

УДК 551.21 (234.86)

М.Ю. Промыслова<sup>1</sup>, Л.И. Демина<sup>2</sup>, А.И. Гуцин<sup>3</sup>, Н.В. Короновский<sup>4</sup>

## ТИПЫ БРЕКЧИЙ ОФИОЛИТОВОЙ АССОЦИАЦИИ ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПАЛЕОГЕОДИНАМИКИ РЕГИОНА

Описаны типы брекчий, в том числе впервые офиокальцитовые, в восточной части района мыса Фиолент, образование которых связано с формированием офиолитовой ассоциации. Показано, что формирование офиолитовой ассоциации района происходило в зоне пересечения рифтовой долины и трансформного разлома.

*Ключевые слова:* брекчии, офиокальциты, подушечные лавы, комплекс параллельных даек, геодинамические условия, Юго-Западный Крым.

The article describes the types of breccias of the eastern part of Cape Fiolent region, including for the first time verd antique (ophicalcite), which formation is associated with the ophiolites. It is shown that the formation of the ophiolite association of that area occurred in the intersection zone of the rift valley and transform fault.

*Key words:* breccias, ophicalcite, pillow lavas, complex of parallel dikes, geodynamic conditions, South-Western Crimea.

**Введение.** В офиолитовых ассоциациях складчатых областей очень широко распространены брекчии, включающие разнообразные обломки пород ассоциации. Их образование связывают с перерывами в формировании офиолитов, когда в условиях сильнорасчлененного рельефа морского дна размываются верхние части разреза вплоть до серпентинитов [Абакумова и др., 1994]. Особое значение имеют так называемые офиокальциты, представляющие собой брекчии серпентинитов и серпентинизированных ультрабазитов, сцементированные карбонатным материалом.

Помимо ультрабазитов в обломках могут присутствовать подушечные лавы, породы даек и кремнистые образования [Зоненшайн, Кузьмин, 1993; Книппер, 1978]. Подобные брекчии известны в офиолитах Кипра, Лигурии, Малого Кавказа, Южного Тянь-Шаня, хр. Гуйран-Сайхан в Южной Монголии и в других областях. Во время полевых исследований в 2015 г. в береговых обрывах восточной части выходов офиолитов района мыса Фиолент, расположенного на южном окончании Гераклеийского п-ова Юго-Западного Крыма, нами встречены офиокальциты [Промыслова и др., 2016], а также изучены другие типы брекчий.

В районе мыса Фиолент установлены все члены полного разреза офиолитовой ассоциации, включающей серпентинизированные ультрабазиты и серпентиниты, расслоенный базит-ультрабазитовый комплекс, габбро и габбро-долериты, фрагменты комплекса параллельных даек, подушечные лавы,

кремнистые черные слоистые образования и яшмы [Демина и др., 2015; Промыслова и др., 2016]. Нарастивание разреза офиолитовой ассоциации происходит в направлении с северо-запада на юго-восток. Детальное изучение химического состава, включая распределение редкоземельных элементов (РЗЭ) и широкого спектра других микроэлементов, ультрабазитов, подушечных лав и долеритов из офиолитов в рассматриваемом районе указывает на их надсубдукционную природу и принадлежность к задуговому бассейну, достигнутому в развитии стадии спрединга [Промыслова и др., 2014; 2016].

### Брекчии в восточной части района мыса Фиолент.

На восточном участке Фиолента от Мраморной бухты до мыса Айя-Бурун (рис. 1) обнажаются две толщи подушечных лав, различающихся составом и текстурно-структурными особенностями, а также фрагменты комплекса параллельных даек и брекчии, среди которых встречаются офиокальциты. Нижняя толща лав сложена миндалекаменными базальтами с ярко выраженным зональным строением подушек — видно, что при выветривании лавы приобретают скорлуповидную отдельность. Количество миндалин, выполненных карбонатами, заметно возрастает от центральных частей подушек к краевым. Межподушечное пространство сложено обломками лав и яшмами зеленого цвета. Лавы прорваны серией параллельных даек, среди которых наблюдаются различия с клиновидным окончанием и характерными контактами, границы которых повторяют подушечное строение лав.

