

УДК 552.24

ДАЙКОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ОФИОЛИТОВ УРАЛА

© 2015 г. А. В. Рязанцев, Г. Н. Савельева, А. А. Разумовский

Геологический институт РАН, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7

e-mail: avryazan51@mail.ru

Поступила в редакцию 28.01.2014 г.

На примере офиолитовых разрезов Полярного и Южного Урала рассмотрено строение дайковых комплексов и их соотношение с вмещающими породами. Установлено, что состав субстрата, в который внедрялись дайки, связан с геодинамическими обстановками проявления спрединга. Ордовикские дайковые комплексы Полярного Урала и раннедевонские Южного Урала, сформированные в преддуговой обстановке, имеют в скринах породы мантийной, нижнекоровой и верхнекоровой частей офиолитового разреза. Позднесилурийско-раннедевонский дайково-эффузивный комплекс Актау-Таналыкской зоны Южного Урала сформирован при рифтогенезе в структуре островной дуги. Субстрат, в который внедрились дайки, представлен островодужными габбро, плагиогранитами, вулканитами известково-щелочной серии. Ранне-среднедевонский дайковый комплекс Западно-Мугоджарской и раннедевонский Домбаровской зон Южного Урала сформированы в спрединговых зонах задугового бассейна. Их субстрат представлен верхнекоровыми габбро и эффузивами.

Ключевые слова: Урал, офиолиты, комплекс параллельных даек, скрины, геодинамика, спрединг

DOI: 10.7868/S0016853X15030054

ВВЕДЕНИЕ

Дайковые комплексы пород офиолитовой ассоциации представляют собой наглядное выражение процесса растяжения земной коры, в результате которого образуются пакеты протяженных субпараллельно ориентированных магматических тел. При растяжении – спрединге коры океанического типа, базитовые (долеритовые) дайки параллельны оси растяжения (рифтовым зонам). В полных тектонически ненарушенных разрезах дайковые комплексы, образованные в срединно-океанических хребтах, центрах спрединга окраинных морей, а также в аналогичных палеоструктурах, слагают верхнюю часть ненарушенного разреза океанической коры или офиолитов, занимая место между габброидами и базальтами [9, 62, 63]. Однако и в современных разрезах океанической коры [например, 27, 60], и в офиолитах разного возраста известны случаи пересечения дайками всех ниже лежащих и, как правило, более древних комплексов пород – мантийных реститов, верлит-пироксенитов и плутонических расслоенных габброидов [63–65]. Р. Колманом описаны дайковые комплексы Тихама-Азир [10], где рои долеритовых даек внедрены в древние метаморфические комплексы Аравийской плиты при раскрытии Красного моря. Детальное геофизическое изучение структуры полей и морфологии дайковых комплексов, маркирующих систему Восточно-Африканских рифтов

и, в частности, рифтовой долины Афара позволило установить механизмы растяжения и показать наличие промежуточных магматических камер в земной коре на глубине 4–6 и 10–12 км [70].

Состав пород даек и в междайковых пространствах – скринах несет информацию об обстановках формирования того или иного разреза. На Урале широко распространены офиолитовые массивы, формирование которых соотносено с различными геодинамическими обстановками.

Задачи статьи – показать строение дайковых комплексов, их соотношения с мантийными, коровыми и вулканогенно-осадочными комплексами в офиолитовых ассоциациях Полярного и Южного Урала и на основе проведенного анализа сделать вывод о возможности применения полученных характеристик дайковых комплексов для определения палеогеодинамической обстановки спрединга (рифтинга) рассматриваемых участков.

ДАЙКОВЫЙ КОМПЛЕКС ОФИОЛИТОВ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

Покровно-складчатая система Уралид была сформирована в ходе аккреционных и коллизионных событий средне-позднепалеозойского времени, которые привели к закрытию океанического бассейна, разделявшего Европейскую, Сибирскую и Казахстанскую плиты [29, 30, 55, 67

и др.). Реликты коры этого бассейна и обрамляющих его островных дуг были обдуцированы и шарьированы на восточную окраину Европейской плиты. Аллохтонные массивы офиолитов обнажены вдоль тектонических сутур различных рангов, которые маркируют последовательные коллизийные события.

В строении Арктического сектора Полярного Урала участвуют гигантские офиолитовые массивы, представляющие палеоокеаническую литосферу с мощными разрезами мантийных комплексов. Офиолитовые массивы Сьумкеу, Райиз и Войкаро-Сыньинский, протянувшиеся на 600 км, входят в систему аллохтонов, которые вместе с комплексами Тагило-Щучьинской (O_3-S_1) и Войкарской (S_2-D_3) островных дуг надвинуты на континентальную окраину Восточно-Европейской платформы (ВЕП). В подошве всех массивов развиты гранатовые амфиболиты, глаукофановые и лавсонит-глаукофановые сланцы. Комплексы континентальной окраины, слагающие пакет аллохтонных пластин, представлены палеозойскими отложениями шельфа, склона и глубоководных впадин в его подножье [29].

В структуре Войкаро-Сыньинского массива выделяются три основных элемента разреза: 1) дунит-гарцбургитовый комплекс, 2) полосчатый дунит-верлит-пироксенит-габбровый комплекс, 3) комплекс изотропных такситовых габбро и диабазовых даек (лагортаюский), 4) комплекс габбро-норитов [36, 37, 45, 46, 57]. Первые три комплекса относятся к разрезу офиолитов. Габброиды полосчатого комплекса офиолитов подразделяются на ранний – трубаюсский и поздний – изшорский [45], которые Д.Н. Ремизовым рассматриваются в составе кэршорского комплекса [36]. Лавовый (вулканогенно-осадочный) комплекс в этой офиолитовой ассоциации неизвестен.

Комплекс изотропных такситовых габброидов, диабазовых даек и лагортаюский комплекс диабазовых даек распространен к востоку от ультраосновных массивов, выходов полосчатого комплекса и расслоенного габбро (рис. 1). В структуре присутствуют породы двух фаз внедрения: 1-ой – оливиновые габбро и троктолиты; 2-ой – изотропные и пегматоидные габбро, рои, параллельные дайки, реже – силлы диабазов и габбро-диабазов и базальтовых порфиритов со штокверками плагиогранитов.

Пироксен-роговообманковые габбро, роговообманковое пегматоидное габбро, габбро-диабазы и диабазы составляют большую часть пород комплекса. Габброиды характеризуются массивной и такситовой текстурой и разнозернистой магматической структурой. Поля этих габброидов формируют рои линзовидных тел, вытянутых в северном и северо-восточном направлении и, в свою

очередь, они пронизаны единичными дайками, их роями или зонами параллельных даек габбро-диабазов, диабазов, микродиабазов, пироксеновых и плагиоклазовых порфиритов. Мощность даек не превышает нескольких метров. Реже встречаются жилы или штоки дацитов-риолитов. Поздние дайки и жилы часто представлены кварцевыми альбиитофирами.

Разрезы дайкового комплекса представлены на ручье Изшор, левом притоке реки Большая Лагорта (рис. 2). Диабазы, габбро-диабазы и такситовые габбро в этом районе содержат многочисленные угловатые блоки-включения (скрины) верлитов и клинопироксенитов размером от 1–2 м до 6 м в поперечнике (рис. 3А). Границы внутри включений иногда параллельны дайкам, но чаще дайки хаотично секут смятые в складки серпентинизированные верлиты-пироксениты. Контакты диабазов и верлитов резкие; в ряде случаев диабазы имеют тонкозернистую структуру, а в верлитах появляются крупнозернистые, неравномерно распределенные скопления клинопироксена или амфибола. Другой тип скринов среди даек диабазов наблюдался по р. Лагортаю (рис. 3Б). Здесь присутствуют угловатые линзы серпентинизированных гарцбургитов и рассланцованных ангигорит-оливиновых пород. В зоне эндоконтакта ультраосновные породы превращены в афанитовые змевики с прожилками серпофита и тальк-хлоритовых пород.

Границы и внутренняя структура многих линейных роев даек и вытянутых тел габбро, диабазов подчеркиваются крупными ксенолитами и/или группами мелких скринов серпентинизированных гарцбургитов и дунитов, ангигорит-оливиновых сланцев или пироксенитов, верлитов и габбро, которые концентрируются вдоль границ роев. В роях доминируют дайки с субвертикальными контактами. В разновозрастных поколениях дайковых тел ранние имеют односторонние закалочные зоны (рис. 4А), а поздние и последние – двусторонние. Направленность односторонних закаленных контактов каждой из зон в разных разрезах различается. Так, по рекам Лагортаю, Хойлаю, Правая Пайера большинство закаленных контактов в зоне параллельных даек обращено на юго-восток. В междайковых скринах (ксенолитах) здесь присутствуют черные массивные и рассланцованные серпентиниты по гарцбургитам, оливин-ангигоритовые сланцы, а также амфиболизированные габбро-нориты (см. рис. 3Б). В ряде скринов первичные контакты с дайками катаклазированы или рассланцованы (рис. 4В). Многие из таких контактов рассечены жилами или дайками диабазов новых поколений. На р. Малая Лагорта, подавляющее большинство закаленных контактов обращено к западу. Во всех разрезах присутствуют сравнительно редкие ступенчатые жилы или дайки поздних поколений, простирание которых ориентировано поперек удлинения

всей вмещающей зоны и слагающих ее параллельных даек с крутопадающими контактами.

Плагииграниты образуют редкие штокверки ветвящихся жил мощностью от 1–2 до 40 см в средней и верхней части дайкового разреза (см. рис. 3Б, 4Б). Они прорывают габброиды [37] или ранние генерации диабазовых даек, при этом сами прорываются дайками диабазов поздней генерации [57].

Обилие скринов габброидов, оливин-пироксеновых пород (верлитов, клинопироксенитов), серпентинизированных перидотитов и даже антигорит-оливиновых пород среди диабазовых даек, свидетельствует, по-нашему мнению, о том, что породы дайкового комплекса внедрялись в уже сформированный, и возможно, частично метаморфизованный габбро-перидотитовый разрез.

По химическому составу базитовые дайки неоднородны: их нормативный состав меняется от оливиновых до кварцевых толеитов с низкими содержаниями TiO_2 и общего железа, которые еще более снижаются в самых молодых дайках афировых диабазов [28, 59]. Плутонические и дайковые породы кэршорского и лагортаюского комплексов существенно обеднены Y, Zr, Hf и Nb относительно нормальных базальтов СОХ [66].

Существующие изотопно-геохимические данные о составе мантийных и коровых пород Войкаро-Сыньинского массива показывают, что разные комплексы единого офиолитового разреза имеют различный возраст. Известны вендские датировки дунитов [47, 49], тогда как габброиды и плагииграниты, ассоциирующие с дайковым комплексом, имеют раннепалеозойский возраст. Датирование габброидов было проведено по циркону из габброидов кэршорского комплекса, отобранных на трех участках по простирацию Войкаро-Сыньинского массива [36]. Полученные значения возраста 446.8 ± 4.3 , 446 ± 2 и 454 ± 7 млн лет свидетельствуют о позднеордовикском возрасте пород.

Для жильных плагиигранитов, ассоциирующих с габбро и диабазами дайкового лагортаюского комплекса, значения возраста, полученные разными методами, существенно отличаются. На р. Лагортаю плагииграниты прорывают ранние генерации даек, а сами прорваны дайками поздних генераций. По данным Е.В. Хаина с коллегами [57] U/Pb методом (TIMS) по цирконам из этих плагиигранитов получены позднекембрийские (490 ± 7 млн лет) значения возраста. Для пла-

гиогранитов этого же района, но прорывающих габброиды кэршорского комплекса, U/Pb методом (SHRIMP-II) получены позднеордовикские датировки 452.7 ± 5.1 и 444.1 ± 6.5 млн лет [37]. Последние значения возраста хорошо согласуются с приведенными выше данными о возрасте габброидов кэршорского комплекса. Не исключено, что в районе присутствуют разновозрастные дайковые комплексы и ассоциирующие плагииграниты. Для решения этой проблемы необходимы дополнительные исследования.

Присутствие метаморфических антигорит-оливиновых сланцев в виде включений с реакционными каймами в массивных диабазах однозначно свидетельствует о том, что мантийные ультрамафиты уже были метаморфизованы до внедрения диабазов. Специфический метаморфизм с образованием антигорит-оливиновых пород по гарцбургитам известен только в надсубдукционных обстановках и связывается с процессами эксгумации пород мантийного клина [46, 48]. Породы мантийного комплекса формировались значительно раньше габбро и плагиигранитов, ассоциирующих с диабазами дайкового комплекса [47]. Различный возраст комплексов пород единой офиолитовой ассоциации интерпретируется, как следствие переработки допалеозойской океанической коры в надсубдукционной обстановке.

