

УДК 551.21 (234.86)

Л.И. Демина¹, М.Ю. Промыслова², Н.В. Короновский³, В.В. Царев⁴

ПЕРВАЯ НАХОДКА СЕРПЕНТИНИТОВ В КОРЕННЫХ ОБНАЖЕНИЯХ ГОРНОГО КРЫМА

Описаны геологическое положение и состав серпентинитов и серпентинизированных перидотитов, найденных авторами впервые в коренных обнажениях в Горном Крыму. Совместно с подушечными лавами, габбро, фрагментами комплекса параллельных даек и яшмами они образуют офиолитовую ассоциацию, принадлежавшую древней коре задугового бассейна, развитие которого достигло стадии спрединга.

Ключевые слова: серпентиниты, серпентинизированные перидотиты, подушечные лавы, комплекс параллельных даек, геодинамическая обстановка, задуговой бассейн, Горный Крым.

This article describes the geological position and composition of serpentinites and serpentinitized peridotite, found by the authors in the indigenous outcrops in the Crimean Mountains for the first time. Together with the pillow lavas, gabbros, fragments of the parallel dikes complex and jasper they form ophiolite association, belonging to the ancient crust of back-arc basin, which have reached the spreading stage in its development.

Key words: serpentinites, serpentinitized peridotites, pillow lavas, complex of parallel dikes, geodynamic setting, back-arc basin, Crimean Mountains.

Введение. Серпентиниты и серпентинизированные ультрабазиты — один из наиболее важных членов в составе офиолитовых ассоциаций складчатых областей. Подобные ассоциации — фрагменты древней океанической коры — сохраняются в сутурных зонах, представляющих собой следы закрытия крупных бассейнов — океанов и задуговых окраинных морей спредингового типа. В Горном Крыму В.В. Юдиным [1995] выделена юрско-раннемеловая Предгорная коллизионная сутура (рис. 1), образовавшаяся, по его мнению, при закрытии палеоокеана Мезотетис. Основанием для этого послужили «следы» офиолитовой ассоциации — серпентинизированные ультраосновные породы, обнаруженные в керне скважины, пробуренной в 15 км на северо-восток от г. Симферополь [Шнюков и др., 1979]. Серпентиниты описаны также в гальках ниже-среднеюрских конгломератов битакской свиты [Юдин, 1995], вскрыты скважинами на Гераклеяском плато в Юго-Западном Крыму и подняты при драгировании Ломоносовского подводного массива, расположенного на дне Черного моря в 24 милях на юго-запад от мыса Фиолент [Юдин, 2011]. В то же время коренные обнажения серпентинитов в Горном Крыму неизвестны, поэтому их геологическое положение и взаимоотношение с другими ком-

плексами горных пород не совсем ясны. Во время полевых работ 2014 г. нами впервые были найдены выходы серпентинизированных ультраосновных пород и серпентинитов в береговых обрывах, расположенных в 3,5 км на запад от мыса Фиолент. Петельчатые аподунитовые серпентиниты встречаются также среди обломков метаморфизованных брекчий основных и ультраосновных пород, развитых к востоку от мыса Лермонтова.

Геологическое положение и состав серпентинизированных ультрабазитов и серпентинитов. Магматические образования в районе мыса Фиолент слагают скальные обрывы побережья в южной части Гераклеяского п-ова на протяжении ~7 км. С востока их выходы ограничены Георгиевским разломом, который резко отделяет этот район от остальной части Крыма. Магматизм Фиолента традиционно сопоставляют с островодужным карадагским типом [Лебединский, Соловьев, 1988; Юдин, 2003, 2011], а время его проявления относят к средней юре (байос). Считается, что цоколем Фиолентовского палеовулкана служат отложения таврической серии (T_3-J_1). Однако до сих пор в районе Фиолента подобные образования не обнаружены ни на суше, ни на морском дне, ни в скважинах, пробуренных на севере от мыса на Гераклеяском плато [Шнюкова, 2013]. Магматиты

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, вед. науч. с., канд. геол.-минерал. н.; *e-mail:* lidem06@rambler.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, ассистент, канд. геол.-минерал. н.; *e-mail:* maru_promyslova@gmail.com

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, зав. кафедрой, профессор, докт. геол.-минерал. н.; *e-mail:* koronovsky@dynamo.geol.msu.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, студент; *e-mail:* Charev2011@yandex.ru