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, ассистент, канд. геол.-минерал. н.; e-mail: mary.promyslova@gmail.com

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, вед. науч. с., канд. геол.-минерал. н.; e-mail: lidem06@rambler.ru

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, доцент, канд. геол.-минерал. н.; e-mail: alexmsu-824@mail.ru

<sup>4</sup> 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

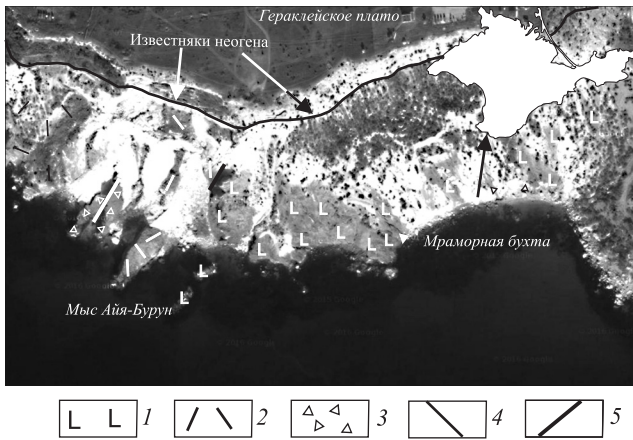


Рис. 1. Схема геологического строения восточной части района мыса Фиолент: 1 — подушечные лавы, дайки; 2 — риолиты, дайки; 3 — брекчии; 4 — граница известняков сарматского яруса; 5 — разрывные нарушения. Белое — осыпи известняков

Это свидетельствует о том, что дайки внедрялись в незатвердевшие полностью лавы и представляют верхнюю часть комплекса.

В клифах западной части Мраморной бухты обнажаются глыбовые брекчии, состоящие из крупных (до 0,8–1 м) обломков долерито-базальтов параллельных даек. В цементе (помимо пород даек) присутствуют серпентинизированные породы и карбонатный материал. О первично обломочном характере толщи свидетельствует то, что в ней наблюдаются тонкие (до нескольких сантиметров) и протяженные относительно слабонарушенные прослой карбоната (рис. 2), а также соседствующие с брекчиями фрагменты параллельных даек с сохранившимися первичными взаимоотношениями со скринами.

Офиокальциты расположены на западе от обнажений глыбовых брекчий. Их восточный контакт скрыт под осыпями неогеновых известняков. В них присутствуют как остроугольные, так и в

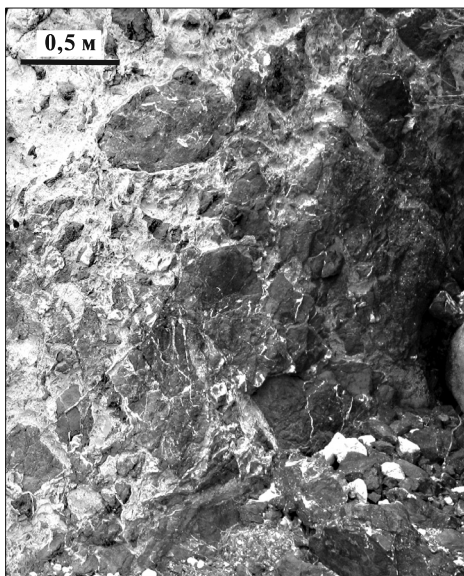


Рис. 3. Фото офиокальцитов



Рис. 2. Фото глыбовых брекчий долерито-базальтов комплекса параллельных даек. Белое в правой части — прослой карбоната