Особенности структуры дайкового комплекса позволяют сделать вывод о том, что он маркирует осевую зону рифтинга, которая хаотично меняла свое положение.

Состав пород дайкового комплекса указывает на генерацию исходных магм из сильно деплетированного источника над субдукционной зоной [66]. В целом, обстановка формирования этой сложно построенной офиолитовой ассоциации оценивалась как надсубдукционная, а в последних работах — более конкретно, как преддуговая [61].

ДАЙКОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ОФИОЛИТОВ ЮЖНОГО УРАЛА

Строение дайковых комплексов рассмотрено на примере офиолитовых массивов Хабарнинского и Чингизовского, в которых дайки связаны с мантийными и нижнекоровыми комплексами. Кроме того, рассмотрены разрезы Актау-Таналыкской, Западно-Мугоджарской, Домбаровской зон (Баймак-Бурибайский, Мугоджар-

Рис. 1. Схематическая карта распространения дайковых комплексов на Войкаро-Сыньинском массиве

1 — вулканогенно-осадочные комплексы Восточно-Европейской континентальной окраины, в том числе метаморфизованные в амфиболитовой, лавсонит-глаукофановой и гранат-глаукофановой фации; 2 — гранат-роговообманковые бластомилониты по двупироксеновому габбро, флазер-габбронориты; 3 — комплекс диабазовых даек, габбро-диабазы; 4 — расслоенные габбро-нориты и габбро, такситовое габбро; 5 — полосчатый комплекс: дуниты, троктолиты, клинопироксениты, верлиты и габбро; 6 — верхнемантийный комплекс: гарцбургиты, дуниты и антигорит-оливиновые метаморфиты по ним. Прямоугольник в нижней части рисунка — площадь участка на рис. 2

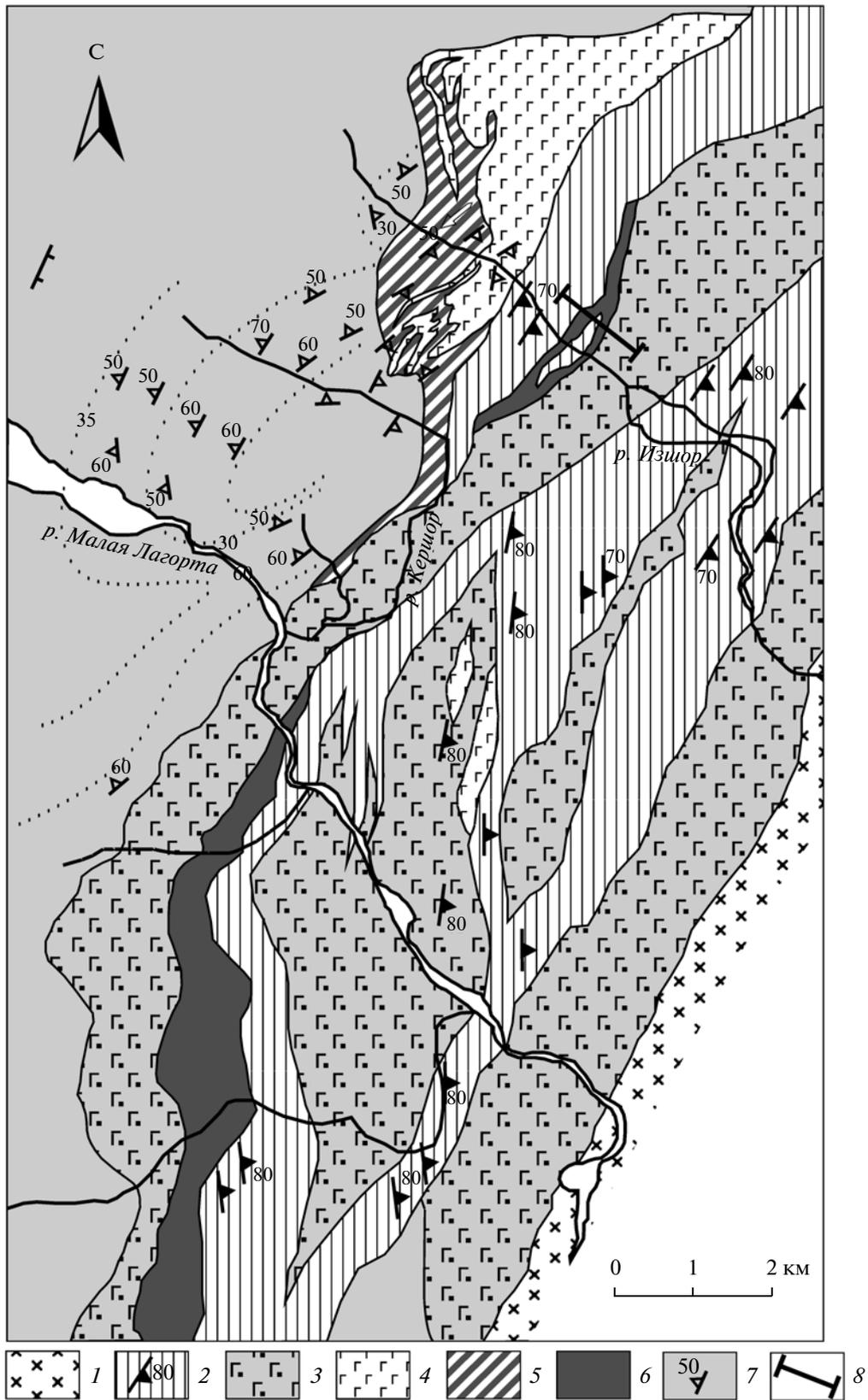


Рис. 2. Схематическая геологическая карта района ручьев Изшор и Кэршор

1 – тоналиты; 2 – параллельные дайки и рои диабазовых даек; 3 – габбро-диабазы, мелкозернистое и пегматоидное габбро; 4 – plutоническое расслоенное габбро, габбронориты; 5 – троктолиты, дуниты, верлиты; 6 – клинопироксениты, реже – верлиты; 7 – гарцбургиты (значком показано залегание полосчатости), дуниты; 8 – линия разреза, представленного на рис. 3А

ский, Домбаровский разрезы), где дайки связаны только с верхнекоровыми plutоническими комплексами и эффузивами, а полные разрезы офиолитов отсутствуют.

Мугоджарские разрезы были впервые описаны на Урале как типичные комплексы океанического центра спрединга [5, 8, 11]. Здесь, а также в Баймак-Бурибайском и Домбаровском разрезах представлены аналоги верхней части разреза коры океанического типа, что дает возможность сопоставить строение этих дайковых комплексов, перекрытых лавами, с разрезами комплексов, ассоциирующихся с мантийными перидотитами и plutоническими габброидами (Полярный Урал, Хабарнинский и Чингизовский массивы).

Дайковые комплексы Хабарнинского массива. Хабарнинский массив слагает аллохтонную пластину в составе пакета тектонических покровов палеозойских вулканогенно-осадочных комплексов Сакмарской зоны Южного Урала [39 и др.]. Массив сложен мафит-ультрамафитовыми комплексами, образованными в различных геодинамических обстановках. Здесь выделены две крупные структурно-вещественные единицы: 1 – во-

сточно-хабарнинская дунит-клинопироксенит-вебстерит-габброноритовая, сопоставляемая с аналогичными породами Платиноносного пояса Урала и 2 – офиолитовая [2, 32, 58 и др.].

Офиолитовый разрез представлен мантийным комплексом гарцбургитов с небольшим количеством дунитовых тел и очень мелкими телами лерцолитов, породами дунит-верлит-пироксенит-габброноритового комплекса, дифференцированными габбро-плагиогранитного комплекса и комплексом параллельных долеритовых, габбро-долеритовых (диабазовых) даек. Вверх по разрезу дайки сменяются вулканогенным комплексом, сложенным преимущественно подушечными лавами. Дифференцированные габбро и плагиограниты слагают штокверк из силлов, даек и жил, интрузирующий гарцбургиты и породы полосчатого комплекса.

Строение комплекса параллельных даек наиболее полно охарактеризовано для северо-восточной части Хабарнинского массива (Аккермановский сегмент), а также на участке вдоль западного края массива, к северу и югу от долины р. Урал (Кирпичнинский сегмент), где он представлен наибо-

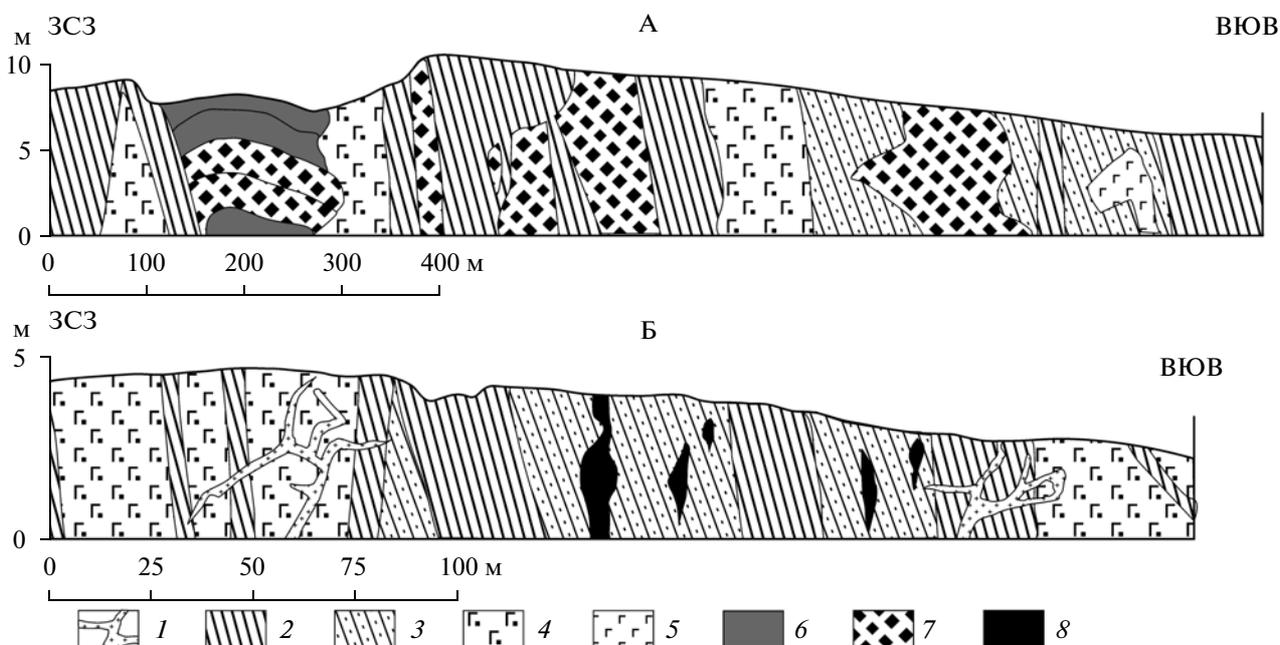


Рис. 3. Разрезы дайковых комплексов со скринами ультраосновных пород по руч. Изшор (А) и р. Лагортая (Б)

1 – плагиограниты; 2 – диабазы мелкозернистые; 3 – плагиоказ-порфировые и пироксен-порфировые диабазы; 4 – габбро-диабазы, габбро такситовое; 5 – габбронориты мелкозернистые; 6 – пироксениты; 7 – верлиты; 8 – серпентиниты

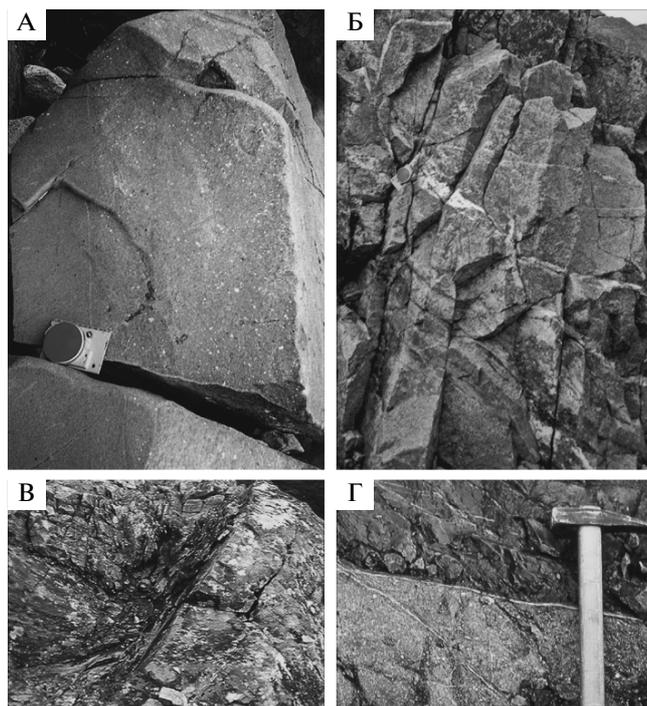


Рис. 4. Фотографии пород дайкового комплекса на Полярном Урале, Войкаро-Сынынский массив

А — дайка плагиоклазовых порфиритов с односторонней закалкой (левая часть снимка), р. Лагортаю; Б — ветвящаяся жила плагиогранита в диабазе, р. Правая Пайера; В — деформация амфиболизированного габбро (слева) на границе скрина и дайки, руч. Изшор; Г — афировый диорит (сверху), секущий плагиоклазовый порфирит, р. Лагортаю

лее полно [35]. Породы комплекса параллельных даек в пределах Аккермановского фрагмента представлены диабазами и габбро-диабазами с офитовой структурой, реже — порфировыми диабазами. Мощность даек варьирует от 1,2 до 3 м. С севера на юг простираются дайковые пакеты изменяются от СВ, при падении на ЮВ под углами 30° – 40° , через субширотные и ВЮВ вертикальные или крутопадающие (60° – 70°) в северных румбах. Ориентировки зон закалок в изученных обнажениях часто взаимно противоположны, видимых закономерностей в их направлениях не установлено.

