцевые липарито-дациты. Они образуют серию даек и послонных тел, которые местами, как это наблюдается в районе горы Хунтлингийн-Обо, сливаются в одну крупную залежь, в общем согласную с простиранием вмещающих пород (рис. 4). В отличие от кварцевых андезито-дацитовых тел они обладают весьма разнообразными структурно-текстурными признаками и постоянным минеральным составом, обусловленным сочетанием кварца, плагиоклаза и калиевого полевого шпата. Среди них отмечаются флюидальные и массивные лавы, афировые разновидности и порфировые лавы с вкрапленниками, сложенными только полевыми шпатами или этими минералами и кварцем.

Химический состав кислых пород триасовой ареальной ассоциации Предхэнтэйского прогиба (Монголия)

Окисел	Кварцевые андезиты-дациты (71, 72)		Липарит невадитового типа (73, 74)		Липарит (75)		Липарит (76, 77)		Липарит (78)		Липарит (невадит) (79)		Афировый липарит (80)		Липарит невадитового типа (81)		Липарит (82)		Липарит (83)		Липарит (84—87)									
SiO ₂	62,76	62,91	64,40	64,91	66,00	66,16	66,30	66,75	68,97	69,18	69,20	69,25	69,70	70,97	73,03	76,29	77,73													
TiO ₂	0,66	0,65	0,49	0,52	0,58	0,51	0,50	0,16	0,74	0,20	0,53	0,75	0,62	0,22	0,16	0,12	0,06													
Al ₂ O ₃	16,14	15,29	16,06	15,53	16,74	15,84	15,02	12,78	15,25	12,39	15,71	14,82	16,00	11,65	11,60	12,51	12,28													
Fe ₂ O ₃		4,46		1,28		1,41	1,28									0,63	0,28													
FeO		0,94		2,79		2,36	2,54									0,88	0,82													
ΣFe в виде Fe ₂ O ₃	5,40	(5,50)	4,80	(4,38)	4,36	(4,03)	(4,10)	3,81	4,81	3,67	3,10	6,78	2,51	3,02	2,40	(1,60)	(1,20)													
MnO	0,04	0,07	0,05	0,07	0,03	0,06	0,06	0,09	0,02	0,01	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02													
MgO	4,47	3,02	3,02	2,42	3,56	1,90	2,25	0,58	0,80	0,78	3,12	1,31	2,98	0,45	0,32	0,18	0,14													
CaO	3,77	3,78	2,82	3,37	2,00	2,88	2,81	0,65	0,83	0,49	2,33	2,10	0,58	0,65	0,50	0,38	0,42													
Na ₂ O	2,56	3,46	3,84	3,85	3,72	3,49	4,06	4,18	3,55	4,71	3,75	2,18	1,66	2,28	3,94	2,49	2,80													
K ₂ O	3,28	3,19	3,12	2,90	3,10	3,39	3,27	3,52	3,88	2,65	3,06	2,02	0,46	4,54	2,58	4,94	4,29													
P ₂ O ₅		0,21		0,17		0,17	0,17									0,02	0,02													
H ₂ O ⁻		1,05		0,37		0,48	0,38	2,83	0,20	2,32			2,11	1,95	1,75	0,52	0,42													
П.п.п.		1,75		1,93		1,46	1,54	3,56	0,61	2,93			2,96	2,48	2,93	1,14	0,79													
С у м м а	99,48	100,78	98,00	100,11	99,09	99,45	100,18	98,81	99,66	99,33	100,85	99,23	99,59	98,22	99,23	100,12	100,07													

П р и м е ч а н и е. Пробы 71, 73, 75, 78—85 — спектральные силикатные анализы, выполненные в спектральной лаборатории СНИИГГИМСа; пробы 72, 74, 76, 77, 86, 87 — химические анализы, произведенные в химико-аналитической лаборатории Новосибирского геологического управления, аналитик П. С. Сазонова. (Обр. 71, 72) — в 1,5 км к северо-востоку от отметки 1700,8 м, район горы Хунтлинггйн-Обо. (Обр. 73, 74) — северный склон горы Хунтлинггйн-Обо. (Обр. 75) — район горы Байс-Хуланг. (Обр. 76, 77) — северный склон горы Хунтлинггйн-Обо. (Обр. 78) — в 1 км к северу от отметки 1657,8 м, район гор Саба-Ула и Байн-Ула. (Обр. 79—81) — северный склон горы Хунтлинггйн-Обо. (Обр. 82) — в 4,5 км к северо-западу от отметки 1657,8 м, район гор Саба-Ула и Байн-Ула. (Обр. 83) — район горы Байн-Хуланг. (Обр. 84—87) — северный склон горы Хунтлинггйн-Обо.

Средние составы кислых пород Монголии и некоторых континентальных серий (I—VIII) мира

Окисел	Орхон-Селенгинский прогиб (Монголия)	Предхэнгайский прогиб (Монголия)	Район Большо-Бан-ных источников (юго-восточная Камчатка)*	Кислые породы		Щелочноземельная липаритовая серия с кальцев тенденцией (Центральная Италия)*	Ареальные лавы контрастной трахипларит-трахизабазальтовой ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба (Монголия)	Ареальные лавы андезитовой ассоциации Предхэнгайского прогиба (Монголия)
				высокотинзостойкой серии Восточной Камчатки*	толщевой липаритовой серии Исландии**			
SiO ₂	74,65 * 1,34	68,49 4,12	70,03 4,00	66,17 3,91	71,67 3,46	67,49 3,71	69,73 4,36	66,67 3,28
TiO ₂	0,50 0,36	0,47 0,22	0,40 0,31	0,62 0,29	0,31 0,16	0,17 0,19	0,39 0,30	0,46 0,27
Al ₂ O ₃	13,00 0,98	14,44 1,75	15,36 1,80	16,06 1,40	12,50 0,91	15,16 1,36	14,57 2,38	15,20 1,41
Fe ₂ O ₃	0,45 0,35		1,44 0,98	2,19 1,14	1,36 0,44	1,15 0,77	2,18 1,02	
FeO	1,31 0,31		1,15 0,63	0,17 1,24	1,38 0,72	0,12 0,01	1,44 0,48	
ΣFe в виде Fe ₂ O ₃	1,93 0,36	3,78 1,45	0,85 0,63		0,06 0,02		3,78 1,19	3,56 1,36
MnO	0,06 0,03	0,035 0,021				0,02 0,09	0,15 0,06	0,09 0,04
MgO	0,80 0,13	1,82 1,36	0,85 0,63	1,62 0,77	0,17 0,20	0,94 0,48	0,29 0,31	1,05 0,62
CaO	0,57 0,16	1,79 1,25	2,09 1,16	3,98 1,14	1,40 0,83	2,69 0,83	0,96 0,69	2,24 1,57
Na ₂ O	3,88 0,66	3,35 0,79	4,07 0,40	3,98 0,67	4,62 0,31	2,80 0,63	3,88 0,74	3,61 0,75
K ₂ O	4,16 0,42	3,18 0,98	3,47 0,82	2,27 0,83	3,14 0,50	5,12 0,99	4,24 1,02	2,76 1,11
Число анализов	5	17	27	48	8	23	12	8
Возраст вулканических серий	T(T-J)	T(T-J)	Q	Q	Tr	Tr-Q	P	P

Примечание. В числителе приведены средние содержания главных породообразующих окислов, в знаменателе — их стандартные отклонения. В таблице представлены средние составы липаритовых ареальных лав.

* По данным В. В. Кебезинская (1971).

** Анализы для расчета средних взяты из работы (Samtshel, 1964).

Обычно в поле развития кварцевых липарито-дацитов наблюдаются мелкие рвущие тела липаритов невадитового типа. Взаимоотношение с липарито-дацитами недостаточно ясно. По-видимому, это одновременные образования. Невадиты характеризуются микрогранитовой и микропикнитовой основной массой и обилием фенокристаллов — плагиоклаза, калиевого полевого шпата, биотита и пироксена. В противоположность породам покровной андезитовой толщи первичный минеральный состав в этих лавовых телах хорошо сохраняется, и в целом они имеют гораздо более свежий облик.

Геологические особенности кислых рвущих тел, их стратиграфическое положение и петрографические свойства охарактеризованы в опубликованных ранее работах (Кебезинская и др., 1970; Фирсов, Кебезинская, 1970). Появившиеся в последнее время новые аналитические данные дают возможность уточнить и их петрохимические особенности (табл. 13). Для определения места кислых пород в ряду природных липаритовых серий разного магматического типа мы привлекли материал по соответствующим образованиям толентовой серии Исландии, дифференциатам высокоглиноземистой серии Юго-Восточной Камчатки (район Больше-Банных горячих источников) и породам субщелочной калпевой серии Центральной Италии (табл. 14, II, III, IV). Сравнение показывает, что дациты, невадитовые липариты и липарито-дациты триасовой ареальной ассоциации Предхэнтэйского прогиба являются своеобразными щелочно-земельными породами, лучше всего сопоставляющимися с липаритами и дацитами экструзивных куполов Юго-Восточной Камчатки. От калпевых трахитовых дацитов и липаритов Центрально-Итальянской серии они отличаются большей магnezальностью и меньшей щелочностью и прежде всего меньшими средними содержаниями K_2O ; от толентовых пород — меньшими содержаниями Na_2O и SiO_2 при повышенных значениях Al_2O_3 и MgO . Несмотря на сходство и по петрографическим особенностям и по химизму с камчатскими кислыми лавами экструзий, все же и здесь следует отметить меньшую насыщенность кремнеземом и меньшую щелочность в кислых ареальных лавах триасовой ассоциации Предхэнтэйского прогиба. Что же касается повышенных содержаний MgO , то это следует, по-видимому, отнести в разряд провинциальных особенностей, так как аналогичные черты отмечаются и для пород пермской покровной толщи рассматриваемого района.

В Орхон-Селенгинском прогибе в полях развития триасовых трахиадезитовых толщ и пермских трахибазальтовых пород наблюдается серия рвущих тел липаритового и липарито-дацитового состава. Благодаря контрастности вещественного состава рвущих тел и вмещающих пород первые легко картируются и распознаются. Возраст этих липаритовых тел, которые по морфологии в плане напоминают липаритовые экструзии Камчатки (Кебезинская, 1971), на основании прорывания триасовых вулканогенных пород и сопоставления с аналогичными образованиями Предхэнтэйского прогиба, отнесенными к позднему триасу по калий-аргоновому датированию (Фирсов, Кебезинская, 1970), принимается нами поздне-триасовым, хотя и не исключена возможность отнесения их к юрским образованиям. Среди ареальных проявлений вулканической деятельности можно выделить различные пластовые, согласные и резкосекущие тела. К первым относятся овыельные линзообразные залежи, размером от 100×500 м и до 300×900 м, и типичные силлы протяженностью до 4—5 км, при мощности в 10—15 м; ко вторым — дайки длиной в 200—500 м и мощностью в 1—5 м, а также изометрические тела от 100 до 1000 м в поперечнике.

Рассматриваемые липаритовые тела не имеют своих аналогов в разрезе стратифицированной толщи и по особенностям своей геологии представляют полную аналогию ареальных липаритовых и дацитовых тел Предхэнтэйского прогиба. Ареальная серия представлена главным образом липаритами, в меньшей степени дацитовыми лавами. Это как правило лейкократовые лавы с четкой нитевидной флюидальностью, нередко сферолитами и мелкими сфероидами обособлениями. Они бывают порфиоровыми и афировыми. Афировые лавы обычно не содержат вкрапленников. Это — полевошпатовые лавы, среди которых только единичные разновидности сложены кварцевыми липаритами. Характерны минеральные парагенезисы: кварц — плагиоклаз — калиевый полевой шпат — биотит, реже кварц — пироксен — амфибол — плагиоклаз — калиевый полевой шпат, а для дацитов кварц — плагиоклаз — калиевый

полевой шпат — амфибол. Наиболее распространена первая из минеральных ассоциаций; причем биотит резко подчинен калиевым минералам, обуславливая лейкократовый характер лав, а вкрапленники сложены только полевыми шпатами и биотитом. Структура основной массы кислых лав однообразна: в основном это сферолитовые, реже фельзитовые агрегаты. Часто наблюдаются флюидальные текстуры. Интересны «провинциальные особенности» этих образований. Лавовые тела в триасовых трахиандезитовых полях обычно представлены лейколипаритами с минералогией, отвечающей первой ассоциации, без кварцевых фенокристаллов; аналогичные ареальные тела в пермских базальтовых и трахибазальтовых полях сложены кварцевыми липаритами с пироксеном и амфиболом. Однако валовой химический состав тех и других близок.