разной степени окатанные обломки разнообразных пород (серпентинитов, серпентинизированных ультрабазитов, даек, основных лав), размер некоторых из них достигает 0,5–0,8 м (рис. 3). Обломки сцементированы карбонатным материалом с небольшой долей (до 3%) силикатного компонента. Офиокальциты перекрыты верхней толщей подушечных лав (рис. 4), пропитанных карбонатным материалом, который концентрируется как в межподушечном пространстве, так и в радиальных расщепляющих подушки трещинах, утолщающихся от их центров к краям (рис. 5). Отдельные потоки лав разделены прослоями брекчий, также сцементированных карбонатным материалом (рис. 6). Присутствие значительного количества цементирующего карбонатного материала свидетельствует о том, что извержения основной лавы происходили на такой глубине морского дна, которая находилась выше или на уровне зоны карбонатной компенсации. Отметим, что западнее (мыс Львенок) в цементе брекчий, содержащих аподунитовые петельчатые серпентиниты, первичные карбонаты отсутствуют [Демина и др., 2015].

На западе от мыса Айя-Бурун обнажаются две толщи брекчий, различающихся размерами обломков и их составом. Контакты этих толщ с

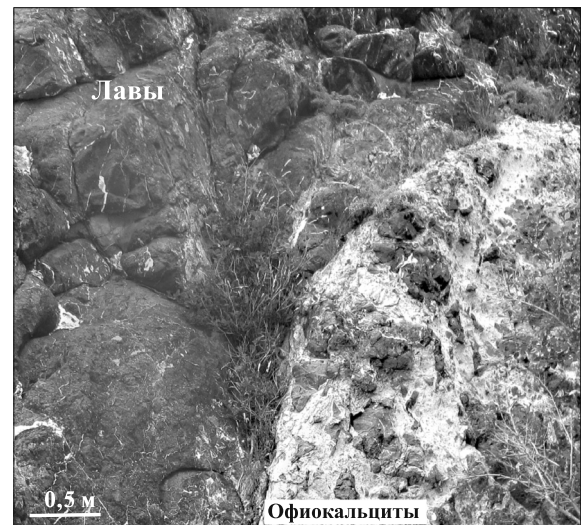


Рис. 4. Фото контакта офиокальцитов и подушечных лав

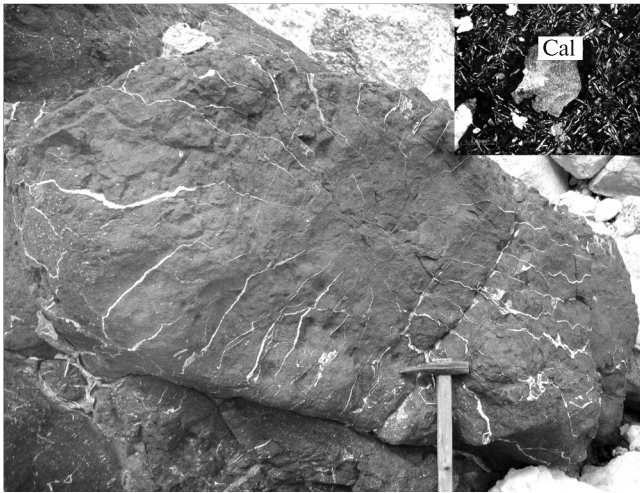


Рис. 5. Фото радиальных трещинок в подушечных лавах, выполненных кальцитом. На врезке — микрофотография лав, Cal — кальцит

окружающими породами полностью засыпаны продуктами разрушения неогеновых известняков. Первая толща состоит из крупноглыбовых брекчий (рис. 7, А), в которых размеры глыб составляют несколько десятков сантиметров, иногда достигают 1 м и более. В обломках присутствуют