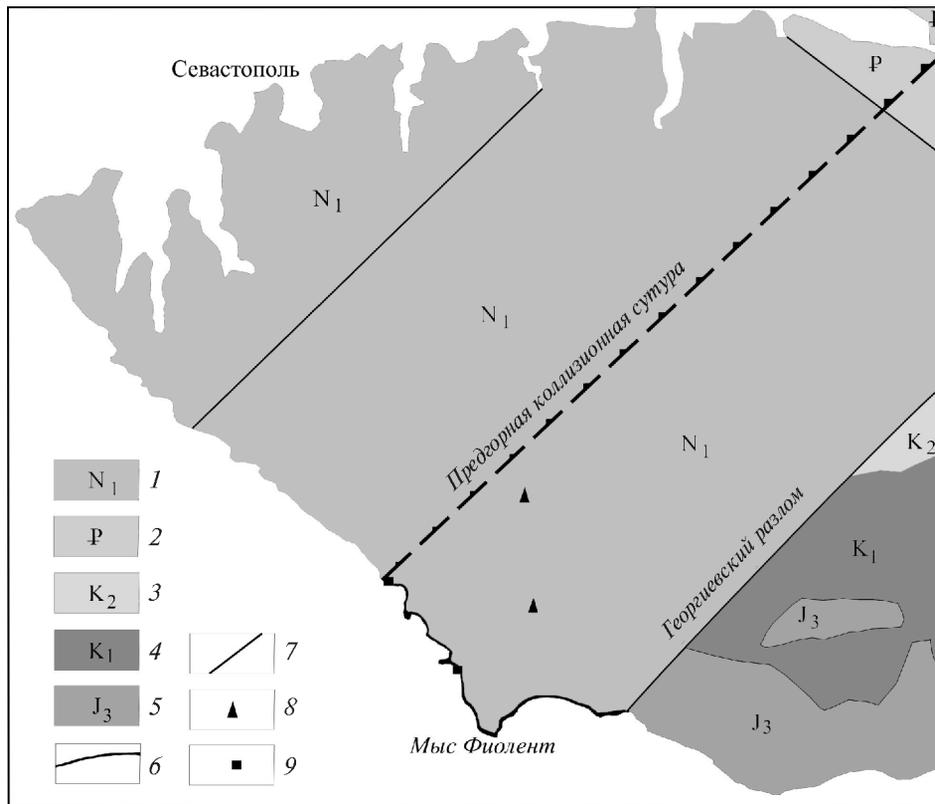


Рис. 1. Схема геологического строения Гераклейского полуострова [Государственная..., 2006], положение Предгорной сутуры по [Юдин, 2009]: 1–6 — отложения: 1 — миоценовые, 2 — палеоценовые, 3 — верхнемеловые, 4 — нижнемеловые, 5 — верхнеюрские; 6 — магматиты; 7 — разломы; 8 — положение скважин, вскрывших магматиты; 9 — места находки серпентинитов

перекрыты известняками сарматского яруса неогена, залегающими практически горизонтально. Преобладающий тип магматитов в районе представлен подушечными лавами, преимущественно базальтами, составляющими ~70% видимых выходов магматических пород. Габбро и перидотиты находятся в западной части района, где нами найдены коренные обнажения серпентинитов.

Серпентинизированные ультрабазиты и серпентиниты в районе скалы Утюг. Скала Утюг расположена на западном окончании магматических выходов около мыса Фиолент. Она имеет линзовидную, вытянутую в северо-западном направлении форму (рис. 2, А, Б) и сложена сильно трещиноватыми и измененными габбро с раздробленными зернами клинопироксена, редкого ортопироксена, табличками основного плагиоклаза, сосюритизированного и альбитизированного по краям (рис. 3, А). Из вторичных минералов резко преобладает хлорит, ассоциирующий с мелкими зернами рудного минерала. Коренные выходы серпентинизированных ультрамафитов и серпентинитов приурочены к пересечению двух субвертикальных зон разломов северо-восточного и северо-западного простирания, ограничивающих обрывы скалы Утюг (рис. 2, А, Б). На запад от скалы в береговых обрывах развиты измененные и брекчированные подушечные лавы. Отдельные подушки намечаются по выполнению пространства между ними эпидотизированными

брекчиями и зелеными яшмами. Лавы представлены афировыми миндалекаменными базальтами с типичной спилитовой структурой (рис. 3, Б). Миндалины сложены преимущественно эпидотом, реже карбонатами.