Т а б л и ц а 15

Химический состав ареальных липаритовых лав Орхон-Селенгинского прогиба

Оксид	Липарит (88)		Липарит (89, 90)		Сферолоид липаритовый (91)	Трахилипарит (92)	Средний состав липаритовых ареальных лав
SiO ₂	72,78	73,70	74,28	75,98	76,40	74,65/1,34*	
TiO ₂	0,40	0,35	0,35	1,21	0,17	0,50/0,36	
Al ₂ O ₃	14,45	13,66	12,69	11,53	12,60	13,0/0,98	
Fe ₂ O ₃	0,81	0,85	0,49	0,10	н/об	0,45/0,35	
FeO	1,36	0,72	1,65	1,40	1,43	1,31/0,81	
MnO	0,02	0,03	0,11	0,08	0,09	0,06/0,03	
MgO	0,33	0,46	0,37	0,25	0,08	0,30/0,13	
CaO	0,35	0,46	0,69	0,69	0,41	0,57/0,16	
Na ₂ O	5,13	3,90	3,26	3,52	3,60	3,88/0,66	
K ₂ O	3,48	4,23	4,47	3,94	4,70	4,16/0,42	
P ₂ O ₅	н/обн.	0,10	0,09	0,34	0,04	—	
H ₂ O ⁻	0,34	0,22	0,24	0,32	0,10	—	
П. п. и.	0,29	0,90	0,82	0,87	0,41		
С у м м а	99,84	99,58	99,51	100,3	100,3		
ΣFe в виде Fe₂O₃						1,93/0,36	

* В знаменателе даны стандартные отклонения главных породообразующих окислов. (Обр. 88) — левобережье р. Хучжирийн-Гол к северу от села Бугут в 5,5 км к северу от горы Бугутун-Ула. (Обр. 89, 90) — правобережье р. Хучжирийн-Гол, в 6 км к юго-западу от горы Тахилты-Ула. (Обр. 92) — правобережье р. Хануй-Гол, район Баян-Цаган-Ула,

Особенности химизма ареальных липаритовых лав Орхон-Селенгинского прогиба иллюстрируются табл. 15, где приведены анализы пород и вычисленный на их основе средний состав липаритов. Это представители нормального щелочноземельного ряда, однако распределение щелочей по весу таково, что при общей свойственной этим породам щелочности они представляют собой калиевый тип. Они отличаются от пермских трахилипаритов этой же вулканической зоны и более высоким содержанием SiO₂, MgO и меньшим средним содержанием K₂O, Fe₂O₃, FeO. По сравнению с натровой трахилипаритовой ветвью они содержат больше SiO₂, меньше Al₂O₃, Fe₂O₃ и Na₂O. По сравнению с калиевой ветвью — больше TiO₂, MgO, меньше K₂O, Fe₂O₃. Так что в целом это образования менее щелочные, чем древние пермские трахилипаритовые породы. Поэтому мы сочли возможным отнести их к липаритам нор-

мальной щелочности, только калиевого типа. По сравнению опять же с трахилипаритами этого района они характеризуются меньшими средними содержаниями Pb, Sn, Ga и большими Ba, V, Ni, Cr, Mn (табл. 16).

Особенности химизма и геохимическая характеристика липаритовых тел, резко отличающиеся от более древних пород триаса и перми, возможно, свидетельствуют о существенно ином этапе геотектонического развития, который выделяется как формами проявления вулканизма, так и составом его. Это дает основание считать, что проявления ареального липаритового вулканизма не столько завершают орогенный этап развития Орхон-Селенгинской зоны в пермо-триасовое время, сколько отмечают качественно иную ступень геологического развития этого района.

Т а б л и ц а 16

Средние содержания и стандартные отклонения элементов-примесей в липаритах триасовой ареальной ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба

Ti	Mn	Pb	Ga	Cr	Ni	Sn	V	Sr	Ba	Число анализов
0,25	0,043	0,0086	0,0012	0,0020	0,0027	0,00083	0,0072	0,0022	0,026	10
0,20	0,031	0,020	0,0004	0,0013	0,0013	0,00040	0,0080	0,015	0,019	

Ареальные проявления мезозойской вулканической деятельности в Монголии имеют много общих черт с аналогичным типом вулканизма некоторых островных дуг. Так, в Курило-Камчатской вулканической провинции нами наблюдались проявления кислого ареального вулканизма на юго-востоке Камчатского полуострова в районе Больше-Баннх ключей. Этот район одни исследователи относят к Южно-Камчатской грабен-синклинали в составе Восточной вулканической зоны поперечных дислокаций, отделяющей Восточную Камчатку от Южной (Власов, 1964). На схеме современной тектоники Камчатки этот район выделен Э. Н. Эрлихом как область четвертичных экструзивных куполов регионального типа. Экструзивные купола располагаются на андезито-базальтовых покровах и потоках, в более редких случаях на кислой вулканогенно-обломочной толще — фундаменте четвертичных излияний андезитов и андезито-базальтов. Камчатские экструзии приурочены к наиболее высоким гипсометрическим уровням, как это, к примеру, наблюдалось нами на водоразделе рек Банной, Начикинской и Правой Карымчиной, и имеют широкое распространение на площади. Форма экструзивных куполов преимущественно овальная, реже изометричная. Средний диаметр куполов — 50 м, размеры овальных тел — 500×700 м, реже это значительно вытянутые тела размером 3000×500 м.

Экструзивные купола юго-восточной Камчатки также образованы породами дацитового и липаритового состава, представляющими группу разнообразных петрографических типов и общей светло-серой окраски. Дациты нередко окрашены в коричневые тона, обсидианы — в черные. Это тонкофлюидальные лавы и массивные афировые и порфиоровые разновидности, среди которых наблюдаются все переходы от лав с единичными фенокристаллами до лав невадитового типа, переполненных вкрапленниками салических минералов. Встречаются черные обсидианы, нередко тонкофлюидальные. Часты пустоты щелевидного габитуса, ориентированные по флюидальности, и каверны различных размеров. Это преимущественно стекловатые дациты и липариты. Лишь участками бурое стекло лав девитрифицировано с образованием микрофельзитового агрегата, обычно же, это — бурое стекло, насыщенное кристаллами, или прозрачное стекло с перлитовой отдельностью. О минеральных ассоциациях можно судить только по вкрапленникам. Наиболее распространены соче-

тания плагиоклаз + клинопироксен (плагиоклаз состава андезина или олигоклаза, пироксен — авгит), кварц + плагиоклаз + калиевый полевой шпат + биотит, кварц + плагиоклаз + пироксен; кроме того, отмечаются ассоциации плагиоклаз + пироксен + биотит и плагиоклаз + пироксен + амфибол. Отличительной чертой минералов вкрапленников является осколчатая форма кристаллов плагиоклаза, свидетельствующая о деформациях и раскалывании фенокристаллов при выдавливании вязких расплавов на поверхность в процессе формирования экструзивных куполов.

Кислые ареальные ассоциации орогенного вулканизма представляют определенный интерес с точки зрения поведения в них некоторых редких элементов, в частности Au. Как показано на материале неизменных четвертичных вулканогенных пород Курило-Камчатской провинции (Аношин, Кепежинская, 1972), липаритовые и дацитовые экструзии ареального вулканизма Больше-Банных ключей характеризуются наиболее высокими средними содержаниями Au как в сравнении с кислыми породами других вулканических районов Камчатки и Курил, так и в сравнении с андезитами и базальтами указанных районов.

В последнее время появляется все больше данных о рудоносности орогенных вулканических серий, которые приобретают, таким образом, известную практическую значимость. В пределах Курильской гряды с проявлениями мощного молодого вулканизма кислого состава связывают формирование гидротермальных систем хлоридно-натриевых вод и их дифференциатов (Дуничев, 1969). Обращает внимание ассоциация массовых проявлений кислого ареального вулканизма и массовых проявлений современных гидротерм, как это имеет место, к примеру, в районе Больше-Банных ключей на Камчатке.

Проявления кислого ареального вулканизма, по всей вероятности, представляют и существенный петрологический интерес. В отношении базальтов известно гипотетическое предположение о том, что массовые ареальные недифференцированные излияния базальтов скорее всего вызваны поступлением мантийного магматического материала. Весьма вероятно, что продукты рيو-дацитовых ареальных излияний в большей степени, чем кислые образования центральной вулканической деятельности, отражают особенности состава материнских магм глубокого зарождения и тем самым имеют определенное петрогенетическое значение.

Кислый ареальный вулканизм отмечается во многих структурах орогенного типа. В небольших масштабах он имеется в верхнепалеозойском вулканическом поясе Центрального Казахстана. Возможно, что к такому типу относятся проявления ареального липаритового и дацитового вулканизма на островах Итуруп и Кунашир Курильской гряды (Федорченко, 1969). Петрохимических материалов для этих пород не приводится, но геологическая обстановка весьма близка. Это — также экструзивные купола, лишённые покровной фации.

Таким образом, среди продуктов мезозойского вулканизма Центральной Монголии выделяется своеобразная по формам проявления и химизму группа триасовых пород. Это вполне определенная, самостоятельная геологически и петрохимически, орогенная ареальная вулканическая ассоциация, проявленная в форме рвущих тел и экструзивных куполов, образующих многочисленные одноактные близповерхностные и поверхностные внедрения. В орогенных вулканических областях ареальная кислая ассоциация чаще всего отмечает финальные стадии орогенного вулканизма.

АБСОЛЮТНЫЙ ВОЗРАСТ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД ПОЗДНЕГО ПАЛЕОЗОЯ — РАННЕГО МЕЗОЗОЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ

Проблема возрастного датирования и взаимоотношений пород различных вулканических серий Центральной Монголии не может считаться решенной, несмотря на усилия многих исследователей. Вопросы стратиграфии вулканогенных толщ — наиболее важные и сложные в геологии вообще, а для Монголии, одного из узловых в геотектоническом плане и весьма интересных в металлогеническом отношении регионов Центральной Азии, они приобретают первостепенное значение. Бедность ископаемыми остатками, а часто и полное отсутствие их, слабая раскристаллизованность пород — явления, весьма обычные для вулканогенных комплексов.

В частности, поэтому, наряду с палеонтологическими и петрографическими методами исследований в последние годы при изучении вулканических образований широко применяется петрохимический анализ и определения абсолютного возраста пород.

Результаты геолого-стратиграфического и петрохимического изучения вулканогенных пород Предхэптэйского прогиба (Монголия) позволили внести существенные изменения в стратиграфическую схему пермо-триасовых вулканогенных толщ (Кебезинская и др., 1970; Кебезинская 1972). Основание для этого отчасти может быть найдено в результатах калий-аргонового датирования вулканогенных пород, проведенного в Лаборатории геохронологии Института геологии и геофизики СО АН СССР Л. В. Фирсовым.

Для датировки было выбрано шесть кондиционных образцов из двух вулканических полей: 1) в 50–70 м к востоку от Дэлгэр-хан-сомона и в 190 км к югу-западу от Улан-Батора, в районе гор Саба-Ула и Баян-Ула (пробы 3986—3990); 2) в 170 км к югу от Улан-Батора, восточнее дороги Улан-Батор — Мандал-Гоби, район горы Цахир-Ула (проба 3991). Определения возраста проведены на крупных (по 50 г) навесках с масс-спектрометрическим контролем чистоты радиогенного Ar^{40} на МИ-1305 двухлучевым методом (на приемнике понов оригинальной конструкции). Для расчета возраста использованы константы распада K^{40} $4,68 \cdot 10^{-10}$ год⁻¹ (β -распад) и $0,585 \cdot 10^{-1}$ год⁻¹ (К-захват). Для пяти проб возраст определен дважды, в каждом случае с относительно небольшим ($\pm 0,5$ –3%) разбросом дат.