В Кирпичнинском сегменте комплекс “дайка в дайке” находится в ненарушенном залегании (рис. 5) [35]. Вмещающими для корневых частей параллельных даек являются породы габбро-плагиогранитного комплекса. Кроме того, закаленные контакты даек установлены со скринами апогарцбургитовых серпентинитов на севере (у р. Губерля) и верлитов-габброноритов к западу от массива горы Кирпичной. Протяженность наиболее крупных скринов составляет 100–150 м при мощности не более 50–70 м, преобладают более мелкие скрины, протяженностью

10–12 м при мощности в первые метры. Пространственное положение скринов изменяется от субширотного до субмеридионального, что характеризует собой сложную систему ориентировки тел габброидов и габбродиоритов габбро-плагиогранитного комплекса. К подошве комплекса “дайка в дайке” повсеместно тяготеют плагиограниты. В большинстве случаев плагиограниты слагают матрикс магматических брекчий, в обломках которых присутствуют габбродиориты и диориты, а также диабазы. Магматические брекчии прорваны дайками поздних генераций.

Отдельные габбро-диабазовые и диабазовые тела появляются в мантийных перидотитах и верлит-клинопироксенитах не далее, чем в 100–200 м от подошвы дайкового комплекса. Выше по разрезу появляются дайковые пакеты по два–четыре тела. Затем следует зона, в которой соотношение даек и вмещающих пород приближается к 50 : 50. Мощность этой зоны достигает 100 м, или она может исчезать вовсе; ее появление характерно для участков, где дайковые пакеты в комплексе параллельных даек ориентированы близко перпендикулярно к собственно условной линии подошвы комплекса. Затем в комплексе “дайка в дайке”, представленном габбро-диабазами и диабазами с офитовой структурой и порфировыми диабазами с афанитовой основной массой, следует зона, насыщенная скринами вмещающих пород. Количество скринов резко убывает на запад — в направлении вверх по разрезу, состав скринов по разрезу также существенно меняется. На участке от р. Губерля на севере до устья балки Медянка и р. Урал, на юге, преобладают скрины аподунит-апогарцбургитовых серпентинитов, верлитов-дунитов, крупнозернистых амфиболизированных габброидов и габбро-диабазов.

Верхняя граница дайкового комплекса — переход от параллельных даек к вулканитам — выглядит следующим образом: в интервале 10–12 м происходит изменение простирающихся закаленных контактов с субширотных на ЮЮВ, затем закалки становятся менее выраженными, афировые участки в породах исчезают. Породы приобретают отчетливо порфировый облик с криптокристаллическим строением основной массы и появляются черты подушечной отдельности.

По соотношениям простирающихся тел в дайковом комплексе и поверхности потоков в этой зоне определяются силлы, образующие комплекс “силл в силле”. Сложная, часто взаимно перпендикулярная ориентировка блоков, сложенных параллельными дайками, и последовательное срезание под острыми углами ранних пакетов более поздними, вероятно, свидетельствуют о наличии сдвиговой компоненты при образова-

нии дайкового комплекса, а также интерпретируется как свидетельство рассеянного характера спрединга. Преобладают субвертикальные углы падения даек, однако для разных блоков отмечаются и более пологие, 50° – 30° , а также и горизонтальные дайковые тела или силлы.

Возраст плагиогранитов, ассоциирующих с дайковым комплексом, определен по циркону из плагиогранитов U-Pb методом (SHRIMP-II), составляет 394 ± 2 млн лет [33]. Однако отмечается, что проанализированные цирконы претерпели интенсивные изменения. Тем же методом получено другое значение – 399.8 ± 6.2 млн лет [3].

Породы даек и ассоциирующих с ними эффузивов Хабаровинской офиолитовой ассоциации имеют близкие геохимические характеристики, по составу отвечают базальтам, андезибазальтам и андезитам нормальной щелочности, принадлежат толеитовой и известково-щелочной сериям [3]. Содержания и распределения РЗЭ и рассеянных элементов в породах сходны с обогащенными базальтами СОХ, но с существенным обеднением в отношении Th, Ta, Nb, Zr. Имеющиеся данные о составе пород предполагают их надсубдукционный генезис [3, 34, 43]. Особенности состава и структурного положения дайкового комплекса Хабаровинского массива позволяют предполагать, что он сформирован в раннем девоне в преддуговой обстановке [3, 43].

Дайковые комплексы Чингизовского массива. Чингизовский массив находится в районе с. Чингизово (см. рис. 5) в Присакмаро-Вознесенской зоне (зоне Главного уральского разлома), являющейся корневой для Сакмарских аллохтонов. Массив входит в систему аллохтонов, которые в отличие от Сакмарских, имеют крутое залегание с падениями 45° – 75° на восток. По строению офиолитового разреза Чингизовский массив имеет сходство с Хабаровинским. Породы массива (рис. 6) надвинуты на ордовикские и девонские вулканогенные толщи, которые, в свою очередь, налегают на эклогит-глаукофансланцевый максютовский комплекс. Гарцбургиты этого разреза подстилаются амфиболитами имеющими возраст 408.9 ± 3 млн лет [42]. Вместе с амфиболитами в разрезе метаморфической подошвы отмечаются гранатые амфиболиты и гранатые горнблендиты.

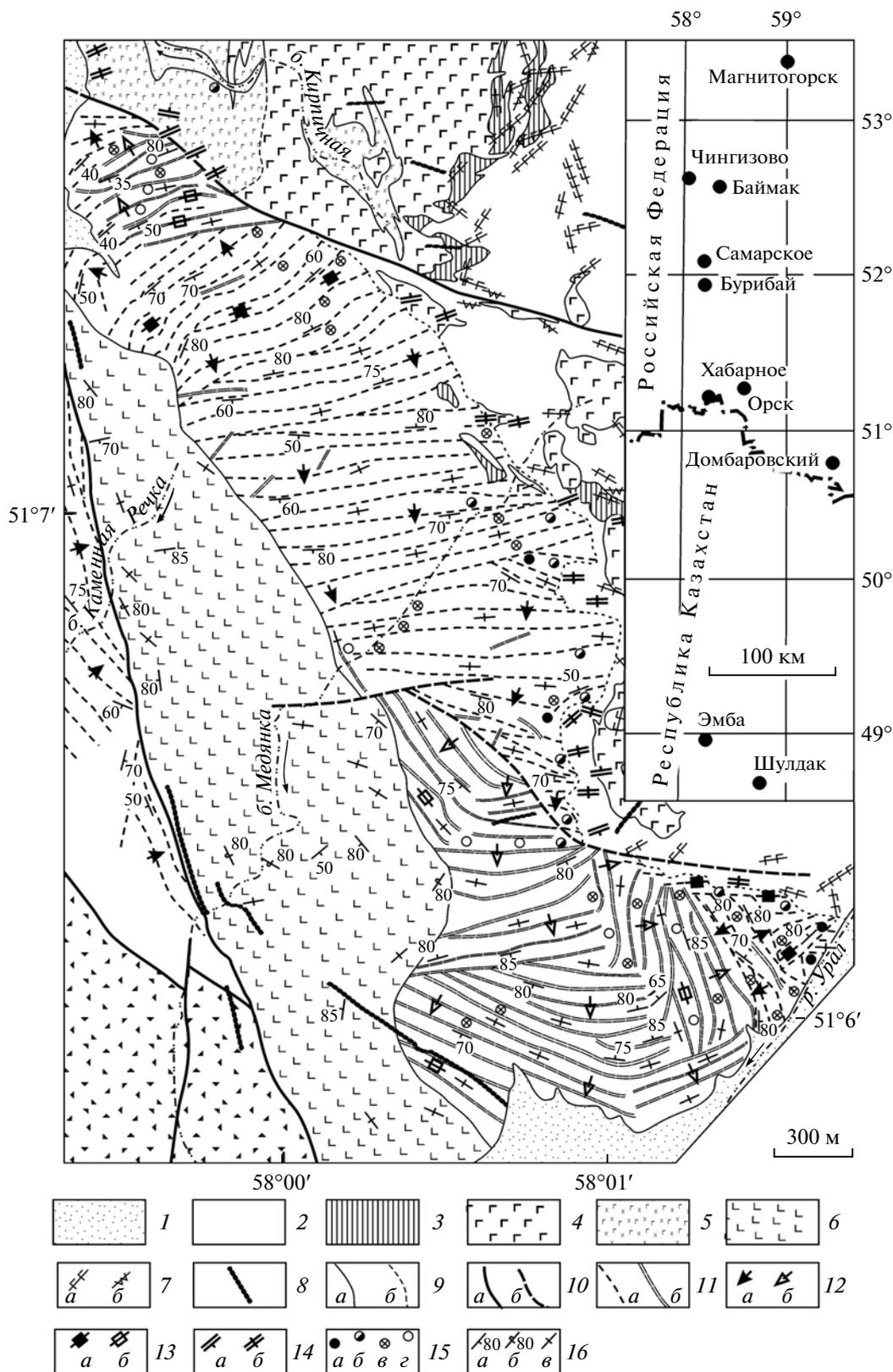
В офиолитовом разрезе с запада на восток сменяются: дунит-гарцбургитовый комплекс (500–1200 м); штокверк дунитовых жил в гарцбургитовом матриксе (100–500 м); полосчатый комплекс – чередование линз дунитов, верлитов, клинопироксенитов и пироксеновых габбро (300–1000 м); изотропные амфиболовые габбро и габбродиориты, тоналиты, комплекс параллельных долеритовых и габбро-долеритовых даек (500 м); подушечные вариолитовые базальты

(100 м). Выше залегает тектонический покров, сложенный кремнями (120–200 м) актауской свиты (D_{1-3}), Кремни с постепенным переходом перекрываются граувакками зилаирской свиты (D_{3fm}).

Здесь выделено три генерации даек (рис. 7), которые сложены: (1) мелкозернистыми габбро-долеритами; (2) афировыми долеритами; (3) жилами афанитовых долеритов. Ранние дайки секут изотропные габбро и габбро-диориты и образуют скрины в пакетах даек долеритов второй генерации. Жилы афанитовых долеритов конформно секут дайки ранней и поздней генерации. Дайки прорваны гранодиоритами, образующими небольшое тело. В гранодиоритах присутствуют многочисленные ксенолиты долеритов. Дайки имеют преобладающие северо-восточные простирания. В северной части площади своего распространения. В северной части как на левом, так и на правом берегу р. Сакмара преобладают субширотные простирания даек. Мощности даек колеблются в пределах 0.5–1.5 м, углы падения даек – 60° – 80° . На юге участка, в западных выходах, преобладают восточные падения, а в восточных – западные. Пакеты полудаек второй генерации имеют асимметричное строение. На юге участка с запада на восток пакет даек с западными закальными контактами сменяется двузакальной дайкой, восточнее которой залегают габбро-долериты ранней генерации. Этот стиль сохраняется и на других участках и, вероятно, объясняется разрывными дислокациями, синхронными формированию дайкового комплекса. В юго-восточных выходах полудайки имеют северо-западные закальные контакты. Переход к вулканогенному комплексу постепенный. В вулканитах отмечаются отдельные дайки долеритов. В разрезе вулканитов преобладают подушечные, в основном, вариолитовые базальты.