Выходы подушечных лав ограничены с востока зоной разлома, по которой они контактируют с серпентинизированными ультраосновными породами с многочисленными зеркалами скольжения и плоскостями рассланцевания, придающими им сланцеватую и линзовидную текстуру. Серпентинизация проявлена неравномерно и тяготеет к трещинкам, параллельным направлению рассланцевания (рис. 3, В). Серпентин представлен чешуйчатыми пластинками антигорита, реже тонкими волокнистыми агрегатами хризотила. На сколах, перпендикулярных к направлению рассланцевания, породы имеют очковую текстуру, выраженную в наличии отдельных раздробленных довольно крупных (до 2 мм) зерен клинопироксена (очков), обтекаемых агрегатами серпентина, хлорита, реже актинолита. Первичный состав ультраосновных пород определить сложно. С наибольшей долей вероятности их можно отнести к верлитам или лерцолитам, поскольку в шлифах помимо клинопироксена иногда встречаются реликты отдельных зерен ромбического пироксена. К восточному контакту серпентинизированных ультрабазитов приурочена дайка мелкозернистых долеритов с обилием рудных минералов (рис. 3, Г).



А



Б

Рис. 2. Коренные обнажения серпентинизированных ультрабазитов и серпентинитов в районе скалы Утюг: А — вид с северо-запада, Б — вид с юго-востока. Штриховые линии — разломы

Далее на восток, непосредственно у скалы Утюг расположена зона катаклизмов и милонитов, к которой и приурочены выходы серпентинитов, образующих округлые, выпуклые поверхности (рис 4, А) на фоне раздробленных пород. В целом эти образования представляют собой серпентинитовый меланж, видимая ширина выхода которого в северо-восточном направлении составляет около 15 м, а в северо-западном достигает 40 м. Меланж из-за существенно меньшей прочности по сравне-

нию с габбро разрушается интенсивнее и слагает перешеек между скалой и береговыми обрывами.

Серпентиниты характеризуются грубочешуйчатой и линзовидной отдельностью, буроватым, темно-серым цветом на выветрелой поверхности и пятнистой шелковистой окраской разных оттенков зеленого цвета на свежих сколах (рис. 4, Б). Они сложены агрегатами тонких иголочек серпентина, преимущественно хризотила, ориентированных либо параллельно, либо образующих сноповидные