Диапазон дат (табл. 17) охватывает верхнюю пермь, нижний и средний триас (при рубежах, рассчитанных по указанным выше константам распада K^{40} : карбон-пермь 275 млн. лет, пермь-триас 230 млн. лет, триас-юра 185 млн. лет). Расхождения в крайних датах составляют 60 млн. лет, причем покровные андезитовые порфириды (проба 3991) имеют возраст 263 млн. лет, что соответствует отмеченному выше их перекрыванию верхнепермской молассой. Может быть, часть липаритов (проба 3986, 245 млн. лет) относится к тому же покровному комплексу или к наиболее ранним внедрениям лав. Инъекции кислых лав в основном происходили в нижнем триасе (пробы 3989 и 3990, в среднем 220–223 млн. лет) и в среднем триасе (пробы 3987 и 3988, около 200 млн. лет). Ранние внедрения имели более основной, андезит-дацитовый состав, последующие — более кислый, липаритовый и дацитовый.

Надежность датировок гарантируется, в частности, схождением дат для проб из разных зон одних и тех же тел (например, проба 3989 — эндоконтактовая зона, проба 3990 — центр того же тела).

Калий-аргоновый возраст вулканических пород Дэлгэр-хан-сомона

Проба, №	K ₂ O	Ag ⁴⁰ . 10 ⁶ г/г	$\frac{Ag^{40}}{K^{40}}$	Возраст (млн. лет)	
				по анализам	среднее
3991	0,68±0,00	1,14	0,0165	263	263
3986	3,60±0,04	5,64	0,0155	248	
3989	3,54±0,06	5,47	0,0150	241	245±5
		4,75	0,0133	216	
3990	1,84±0,01	2,53	0,0136	220	223±7
		2,55	0,0137	221	
3987	4,47±0,02	5,63	0,0125	203	220±1
		5,47	0,0121	196	
3988	3,57±0,02	4,39	0,01215	197	200±4
		4,48	0,0124	202	

Примечание: Проба 3991 — андезито-базальт темно-серый с крупномикролитовой основной массой и редкими вкрапленниками плагиоклаза, гора Чахир-Ула; проба характеризует толщу палеотипных андезитовых и базальтовых порфиритов горы Чахир-Ула; проба 3986 — липарит темно-серый с основной массой микрогранитового сложения, крупными (0,5—2 мм) вкрапленниками плагиоклаза, калиевого полевого шпата, биотита, пироксена — до 50%; гора Хунтлинггын-Обо; не исключена принадлежность данного липарита к толще покровных андезитовых порфиритов; проба 3989 — кварцевый андезито-дацит темно-серый с микролитовой основной массой и крупными (1—10 мм) фенокристаллами плагиоклаза, пироксена, амфибола, биотита, кварца — до 20%; 1,5 км севернее вершины горы Хунтлинггын-Обо; проба 3990 — кварцевый андезито-дацит, аналогичный пробе 3989; 2,5 км севернее горы Хунтлинггын-Обо; проба 3987 — липарито-дацит розовый с микропиклитовой и сферолитовой основной массой и редкими вкрапленниками плагиоклаза и кварца; вершина горы Хунтлинггын-Обо; проба 3988 — липарит невадитового типа, красновато-коричневый с микропиклитовой основной массой и вкрапленниками плагиоклаза, биотита, пироксена, калиевого полевого шпата; там же.

Таким образом, можно говорить о весьма длительном проявлении вулканизма в районе Дэлгэр-хан-сомона. Он начался по крайней мере в верхней перми или даже раньше и продолжался в триасе. По всей вероятности, вообще, вулканическая ассоциация Предхэнтэйского прогиба — полихронна. Вопреки мнению о преимущественно кислом вулканизме в перми и средне-основном в триасе, мы приходим к заключению, что андезитовые покровы Дэлгэр-хан-сомона сформировались в пермское время, тогда как к триасу относятся дацитовые и липаритовые разновременные рвушце тела.

Аналогичные исследования проведены и для вулканических серий позднего палеозоя — раннего мезозоя Орхон-Селенгинского прогиба — другой крупной вулканической зоны Центральной Монголии.

Среди вулканических образований, резко доминирующих в составе пород Орхон-Селенгинского прогиба и отнесенных на геологической карте Монголии масштаба 1 : 1 500 000, изданной под редакцией Р. А. Хасина, к пермским и триасовым комплексам, нами выделено три вулканические ассоциации, последовательно сменяющие одна другую во времени, устойчиво выдерживающиеся при латеральном прослеживании. Это — контрастная трахилипарит-трахибазальтовая, трахиандезитовая и ареальная липаритовая ассоциации.

Положение трех последовательно выделенных вулканических ассоциаций относительно друг друга в изученных разрезах достаточно определено. Значительные мощности вулканических накоплений и резкие различия в составе продуктов вулканизма на отдельных отмеченных этапах подтверждают длительность проявлений вулканической деятельности в

Орхон-Селенгинском прогибе, охватывающей значительный период времени. Нижняя граница этого мощного и полихронного вулканического комплекса в целом может быть установлена с той или иной степенью достоверности по находкам растительных остатков в туффитах трахилипарит-трахибазальтовой ассоциации, как позднепалеозойское, а именно пермское время. Для двух других более молодых ассоциаций возраст не столь определен. Биостратиграфические материалы последних лет свидетельствуют о развитии в Северной Монголии отложений триаса, расчленяющихся на три отдела (Грецкая, Моссаковский, 1969; Амантов и др., 1970). В этих разрезах-стратотипах вулканогенные образования, часто играющие весьма подчиненную роль, как правило, приурочены к верхам разреза, располагаются выше нижнетриасовой молассы и датируются обычно нерасчлененным средним — верхним триасом или верхним триасом. Однако эти данные в основном относятся к вулканогенно-осадочным толщам, выполняющим группу приорхонских и притолинских мульдовых структур на юге Орхон-Селенгинского прогиба. Обширные поля вулканических пород и вулканические массивы северной периферии этой зоны пока лишены палеонтологической аргументации. Блоковая тектоника, отсутствие в разрезе терригенных пород, частая фациальная изменчивость состава континентальных вулканических серий сильно осложняют корреляцию немых разрезов вулканических толщ с выявленными стратотипами триасовых вулканогенно-осадочных разрезов.

Поэтому при оценке стратиграфического положения выделенных вулканических ассоциаций представляется целесообразным учитывать также и результаты калий-аргонового датирования этих пород, проведенного в лаборатории геохронологии ИГиГ СО АН СССР Л. В. Фирсовым. Для этой цели было использовано 26 кондиционных образцов, принадлежащих контрастной трахилипарит-трахибазальтовой, трахиандезитовой и ареальной липаритовой ассоциациям. Они отобраны из вулканических полей правобережья р. Селенги по ее притокам — р. Хучжирыйн-Гол (район сомона Бугут), р. Хануй-Гол (к югу от сомона Баян-Агт) и р. Унита (район четвертичного вулкана Того-Ула). Методика определений аналогична примененной при калий-аргоновом датировании вулканитов Предхэнтэйского прогиба. Используются те же расчетные рубежи между стратиграфическими подразделениями.

Разброс полученных дат для вулканических пород Орхон-Селенгинского прогиба (табл. 18) охватывает значительный промежуток времени (более чем в 60 млн. лет), что сопоставимо с временем формирования вулканических ассоциаций Предхэнтэйского прогиба. Кислые лавы трахилипаритовой серии (пробы 4578 и 4581 — 239 и 230 млн. лет) имеют наиболее древний возраст, что соответствует их положению в ряду рассматриваемых вулканических серий. Трахилипаритовые игнимбриты этой же серии (пробы 4570, 4587) омоложены за счет близости ареальных триасовых липаритовых тел, которыми по р. Хануй-Гол изобилуют низы и средняя часть пермского разреза.

Точно так же несоответствие полученных дат с геологическим положением для трахибазальтовых пород контрастной ассоциации (пробы 4580, 4577, 4574) мы склонны объяснять контактовым воздействием рвущих тел щелочных калневых базальтоидов — корневой системы более юных излияний (пробы 4580, 4577 и 4574 — 220, 212, 199 млн. лет). Среди последних обращает внимание датирование щелочного ортоклазового базальта юрским временем. Это рвущее тело резко отличается внешним мергелеподобным обликом, составом, нектоподобной морфологией и ориентировкой перпендикулярно простиранию пермской толщи от в общем согласных, часто силлоподобных залежей собственно пермских рвущих трахибазальтов.

Проблема возраста пород трахиандезитовой ассоциации решается калий-аргоновым определением однозначно в пользу принадлежности и по-

Калий-аргоновый возраст вулканических пород Орхон-Селенгинского прогиба

Ассоциация	Серия, фация	Проба, №	K ₂ O%	Возраст (млн. лет, среднее)	Число опре- делений	
Контрастная трахилипарит-трахпба- зальтовая	Трахилипаритовая, покровы	4581	5,07	239±7	2	
		4578	4,77	230±1	2	
		4579	5,28	217±10	5	
		4587	3,15	201±6	4	
	Трахпбазальтовая, покровы	4580	1,10	220±14	2	
		4577	2,06	212± 6	3	
		4574	1,42	199± 4	3	
		4565	3,58	196± 4	5	
	Трахпбазальтовая, рвушце тела	4575	1,07	218±18	3	
		4576	1,14	177± 3	2	
		4586	4,72	144± 5	5	
	Трахианде- зитовая	Трахиандезитовая, покровы	4566	2,82	228± 6	6
			4588	3,33	223± 7	6
4564			3,08	210± 0	2	
4560			2,95	206± 4	2	
4567			3,26	205± 3	2	
4568			3,49	185± 5	6	
4573			1,96	213± 6	4	
4570			3,32	178±16	3	
4571			3,01	177± 6	4	
Трахиандезитовая, рвушце тела		4557	2,06	206±8	3	
		4561	3,30	203±3	2	
		4558	4,15	195±3	3	
Ареальная липаритовая		Липаритовая, рвушце тела	4563	1,96	220±1	2
			4559	4,86	215±9	2
			4569	5,26	191±3	2

Примечание: 4581 — трахилипарит, правобережье р. Хануй-Гол, урочище Хальчжынн-Хундей, район горы Хусутай-Обо; 4578 — трахилипарит, там же, в 6 км к северо-востоку от горы Хусутай-Обо; 4579 — трахилипаритовый игнимбрит, там же; 4587 — липаритовый игнимбрит, район горы; Хусутай-Обо; 4580 — базальт, левобережье р. Хануй-Гол, к югу от сомона Баян-Агт; 4577 — калиевый щелочной базальт, там же; 4574 — трахибазальт амфиболсодержащий, там же; 4565 — калиевый щелочной базальт, левобережье р. Хучжирыйн-Гол, среднее течение, к северу от сомона Бугут; 4575 — оливиновый трахибазальт; р. Хануй-Гол, к югу от сомона Баян-Агт, район горы Барун-Уру-Ула; 4576 — оливиновый трахибазальт, там же; 4586 — ортоклазовый щелочной базальт, в 4 км к юго-востоку от горы Барун-Уру-Ула; 4566 — базальт, р. Хучжирыйн-Гол, в 2,7 км к северо-западу от зимовки Юмыйн; 4588 — трахиандезит, р. Хучжирыйн-Гол, к югу от зимовки Юмыйн; 4564 — трахиандезит, р. Хучжирыйн-Гол, к юго-западу от горы Тахилту-Ула, отметка 1435,1 м; 4560 — трахиандезит ортоклазсодержащий, правобережье р. Хучжирыйн-Гол, севернее озера Хутулнур, в 4 км к северо-западу от отметки 1435,1 м; 4567 — трахиандезит, там же, в 3 км к востоку от зимовки Юмыйн; 4568 — трахиандезит, там же, южный склон гряды с вершиной Тахилту-Ула; 4573 — андезит, р. Унита, район четвертичного вулкана Того-Ула; 4570 — трахидацит, там же; 4571 — трахидацит, там же; 4557 — крупновкрапленный биотитовый трахитовый андезидацит, правобережье р. Хучжирыйн-Гол, в 7 км к юго-западу от горы Тахилту-Ула, гряда с отметкой 1446,3 м; 4561 — крупновкрапленный трахиандезит, правобережье р. Хучжирыйн-Гол, вершина горы с отметкой 1435,1 м; 4558 — крупновкрапленный ортоклазовый оливинсодержащий трахиандезит, правобережье р. Хучжирыйн-Гол, в 7 км к юго-западу от горы Тахилту-Ула; 4563 — липарит, левобережье р. Хучжирыйн-Гол, к северу от сомона Бугут, в 5,5 км к северу от горы Бугутуин-Ула; 4559 — липарит, в 6 км к юго-западу от горы Тахилту-Ула; 4569 — липарит, южный склон гряды с вершиной Тахилту-Ула

кровных и рвущих лав триасовому отделу в диапазоне трех его эпох: нижней, средней и верхней. Таким образом, стратиграфическое положение трахиандезитовых пород, залегающих выше горизонтов с верхнепермской флорой, определяется более строго.