Породы даек и вулканогенного разреза имеют близкие геохимические характеристики. Они принадлежат дифференцированной базальт-андезитовой толеитовой серии. Содержания и распределения РЗЭ и рассеянных элементов в породах сходны с обогащенными базальтами СОХ, но с обеднением в отношении Nb. Особенности состава пород свидетельствуют об их надсубдукционном генезисе [3, 43].

Прямых данных о возрасте дайкового комплекса и эффузивов не существует. При попытке оценить возраст цирконов из ассоциирующих с дайками гранодиоритов получен большой разброс значений возраста, которые, по-видимому, характеризуют ксеногенные зерна. Четыре замера образуют кластер с возрастными 2484–2669 млн лет, а единичные значения составляют 1740 , 763 ± 12 , 552 ± 7 , 464 ± 14 млн лет. Возраст дайково-эффузивного комплекса условно принимается как раннедевонский по сопоставлению с разрезом



Хабарнинского массива, с которым породы Чингизовского массива имеют сходный состав и структурное положение. Однако мы не исключаем,

что наиболее молодое ордовикское значение (464 ± 14 млн лет) возраста цирконов из гранодиоритов может отражать возраст комплекса.

Для решения этой проблемы необходимы дополнительные исследования. На основании состава и структурного положения нами делается вывод, что дайково-эффузивный комплекс сформирован в преддуговой обстановке [3, 43].

Дайковые комплексы Актау-Таналыкской зоны. Дайково-эффузивный баймак-бурибайский комплекс обнажен в структурном основании Актау-Таналыкской зоны (рис. 8), где он перекрывается мощной серией островодужных вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород ранне-среднедевонского возраста [25, 26], отражающих развитие Магнитогорской вулканической дуги. Комплексы Актау-Таналыкской зоны надвинуты на комплексы Присакмаро-Вознесенской зоны, представленные вулканогенными и вулканогенно-осадочными ордовикскими и силурийскими образованиями, и отделены от них серпентинитовым меланжем. Изучению баймак-бурибайского комплекса посвящено много работ, основные итоги которых собраны в [4, 16, 18, 43, 68, 69]. В его строении принимают участие рои и пакеты даек, состав которых варьирует от пикритов до плагиориолитов. С дайковым комплексом ассоциирует толща эффузивов контрастной серии (баймак-бурибайская свита), с которой связаны колчеданные месторождения. Комплекс не имеет видимой связи с нижнекоровыми и мантийными частями разреза офиолитов, которые не обнажены в данной структуре. Широкое распространение в структуре подушечных базальтоидов, которые прорываются пакетами “дайка в дайке”, определяет сходство этого комплекса с комплексами, сформированными в спрединговых центрах. Эти признаки позволяют нам, вслед за другими исследователями, условно рассматривать дайково-эффузивный комплекс как верхнюю часть офиолитового разреза.

Баймак-бурибайский комплекс обнажен в полосе шириной до 5 км и протягивается в меридиональном направлении вдоль р. Таналык на 60 км к северу от Акъяра. Обнажения, дающие представление о структуре дайкового комплекса единичны и они изучены на восточной окраине села Самарское (см. рис. 8, рис. 9). В карьере на строительный

камень наблюдаются долеритовые дайки двух генераций и габбро, слагающие скрины даек ранней генерации (рис. 9Б). Дайки ранней генерации образуют субмеридиональные пакеты мощностью до 10 м. Пакеты сложены полудайками мощностью 0.5–1.5 м. Залегание даек субвертикальное. В сторону от центральной части пакетов дайки имеют разнонаправленные закальные контакты. В центральной части пакетов присутствуют двузакальные дайки. Скрины сложены мезократовыми средне-мелкокристаллическими габбро. Мощность скринов – 1.5–4 м. Вторая генерация представлена дайками, породы которых похожи на дайки первой генерации. Дайки второй генерации образуют пакеты восток-северо-восточного простирания. Мощность пакетов – около 5 м. Они сложены полудайками с противоположными ориентировками закальных контактов в сторону от центра пакета. Центральная часть пакетов сложена двузакальными дайками. Более поздняя генерация представлена двузакальной дайкой пироксен-порфировых долеритов мощностью 0.5–0.8 м.

В промоине на южном окончании дамбы на левом берегу Родникового ручья набор пород дайкового комплекса и субстрата, в который они внедрялись, более разнообразен (см. рис. 7В). Ранняя генерация субмеридиональных даек и скрины аналогичны описанным выше в карьере. Более поздние образования представлены флюидальными риолито-дацитами, которые, вероятно, слагают экструзивное тело. Риолито-дациты прорываются дайками разнообразного состава, которые имеют субширотные простирания. Среди них выделяются пакеты даек, которые аналогичны дайкам второй генерации, описанным в карьере. Следующие в последовательности – единичные дайки, сложенные гранодиоритами. Завершают последовательность дайки пироксен-плагиоклаз-порфировых долеритов, аналогичных поздней генерации в карьере (см. рис. 9Б).

Южнее, в небольших карьерах вскрыты дайки, аналогичные вышеописанным (см. рис. 7А). В скринах ранней генерации здесь так же находятся габбро, но, кроме того, гранофировые граниты, образующие выходы шириной до 60 м.

Рис. 5. Структура дайкового комплекса западной части Хабарнинского массива. по [31]. На врезке показано положение районов распространения дайковых комплексов на Южном Урале и в Мугоджарах

1 – четвертичные отложения; 2 – серпентинизированные дуниты и гарцбургиты (нерасчлененные); 3 – верлиты, оливиновые клинопироксениты дуниты; 4 – габбронориты, габбро; 5 – амфиболовые габбро, габбродиориты, диориты; 6 – вулканогенный комплекс: базальты, андезитобазальты, андезиты; 7 – жилы: а – габбро и габброноритов, б – верлитов; 8 – поздние (неоавтохтонные) дайки жильных габбро-диабазов; 9 – геологические границы: а – достоверные, б – предполагаемые; 10 – разрывные нарушения: а – достоверные, б – предполагаемые; 11 – простирание тел дайкового комплекса: а – ранних генераций габбро-диабазов, б – поздних генераций мелкозернистых диабазов; 12 – выраженные направления раскрытия: а – для ранних генераций габбро-диабазов, б – для поздних генераций мелкозернистых диабазов; 13 – участки развития несогласно сложенных пакетов при отсутствии выраженного направления раскрытия: а – для ранних генераций габбро-диабазов, б – для поздних генераций мелкозернистых диабазов; 14 – зоны развития во вмещающих породах отдельных даек и пакетов по 2–4 дайки диабазов и габбро-диабазов: а – наклонных, б – вертикальных; 15 – скрины в комплексе параллельных даек: а – верлитов-дунитов, б – серпентинитов, в – габброидов, г – габбро-диабазов; 16 – элементы залегания: а – наклонное, б – опрокинутое, в – вертикальное

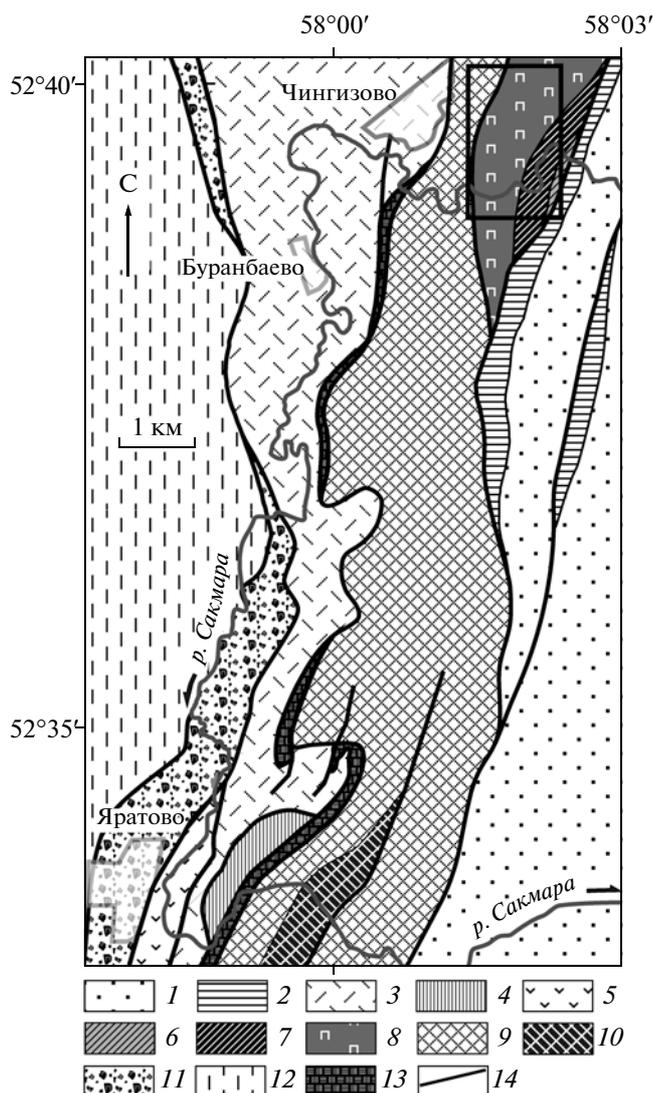


Рис. 6. Структура Чингизовского офиолитового массива на левом берегу р. Сакмара

1 – зилайская свита (D_3fm), граувакки; 2 – акчуринская (D_{1-2}) и актауская свиты ($D_2-D_3fm_1$) нерасчлененные, кремни; 3 – базальт-риолитовая толща (вулканический комплекс) (D_{1p-e}), базальты, субвулканические тела риолитов; 4 – комплекс параллельных диабазовых даек рассланцованных; 5 – яратовская толща (O_3), базальты, кремни, туфы риолитов; 6–10 – офиолитовая ассоциация: 6 – вулканогенная толща ($D_1?$), базальты, андезитбазальты, 7 – комплексы габбро, плагиогранитов, долеритовых даек нерасчлененные, 8 – полосчатый дунит-верлит-клинопироксенит-габбровый комплекс; 9, 10 – дунит-гарцбургитовый комплекс: 9 – гарцбургиты, 10 – дуниты; 11 – серпентинитовый меланж с блоками пород комплекса параллельных даек и габбро-диоритов; 12 – кварциты и сланцы максютковского комплекса зоны Уралтау; 13 – амфиболиты, гранатые амфиболиты, гнейсы; 14 – тектонические контакты. Контактуром показано положение детального участка рис. 7

К юго-востоку от Самарского, а также к югу от Бурибая в овраге Шанхай скрины дайкового комплекса сложены габбро, а также подушечными базальтами [18, 43, 68, 69].

Все магматические породы, распространенные в данном районе принадлежат дифференцированной известково-щелочной серии нормальной щелочности. Единичные пробы габбро принадлежат высококалиевой известково-щелочной или шонитовой серии. Породы основного состава даек и подушечных базальтов низкотитанистые и часто высокомагнезиальные. Породы демонстрируют близкие слабодифференцированные спектры распределения. На мультиэлементных графиках наблюдаются пониженные концентрации Nb и Ta относительно U и K. На дискриминационных диаграммах все породы даек и эффузивов располагаются в полях островодужных пород [44].

