

УДК 551.24 (477.75)

ГЕОЛОГИЯ КАРАДАГА В КРЫМУ.

ЧАСТЬ 1. ОБЩЕЕ СТРОЕНИЕ

Юдин В. В.

*МОО Крымская Академия наук, Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
E-mail: yudin_v_v@mail.ru*

Предшествующие интерпретации геологического строения района Карадага были противоречивые. Проведенные исследования позволили существенно изменить представления о геологическом строении. Весь вулканогенный комплекс пород Берегового хребта залегает субвертикально и представляет собой юго-восточное крыло сорванной и запрокинутой принадвиговой Карадагской антиклинали. По изучению десяти участков подушечных лав и десяти ныне опрокинутых к морю вулканических жерловин установлено, что кровля и верхняя часть палеовулкана была расположена на юго-востоке. Поэтому традиционное в течение 100 лет мнение об омоложении стратотипического разреза карадагской свиты в Тумановой синклинали от берега на северо-запад, следует считать неправильным.
Ключевые слова: Крым; Карадаг; геология; тектоника; геодинамика; вулканы.

ВВЕДЕНИЕ

Карадаг — уникальный по красоте и сложности строения район в восточной части Горного Крыма между пгт. Коктебель и долиной р. Отузка от пос. Курортного до пос. Щебетовки [1, 2]. Он состоит из трех дугообразных хребтов, которые сложены терригенно-вулканогенными и терригенно-карбонатными комплексами мезозойского возраста. Геологическое строение его изучается более 100 лет и является ключевым для понимания строения и эволюции всего полуострова. История взглядов на тектонику и стратиграфию достаточно подробно отражена в ряде монографий [1, 3, 4, 5, 6], а также в многочисленных статьях, частично приведенных в списке литературы.

Стратиграфическое расчленение мезозойских толщ в районе Карадага было проведено весьма противоречиво, что отмечали все предшествующие исследователи. Это связано с очень сложным геологическим строением, с применением разных авторских стратиграфических схем, а также с выделением многочисленных свит.

В большинстве случаев стратоны, картируемые в рассматриваемом районе не соответствуют требованиям Стратиграфических кодексов СССР и России. Например, стратотип ургулийской свиты (тоар-байос) расположен в 100 км западнее, у с. Трудолюбовка во фрагменте Симферопольского меланжа совсем другой структурно-формационной зоны и с такими же проблематичными взаимоотношениями с вмещающими толщами [7]. Копсельская свита (бат-келловей) по данным разных исследователей противоречива в региональной интерпретации и имеет проблематичные соотношения с вмещающими комплексами и тапшанской свитой. Хуторанская свита с искаженным названием по г. Джан-Кутаран, выделена с нарушениями требований Стратиграфического кодекса в глыбе-кlastолите Карадагского меланжа [8].

Карадагская свита из пород байос-батского возраста [3, 4, 9] или келловейского возраста по [5], также не имеет обязательных стратиграфических контактов с

вышезалегающими и нижележащими свитами. Кроме того, она неверно описана в последовательности напластования из-за ошибочной трактовки структуры Берегового хребта. Анализ этих и других свит показывает, что они больше запутывают, чем проясняют картину тектоники сложно построенного района. Тем более что в отдельных участках таких проблематичных «стратонов» была обнаружена молодая фауна нижнего мела и кайнозоя [10, 11, 12].

Время проявления вулканизма Карадага определялось изотопными и палеонтологическими методами по-разному: как верхнебайосское, байос-батское, келловейское, посткелловейское, кимеридж-титонское, позднеюрско-раннемеловое и даже кайнозойское [1, 4, 5, 13]. Общим в представлениях большинства исследователей был среднеюрский возраст песчано-алевролитовой и вулканогенной толщи, оксфорд-кимериджский возраст известняков и конгломератов, а также титон-берриасский — флишоидной песчано-известняково-глинистой толщи с конгломератами.