Липариты ареальных тел (пробы 4563, 4569 и 4559 — 220, 215, 191 млн. лет) также датируются триасом в сравнительно широком интервале времени, совпадающим с возрастом ареальных липаритовых тел Предхэнтэйского прогиба. Не исключена возможность, что наиболее поздние внедрения ареальной липаритовой магмы происходили в начале юрского времени.

Таким образом, формирование континентального вулканического комплекса в Орхон-Селенгинском прогибе и особенно по его северной периферии началось в конце палеозоя в перми и продолжалось значительную часть раннемезозойского времени до юры включительно. Большая часть пород этой вулканической зоны, выделенная в виде трахиандезитовой и ареальной липаритовой ассоциации, относится к раннему мезозою с явным усилением вулканической деятельности в триасовое время. Очень вероятно, что уже, верхняя часть пермских разрезов в виде пород трахибазальтовой серии является переходной вулканической толщей пермо-триасового возраста. Диапазон дат триасовой трахиандезитовой ассоциации и соответствующие геологические наблюдения указывают, что вулканические породы характерны не только для верхних эпох триасового отдела, как это устанавливается биостратиграфическими исследованиями (Амантоз и др., 1970), но местами формируются и в нижнем триасе, представляя фациальный аналог нижнетриасовой молассы смежных районов.

Глава VII

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА В ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОДАХ ПОЗДНЕГО ПАЛЕОЗОЯ И РАННЕГО МЕЗОЗОЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ

Зависимость содержаний золота от состава изверженных пород является одним из основных и наименее изученных вопросов в геохимии золота. Кларковые содержания золота в главных типах изверженных пород для земной коры в целом и в пределах отдельных ее регионов до сих пор представляют собой нерешенную проблему. Это особенно справедливо, когда речь идет о породах вулканического генезиса, где все осложняется необходимостью проведения петрохимических исследований в целях строгой их классификации. Тем не менее, именно вулканические ассоциации вызывают в этом плане повышенный интерес. Они весьма благоприятны как для изучения распределения золота в породах различной основности, так и для рассматривания петрологических проблем, например, зависимости содержания золота от химического типа исходных магм (Аношин, Кепежинскас, 1972).

На сегодняшний день имеются лишь отдельные работы, в которых приведены отрывочные сведения о содержании золота в океанических базальтах и кайнотипных базальтовых лавах континентов. Кроме того, существуют определения золота в вулканических породах Алтае-Саянской области, Чукотки, Северного Казахстана и некоторых других регионов. Однако в этих работах использовался часто геологически и петрографически разнородный материал по древним вулканическим ассоциа-

Содержание золота в вулканических породах позднего палеозоя — раннего мезозоя
Предхэнтэйского прогиба

Возраст	Тип пород, фация	Au (в мг/т. 10 ⁻⁷)	Местоположение
Пермь	Базальтоиды покровов	0,6	Район горы Цахир-Ула
		0,5 13,0	» » » Хребет Мандалыйн к северо-западу от сомона Цаган-Обони, в 1,5 км к северу от отметки 1510 м
		230,0; 290,0 1,4; 1,4	Район горы Цахир-Ула » » »
	Андезиты покровов	1,0	Район Дэлгэр-хан-сомона, южное подножие горы Баяс-Хуланг
		1,4	Там же
		1,0	» »
		0,5	» »
		1,0	» »
		1,4	» »
		0,8	Район хребта Адацаг, в 2,5 км к юго-западу от отметки 1494 м, близ озера Шар-Дэль-Обо
		1,0	Там же
		11,0	» »
		0,4; 0,4	» »
		0,3	» »
		0,5	» »
		1,0	Район хребта Адацаг и горы Бор-Ондор-Обо к юго-западу от отметки 1578,5 м
		1,6	Там же
		7,0	» »
		1,2	» »
		1,0	» »
		0,45; 0,45	Район горы Цахир-Ула
		0,45	Хребет Мандалыйн к северо-западу от сомона Цаган-Обони, в 1 км к юго-востоку от отметки 1510,1 м
		2,3	Западное окончание хребта Мандалыйн, в 3,3 км к юго-западу от отметки 1523,4 м
	0,6	Район гор Саба-Ула и Баян-Ула, в 0,5 км к северо-западу от отметки 1657,8 м	
	260,0	Район хребта Адацаг и родника Эргэн-Ус-Булак, в 2,5 км к западо-юго-западу от отметки 1494 м	
	11,0	Там же, в 700 м к юго-западу от отметки 1578,5 м	
	1,5	Район горы Цахир-Ула	
	0,7	Район гор Саба-Ула и Баян-Ула	
	1,9	Район Дэлгер-хан-сомона, южное подножие горы Баяс-Хуланг	
	Андезиты рвуцих тел	1,0	Там же
	Кислые породы покровов	0,8	Район хребта Адацаг и горы Бор-Ондор-Обо
		0,5; 0,45	Район Дэлгер-хан-сомона, южное подножие горы Баяс-Хуланг
		1,2	Там же
		1,5	» »
		0,54	Район хребта Адацаг и горы Бор-Ондор-Обо, в 4 км к северо-западу от отметки 1573,5 м

Таблица 19 (окончание)

Возраст	Тип пород, фация	Au (в мг/т · 10 ⁻⁷)	Местоположение
Пермь	Кислые породы покровов	0,65	Район хребта Адацаг и горы Бор-Ондор-Обо, в 4 км к северо-западу от отметки 1573,5 м
		2,5	Там же
		0,5	» »
		0,6	Хребет Мандалыйн, в 1,1 км к юго-западу от отметки 1510,1 м
		1,2	Там же
		0,7; 1,2	» »
		2,2	» »
		1,4	» »
		1,0; 1,3	» »
		3,0	» »
		1,5	Район гор Саба-Ула и Баян-Ула
		1,0	Район хребта Адацаг и родника Эргэн-Ус-Булак
		2,2	Хребет Мандалыйн, в 1,1 км, к юго-западу от отметки 1510,1 м
1,1	Район Дэлгер-хан-сомона, южное подножие горы Баяс-Хуланг		
Триас	Кислые породы рвущих тел (ареальная ассоциация)	2,0; 4,0	Там же
		0,8	Район хребта Адацаг и горы Бор-Ондор-Обо
		1,0	» » » » »
		1,1	» » » » »
		1,5	» » » » »
		1,3	Район гор Саба-Ула и Баян-Ула, склоны горы Хунтлинггуйн-Обо
		2,0	Там же
		1,5	» »
		0,7	» »
		4,5; 4,0; 5,0	» »
		1,4	» »
		2,8	» »
		1,3; 2,0	» »
		2,2	Район гор Саба-Ула и Баян-Ула, в 1 км к северо-западу от отметки 1657,8 м
		1,5	Район хребта Адацаг и горы Бор-Ондор-Обо
		19,0	Район гор Саба-Ула и Баян-Ула, склоны горы Хунтлинггуйн-Обо
		125,0; 190,0	Там же
		1,4	» »
7,7	» »		
18,0	» »		
9,5	» »		
620,5	» »		

Содержание золота в вулканических породах палеозоя — раннего мезозоя Орхон-Селенгинского прогиба

Возраст	Тип пород, фация	Au (в мг/т · 10 ⁻⁷)	Местоположение	
Пермь	Трахибазальтовая серия, покровы	1,5	Левобережье р. Хучжирыйн-Гол в районе сомона Бугут, среднее течение	
		1,0	Там же, в 5 км к северу от горы Бугутуин-Ула	
		7,0	» »	
		0,8	» »	
		0,6	» »	
		0,7	Правобережье р. Хучжирыйн-Гол к северу от сомона Юмьин, среднее течение	
		0,55	Там же	
		0,8	» »	
		0,3	Левобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт, в 4 км к юго-востоку от горы Бурун-Уру-Ула	
		0,8	Там же	
		2,2	» »	
		0,7; 0,7	» »	
		0,6	Левобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт	
		1,2	Там же	
		0,4	» »	
		0,7	» »	
		0,6	» »	
		1,5	» »	
		0,6	» »	
	0,8	Правобережье р. Хануй-Гол в районе горы Баян-Цаган-Ула		
	0,2	Там же		
	1,8	» »		
	Трахибазальтовая серия, рвущие тела	0,6	Левобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт	
		0,3	Левобережье р. Хучжирыйн-Гол в среднем течении	
		0,3	Левобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт	
		0,7	Правобережье р. Хануй-Гол в районе горы Баян-Цаган-Ула	
		0,8	Там же	
		0,5	» »	
	Андезиты трахибазальтовой серии, покровы	200,0	Левобережье р. Хучжирыйн-Гол в 10,5 км к северу от горы Бугутуин-Ула	
		0,8	Там же	
		0,7	» »	
	Триас	Базальты покровов	0,65	Правобережье р. Хануй-Гол к северо-востоку от горы Хусутай-Обо
		Трахиандезитовая серия, покровы	0,5	Правобережье р. Хучжирыйн-Гол в районе горы Тахилту-Ула
0,45			Там же в 4 км к северо-западу от отметки 1435,1 м	
0,45; 0,6			» » в 6,5 км к юго-западу от горы Тахилту-Ула	
0,55			» » в 6,7 км к юго-западу от горы Тахилту-Ула	
1,8	» » » 6,7 » » » » » » »			

Таблица 20 (окончание)

Возраст	Тип пород, фация	Au (в мг/т · 10 ⁻⁷)	Местоположение
Триас	Трахиандезитовая серия, покровы	0,65	Правобережье р. Хучжирыйн-Гол, в 6,7 км к юго-западу от горы Тахилту-Ула
		0,45; 0,6	Там же
0,45		» »	
		0,6	» »
	Андезиты рвуущих тел	0,2	» » вершина горы с отметкой 1435 м
Пермь	Трахиллипаритовая серия покровов	0,7	Река Унита, район вулкана Того-Ула
		1,1; 1,4; 1,1	Левобережье р. Хучжирыйн-Гол в среднем течении
		0,8	» » » в 4,5 км к северу от горы Бугутун-Ула
		35,0	Там же в 10 км
		0,3	Левобережье р. Хануй-Гол, к югу от сомона Баян-Агт
		0,8	» » » » » » » »
		0,5	Правобережье р. Хануй-Гол в районе горы Хусутай-Обо
		0,6	Там же
		1,0	» »
		1,2	» »
		0,9	» »
		0,8	» »
		1,6	» »
		3,0	Левобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Аги
		1,1	Правобережье р. Хануй-Гол в районе горы Хусутай-Обо
		0,6	Там же
		0,45	» »
0,95	» »		
0,95	» »		
0,90	» »		
0,60	» »		
0,40; 0,8	» »		
1,1	» »		
1,2	» »		
	Кислые породы трахиандезитовой серии, покровы	0,6	Река Унита в районе вулкана Того-Ула
		0,4	Правобережье р. Хучжирыйн-Гол в районе горы Тахилту-Ула
		н/о	Там же
Триас	Липариты, рвуущие тела (ареальная ассоциация)	0,8	» » южные склоны хребта Мунустай-Дабл
		0,8	» » в 5 км к северу от горы Тахилту-Ула
		1,3	Левобережье р. Хануй-Гол к югу от сомона Баян-Агт
		2,5	Правобережье р. Хучжирыйн-Гол в районе горы Тахилту-Ула
		1,6	Там же

циям, включающим и метаморфические образования. Общее количество анализов на золото как правило сравнительно невелико, петрохимический анализ отсутствует, а выводы о зависимости содержаний от основности пород противоречивы. За редким исключением, сравнение средних содержаний золота в разных типах пород проводится визуально, без применения методов математической статистики.

В настоящей работе сделана попытка подойти к решению проблемы распределения золота в разных типах вулканических пород на основе обширного аналитического материала, включающего анализы примерно 120 проб пермо-триасовых вулканических пород Центральной Монголии. Анализ распределения золота проводится на основе сравнительного изучения химизма отдельных типов пород и рассмотрения зависимости содержаний золота в вулканических породах различной основности с привлечением методов математической статистики. Золото определялось только в тех пробах, для которых предварительно были выполнены силикатные анализы и проведено петрографическое изучение, что давало возможность привлечь к анализу материал только по свежим неизменным породам (табл. 19, 20).