Для гранофировых гранитов, слагающих скрины, по цирконам получено значение возраста 423.7 ± 5.6 млн лет (SHRIMP-II) [44]. Особенности состава гранитоидов и габбро, слагающих скрины, а также полученное значение возраста, позволяет провести их корреляцию с рефтинским габбро-тоналитовым комплексом Среднего Урала, для которого получены близкие значения возраста [21–23, 52–54]. Учитывая имеющиеся черты сходства геохимических особенностей пород, слагающих скрины, и дайки разных генераций, а так же структурные соотношения интрузивных и эффузивных пород, можно условно предположить, что дайковый комплекс имеет позднесилурийско-раннедевонский возраст. Для баймак-бурибайского вулканического комплекса нет прямых данных, доказывающих его возраст, и в существующих схемах он условно принимается, как эмсский или позднеэмсский [16, 25, 26]. В разрезе свиты отсутствуют органические остатки. Конодонты верхнего эмса в данном районе присутствуют в разрезе – в его верхней части, перекрывающей баймак-бурибайскую свиту с неясным контактом верхнетаналыкской толщи, которая сложена вулканогенными породами дифференцированной серии [25]. Севернее данного района стратиграфический и фациальный аналог верхнетаналыкской толщи содержит в нижней части разреза органические остатки нижнего эмса [7] и согласно подстилается известняками с лоховской и пражско-нижнеэмсской органикой [25]. Эти данные позволяют считать, что баймак-бурибайская свита скорее всего доэмсская. Отметим, что в существующих стратиграфических схемах и схемах магматизма на уровне позднего силура в данных районах Южного Урала проявления магматизма не отмечаются. В стратиграфическом разрезе на этом уровне распространена сакмарская свита, сложенная преимущественно углеродистыми кремнистыми породами [56]. Возможно, недостаточная эродированность

Рис. 7. Структура дайково-эффузивного комплекса к востоку от с. Чингизово (А) и детали строения в районе точки S111 (Б)

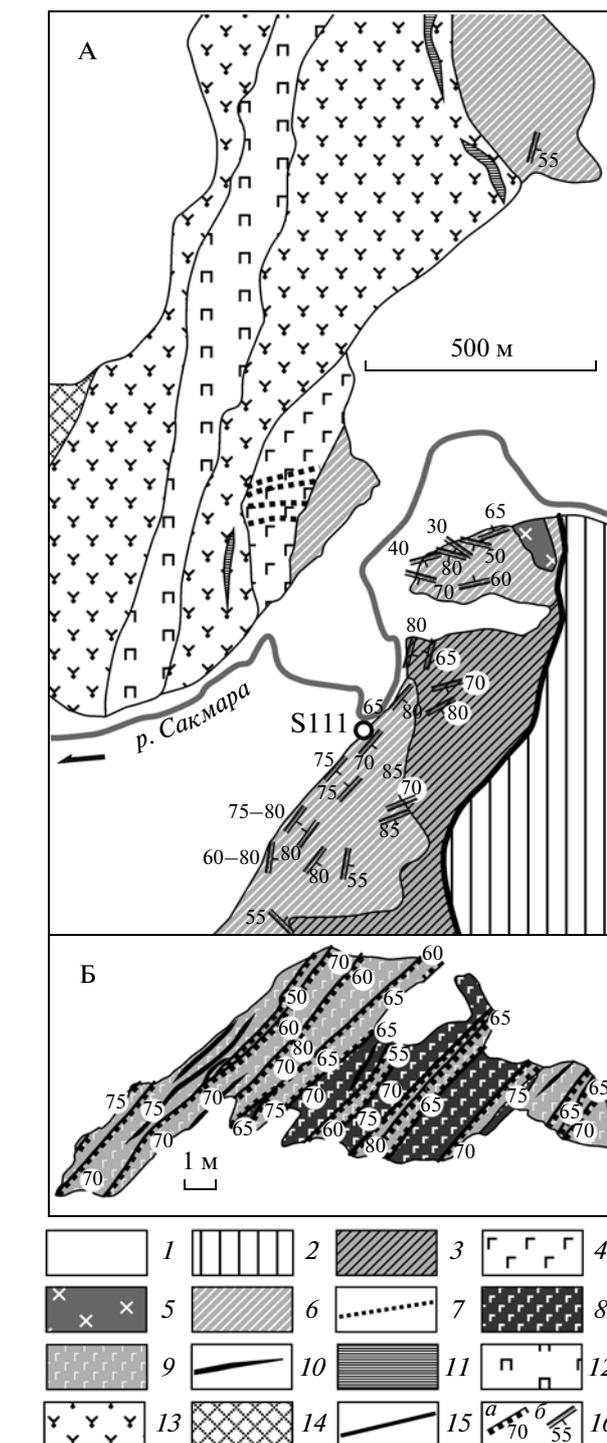
1 – рыхлые кайнозойские отложения; 2 – акчуринская (D_{1-2}) и атауская свиты ($D_2-D_3fm_1$) нерасчлененные, кремни; 3 – базальтовая толща ($D_1?$); 4 – изотропные габбро и габбродиориты; 5 – диориты и гранодиориты; 6–10 – комплекс параллельных даек: 6 – нерасчлененный, 7 – единичные дайки габбро-долеритов первой генерации, 8 – скрины даек габбро-долеритов первой генерации, 9 – дайки долеритов второй генерации, 10 – дайки афанитовых долеритов третьей генерации; 11–13 – полосчатый дунит-верлит-клинопироксенит-габбровый комплекс: 11 – отдельные тела габбро, 12 – чередующиеся габбро, клинопироксениты, верлиты, дуниты, 13 – чередующиеся верлиты и дуниты; 14 – дунит-гарцбургитовый комплекс; 15 – тектонические контакты; 16 – закальные контакты и углы их падения (а), элементы падения закальных контактов даек (б)

додевонских комплексов не дает полного представления о распространении на этом уровне различных фациальных типов.

Состав пород в скринах, а так же в дайково-эффузивном комплексе свидетельствуют в пользу предположения о том, что комплекс сформирован при рифтогенезе в структуре внутриокеанической островной дуги. Разноориентированные дайки разных генераций свидетельствуют о нестабильной обстановке растяжения и можно предположить, что комплекс сформирован в условиях, характерных для рассеянного спрединга.

Дайковый комплекс Западно-Мугоджарской зоны. Офиолиты в южной части Мугоджарских гор, в верхней части разреза которых залегают комплекс параллельных даек и девонская вулканогенная толща, находятся в пределах Западно-Мугоджарской зоны. Эта зона является южным продолжением Магнитогорской мегазоны Южного Урала. Офиолиты и перекрывающие их островодужные вулканогенные комплексы обнажены на крыльях Берчогурской синклинали, сложеной франско-американскими терригенно-карбонатными отложениями. Комплекс параллельных даек по берегам р. Шулдак был идентифицирован как комплекс параллельных даек в разрезе палеоокеанической коры еще в 70-х годах прошлого столетия [8, 11]. Толща подушечных базальтов и комплекс параллельных даек объединяются в мугоджарский или актогайский комплекс.

В данном районе для видимой верхней части разреза офиолитовой ассоциации реконструирован следующий сводный разрез [19]: полосчатый комплекс, представленный верлитами; альбитизированные и амфиболизированные первично пироксеновые такситовые габбро; габбронориты; габбро и габбро-долериты – реликты вторичных магматических камер; комплекс дайка в дайке; базальты (мугоджарская свита); кремни и эффузивные породы основного и среднего состава



(куркудукская свита). Породы полосчатого комплекса распространены локально и имеют ограниченное распространение.

Комплекс “дайка в дайке” сложен афировыми, мелкозернистыми и плагиоклаз-порфировыми габбро-долеритами и долеритами, образующими двузакальные тела и полудайки мощностью 0.2–3.5 м, а также жилами мелкозернистых долеритов мощностью 0.2–0.3 м. Дайки и жилы имеют кру-

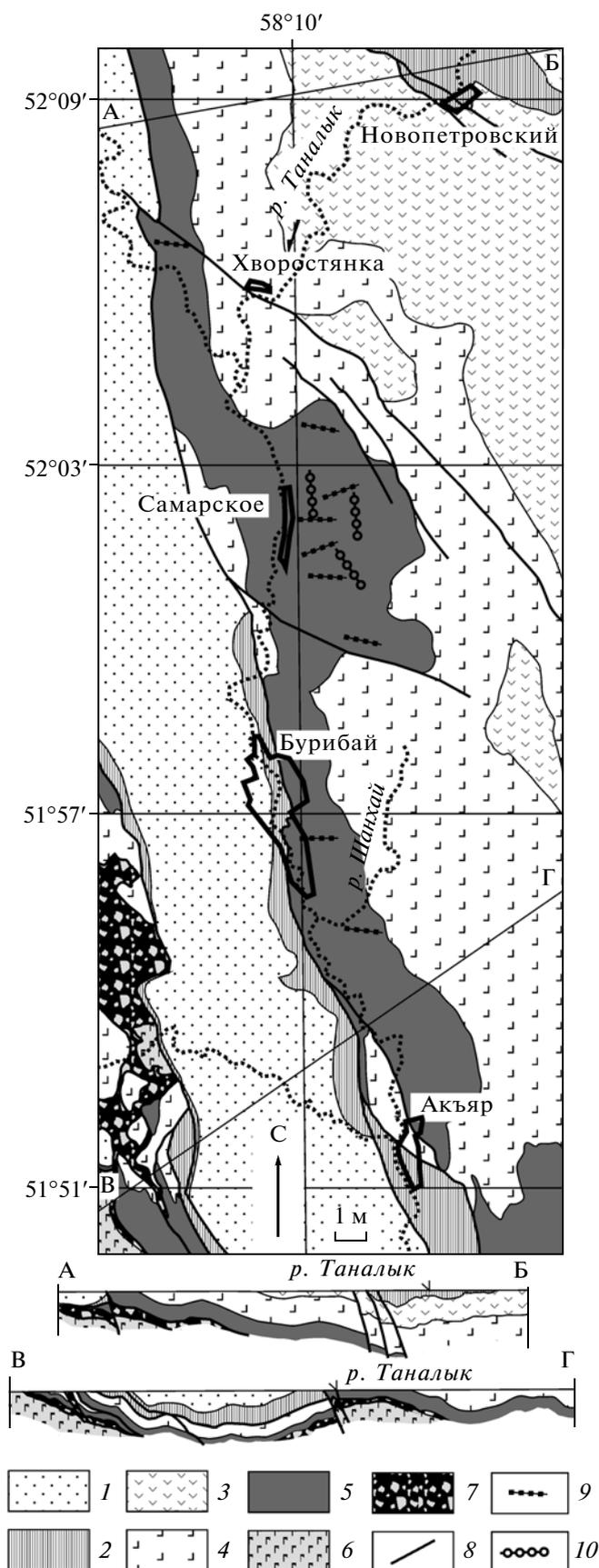


Рис. 8. Геологическая схема Актау-Таналыкской зоны, составлено с использованием данных геологической съемки м-ба 1 : 50000 (публикуется с разрешения М.Ш. Бикова с соавт.) и оригинальных данных

1 – граувакки зилаирской свиты (D_3fm); 2 – кремнистые, кремнисто-терригенные, кремнисто-туфогенные толщи ($D_2-D_3fm_1$) нерасчлененные: мукасовская свита (D_3), бугулыгырская толща (D_2), улутауская свита ($D_2\check{z}v-D_3fr_1$), туратская свита (D_2); 3 – верхнетаналыкская толща (D_{1e}), сагитовская толща (D_{1e_2}), ирендкская свита (D_{2ef_1}) и карамалыташская свита (D_{2ef}) нерасчлененные: андезибазальты, андезиты, риолиты и их туфы, кремни; 4, 5 – баймак-бурибайский комплекс: 4 – баймак-бурибайская свита (S_2-D_{1f}): базальты, риолиты и их туфы; 5 – дайки пород дифференцированной серии; 6 – кремнисто-вулканогенные толщи ордовика и силура; 7 – серпентинитовый меланж; 8 – тектонические контакты; 9, 10 – простирация даек: 9 – ранней генерации, 10 – поздней генерации

тые, часто субвертикальные, падения и субмеридиональные – север-северо-западные простирания. Матриksom для дайковых пакетов служат амфиболитизированные габбро, а также относительно более ранние тела даек и подушечные базальты. По зонам закалок и ксенолитам достоверно устанавливаются интрузивные соотношения краевых даек с габбро. Внутри дайкового комплекса скрини габбро маломощны – до 1 м, и в основном встречаются только в узкой зоне шириной не более 20–25 м на удалении от контакта. Единичные скрини габбро встречены на удалении 150–200 м от контакта с телом габбро.

Венчает разрез офиолитовой ассоциации толща базальтов (мугоджарская свита), представленная трубо-подушечными лавами с прослоями и линзами гиалокластитов и красных яшм. В разрезе мугоджарской свиты отмечаются силлы мелкозернистых афировых долеритов мощностью до первых десятков метров. Общая мощность разреза достигает 850 м [12].

Породы дайкового комплекса и ассоциирующие с ним вулканиты принадлежат к толеитовой дифференцированной базальт-андезибазальтовой серии. От толеитов примитивной океанической серии данные породы отличаются более протяженным трендом дифференциации, что выражается в присутствии большого количества андезибазальтов. Содержания и распределения РЗЭ и рассеянных элементов в породах сходны с нормальными базальтами СОХ [17, 19, 43, 50].

Вулканиты куркудукской свиты, которые согласно перекрывают толеиты мугоджарской свиты принадлежат дифференцированной базальт-андезидацитово-субщелочной серии и имеют составы, характерные для островодужных пород [43].