Наряду с байос-батскими датировками, последние радиометрические определения возраста карадагского магматизма методом $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ показали диапазон 146-140 млн. лет, что соответствует берриасскому ярусу раннего мела [14]. Однако предположение *M. J. M. Meijers* и большой группы зарубежных авторов о связи карадагского вулканизма с раскрытием Черного моря, представляется неправильным. Ранее здесь были получены еще более молодые датировки вулканического стекла с г. Святой в 20 млн. лет, что соответствует раннему миоцену [15]. Сходные определения, явно не связанные с ошибками определений, приводились Л. В. Фроловым в 60-х годах. По нашему мнению, такое омоложение и наложенное на среднеюрские вулканы минералообразование связано с неоген-четвертичными надвиговыми дислокациями, создавшими современную структуру с шарьяжными Карадагским и Щebetовским меланжами.

Возраст дислокаций Карадагского района оценивался по-разному. Одна группа исследователей считала, что складкообразование происходило в конце юры и имело конседиментационный характер [4, стр. 369]. Другая группа, отрицая наличие регионального сжатия и складкообразования, считала, что деформации проявлялись в неоген-четвертичный период в виде равномерного без перекосов движения блоков по субвертикальным разломам [1, стр. 91, 99; 16 и др.]. Позже выделялись несколько, ничем по времени не обоснованных, вулкано-тектонических фаз формирования Карадага, которые не совпадали в разных авторских интерпретациях.

Со времени создания нашей первой сбалансированной геодинамической модели строения и эволюции Карадага, основанной на теории актуалистической геодинамики и современной структурной геологии [10, 17] прошло более 20 лет. За это время появилось много новых материалов, значительно детализированных интерпретаций строения, а также ранее недоступных возможностей исследования современной кино- и фотоаппаратурой. Вместо пленочных фотоаппаратов и закрытых аэрофотоснимков, автором использованы цифровая аппаратура, открытые космоматериалы программы Google Earth, Yandex карты и др. со значительно большим разрешением. Съемки с дронов многочисленных туристов позволяют увидеть в кино-клипах интернета геологические объекты с разных сторон и почти

любой детальностью, что раньше было недоступно. Изложенное выше привело к необходимости уточнить и детализировать сбалансированную модель строения Карадага, чему и посвящена настоящая статья.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Главная проблема геологии Карадагского палеовулкана заключается в правильном понимании его общей структуры в разрезе. Начиная с первых публикаций начала прошлого века А. Ф. Слудского, Ф. Ю. Левинсона-Лессинга и др., строение вулкана на геологических разрезах интерпретировалось как корневая моноклираль, наклоненная под разными углами к северу и разбитая субвертикальными разломами на блоки (рис. 1.). Считалось, что здесь обнажен склон «потухшего вулкана», южная часть которого по сбросам погрузилась в Черное море. Украинские геологи В. Я. Радзивил и др. в той же модели гипотезы фиксизма выделяли северо-западнее Берегового хребта вдоль балки Туманова линейную «Туманову синклираль» [1, 1991, рис. 3]. Всеми исследователями 100 лет считалось, что подошва каждого из слоев моноклинали находится на юге, а кровля - на севере, что по нашим данным, - неправильно (нижний разрез на рис. 1).