Задачи исследования сводились к следующему:

1. Выяснение зависимости содержаний золота от основности пород в ряду базальт-андезит-липарит двух ассоциаций: щелочноземельной высокоглиноземистой и субщелочной трахитовой, являющейся производной также высокоглиноземистой магмы.

2. Установление пространственных закономерностей изменения содержаний золота в вулканических породах Предхэнтэйского и Орхон-Селенгинского прогибов и выяснение особенностей поведения этого элемента в процессе эволюции позднепалеозойского и раннемезозойского вулканизма.

Анализы на золото выполнялись спектрохимическим и нейтронно-активационным методами в лаборатории геохимии редких элементов ИГиГ СО АН СССР под руководством Г. Н. Аношина. Чувствительность нейтронноактивационного метода — $1 \cdot 10^{-11}$ г Au, относительная квадратичная ошибка — 10%; чувствительность спектрохимического метода — $2 \cdot 10^{-10}$ г Au из навески 10 г, относительная квадратичная ошибка — 25%.

Исследование зависимости содержаний золота от петрохимического типа вулканических пород проведено с учетом ранее изложенных данных по химизму пермо-триасовых ассоциаций Центральной Монголии.

Распределение Au в базальтах, андезитах и кислых породах щелочноземельного ряда изучено по материалам пермской вулканической ассоциации Предхэнтэйского прогиба. Средние содержания и дисперсии для золота, вычисленные на основе табл. 19, представлены в табл. 21. Следует указать, что среди определений содержаний золота в вулканических породах Центральной Монголии имеются единичные результаты с аномально высокими значениями («ураганными»). Эти определения приведены в таблицах исходных данных, но из дальнейшего рассмотрения исключены, хотя введение их в расчет не меняет существенно решения вопроса о сходстве — различии золота, и приводит главным образом к резкому возрастанию дисперсии.

Сравнительный анализ приведенных средних содержаний золота показывает, что значимые различия в средних содержаниях золота в базальтах, андезитах и кислых породах пермской щелочноземельной ассоциации Предхэнтэйского прогиба отсутствуют. При этом следует иметь в виду, что малочисленность выборки по базальтам делает этот вывод предварительным в отношении пород базальтовой группы.

Распределение золота в породах трахитового ряда (табл. 20 и 22) исследовано на примере трахибазальтов, трахитовых андезитов и трахи-

Таблица 21

Средние содержания (в числителе) и дисперсии (в знаменателе) для золота в породах вулканических ассоциаций позднего палеозоя и раннего мезозоя Предхэнтэйского прогиба

Ассоциация	Тип пород, фация	Au, мг/т	Число анализов
Пермская	Базальты, покровы	$\frac{0,83}{0,72}$	3
	Андезиты, покровы	$\frac{1,00}{0,65}$	23
	Кислые породы, покровы	$\frac{1,29}{0,76}$	19
Триасовая	Липариты, ареальные рвущие тела	$\frac{2,49}{1,27}$	18

липаритов пермской и триасовой ассоциаций Орхон-Селенгинского прогиба, являющихся также производными высокоглиноземистых магм.

В рамках пермской ассоциации Орхон-Селенгинского прогиба трахибазальты и трахилипариты покровов характеризуются близкими статистически неразличающимися содержаниями золота. Однако здесь следует указать на тенденцию к понижению средних содержаний золота в рвущих телах субщелочных базальтоидов. Пермские трахиандезиты в сравнении не участвовали из-за малочисленности выборки ($n=2$), но если даже привлечь к этому анализу трахиандезиты триасовой ассоциации,

Таблица 22

Средние содержания (в числителе) и дисперсии (в знаменателе) для золота в породах вулканических ассоциаций позднего палеозоя и раннего мезозоя Орхон-Селенгинского прогиба

Ассоциация	Тип пород, фация		Au, мг/т	Число анализов
Пермская	Трахибазальты	покровы	$\frac{1,15}{0,89}$	22
		рвущие тела	$\frac{0,50}{0,45}$	6
	Трахиандезиты, покровы		$\frac{0,70}{0,35}$	2
	Трахилипариты, покровы		$\frac{0,96}{0,66}$	23
Триасовая	Трахибазальты, покровы		$\frac{0,65}{0}$	1
	Трахиандезиты, покровы		$\frac{0,62}{0,53}$	10
	Липариты, ареальные рвущие тела		$\frac{1,14}{0,70}$	7

то, все равно, вывод об отсутствии значимых различий в средних содержаниях золота, сравниваемых по основности пород, остается в силе.

Таким образом, как в пределах щелочноземельного ряда, так и среди трахитовых производных высокоглиноземистой магмы содержание золота не зависит от основности пород.

Закономерности распределения золота в пространстве можно проследить по разновозрастным и однотипным петрографическим группам пород на территории Центральной Монголии. Однако неравноценность выборок по некоторым породным группам делает заключительные выводы в некоторой части предварительными.

Достаточно обоснованно оцениваются латеральные изменения в распределении золота, пожалуй, только для кислых пород. Сравнение средних содержаний в дацитовых и липаритовых покровных толщах пермского возраста в Предхэнтэйском и Орхон-Селенгинском прогибах показывает, что они почти тождественны, и значимые различия между ними отсутствуют. К аналогичному выводу приходим при сопоставлении триасовых липаритов ареальных рвущих тел в разных вулканических зонах Центральной Монголии (табл. 19—22). Среднее содержание золота в ареальных липаритах Предхэнтэйского прогиба, несмотря на большие числовые значения, благодаря значительной дисперсии с 95%-й вероятностью не отличаются от содержаний этого элемента в ареальных липаритах Орхон-Селенгинского прогиба.

Если привлечь к сравнительному анализу и другие группы пород, имея, однако, в виду сказанное выше о предварительном характере некоторых выводов, то можно заключить, что базальты пермских покровов Предхэнтэйского прогиба и пермские трахибазальты Орхон-Селенгинского прогиба, с одной стороны, а также пермские андезиты Предхэнтэйского прогиба и пермские трахиандезиты Орхон-Селенгинского прогиба, с другой, по средним содержаниям золота не различаются.

Таким образом, пространственное распределение золота в пермо-триасовых вулканических ассоциациях Центральной Монголии не зависит от структурной позиции этих пород (различие тектонической природы Предхэнтэйской впадины и Орхон-Селенгинского прогиба). Общее повышение щелочности (пермские покровные липариты Предхэнтэйского прогиба и разновозрастные трахилипариты Орхон-Селенгинского прогиба) также не оказывает влияния на вариации средних содержаний золота.

Поведение Au в процессе эволюции пермо-триасового вулканизма изучено отдельно по двум вулканическим зонам. В пределах Предхэнтэйской впадины средние содержания золота в липаритах триасовой ареальной ассоциации значимо отличаются от средних содержаний этого элемента в пермских кислых породах и пермских андезитах этой же структуры более высокими значениями. При сопоставлении химизма перечисленных пород указывалось, что несмотря на принадлежность всех их к щелочноземельному ряду липариты ареальных рвущих тел триаса характеризуются повышенной калиевоcтью.

В Орхон-Селенгинском прогибе средние содержания золота в триасовых ареальных липаритовых телах не отличаются от такового в пермских трахибазальтах. Так как в данном случае повышенная щелочность связана в основном с повышенными содержаниями K_2O , то естественно предположить, что различие в содержаниях золота между триасовыми ареальными липаритами и пермскими вулканическими породами, четко выраженное для Предхэнтэйского прогиба благодаря калиевой тенденции ареальных тел, в Орхон-Селенгинском прогибе нивелируется в результате повышенной калиевоcти всех продуктов пермского вулканизма.

Таким образом, повышенные фоновые содержания золота можно поставить в зависимость от повышенной калиевоcти вулканических пород различной основности. Поэтому в Предхэнтэйском прогибе повышенными содержаниями золота характеризуются триасовые липариты ареальных

рвущих тел с калиевой тенденцией в отличие от щелочноземельных более ранних продуктов пермского вулканизма. В Орхон-Селенгинском прогибе уже начальные продукты пермской вулканической деятельности обладали повышенной калиевостью, возможно, поэтому, в процессе эволюции пермского вулканизма до триаса (и, возможно, юры) включительно мы не фиксируем существенных изменений в поведении средних содержаний золота.

Отмеченная зависимость между петрохимическими особенностями лав и распределением золота в них согласуется с ранее полученными выводами (Аношин, Кежежинская, 1972). На материале четвертичных неизмененных пород кайнозойской Курило-Камчатской вулканической провинции была показана связь между повышенными средними содержаниями золота и относительно высокой калиевостью вулканических пород различной основности. Так же, как в Монголии, и в этом регионе выделялись ареальные липаритовые экструзии района Больше-Банных горячих источников с более высокими средними содержаниями Au и K_2O .

Говоря о содержании золота, характерном для определенного типа магм, следует отметить, что средние его содержания в производных высокоглиноземистых пермо-триасовых магмах Центральной Монголии в общем подтверждают сделанный уже в указанной выше статье вывод об относительно более низком содержании золота в высокоглиноземистой магме в сравнении с толентовой.

ОБЩИЕ СРАВНЕНИЯ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в позднепалеозойское и раннемезозойское время в Центральной Монголии устанавливаются существенные латеральные вариации химизма вулканических пород, отражающие разнообразие типов вулканизма, происходящего в различной структурной обстановке на этой территории. Они связаны с существованием петрографических провинций, которые пространственно совпадают с крупнейшими вулканическими зонами (Орхон-Селенгинским и Предхэнтэйским прогибами) и характеризуются различным петрохимическим профилем слагающих их вулканических ассоциаций.

В позднем палеозое и раннем мезозое на этой территории наблюдается широкое распространение различных по составу и строению вулканических ассоциаций. На северо-западе Монголии, в пределах Орхон-Селенгинского прогиба, наблюдается последовательное формирование контрастной трахилпарит — трахибазальтовой с калиевой тенденцией вулканической ассоциации в пермское время, трахандезитовой ассоциации в раннем триасе и финальной триасовой ассоциации ареального кислого экструзивного вулканизма, которая, являясь в целом щелочноземельной серией липаритовых пород, обнаруживает тем не менее щелочной калиевой уклон.

На юго-востоке Центральной Монголии, в Предхэнтэйском прогибе, в рамках того же длительного отрезка времени, но, по-видимому, с относительными смещениями и асинхронно по отношению к Орхон-Селенгинскому прогибу были сформированы вулканические серии существенно иного петрохимического типа и строения. Это — щелочноземельные липаритовая и андезитовая вулканические толщи, которые в основном пространственно разобщены (южное и северное крылья Предхэнтэйского прогиба), но обнаруживают местами фацимальное замещение, и финальная триасовая липаритовая ареальная ассоциация с калиевой тенденцией.

Нам представляется, что для триасового времени проявления вулканизма на этой территории не ограничиваются отмеченными кислыми породами ареальных рвуших тел. Однако на сегодняшний день пока не имеется достаточно веских стратиграфических оснований для выделения иных вулканических серий, тем более, что часть триасовых андезитовых толщ (район Дэлгэр-хан-сомо́на и Адацага), по новым данным, отнесена к пермским вулканогенным образованиям.

Петрохимические различия особенно четко фиксируются для пермского времени, когда в Орхон-Селенгинском прогибе отмечены продукты контрастных субщелочных базальтовых и трахилипаритовых магм, а в Предхэнтэйском прогибе — продукты андезитовых и липаритовых магм нормальной щелочности. Так как щелочность в основном связана с повышенной калиево́стью, то можно говорить о намечающейся в пермотриасе калиевой вулканической провинции к северо-западу от Хангай-Хэнтэйской геосинклинальной зоны.

Эти провинциальные различия в триасе, а именно в том отрезке времени, который отвечает развитию кислого ареального вулканизма, выражены не столь резко. Липаритовые тела и Предхэнтэйского и Орхон-Селенгинского прогибов характеризуются близким петрографическим составом и близким химическим типом. Сглаживание провинциальных петрохимических различий в период ареальных кислых излияний представляет собой, видимо, временное явление. Возможно, что это связано с особыми тектоническими условиями рассматриваемого этапа геологического развития, с повышенной проницаемостью и относительно быстрой транспортировкой кислых расплавов к земной поверхности, когда роль промежуточных очагов и иных локальных факторов, одним словом, роль коры на пути перемещения расплавов практически сведена к нулю. Впоследствии намеченные для пермского этапа петрохимические различия в проявлениях вулканизма двух вулканических зон углубляются со временем и особенно четко обозначаются в период кайнозойского вулканизма (Ке́пезжинскас и др., 1973).