Выводы о эмско-раннеэфельском возрасте мугоджарской и куркудукской свит основываются

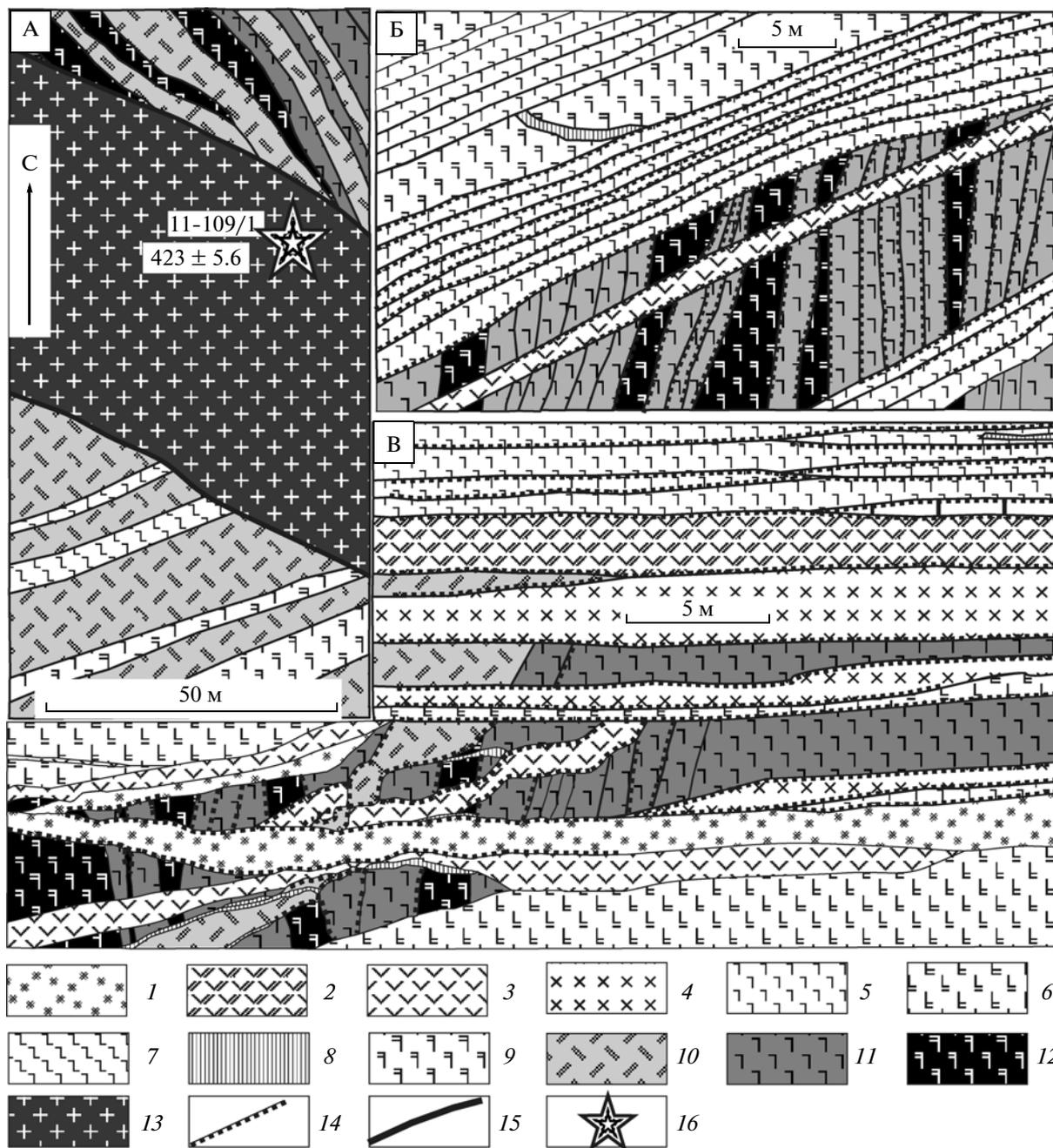


Рис. 9. Структура баймак-бурибайского дайкового комплекса Актау-Таналькской зоны в районе села Самарское
 А – 0.6 км к востоку от центральной части; Б – 2.6 км к востоку от северной окраины; В – 1.1 км к юго-востоку от северной окраины. 1 – габбро-долериты мелко-среднезернистые с шаровой отдельностью; 2 – дациты пироксен-плагиоклаз-порфиоровые; 3 – андезиты пироксен-плагиоклаз-порфиоровые; 4 – диориты плагиоклаз-порфиоровые; 5 – долериты мелкозернистые в пакетах “дайка в дайке”; 6 – те же долериты в пакетах с неясными закальными контактами; 7 – пикриты; 8 – микрогаббро афанитовые; 9 – габбро пироксен-порфиоровые; 10 – дациты флюидальные плагиоклаз-порфиоровые; 11 – долериты; 12 – габбро биотит-пироксен-амфиболовые; 13 – плагиограниты гранофировые; 14 – закальные контакты; 15 – тектонические контакты; 16 – точка 11-109/1 отбора пробы на цирконы и значение возраста

ся на находках конодонтов [6, 13, 30, 43]. Структурные соотношения эффузивов и даек, а так же сходство их составов позволяют считать, что дайковый комплекс, как и эффузивный, имеет эмско-раннеэйфельский возраст.

На основе вещественных характеристик вулканитов и даек, внутренней структуре комплекса, а также положении комплекса в общей структурной зональности палеозоид Южного Урала, предполагается, что породы мугоджарского (актогай-

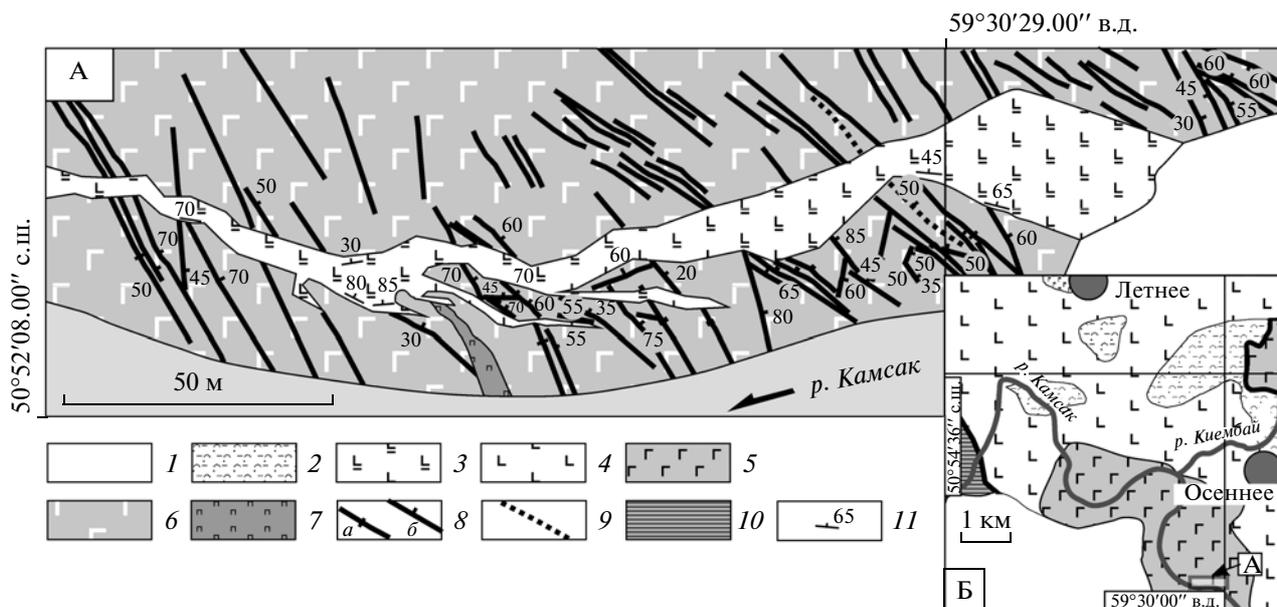


Рис. 10. Структура раннедевонского дайкового комплекса в Домбаровском рудном районе: А – детали строения комплекса на правом берегу р. Камсак, Б – положение детального участка (А) на обзорной схеме

1 – рыхлые кайнозойские отложения; 2, 3 – аул-кумакская толща (комплекс) (D_2ef_1): 2 – вулканические и вулканогенно-осадочные породы кислого и основного состава; 3 – базальты субвулканических тел; 4 – киембайская свита (комплекс) (D_1e_2) подушечные базальты, туфы и туффиты; 5–9 – дайково-габбровый комплекс: 5 – нерасчлененный, 6 – такситовые габбро, 7 – габбро-пироксениты, 8 – дайки афировых долеритов вертикальные (А), наклонные (Б) с указанием угла падения; 9 – дайки плагиоклаз-порфировых долеритов; 10 – метаморфические ортопороды (тюлькубайский комплекс); 11 – падение контактов субвулканических тел базальтов. Кружками обозначены колчеданные месторождения

ского) комплекса были сформированы в результате спрединга в задуговом бассейне [31, 43].

Дайковый комплекс Домбаровской зоны. Домбаровская зона является элементом структуры на востоке Магнитогорской мегазоны и здесь выделяются девонские вулканогенные колчеданосные комплексы. Данные о структуре, стратиграфии, рудоносности и вещественному составу комплексов освещены в ряде работ [1, 4, 14, 15, 38, 40, 51].

Диабазовые дайки образуют рои в телах такситовых габбро, залегающих структурно ниже киембайской вулканогенной свиты (рис. 10). Свита в нижней части представлена преимущественно подушечными афировыми базальтами, выше появляются плагиоклаз-порфировые разности, а в верхней толще наравне с базальтами присутствуют тонкообломочные туфы базальтов, туффиты, кремнистые породы. В верхней толще локализованы колчеданные залежи. По конодонтам из кремнистых пород в верхней части разреза возраст свиты определяется как позднеэмский [1]. Выше залегает аул-кумакская толща раннеэфельского возраста, в разрезе которой, наряду с базальтами, присутствуют породы кислого состава, в том числе субщелочные и туфоогенно-осадочные породы.

Габбро, дайковый комплекс и эффузивы участвуют в строении простых крупных складок с пологими крыльями. Эти комплексы тектонически надвинуты на сходные по составу образования, расположенные западнее, но испытавшие метаморфизм вплоть до амфиболитовой фации и смятые в изоклинальные складки. На последних картах региона сходные метаморфические породы выделяются как тюлькубайский комплекс, возраст которого условно определяется как девонский [20].

Соотношения габброво-дайкового комплекса и базальтов киембайской свиты в обнажениях не устанавливаются. Породы этих комплексов обнаруживают сходство химических составов и могут рассматриваться как верхний элемент разреза офиолитовой ассоциации. Габбро представлены такситовыми разностями, в которых сочетаются гнезда и шлировидные обособления, имеющие разную структуру, изменяющуюся от мелкозернистой до гигантозернистой. Разности не имеют друг с другом закальных контактов. Отмечаются крупные обособления пироксенитов. Габбро содержат рои долеритовых даек, представленные мелкозернистыми и афанитовыми разностями. Преобладают дайки северо-западного простирания с падениями на северо-восток 45° – 80° , а также вертикальные. Единичные дайки имеют

субмеридиональные и субширотные простирания. Мощность даек варьирует от 0.1 до 1.0 м. Габбро и дайки интродуцируются субширотным телом, которое сложено афировыми базальтами с признаками флюидальности, в которых присутствуют гнезда и шилеры мелкозернистых габбро. Контакты тела имеют субмеридиональные падения (30° – 85°). Южный контакт имеет многочисленные апофизы. Севернее аналогичные породы слагают субширотные тела, интродуцирующие помимо габбро и долеритов подушечные базальты киембайской свиты. Субвулканические тела относятся, по-видимому, к раннеэфельскому аулкумакскому комплексу. Тела секутся редкими дайками афировых долеритов.

Породы основного состава габброво-дайкового, киембайского и аул-кумакского комплексов принадлежат толеитовой серии. Состав и характер распределения РЗЭ в породах типичны для нормальных базальтов СОХ [41].

Последовательность и состав комплексов Домбаровской зоны хорошо коррелируются с комплексами Западно-Мугоджарской зоны, имея при этом более древний возраст (поздний эмс) [1]. В западных зонах Южного Урала стратиграфическими аналогами киембайской свиты и низов мугоджарской свиты является островодужный позднеэмский верхнетаналыкский комплекс [4, 16]. Верхняя часть мугоджарского комплекса по возрасту сопоставляется с ирендыкским островодужным комплексом Западно-Магнитогорской зоны, возраст которого определяется, как раннеэфельский [24, 26]. Вещественные характеристики даек и вулканитов, согласный контакт дайково-эффузивных комплексов с перекрывающими их островодужными вулканитами и корреляция комплексов различных структурных зон Южного Урала, позволяют предположить, что дайково-эффузивный комплекс Домбаровской зоны сформирован в спрединговом центре задугового бассейна.