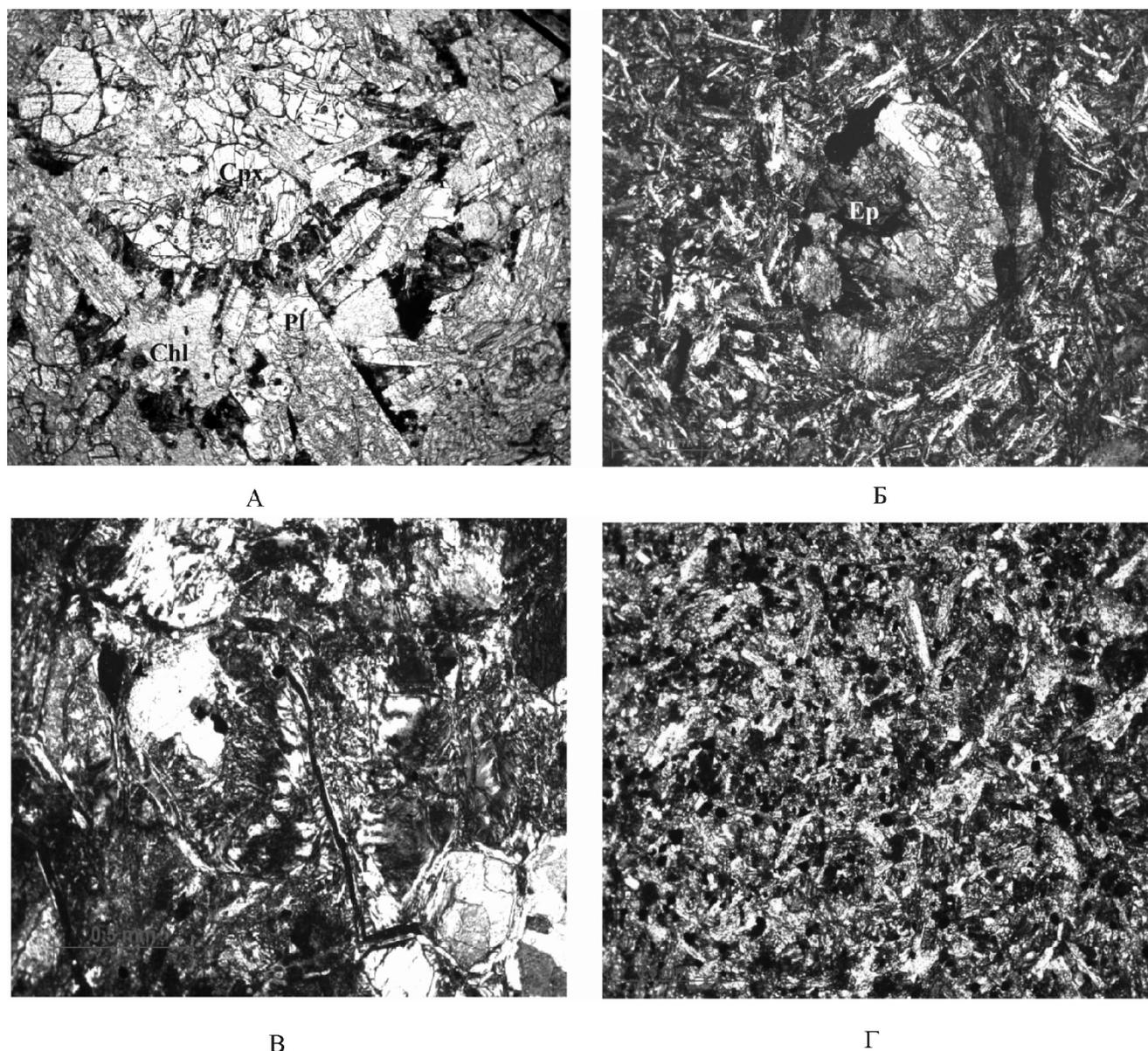


Рис. 3. Фото шлифов: А — габбро, Б — подушечные лавы, В — серпентинизированные ультрабазиты, Г — долериты (А — николи параллельны, Б–Г — николи скрещены). Chl — хлорит, Срх — клинопироксен, Ep — эпидот, Pf — плагиоклаз

скопления (рис. 5, А, Б). В небольшом количестве присутствуют хлорит, актинолит, тремолит, тальк, карбонат и рудные минералы. Реликты раздробленных зерен клинопироксена (рис. 5, В) или его отдельные обломки распространены в породе неравномерно и в существенно меньшем количестве, чем в серпентинизированных ультрамафитах. Это свидетельствует о том, что серпентинизации подвергались одни и те же породы, а ее интенсивность зависела от их проницаемости для морской воды и метаморфизирующих растворов, которая существенно выше в зонах разломов.

На восток от скалы Утюг развиты ультраосновные породы — лерцолиты, верлиты, дуниты с типичными кумулятивными структурами и переходами через постепенное увеличение содержания плагиоклаза к габбро [Шнюкова, 2013]. Эти породы отнесены ею к расслоенному базит-

ультрабазитовому комплексу офиолитов, генетически связанных с Ломоносовским подводным массивом. Геодинамическая природа Ломоносовского массива спорна. Согласно работе [Шнюков и др., 1997], он представляет собой магматические фрагменты островной палеодуги мелового возраста. В то же время В.В. Юдин [2003] относит его образования к верхнемеловому–палеогеновому задугово-спрединговому комплексу, связанному с раскрытием Западно-Черноморской впадины.

Аподунитовые серпентиниты из брекчий. Серпентиниты установлены нами также в коренных обнажениях метаморфизованных брекчий (рис. 6, А, Б), развитых на востоке от мыса Лермонтова в береговых обрывах Царской бухты и мыса Львенок. Метаморфические брекчии перекрыты подушечными лавами и прорваны серией параллельных даек долерито-базальтов и базальтов (рис. 7, А),



А



Б

Рис. 4. Фото выхода серпентинитов (А) и штуфа серпентинитов (Б)

которые служили подводными каналами для базитовой магмы. Дайки имеют мощность от 15 до 60 см и подорванные, нечеткие контакты (рис. 7, Б) с брекчиями в скринах (20–60 см), что свидетельствует об их внедрении в нелитифицированные брекчии. Часто брекчии содержат обломки пород даек, иногда дайки расташены на отдельные фрагменты, что хорошо видно в обнажениях обрывов на мысе Львенок.

Брекчии сложены угловатыми и слабоокатанными обломками основных и ультраосновных пород, сцементированных матриком, состоящим из микро- и мелкообломочного материала этих же пород, а также карбонатами и кремнистыми образованиями — яшмами светло-голубовато-зеленого цвета. Подобные яшмы слагают также трещины в контактовых зонах даек, где присутствуют и мелкие многочисленные карбонатные жилки. Среди обломков брекчий встречаются пластинчатые разности (рис. 6, Б), представляющие собой гиалокластиты, образовавшиеся при растрескивании быстро остывавших в подводных условиях лав. Брекчии метаморфизованы в усло-