Латеральные петрохимические вариации вулканической деятельности в позднем палеозое и раннем мезозое, очевидно, связаны существенными различиями в строении и составе глубинных зон Земли, являющихся областью генерации соответствующих магм в пределах Центральной Монголии. Границей этих крупных мегаблоков земной коры является область, пространственно совпадающая с осевой частью Хангай-Хэнтэйской герцинской геосинклинальной зоны, где проявления вулканизма соответствующего возраста практически отсутствуют.

Калий-аргоновое датирование вулканических пород Центральной Монголии заставляет более осторожно подходить к вопросам о возрасте выделенной последовательности вулканических ассоциаций. Учитывая эти данные, а также результаты биостратиграфического и петрохимического изучения соответствующих вулканогенных образований, можно говорить в целом о мощном полихронном вулканическом комплексе Центральной Монголии, формирование которого охватывало пермское и триасовое время и заканчивалось местами в юре. Однако, касаясь проблем внутреннего расчленения позднепалеозойских и раннемезозойских образований рассматриваемой территории, следует отметить, что вряд ли стоит придавать региональное значение фиксированным на отдельных участках границам между вулканогенными и осадочными образованиями указанного отрезка времени. К примеру, представляются недостаточно обоснованными рассуждения о том, что в пределах Центральной Монголии в целом происходит смена этапа нижнепермского вулканизма периодом формирования верхнепермской и нижнетриасовой молассы, который в свою очередь сменяется бурными проявлениями вулканизма в эпохи среднего и верхнего триаса, а также юры. Если подобная схема расчленения и верна для отдельных районов, то обсуждая ее в приложении к более обширной

территории, мы вынуждены констатировать, что верхнепермской моласе Предхэнтэйского прогиба соответствует по крайней мере трахибазальтовая серия верхов перми в Орхон-Селенгинском прогибе, а в пределах последнего нижнетриасовое время ознаменовалось образованием молассовых накоплений в Орхонской мульде и совпало с началом формирования трахиандезитовой серии по северной периферии Орхон-Селенгинского прогиба. Если в Предхэнтэйской впадине и отчасти в Орхонской мульде проявления позднепалеозойского и раннемезозойского вулканизма носили периодический характер, прерываясь этапами осадконакопления, то при-селенгинская часть северной вулканической зоны Монголии отличается почти сплошь развитием вулканических разрезов пермо-триаса, местами с вулканическим же финалом в юре, и в разрезах терригенных осадков появляются туфогенно-осадочные породы, перемежающиеся опять же с лавами.

Поэтому при неизбежных во всяком исследовании геологических обобщениях вообще, а тектонических и стратиграфических обобщениях в частности, представляется целесообразным учитывать скользящий характер литологических границ и фаціальную изменчивость синхронных вулканогенных и терригенных разрезов.

Распределение золота в вулканогенных породах ассоциаций позднего палеозоя и раннего мезозоя заставляет обратить внимание на проявления триасового ареального кислого вулканизма, продукты которого характеризуются повышенными фоновыми содержаниями этого элемента. В этом же плане вызывают интерес также и калиевые разновидности пород в ряду базальт — андезит — липарит. Опираясь на установленные ранее закономерности распределения золота в вулканогенных образованиях различного петрохимического типа (Аношин, Емельянов, 1969; Аношин, Кепежинская, 1972), по-видимому, можно говорить о повышенных содержаниях золота в дифференциатах толентовых и отчасти высокоглиноземистых вулканических серий.

Особенностью проявлений орогенного вулканизма в позднем палеозое — раннем мезозое Центральной Монголии в целом является необыкновенное разнообразие региональных форм вулканических проявлений и пестрота составов излившихся расплавов от самостоятельных высокоглиноземистых базальтовых, андезитовых и липаритовых магм до щелочных кислых и основных расплавов. Это разнообразие магм на заключительных этапах герцинского геосинклинального развития Монголии связано с активизацией различных уровней магмообразования в глубинных зонах земли и с возникновением многочисленных промежуточных малоглубинных камер с эволюционирующей в разных направлениях магмой.

- Амантов В. А., Котляр Г. В., Попеко Л. И. 1966. Стратиграфия и палеогеография верхнего палеозоя Забайкалья и Монголии.— Изв. Забайкальского филиала географ. об-ва СССР, т. II, вып. 4.
- Амантов В. А., Борзаковский Ю. А., Лувсанданзан Б., Магросов П. С., Суетенко О. Д., Хасин Р. А., Хуруч Ч. 1968. Основные черты тектоники Монголии.— В кн.: Доклады советских геологов на XXIII сессии Международного геологического конгресса. Проблема 3. Орогенические пояса. М., «Наука».
- Амантов В. А., Владимирович В. П., Радченко Г. П. 1970. Биостратиграфия континентального триаса обрамления Монголо-Охотской геосинклинальной области в ее западном окончании (Монголия в сопоставлении с Забайкальем).— Зап. Забайкальского филиала геогр. об-ва СССР, вып. 46. Чита.
- Аношин Г. Н., Емельянов Е. М. 1969. Золото в магматических породах Атлантического океана (по данным радиоактивационного анализа).— Докл. АН СССР, т. 189, № 5.
- Аношин Г. Н., Золотарев Б. П., Цимбалист В. Г. 1971. Золото в породах толент-базальтовой формации.— Докл. АН СССР, т. 201, № 3.
- Аношин Г. Н., Кеpezинская В. В. 1972. Распределение золота в кайнозойских вулканических породах Курило-Камчатской провинции в связи с их петрохимическими особенностями.— Геохимия, № 4.
- Васильев В. Г., Волхонин В. С., Гришин Г. Л., Иванов А. Х., Маринов Н. Л., Мокшанцев К. Б. 1959. Геологическое строение МНР (стратиграфия и тектоника). М., Гостоптехиздат.
- Власов Г. М. 1964. Камчатка, Курильские и Командорские острова — звено островных дуг Восточной Азии.— Геология СССР, т. 39.
- Грецакая Т. А., Моссаковский А. А. 1969. Некоторые вопросы стратиграфии и структурных соотношений карбона и триаса на севере Центральной Монголии (междуречье Орхона и Толы).— Изв. АН СССР, серия геол., № 2.
- Дуничев В. М. 1969. Особенности вулканизма и генезиса вод Центральной части острова Кунашир (Курильские острова).— Автореф. дисс.
- Зайцев Н. С., Моссаковский А. А., Перфильев А. С., Томур-Тогоо О., Лхасурэн Б. 1969. О времени замыкания Хангайского прогиба в варисцидах Центральной Монголии.— Геотектоника, № 5.
- Зоненшайн Л. П. 1968. Палеозойские тектонические структуры складчатого пояса Центральной Азии и их сравнение со среднеевропейскими палеозоидами.— В кн.: Доклады советских геологов на XXIII сессии Международного геологического конгресса. Проблема 3. Орогенические пояса. М., «Наука».
- Кеpezинская В. В. 1969. Верхнепалеозойский вулканизм Токрауского синклиналия (Центральный Казахстан). М., «Наука».
- Кеpezинская В. В. 1970. Химизм четвертичных базальтов Курило-Камчатской вулканической провинции.— Докл. АН СССР, т. 190, № 6.
- Кеpezинская В. В. 1971. Ареальный тип кислого континентального вулканизма.— Геол. и геоф., № 4.
- Кеpezинская В. В. 1973. Петрохимия позднепалеозойских — раннемезозойских вулканических ассоциаций Центральной Монголии.— В сб.: Ассоциации вулканогенных пород и вулканические структуры.— Труды ИГиГ СО АН СССР, вып. 182.
- Кеpezинская В. В., Девяткин Е. В., Лучицкий И. В., Чичагов В. П., Дашдаваа З. 1973. Кайнозойские щелочные оливиновые базальты Монголии.— В сб.: Ассоциации вулканогенных пород Монгольской Народной Республики, их состав и стратиграфическое положение.— Труды совместной Советско-Монгольской научно-исследовательской геологической экспедиции, вып. 6.
- Кеpezинская В. В., Лучицкий И. В. 1973. Пермские вулканические ассоциации Центральной Монголии.— В сб.: Ассоциации вулканогенных пород Монгольской Народной Республики, их состав и стратиграфическое положение.— Труды совместной Советско-Монгольской научно-исследовательской геологической экспедиции, вып. 6.
- Кеpezинская В. В., Моссаковский А. А., Салтыковский А. Я. 1970. О верхнепалеозойских вулканических породах Предхэнтэйского прогиба (МНР).— Бюлл. МОИП, отд. геол., т. XV (5).

- Луцицкий И. В.* 1940. О структурах Центрального Забайкалья.— Сов. геол., № 1.
- Луцицкий И. В.* 1941. Материалы по стратиграфии и тектонике Центрального Забайкалья.— Изв. АН СССР, серия геол., № 1.
- Луцицкий И. В.* 1953. Геологическое строение среднего течения и низовий р. Онон (Восточное Забайкалье).— Очерки по геологии Сибири, вып. 17.
- Маринов Н. А.* 1957. Стратиграфия Монгольской Народной Республики. М., Изд-во АН СССР.
- Нокколдс С. Р., Аллен Р.* 1958. Геохимические наблюдения. М., Изд-во АН СССР.
- Петрович Ю. Я.* 1963. Стратиграфическое положение осадочно-эффузивных образований Селенгинского прогиба в Северной Монголии и некоторые особенности их формирования.— Материалы по геологии Монгольской Народной Республики. Петрохимия кайнозойской Курило-Камчатской вулканической провинции. 1966. Сборник под редакцией Э. Н. Эрлиха. М., «Наука».
- Федорченко Л. В.* 1969. Генетические типы четвертичных вулканов и перспектива их сероносности.— Изв. АН СССР, серия геол., № 9.
- Фирсов Л. В., Кепежинская В. В.* 1970. Пермо-триасовые вулканогенные породы района Дэлгэр-Хан-сомона (МНР).— Докл. АН СССР, т. 194, № 5.
- Anderson C. A.* 1941. Volcanoes of the Medicine Lake Highland. California Univ. Pubs. Geol. Sci., v. 25, p. 347–422.
- Brousse R.* 1961. Analyses chimiques des roches volcaniques tertiaires et quaternaires de la France.— Bull. du service de la carte geologique de la France, t. LVIII, N 263.
- Carmichael I. S.* 1964. The petrology of Thingmuli, a Tertiary Volcano in Eastern Iceland.— Petrology, vol. 5, n. 3.
- Powers H.* 1932. The lavas of the Modoc lava-bed Quadrangle. California. The American Mineralogist, vol. 17, n 7.
- Smith A. L., Carmichael I. S. E.* 1969. Quaternary trachybasalts from southeastern California.— Amer. Mineralogist, 54.
- Thayer T. P.* 1937. Petrology of later Tertiary and Quaternary rocks of the north-central Cascade Mountains in Oregon with notes on similar rocks in western Nevada.— Bull. Geol. Soc. Amer., 48, p. p. 1611–1652.