Таким образом, на Южном Урале в офиолитовых разрезах дайки образуют рои и серии субпараллельных тел (дайка в дайке). В отличие от дайковых комплексов Полярного Урала, на Южном Урале в их строении принимают участие не только дайки базитового состава, которые преобладают. Здесь так же распространены дайки ультраосновного, среднего и кислого составов. Дайковые комплексы разных структурных зон Южного Урала имеют различный субстрат, в который происходило их внедрение.

Дайковые комплексы Хабарнинского массива имеют в скринах гарцбургиты, верлиты, клинопироксениты, габбронориты, породы габбро-плагиогранитной ассоциации. Таким образом, субстратом для даек служат породы мантийной, нижнекоровой и верхнекоровой частей офиолитового разреза. В верхней части разреза дайки сменяются

силлами, которые залегают среди подушечных базальтов. В нижней части разреза дайки ориентированы перпендикулярно к подошве комплекса. В верхней части разреза ориентировки пакетов даек разнонаправлены. В Чингизовском массиве структурное положение даек похоже на положение даек в Хабарнинском массиве. Возраст дайковых комплексов Хабарнинского и Чингизовского массивов оценивается как позднеэмский. По особенностям химического состава пород даек, с учетом положения офиолитов этих массивов в структурной зональности палеозой Южного Урала, можно предположить, что они сформированы в преддуговой обстановке, перед фронтом Магнитогорской дуги. Характер ориентировок даек свидетельствует о нестабильности условий растяжения, характерных для рассеянного спрединга.

Дайковые комплексы Актау-Таналыкской зоны демонстрируют изменение составов от пикритов до плагиогранитов. Субстратом для базитовых даек ранних генераций служат островодужные габбро, плагиограниты и вулканиты. Плагиограниты имеют позднесилурийский возраст (423.7 ± 5.6 млн лет). Пакеты даек ранних и поздних генераций ориентированы почти ортогонально друг по отношению к другу. Формирование даек ранней и поздней генерации разделено этапом внедрения плагиоориолитовых экструзий. На основании сходства составов даек, вулканитов, габбро и плагиогранитов субстрата, можно предположить, что они представляют единый вулcano-плутонический комплекс и близки по возрасту. Время формирования дайкового комплекса условно можно определить, как позднесилурийско-раннедевонское. Вероятно, дайки сформированы при рифтогенезе в структуре островной вулканической дуги. Изменения ориентировок пакетов даек типичны для обстановки рассеянного спрединга. Следует подчеркнуть, что новые данные о возрасте комплекса позволяют коррелировать эти образования с островодужными силурийскими комплексами, которые широко развиты на Среднем и Северном Урале. Возможно, ранние интрузии баймак-бурибайского комплекса характеризует позднесилурийскую эпоху эволюции Магнитогорской дуги, основное время развития которой приходится на ранний–средний девон.

В дайковых комплексах Западно-Мугоджарской и Домбаровской зон преобладают породы основного состава. В Западно-Мугоджарской зоне представлен типичный комплекс параллельных даек, в котором распространены пакеты однозакальных даек, а в Домбаровской зоне устанавливаются рои двузакальных даек. Субстратом для даек Западно-Мугоджарской зоны служат, в основном, подушечные базальты, в меньшей степени, габброиды. В Домбаровской зоне субстрат представлен такситовыми габбро, характерными для верхнекоровых частей разреза офиолитов.

Возраст дайкового комплекса Западно-Мугоджарской зоны оценивается, как эмско-раннеэйфельский, а в Домбаровской, как позднеэмский. Составы диабазов Западно-Мугоджарской и Домбаровской зон имеют черты сходства с базальтами СОХ. Однако в диабазах Домбаровской зоны присутствуют высокоглиноземистые породы. По особенностям химического состава пород даек, с учетом положения данных разрезов в структурной зональности палеозоид Южного Урала, можно предположить, что они характеризуют различные обстановки задугового концентрированного спрединга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа данных по строению дайковых комплексов в офиолитовых разрезах Полярного и Южного Урала, установлены определенные различия по соотношению даек с вмещающими породами. В результате появилась возможность увязать эти различия с геодинамическими обстановками формирования офиолитовых разрезов. Рассмотренные примеры показывают, что дайковые комплексы, сформированные в разных геодинамических обстановках, отличаются составом вмещающего их субстрата. По составу субстрата, можно выделить три группы дайковых комплексов.

1. Первая группа представлена в офиолитовых разрезах Войкаро-Сынынского массива на Полярном Урале, Хабарнинского и Чингизовского массивов на Южном Урале. Дайки этого типа на Полярном Урале имеют ордовикский, а на Южном Урале раннедевонский возраст. Формирование дайковых комплексов соотносится с формированием в преддуговой обстановке. Структура дайкового комплекса свидетельствует о проявлениях концентрированного и рассеянного спрединга. Для полярноуральских офиолитов устанавливается существенный отрыв по времени формирования пород мантийной (венд) и верхнекоревой (ордовик) частей разреза. В скринах дайкового комплекса этого типа присутствуют породы мантийной, нижнекоревой и верхнекоревой частей разреза.

2. Вторая группа представлена баймак-бурибайским комплексом в Актау-Таналыкской зоне Южного Урала. Новые данные свидетельствуют о том, что субстратом для даек служат позднесилурийские (423.7 ± 5.6 млн лет) островодужные габбро и плагиограниты. Кроме того, в скринах даек находятся эффузивы известково-щелочной серии. Возраст комплекса условно принимается как позднесилурийско-раннедевонский. Формирование комплекса связывается с рифтогенезом (спредингом) в структуре островной дуги. Структура дайкового комплекса (разнообразные ориентировки, многочисленные маломощные пакеты) рассмат-

ривается как результат обстановки, типичной для рассеянного спрединга. Однако данных о том, что при этом сформирован полный разрез коры океанического типа в настоящее время нет.

3. Третья группа представлена дайковыми комплексами Западно-Мугоджарской (эмс – ранний эйфель) и Домбаровской (поздний эмс) зон. Формирование комплекса рассматривается как результат концентрированного спрединга в структуре задугового бассейна. Субстратом для даек служат габбро верхних частей офиолитового разреза, а также подушечные базальты, имеющие с дайками сходные черты геохимического состава (в Западно-Мугоджарской зоне).

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы ОНЗ РАН “Геодинамическая эволюция структурно-вещественных комплексов складчатых поясов Земли в неогее” и РФФИ, проекты 11-05-00011, 14-05-00052.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Артюшкова О.В., Маслов В.А.* Палеонтологическое обоснование стратиграфического расчленения дофаменских вулканогенных комплексов Верхнеуральских и Магнитогорского районов. Уфа: ИГ УФНЦ РАН, 1998. 156 с.
2. *Балыкин П.А., Конников Э.Г., Кривенко А.П. и др.* Петрология постгарцбургитовых интрузивов кемпирсайско-хабарнинской офиолитовой ассоциации (Южный Урал). Свердловск: УрО РАН, 1991. 160 с.
3. *Белова А.А., Рязанцев А.В., Разумовский А.А., Десярев К.Е.* Раннедевонские надсубдукционные офиолиты в структуре Южного Урала // Геотектоника. 2010. № 4. С. 39–64.
4. *Вулканизм Южного Урала / Серавкин И.Б., Косарев А.М., Салихов Д.Н. и др.* М.: Наука, 1992. 197 с.
5. *Зоненшайн Л.П., Кориневский В.Г., Казьмин В.Г. и др.* Строение и развитие Южного Урала с точки зрения тектоники литосферных плит // История развития Уральского палеоокеана. М.: Институт океанологии АН СССР, 1984. С. 6–56.
6. *Иванов К.С.* Основные черты геологической истории (1.6–0.2 млрд лет) и строения Урала. Дис. ... д-ра геол.-мин. наук. Екатеринбург: Ин-т геологии и геохимии УрО РАН, 1998. 252 с.
7. *Иванов К.С., Бикбаев А.З., Мизенс Л.И., Сапельников В.П.* Первые находки брахиопод в вулканогенно-осадочных породах ирендыкской свиты на Южном Урале // Ежегодник – 1996. Тр. ИГГ УрО РАН. Екатеринбург: ИГГУрО РАН, 1997. С. 13–15.
8. *Иванов С.Н., Кориневский В.Г., Белянкина Г.П.* Реликты рифтовой океанической долины на Урале // ДАН СССР. 1973. Т. 221. № 4. С. 939–942.
9. *Колман Р.Г.* Офиолиты / Ред. Богданов Н.А.. М.: Мир, 1979. 261 с.
10. *Колман Р.Г., Хэдли Д.Г., Флек Р.Г. и др.* Миоценовые офиолиты Тихама-Азир и их генезис в связи с образованием Красного моря // Тектоническое раз-

- витие земной коры и разломы. М.: Наука, 1979. С. 107–123.
11. *Кориневский В.Г.* Принципиальный вопрос стратиграфии силура Мугоджар // Ежегод. ИГиГ УНЦ АН СССР. Свердловск: ИГиГ УНЦ АН СССР, 1972. С. 136–138.
 12. *Кориневский В.Г.* Геологический очерк Южных Мугоджар // История развития Уральского палеоокеана. М.: ИО АН СССР, 1984. С. 57–59.
 13. *Кориневский В.Г.* Возраст вулканогенных толщ зеленокаменной зоны Мугоджар // Изв. АН Каз ССР. Сер. геол. 1987. № 5. С. 51–57.
 14. *Косарев А.М.* Умереннощелочной и щелочной вулканизм раннеэмского времени на Южном Урале: геохимические особенности и геодинамические реконструкции // Литосфера. 2007. № 6. С. 54–70.
 15. *Косарев А.М.* Вулканизм позднеэмского возраста Домбаровской зоны задугового спрединга: петролого-геохимические и геодинамические аспекты // Геологический сборник № 8. Информационные материалы. ИГ УНЦ РАН. Уфа: ДизайнПолиграф-Сервис, 2009. С. 112–119.
 16. *Косарев А.М., Пучков В.Н., Серавкин И.Б.* Петролого-геохимические особенности раннедевонско-эйфельских островодужных вулканитов Магнитогорской зоны в геодинамическом контексте // Литосфера. 2005. № 4. С. 22–41.
 17. *Кузьмин М.И., Альмухамедов А.И.* Химический и редкоземельный состав базальтоидов р. Шулдак (Южные Мугоджары) // История развития Уральского палеоокеана. М.: ИО АН СССР, 1984. С. 126–139.
 18. *Кузьмин М.И., Кабанова Л.Я.* Бонинитовые серии Южного Урала: геологическое и петрографическое описание, особенности состава и проблемы происхождения // Потенциальная рудоносность, геохимические типы и формации магматических пород. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. С. 156–173.
 19. *Куренков С.А., Диденко А.Н., Симонов В.А.* Геодинамика палеоспрединга. М.: ГЕОС. 2002. 294 с. (Тр. ГИН РАН; Вып. 490).
 20. *Лисов А.С., Лядский П.В., Кондратенко В.С.* Государственная геологическая карта РФ масштаба 1 : 200000, изд. 2-е, листы М-40-ХII и М-40-ХVIII. 2002 г.
 21. *Лобова Е.В., Баянова Т.Б., Смирнов В.Н.* Результаты U-Pb TIMS изотопного датирования цирконов из трондьемитов аверинского комплекса (Восточная зона Среднего Урала) // Ежегодник – 2010. Тр. ИГГ УрО РАН. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. С. 191–193.
 22. *Лобова Е.В., Смирнов В.Н.* U-Pb датировка (SHRIMP-II) трондьемитов аверинского тоналит-трондьемитового комплекса (Восточная зона Среднего Урала) // Ежегодник – 2009. Тр. ИГГ УрО РАН. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2010. С. 280–282.
 23. *Лобова Е.В., Смирнов В.Н., Баянова Т.Б.* Аверинский диорит-трондьемитовый комплекс Восточной зоны Среднего Урала // Литосфера. 2012. № 3. С. 49–63.
 24. *Маслов В.А., Артюшкова О.В.* Стратиграфия палеозойских образований Учалинского района Башкирии. Уфа: ИГ УфНЦ РАН, 2000. 140 с.
 25. *Маслов В.А., Артюшкова О.В.* Стратиграфия и корреляция девонских отложений Сибай-Баймакского района Башкирии. Уфа: ИГ УфНЦ РАН, 2002. 199 с.
 26. *Маслов В.А., Артюшкова О.В.* Стратиграфия и корреляция девонских отложений Магнитогорской мегазоны Южного Урала. Уфа: ДизайнПолиграф-Сервис, 2010. 288 с.
 27. *Пейве А.А., Савельева Г.Н., Сколотнев С.Г., Симонов В.А.* Тектоника и формирование океанической коры в области “сухого” спрединга Центральной Атлантики (7°10′–5° с.ш.) // Геотектоника. 2003. № 2. С. 3–25.
 28. Путеводитель экскурсии “Офиолиты Полярного Урала”. Четвертая полевая конференция 1–15 авг. 1978 г. Под ред. Богданова Н.А. М.: ГИН АН СССР, 1978. 165 с.
 29. *Пучков В.Н.* Палеоокеанические структуры Урала // Геотектоника. 1993. № 3. С. 18–33.
 30. *Пучков В.Н.* Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия, 2000. 146 с.
 31. *Пучков В.Н.* Дайковые рои Урала и ассоциирующиеся с ними магматические комплексы // Геотектоника. 2012. № 1. С. 42–52.
 32. *Пушкарев Е.В.* Геологическое строение Хабаровинского мафит-ультрамафитового аллохтона по данным бурения и наземных исследований: взаимоотношения мантийных и коровых комплексов // Офиолиты: геология, петрология, металлогения и геодинамика. Материалы Международной конференции. XII Чтения памяти А.Н. Заварицкого. Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2006. С. 129–139.
 33. *Пушкарев Е.В., Ферштатер Г.Б., Костицын Ю.А., Травин А.В.* Новые данные об изотопном возрасте магматических пород Хабаровинского мафит-ультрамафитового аллохтона: геологические следствия // Ежегодник – 2007. Информац. мат-лы ИГ и УрО РАН. Екатеринбург, 2008. С. 277–285.
 34. *Пушкарев Е.В., Хазова Н.А.* Комплекс параллельных даек Хабаровинского массива: Спрединг в условиях океанического хребта или островной дуги? // Ежегодник – 1990. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1991. С. 90–93.
 35. *Разумовский А.А., Астраханцев О.В.* Структурные особенности дайкового комплекса офиолитовой ассоциации Хабаровинского массива // Очерки по региональной тектонике. Т. 1. Южный Урал. М.: Наука, 2005. С. 179–212.
 36. *Ремизов Д.Н., Григорьев С.И., Петров С.Ю. и др.* Новые данные о возрасте габброидов Кэршорского комплекса на Полярном Урале // Докл. РАН. 2010. Т. 434. № 2. С. 238–242.
 37. *Ремизов Д.Н., Куликова К.В., Сычев С.Н. и др.* U-Pb-возраст цирконов из плагиогранитов лагортауского дайкового комплекса на Полярном Урале // Докл. РАН. 2012. Т. 447. № 5. С. 538–540.
 38. *Рихтер А.Я.* Палеозойский вулканизм и геодинамика Южного Урала. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2008. 128 с.