виях высокотемпературной ступени зеленосланцевой фации. В обломках представлены типичные хлоритовые, хлорит-альбитовые, реже хлорит-актинолитовые и хлорит-эпидотовые сланцы, а также аподунитовые серпентиниты с петельчатой структурой (рис. 5, Г). Это свидетельствует о том, что ультраосновные породы были выведены на морское дно и интенсивно разрушались до начала излияния базальтов. Подобные брекчии широко распространены в офиолитах Лигурии, Малого Кавказа, Южного Тянь-Шаня и других областей [Книппер, 1978]. Их образование связывают с перерывами в формировании офиолитов, когда в условиях сильно расчлененного рельефа морского дна размываются верхние части разреза вплоть до серпентинитов [Абакумова и др., 1994]. Отметим, что эта стадия развития рифтовых зон океанов и задуговых морей спредингового типа выделяется также как тектоническая или деструктивная (в отличие от вулканической конструктивной). Такой циклический характер тектонической активности является показателем медленноспрединговых хребтов [Зоненшайн, Кузьмин, 1993].

Геодинамическая обстановка формирования серпентинитов. Магматизм Горного Крыма практически все его исследователи относят к островодужному типу, представителем которого и является так называемый Фиолентовский вулкан. Однако единого вулкана в районе мыса Фиолент не существовало. В береговых скальных обрывах, расположенных на западе от мыса Фиолент, хорошо видны разнонаправленные потоки подушечных лав (рис. 8), что свидетельствует о наличии нескольких центров извержения. Отдельные потоки различаются не только направленностью, но также мощностью, размерами подушек, составом вещества, заполняющего межподушечное пространство лав.

Подводящими каналами служили параллельные трещины, выполненные долеритами, долерито-базальтами, базальтами, относящимися к комплексу параллельных даек. Фрагменты этого комплекса обнаружены авторами впервые в береговых обнажениях бухт Царская, Мраморная (Эхо) и Каравелла (Лермонтова дача). Более поздние плагиориолиты и их брекчии, составляющие не более 10% от общего объема магматитов в районе, слагают преимущественно дайки, штоки, экстрозивные купола с веерной столбчатой отдельностью и представляют собой дифференциаты базальтовых магм [Промыслова и др., 2014]. Только в береговых обрывах Яшмовой бухты выделяются три самостоятельных центра извержения кислых магм, к которым приурочены зоны интенсивной постмагматической гидротермальной переработки, выражающиеся в окварцевании, ожелезнении и сульфидном оруденении.