Содержание элементов-примесей (в %) в вулканических породах позднего палеозоя — раннего мезозоя Центральной Монголии

№ п.п.	Возраст	Тип пород, фация	Ti	Mn	Pb	Ga	Cr	Ni	Sn	V	Sr	Ba	
Предхэнтэйский прогиб													
1	Пермь	Базальты, покровы	0,48	0,07	0,0015	0,0019	0,055	0,0037	Сл.	0,024	0,014	0,01	
2			0,35	0,10	0,0047	0,0024	0,013	0,006	»	0,03	0,007	0,052	
3			0,47	0,083	0,00097	0,0014	0,02	0,0012	»	0,02	0,029	0,019	
4			1,00	0,10	0,0015	0,0016	0,0044	0,0044	»	0,035	0,022	0,015	
5			0,38	0,10	0,0016	0,0017	0,0032	0,0024	»	0,025	0,022	0,019	
6	ер	Андезиты, покровы	0,28	0,05	0,0017	0,0017	0,011	0,0079	0,0008	0,0083	0,018	0,027	
7			0,25	0,05	0,0018	0,0016	0,043	0,004	0,001	0,0053	0,029	0,028	
8			0,26	0,07	0,0028	0,0019	0,0042	0,0043	0,0012	0,0069	0,026	0,041	
9			0,30	0,08	0,002	0,0019	0,009	0,0064	0,0009	0,0075	0,028	0,027	
10			0,23	0,04	0,0024	0,0018	0,01	0,07	0,0009	0,0083	0,023	0,032	
11			0,40	0,67	0,0028	0,0022	0,0046	0,0036	Сл.	0,0011	0,033	0,016	
12			0,29	0,03	0,0017	0,0016	0,004	0,0032	0,001	0,0063	0,023	0,016	
13			0,70	0,09	0,0033	0,0029	0,012	0,0081	0,001	0,017	0,033	0,039	
14			0,25	0,05	0,0019	0,0018	0,0053	0,0052	0,001	0,0075	0,08	0,034	
15			0,43	0,10	0,0019	0,0022	0,0094	0,0063	Сл.	0,012	0,037	0,016	
16			0,26	0,05	0,0014	0,0022	0,0025	0,004	»	0,011	0,41	0,027	
17			0,34	0,07	0,0025	0,0018	0,0092	0,0079	0,0011	0,0082	0,035	0,031	
18			0,36	0,09	0,0019	0,0024	0,024	0,012	0,0012	0,013	0,11	0,051	
19			0,31	0,08	0,0036	0,0018	0,024	0,01	0,0012	0,01	0,025	0,031	
20			0,33	0,06	0,0019	0,0026	0,015	0,005	Сл.	0,01	0,035	0,035	
21			0,27	0,07	0,002	0,0026	0,001	0,0022	»	0,004	0,025	0,013	
22			0,47	0,08	0,0018	0,0019	0,063	0,0023	0,0012	0,022	0,025	0,032	
23			0,43	0,10	0,0019	0,0022	0,029	0,014	0,0012	0,015	0,029	0,037	
24			0,16	0,05	0,0015	0,0014	0,008	0,0054	Сл.	0,0058	0,022	0,02	
25			0,19	0,08	0,0012	0,0019	0,016	0,0072	»	0,013	0,02	0,01	
26			0,40	0,09	0,0032	0,0017	0,0035	0,0035	»	0,015	0,033	0,033	
27			0,26	0,07	0,0016	0,0014	0,024	0,001	»	0,015	0,033	0,033	
28			0,33	0,043	0,0025	0,0017	0,0017	0,0017	»	0,01	0,024	0,02	
29			0,38	0,096	0,001	0,0014	0,00085	0,00077	»	0,0076	0,02	0,02	
30			0,38	0,087	0,0022	0,0017	0,0013	0,002	»	0,009	0,03	0,028	
										0,007	0,028	0,031	

№ п.п.	Возраст	Тип пород, фация	Ti	Mn	Pb	Ga	Cr	Ni	Sn	V	Sr	Ba
31	Пермь	Андезиты, покровы	0,19	0,05	0,0022	0,0013	0,001	0,0014	0,00078	0,0022	0,012	0,042
32			0,34	0,07	0,0018	0,00086	0,0014	0,0022	0,00092	0,009	0,012	0,028
33			0,40	0,07	0,003	0,0018	0,0022	0,0095	Сл.	0,01	0,03	0,077
34			0,43	0,09	0,001	0,0013	0,003	0,0025	»	0,015	0,025	0,025
35	Пермь	Кислые породы, покровы	0,30	0,05	0,0026	0,0022	0,0061	0,0057	Сл.	0,0088	0,03	0,026
36			0,32	0,08	0,004	0,0019	0,0073	0,005	»	0,0084	0,04	0,034
37			0,26	0,06	0,002	0,0019	0,0072	0,0063	0,001	0,008	0,036	0,14
38			0,20	0,03	0,0033	0,0015	0,002	0,0028	Сл.	0,0022	0,024	0,026
39			0,57	0,06	0,0028	0,0025	0,013	0,014	0,001	0,012	0,022	0,018
40			0,41	0,10	0,0047	0,0024	0,028	0,015	Сл.	0,013	0,022	0,024
41			0,20	0,03	0,0019	0,0022	0,002	0,0028	»	0,0036	0,019	0,028
42			0,06	0,06	0,0022	0,0019	0,0073	0,0023	»	0,0017	0,022	0,022
43			0,43	0,044	0,0036	0,0013	0,01	0,007	0,0035	0,0085	0,02	0,022
44			0,25	0,05	0,0025	0,0016	0,0074	0,0043	Сл.	0,004	0,016	0,02
45			0,026	0,01	0,0019	0,001	0,00074	0,0013	0,0013	0,007	0,011	0,027
46			0,40	0,076	0,002	0,0026	0,001	0,0018	Сл.	0,0063	0,017	0,035
47			0,093	0,065	0,0036	0,002	0,0013	0,0017	»	0,001	0,0089	0,056
48			0,20	0,065	0,0017	0,0013	0,0018	0,0017	»	0,0032	0,011	0,024
49			0,17	0,06	0,0023	0,00089	0,0013	0,0016	»	0,02	0,013	0,031
50			0,29	0,076	0,0016	0,0014	0,0009	0,0012	»	0,003	0,033	0,027
51	0,47	0,062	0,001	0,0014	0,00083	0,0013	0,00085	0,0075	0,019	0,01		
52	Триас	Кислые породы, рвущие тела	0,20	0,03	0,0018	0,0018	0,0016	0,0026	0,001	0,0039	0,017	0,037
53			0,22	0,017	0,0019	0,0018	0,0017	0,0028	0,0012	0,004	0,017	0,025
54			0,21	0,03	0,0024	0,0022	0,0022	0,0033	0,001	0,0037	0,036	0,17
55			0,30	0,03	0,004	0,0022	0,01	0,0066	Сл.	0,0078	0,007	0,01
56			0,42	0,01	0,0033	0,0022	0,0077	0,0048	»	0,0086	0,018	0,031
57			0,20	0,07	0,0029	0,0018	0,0093	0,0063	»	0,0068	0,006	0,005
58			0,02	0,05	0,0017	0,0012	0,007	0,0018	»	Сл.	0,006	0,0045
59			0,07	0,01	0,005	0,0018	0,0014	0,015	»	0,001	0,025	0,029
60			0,29	0,07	0,0033	0,0022	0,011	0,007	»	0,008	0,054	0,036

№ п.п.	Возраст	Тип пород, фация	Ti	Mn	Pb	Ga	Cr	Ni	Sn	V	Sr	Ba
61	Триас	Кислые породы, рвушие тела	0,27	0,08	0,0019	0,0016	0,0074	0,0056	Сл.	0,007	0,038	0,057
62			0,25	0,045	0,0019	0,0012	0,0077	0,0049	»	0,006	0,026	0,022
63			0,058	0,019	0,0025	0,001	0,0015	0,0023	0,001	Сл.	0,013	0,01
64			0,29	0,04	0,0046	0,0014	0,0083	0,006	Сл.	0,006	0,018	0,02
65			0,093	0,015	0,0012	0,00074	0,0016	0,0033	0,00085	0,0003	0,0059	0,0043
66			0,05	0,014	0,0017	0,0007	0,00083	0,0013	Сл.	Сл.	0,0069	0,0052
67			0,47	0,022	0,0033	0,0017	0,01	0,004	0,0008	0,014	0,029	0,048
68			0,32	0,037	0,0018	0,0014	0,012	0,0089	Сл.	0,009	0,02	0,015
69			0,38	0,023	0,0019	0,0014	0,0065	0,0064	0,00089	0,0072	0,022	0,029
70			0,04	0,022	0,0013	0,00053	0,001	0,0018	0,0007	Сл.	0,0072	0,032
71			0,16	0,02	0,0016	0,0018	0,0014	0,0022	Сл.	0,0031	0,095	0,07
72			0,33	0,07	0,0016	0,0021	0,012	0,01	»	0,016	0,051	0,031
Орхон-Селенгинский прогиб												
73	Пермь	Породы грахива-зальтовой серии, покровы	0,37	0,10	0,0016	0,002	0,0022	0,0036	Сл.	0,017	0,056	0,014
74			0,43	0,10	0,002	0,002	0,0015	0,0018	»	0,012	0,018	0,05
75			0,49	0,087	0,0012	0,0018	0,0037	0,004	»	0,022	0,03	0,022
76			0,91	0,12	0,0012	0,0023	0,001	0,0015	»	0,019	0,03	0,023
77			0,40	0,062	0,001	0,0016	0,0064	0,015	»	0,016	0,035	0,036
78			0,70	0,10	0,0015	0,0019	0,0058	0,0055	»	0,018	0,04	0,021
79			0,43	0,087	0,001	0,0017	0,0064	0,008	»	0,017	0,013	0,014
80			0,26	0,047	0,0016	0,0012	0,001	0,0017	0,00076	0,0044	0,03	0,04
81			0,35	0,0018	0,0018	0,0062	0,0019	0,0025	0,00093	0,013	0,043	0,0062
82			0,77	0,038	0,001	0,0018	Сл.	0,0023	Сл.	0,023	0,04	0,0056
83			0,59	0,088	0,0013	0,0014	0,001	0,002	»	0,022	0,039	0,01
84			0,25	0,023	0,0012	0,00093	0,0007	0,0015	»	0,0043	0,017	0,022
85			0,38	0,09	0,0014	0,001	0,001	0,00085	0,014	0,014	0,014	0,019
86			0,28	0,054	0,00076	0,001	0,0062	0,0074	Сл.	0,01	0,04	0,09
87			0,49	0,084	0,00096	0,0016	0,01	0,0074	»	0,02	0,035	0,014
88			0,34	0,065	0,001	0,0013	0,006	0,0047	»	0,015	0,025	0,0096
89			0,63	0,10	0,0014	0,002	0,0033	0,0032	»	0,025	0,045	0,019
90			0,56	0,08	0,0018	0,0017	0,0064	0,0066	»	0,018	0,042	0,048
91	0,55	0,10	0,0012	0,0015	0,0058	0,005	»	0,015	0,04	0,033		

№ п.п.	Возраст	Тип пород, фация	Ti	Mn	Pb	Ga	Cr	Ni	Sn	V	Sr	Ba
92	Пермь	Породы трахибазальтовой серии, покровы	0,64	0,10	0,0613	0,0016	0,0085	0,0074	Сл.	0,023	0,028	0,016
93			0,64	0,12	0,0032	0,002	0,013	0,0023	0,023	0,025	0,012	
94			0,31	0,62	0,0012	0,001	0,0047	0,0038	Сл.	0,0058	0,059	0,01
95			0,45	0,086	0,0012	0,0013	0,0068	0,0042	»	0,009	0,018	0,019
96			0,50	0,10	0,002	0,0022	0,004	0,0057	»	0,017	0,072	0,063
97			0,32	0,06	0,001	0,001	0,001	0,0013	»	0,013	0,052	0,018
98			0,10	0,022	0,0022	0,0007	0,0006	0,0013	—	0,0014	0,007	0,035
99			0,46	0,085	0,001	0,0018	0,0055	0,0059	Сл.	0,019	0,025	0,023
100			0,59	0,14	0,0012	0,0014	0,0019	0,0028	»	0,02	0,055	0,01
101			0,56	0,081	0,0013	0,0013	0,0059	0,0055	»	0,014	0,083	0,076
102			0,89	0,15	0,0023	0,0019	0,001	0,0017	0,0013	0,01	0,036	0,10
103			0,52	0,09	0,0012	0,0015	0,0074	0,0043	Сл.	0,017	0,036	0,002
104			0,47	0,11	0,0012	0,002	0,012	0,01	0,001	0,017	0,037	0,013
105			0,33	0,10	0,001	0,001	0,0082	0,005	Сл.	0,015	0,034	0,0072
106			0,78	0,13	0,001	0,0017	0,0035	0,0036	»	0,028	0,017	0,021
107	0,60	0,082	0,0026	0,0017	0,0023	0,0022	0,001	0,014	0,043	0,027		
108	0,67	0,086	0,0013	0,0014	0,001	0,003	Сл.	0,028	0,45	0,028		
109	0,64	0,10	0,0018	0,0017	0,0012	0,0016	»	0,0065	0,022	0,037		
110	0,96	0,15	0,0016	0,0016	0,0013	0,0019	»	0,01	0,03	0,042		
111	0,70	0,095	0,0018	0,0018	0,0066	0,0055	»	0,015	0,072	0,048		
112	0,68	0,10	0,00068	0,0019	0,0082	0,0069	»	0,023	0,029	0,019		
113	0,51	0,10	0,002	0,0017	0,012	0,012	»	0,022	0,42	0,019		
114	0,56	0,10	0,001	0,0013	0,0072	0,0063	»	0,018	0,035	0,033		
115	Пермь	Кислые породы трахилинаритовой серии, покровы	0,51	0,10	0,002	0,0023	0,0016	0,0028	Сл.	0,008	0,05	0,03
116			0,47	0,053	0,0014	0,0017	0,001	0,0013	»	0,0075	0,018	0,054
117			0,25	0,10	0,0023	0,002	0,00096	0,0014	0,001	0,001	0,004	0,027
118			0,31	0,06	0,0016	0,001	0,001	0,0013	0,00087	0,0024	0,015	0,10
119			0,17	0,036	0,0013	0,0007	0,0003	0,00054	0,0052	0,0058	0,006	0,049
120			0,20	0,05	0,0016	0,0016	0,0007	0,0013	0,00063	0,0084	0,005	0,012
121			0,19	0,036	0,001	0,002	0,0014	0,0018	0,001	0,01	0,007	0,006
122			0,15	0,037	0,0023	0,001	0,00084	0,0009	Сл.	0,0012	0,0089	0,013
123			0,17	0,05	0,0023	0,0023	0,0009	0,001	0,00012	0,0003	0,0056	0,004