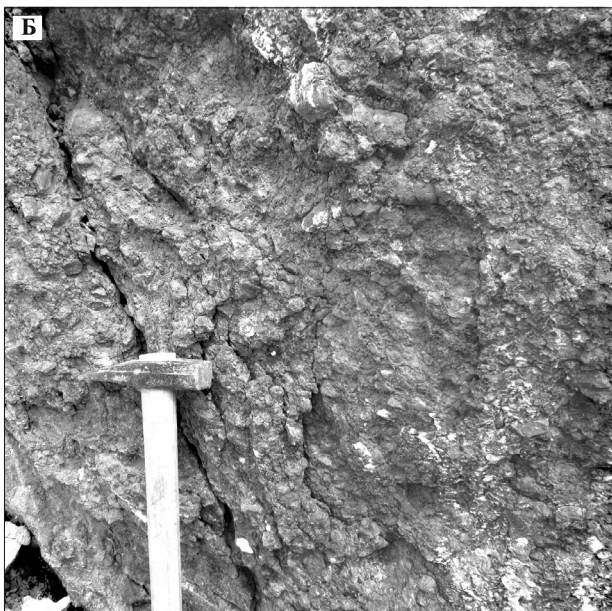


Рис. 7. Фото двух толщ брекчий на западе от мыса Айя-Бурун: А — глыбовая брекчия, Б — более тонкая брекчия



Рис. 6. Фото прослая брекчий в подушечных лавах

преимущественно основные лавы, иногда их отдельные подушки. Крупные обломки погружены в мелкообломочную массу алевроитовой и пелитовой размерности с глинисто-кремнистым цементом, при этом карбонатный материал в цементе практически отсутствует. Грубообломочные брекчии перекрывают подушечные лавы, что хорошо видно в юго-западном клифе небольшого мыса. Можно предположить также, что лавы слагают крупный кластолит, захороненный в брекчиях. Подобный кластолит, состоящий из линзовидной формы метаморфизованных зеленых (предположительно ультраосновных) пород, наблюдается в подушечных лавах береговых обрывов небольшой бухточки, расположенной на западе от бухты Мраморная (рис. 8).

Вторая толща брекчий отделена от первой разрывом и заметно отличается размерами (от долей миллиметра до 10 см) обломков (рис. 7, Б), имеет пестрый состав — в обломках присутствуют как основные лавы, так и кислые, а также осадочные кремнистые породы, хлоритовые сланцы, ультрабазиты и др. Количество цемента в ней существенно выше, он имеет глинисто-кремнистый состав. Толща пронизана многочисленными

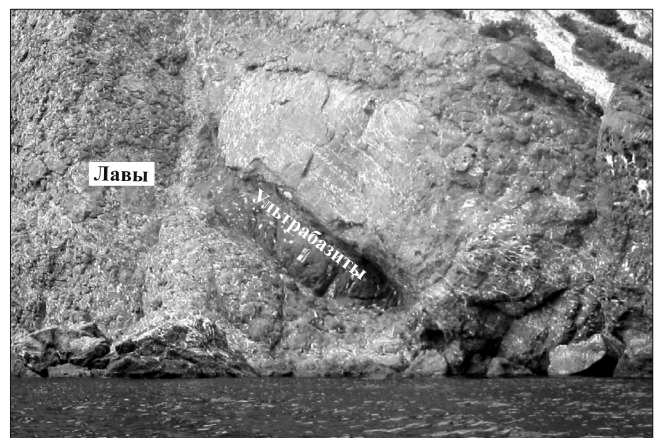


Рис. 8. Фото линзы ультраосновных (?) пород в подушечных лавах



прожилками халцедона с цеолитами. Отсутствие карбонатного цемента позволяет предположить, что они формировались на глубине ниже уровня карбонатной компенсации. Эти толщи брекчий требуют дальнейшего более детального изучения.

**Геодинамические условия формирования брекчий.** Широкое развитие глыбовых брекчий — признак аномальных склонов рифтовых долин медленносрединговых хребтов, которые возникают при пересечении их трансформными разломами [Зоненшайн, Кузьмин, 1993]. В этом случае происходит резкое поднятие внутреннего угла долины, разрушение слагающих его пород, образование у подножия поднятия глыбовых осепей, которые при цементации превращаются в брекчий. Впоследствии осыпи заливаются новыми порциями лавы. Именно такие взаимоотношения брекчий и лав наблюдаются в восточной части района мыса

Фиолент. Подобные брекчий часто ошибочно относят либо к взрывным вулканогенным породам (туфам), либо к брекчиям и конгломератам, связанным с началом нового тектонического этапа. Именно в качестве туфов были закартированы брекчий геологами-производственниками в этом районе. Наличие «туфов» служило веским аргументом в пользу отнесения магматизма к островодужному типу.