Находка серпентинитов и фрагментов комплекса параллельных даек в совокупности с

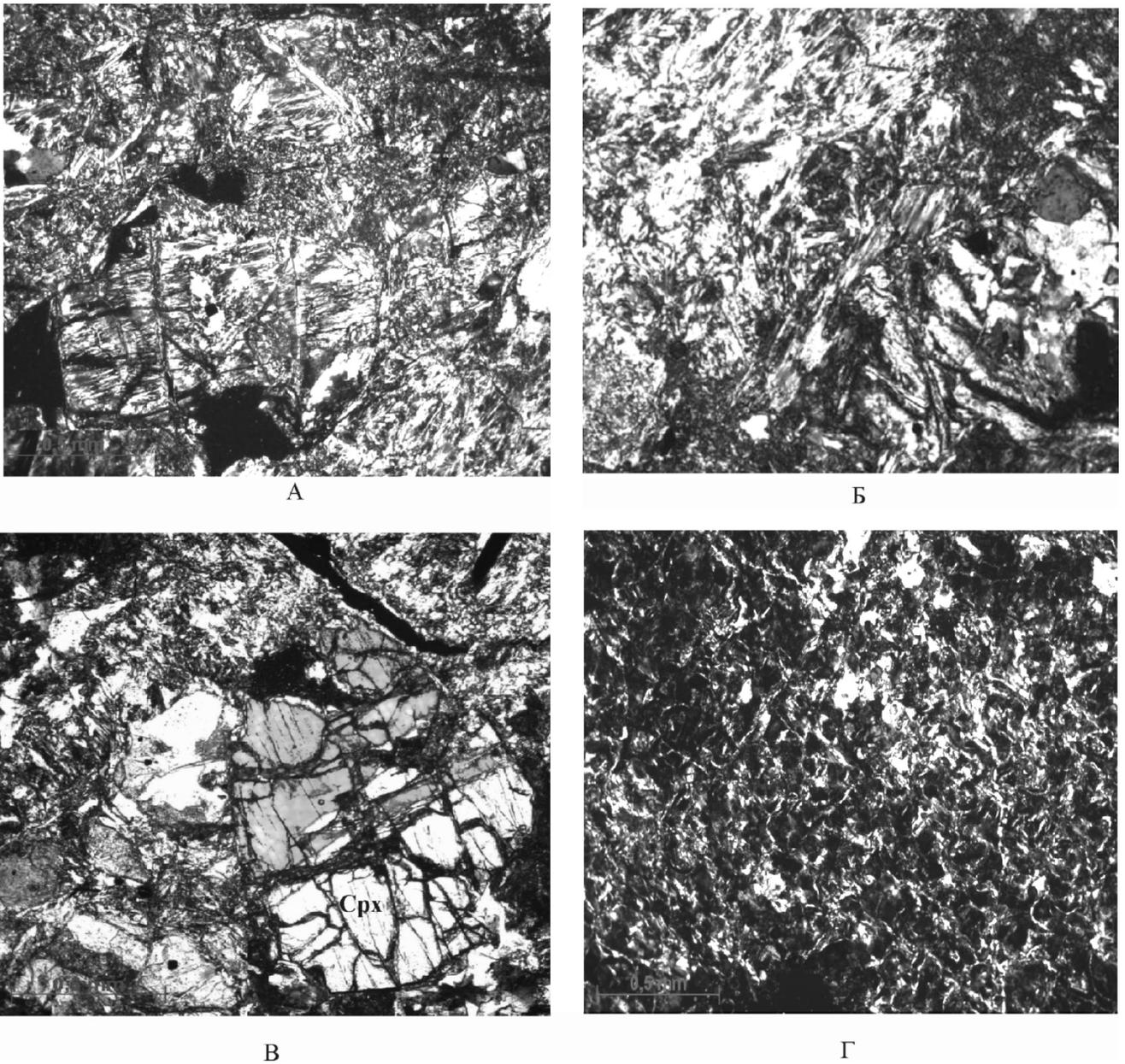


Рис. 5. Фото шлифов серпентинитов: А–В — в районе скалы Утюг, Г — в районе мыса Львенок (николи скрещены). Срх — клинопироксен

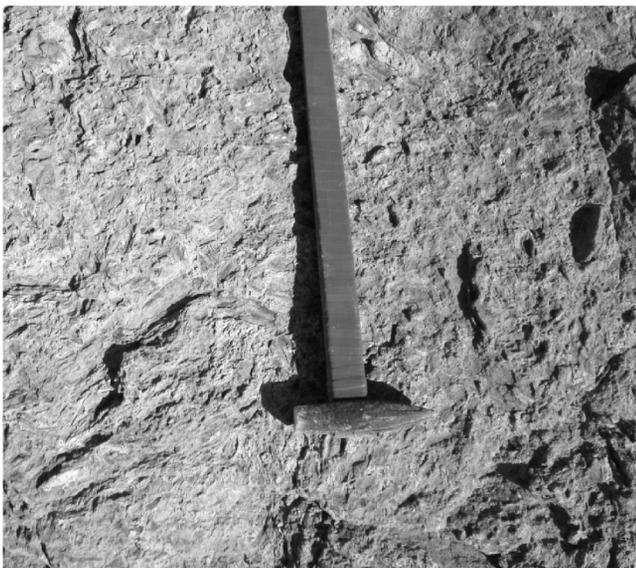
широко развитыми подушечными лавами, а также габбро, перидотитами и яшмами позволяет уверенно выделить офиолитовую ассоциацию. Серпентинизированные ультрамафиты и серпентиниты представляют собой тектонизированные и метаморфизованные реликты верхней мантии, которые относят к четвертому слою коры океанического типа [Абакумова и др. 1994; Абрамович и др., 1997]. Отметим, что на возможное присутствие офиолитов в районе мыса Фиолент указывали ранее Е.Е. Шнюкова [2005] и М.Ю. Промыслова с соавторами [2014]. Встает вопрос о том, какому бассейну принадлежала офиолитовая ассоциация.

В.В. Юдин [2011] считает, что киммерийский (позднетриасовый–раннемеловой) геодинамический цикл развития Крыма связан с существованием в то время северного фрагмента палеоокеана

Мезотетис, раскрытие которого сначала отделило Горнокрымский террейн (Крымю) от южной окраины Лавразии, а затем на конвергентном этапе произошла коллизия Крымии сначала с Понтией, а затем и с Евразией — частью Лавразии, образовавшейся после ее раскола при раскрытии Атлантического океана. Магматизм Горного Крыма, в том числе и в районе мыса Фиолент, В.В. Юдин связывает с зоной субдукции, которая зафиксирована Измир-Анкарской сутурой северного падения, расположенной в Анатолии. Похожая точка зрения представлена и в работе [Meijers et al., 2010]. С Предгорной сутурой северного падения, к юго-западному окончанию которой в Крыму примыкают выходы магматических образований мыса Фиолент (рис. 1), по мнению В.В. Юдина [2008], генетически связан среднеюрский–раннемеловой