№ п. п.	Возраст	Тип пород, Фация	Ti	Mn	Pb	Ga	Cr	Ni	Sn	V	Sr	Ba	
124	Пермь	Кислые породы трахитлап-ритовой серни, покровы	0,91	0,089	0,00082	0,0018	0,012	0,016	0,001	0,013	0,063	0,018	
125			0,34	0,07	0,0023	0,0013	0,0019	0,0023	0,001	0,01	0,022	0,026	
126			0,21	0,002	0,0014	0,00073	0,0022	0,0036	Сл.	0,0063	0,012	0,012	
127			0,15	0,024	0,0019	0,0012	0,00066	0,0013	»	0,0023	0,13	0,013	
128			0,35	0,062	0,0023	0,002	0,00089	0,0016	0,001	0,003	0,0063	0,018	
129			0,67	0,12	0,0017	0,0017	0,00089	0,0016	0,00087	0,00087	0,006	0,017	0,013
130			0,31	0,06	0,0025	0,00087	0,00093	0,0017	0,00085	0,0032	0,029	0,0042	
131			0,76	0,12	0,0036	0,002	0,0013	Сл.	0,0017	0,0054	0,013	0,15	
132			0,38	0,14	0,0048	0,0013	0,0012	0,0025	0,0032	0,002	0,0056	0,0062	
133			0,36	0,073	0,0046	0,0018	0,0018	0,0023	0,0033	0,0022	0,0059	0,016	
134			0,62	0,12	0,0023	0,0017	0,0017	0,0016	0,001	0,0044	0,0087	0,15	
135			0,46	0,045	0,003	0,0024	0,001	0,0023	0,0014	0,003	0,0052	0,012	
136			0,31	0,10	0,063	0,0024	0,0012	0,002	0,0016	0,0037	0,005	0,013	
137			0,32	0,059	0,0014	0,0022	0,0025	Сл.	0,0083	0,0012	0,023	0,036	
138			0,26	0,11	0,0027	0,0016	0,0014	0,0023	0,001	0,001	0,002	0,0085	
139			0,20	0,01	0,0016	0,00072	0,00058	0,0013	Сл.	0,001	0,0059	0,004	
140			0,27	0,0056	0,0039	0,002	0,00089	0,0016	0,001	0,001	0,0055	0,0079	
141			0,22	0,012	0,084	0,0018	0,001	0,0017	0,001	0,001	0,006	0,0045	
142			0,17	0,0074	0,0025	0,0011	0,0011	0,0013	0,0085	Сл.	0,0052	0,0039	
143			0,32	0,065	0,0085	0,0013	0,0013	0,0023	0,0016	0,002	0,0096	0,019	
144	0,19	0,066	0,0023	0,0013	0,001	0,0012	0,0009	0,001	0,0063	0,0044			
145	0,25	0,40	0,0043	0,0026	0,0012	0,0014	0,0014	0,0016	0,0059	0,0062			
146	0,28	0,057	0,0032	0,0018	0,001	0,0018	0,001	0,0014	0,0096	0,006			
147	0,24	0,0054	0,005	0,0014	0,0012	0,0017	0,0017	0,001	0,0032	0,0033			
148	0,42	0,077	0,0028	0,0022	0,0013	0,0017	0,001	0,0013	0,0047	0,0076			
149	Триас	Породы трахитде-зитовой се ни, покровы	0,37	0,08	0,0027	0,0023	0,0034	0,007	Сл.	0,016	0,11	0,10	
150			0,40	0,06	0,0015	0,0019	0,0033	0,0052	»	0,014	0,085	0,043	
151			0,50	0,07	0,0016	0,0023	0,0079	0,006	»	0,013	0,083	0,079	
152			0,53	0,036	0,0023	0,0025	0,0017	0,0033	»	0,015	0,093	0,063	
153			0,45	0,007	0,0018	0,0025	0,0056	0,0046	»	0,0016	0,054	0,054	
154			0,26	0,11	0,0022	0,0028	0,0016	0,0029	»	0,0018	0,025	0,035	

№ п.п.	Возраст	Тип пород, фация	Ti	Mn	Pb	Ga	Cr	Ni	Sn	V	Sr	Ba
155	Триас	Породы грахланде-зитовой серии, покровы	0,30	0,077	0,0018	0,0018	0,0019	0,0029	Сл.	0,007	0,031	0,042
156			0,43	0,052	0,0016	0,0014	0,002	0,0023	»	0,01	0,033	0,022
157			0,43	0,089	0,002	0,0018	0,002	0,0033	»	0,016	0,063	0,031
158			0,64	0,083	0,0025	0,0018	0,0082	0,0055	0,001	0,025	0,074	0,043
159			0,37	0,09	0,0019	0,0013	0,011	0,0069	Сл.	0,012	0,063	0,06
160			0,56	0,67	0,0014	0,0016	0,0077	0,0066	»	0,021	0,055	0,042
161			0,37	0,05	0,02	0,0021	0,0032	0,0036	»	0,011	0,052	0,027
162			0,39	0,08	0,002	0,002	0,0033	0,0042	»	0,012	0,057	0,042
163			0,30	0,056	0,0016	0,0018	0,0034	0,004	»	0,011	0,063	0,046
164			0,10	0,0026	0,0017	0,0013	0,0031	0,0032	»	0,0032	0,014	0,047
165			0,26	0,059	0,00082	0,0013	0,0028	0,0046	»	0,0088	0,029	0,02
166	Триас	Кислые породы, рвущие тела	0,13	0,047	0,0018	0,0013	0,0008	0,0019	Сл.	0,002	0,012	0,034
167			0,30	0,08	0,0012	0,0019	0,0066	0,0089	»	0,013	0,085	0,031
168			0,10	0,007	0,0018	0,0015	0,0025	0,0025	»	0,001	0,008	0,029
169			0,30	0,048	0,0023	0,0016	0,014	0,0072	»	0,0075	0,024	0,023
170			0,65	0,11	0,0022	0,002	0,0083	0,0083	—	0,022	0,033	0,017
171			0,47	0,085	0,0014	0,002	0,012	0,014	Сл.	0,023	0,23	0,015
172			0,45	0,09	0,004	0,0019	0,0014	0,0028	—	0,0076	0,30	0,21
173			0,07	0,014	0,0015	0,001	0,0009	0,001	0,0007	Сл.	0,0077	0,009
174			0,10	0,0085	0,069	0,0007	0,0009	0,0016	Сл.	0,0065	0,01	0,014
175			0,19	0,026	0,025	0,001	0,0016	0,00085	0,0022	0,00074	0,03	0,0078
176			0,38	0,07	0,0016	0,0016	0,0062	0,008	Сл.	0,012	0,056	0,027
177			0,40	0,047	0,0023	0,001	0,0012	0,0019	0,0008	0,0042	0,034	0,027
178			0,47	0,079	0,0019	0,0014	0,0044	0,0038	0,00093	0,013	0,056	0,02
179			0,74	0,11	0,0016	0,0018	0,0042	0,0047	Сл.	0,026	0,029	0,017
180			0,18	0,055	0,002	0,0012	0,0022	0,002	0,0008	0,0026	0,0069	0,026
181			0,13	0,10	0,0023	0,0012	0,0019	0,0028	0,0087	0,0025	0,009	0,043
182			0,19	0,10	0,001	0,0007	0,001	0,0013	Сл.	0,00056	0,018	0,014
183	0,25	0,036	0,005	0,0012	0,0019	0,0016	»	0,003	0,028	0,035		

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие	5
Введение	7
<i>Глава I</i>	
Пермская вулканическая ассоциация Орхон-Селенгинского прогиба	9
<i>Глава II</i>	
Триасовая вулканическая ассоциация Орхон-Селенгинского прогиба	12
<i>Глава III</i>	
Пермская вулканическая ассоциация Предхэнтэйского прогиба	16
<i>Глава IV</i>	
Петрохимия позднепалеозойских и раннемезозойских вулканических пород Центральной Монголии	24
<i>Глава V</i>	
Ареальный тип мезозойского кислого континентального вулканизма	39
<i>Глава VI</i>	
Абсолютный возраст вулканических пород позднего палеозоя — раннего мезозоя в Центральной Монголии	47
<i>Глава VII</i>	
Распределение золота в вулканических породах позднего палеозоя и раннего мезозоя Центральной Монголии	51
Общие сравнения и заключение	59
Литература	62
Приложение	64

Г А Р Ч И Г

Омнөх уг	5
Оршил	7
<i>Бүлэг I</i>	
Орхон-Сэлэнгийн хотгорын пермийн вулканоген чулуулгийн ассоциаци	9
<i>Бүлэг II</i>	
Орхон-Сэлэнгийн хотгорын триасын вулканоген чулуулгийн ассоциаци	12
<i>Бүлэг III</i>	
Омнот хэнтийн хотгорын пермийн вулканоген чулуулгийн ассоциаци	16
<i>Бүлэг IV</i>	
Тов Монголын хожуу палеозой туруу мезозой вулканоген чулуулгийн петрохими	24
<i>Бүлэг V</i>	
Тов Монголын эхгазрын мезозойн ареальны тип вулканизм	39
<i>Бүлэг VI</i>	
Тов Монголын хожуу палеозой туруу мезозойн вулканоген чулуулгийн туйлын нас	47
<i>Бүлэг VII</i>	
Тов Монголын хожуу палеозой туруу мезозойн вулканоген чулуулаг дахь антны тархалт	51
Еронхий харызуулалт ба дүгнэлт	59
Ашигласан номууд	62
Хавсралт	64

CONTENTS

Foreword	5
Introduction	7
<i>Chapter I</i>	
Permian volcanic association of the Orhon-Selenginsky basin	9
<i>Chapter II</i>	
Triassic volcanic association of the Orhon-Selenginsky basin	12
<i>Chapter III</i>	
Permian volcanic association of the Predhobiteisky basin	16
<i>Chapter IV</i>	
Petrochemistry of the Late Paleozoic - Early Mesozoic volcanic rocks in Central Mongolia	24
<i>Chapter V</i>	
Areal type of the Mesozoic acid continental volcanism	39
<i>Chapter VI</i>	
Absolute age of the Late Paleozoic — Early Mesozoic volcanic rocks of Central Mongolia	47
<i>Chapter VII</i>	
Distribution of gold in Late Paleozoic — Early Mesozoic rocks of Central Mongolia	51
Common comparison and conclusion	59
References	62
Supplement	64

Валентина Валентиновна Кебезинская

Игорь Владимирович Лучицкий

КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ

Труды, выпуск 8

Утверждено к печати

*Советско-Монгольской научно-исследовательской
геологической экспедицией*

Редактор издательства Л. В. Миракова. Художественный редактор В. Н. Тихунов
Технические редакторы Т. С. Жарикова, Т. Д. Панасюк

Сдано в набор 23/X 1973 г. Подписано к печати 19/II 1974 г. Формат 70×108¹/₁₆.
Бумага типографская № 1. Усл. печ. л. 6,65. Уч.-изд. л. 6,3. Тираж 850 экз.
Т-01740. Тип. зак. 3158. Цена 63 коп.

Издательство «Наука». 103717 ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., 21
2-я типография издательства «Наука». 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10