Похожие взаимоотношения ультрабазитов дайкового комплекса и подушечных лав описаны в офиолитовом массиве Троодос на Кипре, для которого также предполагается связь их формирования с трансформным разломом [Мурс и др., 1973].

Горные породы в области внутреннего угла, расположенного на пересечении рифтовой долины и активного участка трансформного разлома, испытывают разнонаправленное растяжение, что

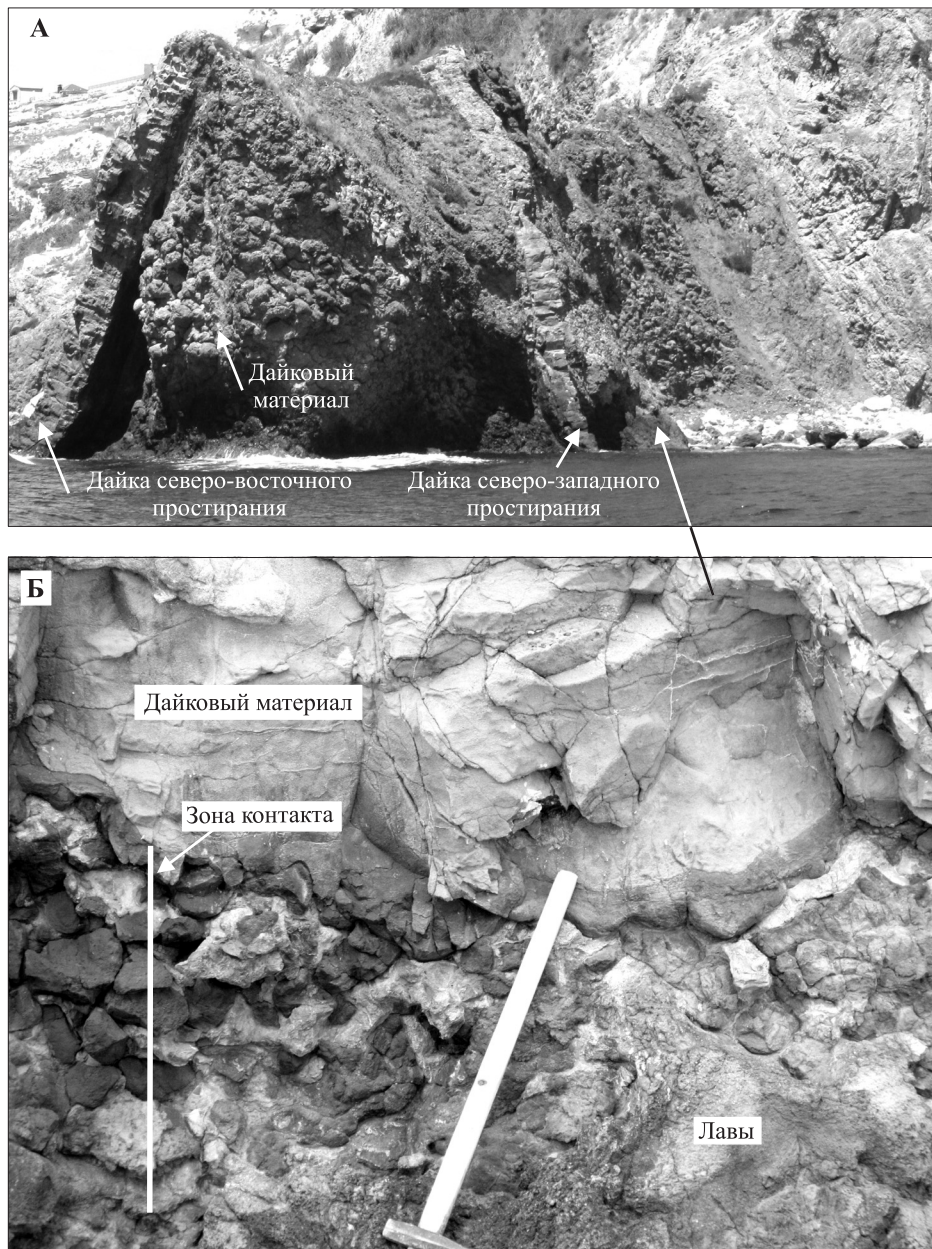


Рис. 9. Взаимоотношение даек (А) и проникновение дайкового материала в лавы (Б), мыс Броневой