А



Б

Рис. 6. Фото обнажений метаморфизованных брекчий в береговых обрывах Царской бухты (А) и на мысе Львенок (Б)

магматизм Равнинного Крыма, сформировавшийся на активной окраине Лавразии. Возраст фрагментов ультраосновных пород офиолитов, встречающихся в кластолитах Присутурного и Симферопольского меланжа, он относит к позднему триасу—ранней юре. Ранее Л.П. Зоненшайн с соавторами [1990] высказывали мнение о существовании задугового бассейна в тылу киммерийской энсиматической островной дуги.

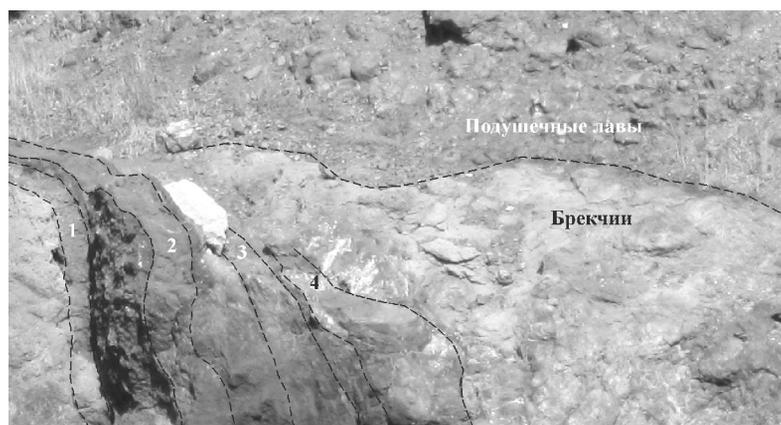
Задуговой Большекавказский бассейн, западная часть которого захватывала и территорию современного Горного Крыма, для ранней и средней юры реконструирован А.М. Никишиным с соавторами [1997]. Однако в их построениях позиция юрского магматизма Горного Крыма не обозначена, а южнее Большекавказского бассейна выделен Понтийско-Транскавказский магматический пояс, связанный с субдукцией палеоокеана Тетис. Согласно В.С. Милееву с соавторами [1997], в позд-

нем триасе—ранней юре в области современных Крымских гор существовал глубоководный рифтогенный Таврический бассейн, разделявший два террейна: Скифию (современный степной Крым) и Эвксинию (современная акватория Черного моря). Их сближение произошло в конце ранней—начале средней юры, при этом кора Таврического бассейна субдуцировала в северном направлении под Скифию. Островная дуга возникла во второй половине байосского века, когда и произошло внедрение интрузий первомайского—аюдагского комплекса и формирование бодракско-карадагской вулканической серии, к которой большинство исследователей относят и магматиты в районе мыса Фиолент. В конце средней юры произошло полное закрытие Таврического бассейна и коллизия Эвксинии и Скифии, в результате чего возникла сутура — Лозовская зона смятия. Отметим, что В.В. Юдин [2008] относит образования Лозовской зоны, как и района мыса Фиолент, к Симферопольскому меланжу.

Детальное изучение химического состава, включая распределение редкоземельных элементов и широкого спектра других микроэлементов, подушечных лав и долеритов в районе мыса Фиолент, указывает на их надсубдукционную природу и принадлежность к задуговому бассейну, достигшему в своем развитии стадии спрединга [Промыслова и др., 2014; 2015]. Вопрос о времени существования бассейна остается открытым. Единичные определения абсолютного возраста магматитов исследуемого района мыса Фиолент выполнены Е.Е. Шнюковой [2005, 2013]. Проанализированные U—Pb SHRIMP-методом цирконы (3 зерна) из дайки базальтов Центрального Фиолента указали на их докембрийский возраст — 1771 ± 28 млн лет. Древний возраст (2091 ± 10 млн лет) получен также по 6 зернам циркона из верлита расслоенного комплекса. Для плагиориолита K—Ar-методом определен возраст в 174 млн лет, что соответствует байосскому веку средней юры. Докембрийский возраст, скорее всего, указывает на возраст мантии, в равновесии с которой выплавлялась базитовая магла, захватившая древние цирконы. Корреляция магматических образований Фиолента с комплексами других районов Горного Крыма требует дополнительного изучения и обсуждения.

Выводы. 1. Находка серпентинизированных ультрабазитов и серпентинитов, а также комплекса параллельных даек в коренных обнажениях Горного Крыма (район мыса Фиолент) в совокупности с габбро, подушечными лавами и кремнистыми образованиями позволила существенно дополнить офиолитовую ассоциацию, выделяемую ранее в регионе по отдельным фрагментам.