39. *Руженцев С.В.* Краевые офиолитовые аллохтоны. М.: Наука, 1976. 171 с. (Тр-ды ГИН АН СССР; Вып. 283).
40. *Рыкус М.В.* Вулканизм и металлогения Джусинско-Домбаровского палеовулканического пояса Южного Урала. Уфа: БНЦ УрО РАН, 1992. 172 с.
41. *Рязанцев А.В., Артемова О.А., Голионко Б.Г., Разумовский А.А.* Девонские магматические комплексы колчеданозных структур Домбаровского района Южного Урала, корреляция с Мугоджарами // Колчеданные месторождения – геология, поиски, добыча и переработка руд. Мат-лы Всероссийской научной конференции. V Чтения памяти С.Н. Иванова. Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2013. С. 151–155
42. *Рязанцев А.В., Белова А.А.* Девонские метаморфические породы в подошве офиолитовых массивов и в серпентинитовом меланже на Южном Урале: данные изотопно-геохронологических исследований // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещания. Вып. 8. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2010. Т. 2. С. 62–63.
43. *Рязанцев А.В., Белова А.А., Разумовский А.А., Кузнецов Н.Б.* Геодинамические обстановки формирования ордовикских и девонских дайковых комплексов из офиолитовых разрезов Южного Урала и Мугоджар // Геотектоника. 2012. № 2. С. 65–96.
44. *Рязанцев А.В., Третьяков А.А., Разумовский А.А.* Структура баймак-бурибайского дайкового комплекса Южного Урала и силурийский возраст ассоциирующихся гранитов // Колчеданные месторождения – геология, поиски, добыча и переработка руд. Мат-лы Всероссийской научной конференции. V Чтения памяти С.Н. Иванова. Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2013. С. 156–160.
45. *Савельев А.А.* Ультрабазит-габбровые формации в структуре офиолитов Войкаро-Сыньинского массива (Полярный Урал) // Геотектоника. 1997. № 1. С. 48–58.
46. *Савельева Г.Н.* Габбро-ультрабазитовые комплексы офиолитов Урала и их аналоги в современной океанической коре. М.: Наука, 1987. 243 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 404).
47. *Савельева Г.Н., Батанова В.Г., Бережная Н.Г. и др.* Полихронное формирование мантийных комплексов офиолитов (Полярный Урал) // Геотектоника. 2013. № 3. С. 43–57.
48. *Савельева Г.Н., Савельев А.А., Перцев А.Н.* Метаморфизм в истории офиолитов // Геотектоника. 1995. № 5. С. 15–28.
49. *Савельева Г.Н., Суслов П.В., Ларионов А.Н.* Вендские тектоно-магматические события в мантийных комплексах офиолитов Полярного Урала: данные U-Pb датирования циркона из хромитов // Геотектоника. 2007. № 2. С. 23–33.
50. *Семенов И.В.* Палеоокеанический спрединговый вулканизм Урала и реконструкция параметров уральского палеозойского океана. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 362 с.
51. *Серавкин И.Б.* Металлогения Южного Урала и Центрального Казахстана. Уфа: АН РБ, Гилем, 2010. 284 с.
52. *Смирнов В.Н., Иванов К.С.* Первая силурийская U-Pb-датировка (SHRIMP-II) офиолитов на Урале // Докл. РАН. 2010. Т. 430. № 2. С. 218–221.
53. *Смирнов В.Н., Иванов К.С., Лобова Е.В.* Результаты U-Pb датирования (SHRIMP-II) рефтинского габбро-тоналитового комплекса (Восточная зона Среднего Урала) // Ежегодник – 2009. Тр. ИГГ УрО РАН. Екатеринбург: Ин-т геологии и геохимии УрО РАН, 2010. С. 292–296.
54. *Смирнов В.Н., Иванов К.С., Лобова Е.В. и др.* Авринский диорит-трондьемитовый комплекс Востока Урала: новые геолого-геохронологические данные (TIMS и SHRIMP-II) // Докл. РАН. 2012. Т. 442. № 5. С. 668–672.
55. *Тектоника Урала.* Объяснительная записка к тектонической карте Урала масштаба 1 : 1000000 / Пейве А.В., Иванов С.Н., Нечехун В.М., Перфильев А.С., Пучков В.Н. М.: Наука, 1977. 120 с.
56. *Тищенко В.Т., Черкасов В.Л.* Новые данные по стратиграфии силурийских и нижнедевонских образований в южной (оренбургской) части западного крыла Магнитогорского прогиба // Биостратиграфия и литология палеозоя Южного и Среднего Урала. Уфа: БФАН СССР, 1985. С. 3–8.
57. *Хаин Е.В., Сальникова Е.В., Котов А.В. и др.* U-Pb возраст плагиогранитов офиолитовой ассоциации Войкаро-Сыньинского массива, Полярный Урал // Докл. РАН. 2008. Т. 419. № 4. С. 524–529.
58. Эвгеосинклинальные габбро-гранитные серии / Ферштатер Г.Б., Малахова Л.В., Бородин Н.С., Рапопорт М.С., Смирнов В.Н. М.: Наука, 1984. 264 с.
59. *Язева Р.Г., Бочкарев В.В.* Войкарский вулcano-плутонический пояс. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. 158 с.
60. *Auzende J.M., Bideau D., Bonatti E., Cannat M., Honnorez J., Lagabrielle Y., Malavielle J., Mamaloukas-Frangulis V., Mevel K.* Direct observation of the section through slow spreading oceanic crust // Nature. 1989. Vol. 337. P. 726–729.
61. *Batanova V., Belousov, I., Saveliyeva G., Sobolev A.* Consequences of channelised and diffuse melt transport in supra-subduction mantle: evidence from Voykar ophiolite (Polar Urals) // J. Petrology. 2011. Vol. 52. № 12. P. 2483–2521.
62. *Coleman R.G., Irwine W.P.* Ophiolites and ancient continental margins // The Geology of Continental-Margins. Burk C.A., Drake C.L. (eds). N.Y. Springer, 1974. P. 921–931.
63. *Dilek Y., Furnes H.* Ophiolite genesis and global tectonics: geochemical and tectonic fingerprinting of ancient oceanic lithosphere // Geol. Soc. Amer. Bull. 2011. Vol. 123. P. 387–411. doi: 10.1130/B30446.1.
64. *Nicolas A.* Structure of ophiolites and dynamics of oceanic lithosphere, Kluwer Acad. Pub, 1989. 367 p.
65. *Nicolas A., Boudier F.* Mapping oceanic ridge segments in Oman ophiolite // J. Geophys. Res. Solid Earth. 1995. Vol. 100. Is. B4. P. 6179–6197. DOI: 10.1029/94JB01188.

66. *Saveliev A.A., Sharaskin A.Ja., D'Orazio M.* Plutonic to volcanic rocks of the Voykar ophiolite massif (Polar Urals): structural and geochemical constraints on their origin // *Ofioliti*. 1999. № 24(1). P. 21–30.
67. *Savelieva G.N., Sharaskin A.Y., Saveliev A.A., Spadea P., Pertsev A.N., Babarina I.I.* Ophiolites and zoned mafic-ultramafic massifs of the Urals: a comparative analysis and some tectonic implications // *Brawn D., Juhlin C., Puchkov V.* (eds). *Mountain building in the Uralides: Pangea to present* // AGU Monographs. 2002. P. 111–137.
68. *Spadea P., D'Antonio M., Kosarev A., Gorozhanina Y., Brown D.* Arc–continent collision in the Southern Urals: petrogenetic aspects of the forearc-arc Complex / *Brawn D., Juhlin C., Puchkov V.* (eds). *Mountain building in the Uralides: Pangea to the present* // AGU Monograph S. 2002. Vol. 132. P. 101–134.
69. *Spadea P., Kabanova L.Y., Scarrow J.H.* Petrology, geochemistry and geodynamic significance of Mid-Devonian boninitic rocks from the Baimak-Buribai area (Magnitogorsk Zone, southern Urals) // *Ofioliti*. 1998. Vol. 23. P. 17–36
70. *Wright T.J., Sigmundsson F., Pagli C. et al.* Geophysical constraints on the dynamics of spreading centres from rifting episodes on land // *NATURE GEOSCIENCE* 2012. Vol. 5. P. 242–250.

Рецензенты: В.Н. Пучков, К.Е. Дегтярев

Dike Complexes in Ophiolites of the Urals

A. V. Ryazantsev, G. N. Savelieva, and A. A. Razumovsky

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Pyzhevskii per. 7, Moscow, 119017 Russia

e-mail: avryazan51@mail.ru

Received January 28, 2014

Abstract—The structure of dike complexes and their relationships with country rocks are considered for ophiolitic sections of the Polar and the Southern Urals. It has been established that composition of country rocks intruded by dikes is related to geodynamic settings of spreading. The Ordovician dike complexes of the Polar Urals and the Early Devonian complexes in the Southern Urals formed in the prearc setting contain screens of mantle, lower crustal, and upper crustal rocks pertaining to the ophiolitic section. The Late Silurian–Early Devonian complex of dikes and volcanic rocks in the Aktau–Tanalyk Zone of the Southern Urals was formed in the course of rifting in an island-arc structure. Rocks intruded by dikes are represented by island-arc gabbro, plagiogranite, and calc-alkaline volcanics. The Early–Middle Devonian dike complex of the West Mugodzhary Zone and the the Early Devonian complex of the Dombarovskiy Zone in the Southern Urals were formed in spreading zones of backarc basins, where dikes intruded the upper crustal gabbro and volcanic rocks.

Keywords: the Urals, ophiolites, complex of parallel dikes, screen, geodynamics, spreading