выражается перпендикулярным или косым (под углом 45°) расположением сбросов [Зоненшайн, Кузьмин, 1993]. Свидетельство существования таких условий в районе — взаимоотношение более поздних, чем параллельные, даек мыса Броневой (Кашалот), расположенного между мысами Лермонтова и Виноградным. Здесь в подушечных лавах наблюдаются две перпендикулярные дайки оливин-пироксеновых долеритов с порфирированной структурой, одна из которых падает на запад-северо-запад под углом 70° и экранирует субвертикальную дайку северо-западного простирания (рис. 9, А), так что в плане наблюдается их Т-образное сочленение. На контактах шириной от 20 до 80 см лавы брекчированы и обожжены, ожелезнены и пропитаны дайковым материалом, что наблюдается и в толще лав вне контактов с дайками (рис. 9, Б).

Лавы и дайки мыса Броневой в свою очередь срезаны сдвиговой зоной северо-западного простирания (рис. 10) с многочисленными зеркалами скольжения и интенсивной хлоритизацией. Вдоль зоны сдвига внедрилась более поздняя дайка, которая имеет кислый состав. Это свидетельствует об условиях трансформации в зоне сдвига. Подобные условия установлены в современных зонах трансформных разломов медленносредингового Срединно-Атлантического хребта, вдоль которых также проявлен магматизм [Кашинцев и др., 2008].

Таким образом, можно предположить, что трансформный разлом имел северо-западное простирание (в современных координатах), а зона спрединга — северо-восточное. Этот вывод не противоречит представлениям В.В. Юдина [2011] о северо-восточном простирании юрско-раннемеловой Предгорной коллизионной сутуры Крыма, представляющей собой след закрытия бассейна с корой океанического типа.

Отметим, что помимо первичных брекчий в районе мыса Фиолент очень широко рас-

пространены брекчии тектонической природы, приуроченные к многочисленным зонам разломов, в том числе надвиговой природы. Породы в зонах разломов брекчированы, катаклазированы, милонитизированы и замещены вторичными минералами — альбитом, кварцем, хлоритом, актинолитом, эпидотом, карбонатами и др. Эти разломы связаны с формированием Предгорной коллизионной сутуры. Часть разломов подновлялась и в четвертичное время, что фиксируется в перекрывающих магматиты неогеновых известняках. Практически все породы в районе мыса Фиолент и вне зон разломов сильно тектонизированы (брекчированы) и изменены, что объясняется их расположением в Симферопольском меланже, выделенном В.В. Юдиным [1993]. Он отмечает, что мощные зоны брекчирования проявляются не только в самих сутурах, но и в оперяющих их высокоамплитудных надвигах [Юдин, 2008], что и наблюдается в Юго-Западном Крыму.

**Выводы.** 1. Офиолиты в северо-западной части района мыса Фиолент формировались на глубине ниже уровня карбонатной компенсации, а в юго-восточной части — выше.

2. Присутствие значительного количества глыбовых брекчий и офиокальцитов свидетельствует об аномальных склонах рифтовой долины, находящихся в зоне ее пересечения с трансформным разломом.

3. Зона спрединга имела северо-восточное простирание (в современных координатах), а трансформный разлом — северо-западное.

4. Последующие деформации, сопровождавшиеся брекчированием, катаклазированием и милонитизацией, связаны с формированием юрско-раннемеловой Предгорной коллизионной сутуры.