2. Офиолитовая ассоциация имеет надсубдукционную природу и принадлежит коре задугового бассейна, развитие которого достигло стадии спрединга.



А



Б

Рис. 7. Фото параллельных даек базальтов (1–4) на мысе Львенок (А, Б)



Рис. 8. Фото разнонаправленных потоков подушечных лав (береговой скальный обрыв на запад от мыса Фиолент)

3. Полученные данные имеют большое значение для палеогеодинамики региона и построения

моделей тектонического развития Горного Крыма в мезозойское время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абакумова Л.Н., Березнер О.С., Гусев Г.С.* и др. Изучение офиолитовых комплексов при геологическом картировании. М.: Роскомнедра, Георкарт, МАНПО, 1994. 254 с.
- Абрамович И.И., Залепугин Н.В., Аглонов С.В.* и др. Основы геодинамического анализа при геологическом картировании. М.: МПР РФ, ВСЕГЕИ, ГЕОКАРТ, МАНПО. 1997. 518 с.
- Государственная геологическая карта Украины. Масштаб 1:200 000. Крымская серия. Киев: УкрГГРН, 2005.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И.* Палеогеодинамика. М.: Наука, 1993. 192 с.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М.* Тектоника литосферных плит территории СССР. М.: Недра, 1990.
- Книппер А.Л.* Офиокальциты и некоторые другие типы брекчий, сопровождающие доорогенное становление офиолитовых комплексов // Геотектоника. 1978. № 2. С. 50–65.
- Лебединский В.И., Соловьев И.В.* Байосские вулканоструктуры Горного Крыма // Геол. журн. 1988. № 4. С. 85–93.
- Милеев В.С., Розанов С.Б., Барабошкин Е.Ю.* и др. Тектоническое строение и эволюция Горного Крыма // Очерки геологии Крыма. М., 1997. С. 189–206.
- Никишин А.М., Болотов С.Н., Барабошкин Е.Ю.* и др. Геологическая история Скифско-Черноморского региона // Очерки геологии Крыма. М., 1997. С. 207–227.
- Промыслова М.Ю., Демина Л.И., Бычков А.Ю.* и др. Природа магматизма района мыса Фиолент (Юго-Западный Крым) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2014. № 6. С. 14–22.
- Промыслова М.Ю., Демина Л.И., Бычков А.Ю.* и др. Геодинамическая обстановка формирования офиолитовой ассоциации района мыса Фиолент (Юго-Западный Крым) // Тектоника и геодинамика континентальной и океанической литосферы: Мат-лы XLVII Тектон. совещ. М.: ГЕОС, 2015. С. 65–70.
- Шнюков Е.Ф., Рябенко В.А., Сиденко О.Г.* и др. Первая находка ультрамафитов в Крыму // Докл. АН УССР. Сер. Б. 1979. № 1. С. 18–20.
- Шнюков А.Ф., Щербаков И.Б., Шнюкова Е.Е.* Палеоостровная дуга севера Черного моря. Киев: НАНУ, 1979. 287 с.
- Шнюкова Е.Е.* Магматические породы мыса Фиолент // Петрография XXI века: Мат-лы X Всеросс. петрограф. совещ. Апатиты: КНЦ, 2005. С. 289–291.
- Шнюкова Е.Е.* Магматизм зоны сочленения Западно-Черноморской впадины, Горного Крыма и Скифской плиты: Автореф. ... докт. дисс. Киев, 2013. 40 с.
- Юдин В.В.* Предгорная сутура Крыма // Геологічний журнал. 1995. № 3–4. С. 56–61.
- Юдин В.В.* Магматизм Крымско-Черноморского региона с позиций актуалистической геодинамики // Мінеральні ресурси України. 2003. № 3. С. 18–21.
- Юдин В.В.* Геодинамика Черноморско-Каспийского региона. Киев: УкрГГРИ, 2008. 116 с.
- Юдин В.В.* Геологическая карта и разрезы Горного, Предгорного Крыма. Симферополь: НПЦ «Союзкарта», 2009.
- Юдин В.В.* Геодинамика Крыма. Симферополь: ДИАЙПИ, 2011. 333 с.
- Meijers M.J.M., Vrouwe B., Hinsbergen D.J.J.* et al. Jurassic arc volcanism on Crimea (Ukraine): Implications for the paleo-subduction zone configuration of the Black Sea region // Lithos. 2010. Vol. 119. P. 412–426.

Поступила в редакцию
29.03.2015