**Благодарности.** Авторы выражают искреннюю признательность О.В. Парфеновой, Б.Б. Шкурскому и В.Л. Косорукову за ценные консультации и плодотворные дискуссии.

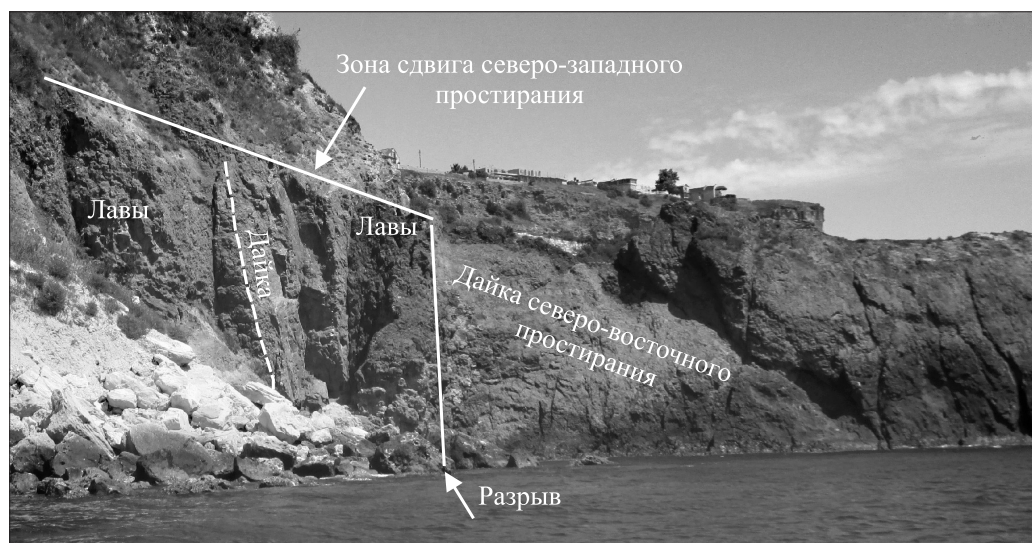


Рис. 10. Зона сдвига, срезающая дайки мыса Броневой

## 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.

*Демина Л.И., Промыслова М.Ю., Короновский Н.В., Царев В.В.* Первая находка серпентинитов в коренных обнажениях Горного Крыма // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2015. № 5. С. 12–20.

*Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И.* Палеогеодинамика. М.: Наука, 1993. 192 с.

*Кашинцев Г.Л., Шрейдер А.А., Максимоскин В.И.* и др. Транстенсия и щелочной магматизм разлома Романш, Атлантика // Геотектоника. 2008. № 4. С. 85–92.

*Книппер А.Л.* Офиокальциты и некоторые другие типы брекчий, сопровождающие доорогенное становление офиолитовых комплексов // Геотектоника. 1978. № 2. С. 50–65.

*Мурс Э.М., Вайн Ф.Дж.* Массив Троодос на Кипре и другие офиолиты как древняя океаническая кора // Петрология изверженных и метаморфических пород дна океана. М.: Мир, 1973. С. 53–74.

*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. Офиолитовая ассоциация Юго-Западного Крыма // Геотектоника. 2016. № 1. С. 25–40.

*Промыслова М.Ю., Демина Л.И., Гуцин А.И.* Тектонические условия формирования офиолитовой ассоциации Юго-Западного Крыма // Проблемы региональной геологии Северной Евразии: Мат-лы X науч. чтений, посвященных памяти профессора М.В. Муратова. М.: МГРИ–РГГРУ, 2016. С. 74–77.

*Юдин В.В.* Симферопольский меланж // Докл. РАН. 1993. Т. 333, № 2. С. 250–252.

*Юдин В.В.* Геодинамика Черноморско-Каспийского региона. Киев: УкрГГРИ. 2008. 116 с.

*Юдин В.В.* Геодинамика Крыма. Симферополь: ДИАЙПИ. 2011. 333 с.

Поступила в редакцию  
01.03.2017