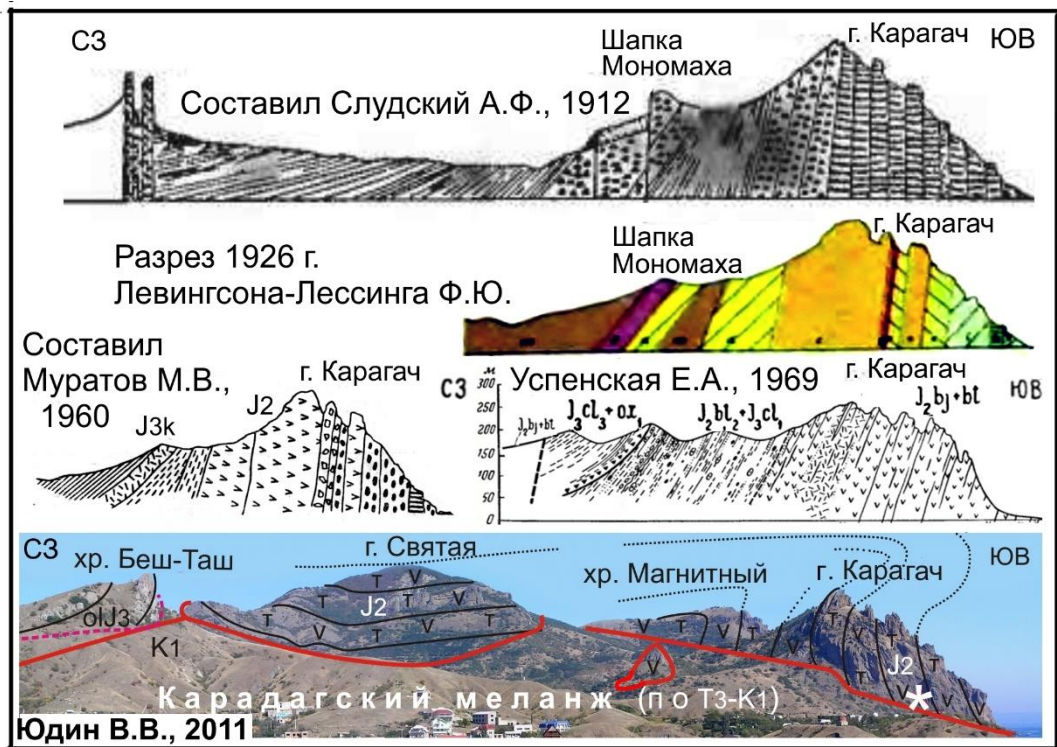


Рис. 1. Геологические разрезы через г. Карагач и Святая, составленные разными авторами.

Термин «потухший вулкан» по определению обозначает «вулкан, сохранивший свою форму, но не проявлявший никаких признаков активности в продолжение исторического периода...» (в несколько тысяч лет) [18]. Однако, во-первых, возраст проявления среднеюрского Карадагского вулканизма в 200(!) раз старше и составляет около 170 млн. лет. Во-вторых, Береговой хребет и массив Святой горы представляют собой не целый ненарушенный, а лишь небольшие фрагменты палеовулкана. Как будет показано в следующей статье №2, большая его часть расположена не в море, а в поднадвиге в 15 км к северо-западу у пос. Щебетовка.

И, наконец, третье. Современный геодинамический режим и структуры района не позволяют предполагать даже признаков возобновления здесь вулканической деятельности [7]. Конвекционный ток мантии, создавший в средней юре надсубдукционный островодужный магматизм, давно остановился. Как следствие, палеовулканы и интрузии в Южном Крыму возродиться не могут. К таким же, как Карадаг, магматическим объектам относятся Кабель, Аю-Даг, Фиолент и самый крупный в Крыму частично перекрытый чехлом Бодракский палеовулкан. Над ними нет аномалий современного теплового потока. Молодые вулканы в Крыму могут образоваться, но через несколько миллионов лет и намного севернее, в Равнинном Крыму. Там выявлены крупные тепловые аномалии, связанные с современной зоной подвига дна Черного моря под Крым [7, 20 и др.]. Геодинамическим аналогом таких будущих вулканов являются крупнейший потухший вулкан Европы Эльбрус и Казбек на Кавказе. Поэтому, называть наблюдаемые фрагменты Карадагского палеовулкана «крупнейшим в Европе потухшим вулканом» недопустимо.

Более детальное строение Карадага изложено ниже на конкретных примерах геологических объектов, доказывающих принципиально иное строение. К таким объектам относятся строение подушечных лав и вулканических жерловин.

Шаровые (подушечные) лавы позволяют объективно оценить нормальное или опрокинутое залегание в терригенно-вулканогенном комплексе Берегового хребта Карадага. Общеизвестно, что верхняя сторона «подушек» — выпуклая, а нижняя отражает форму неровностей дна и бывает разной. Наблюдения за современными лавами показывает, что подушечные типы образуются не только под водой, как декларировалось ранее, но и на суше. Поэтому далее в тексте статьи с юго-запада на северо-восток Берегового хребта приведены ранее не опубликованные геологические факты о положении кровли в лавовых потоках, которые свидетельствуют в пользу нашей тектонической и геодинамической модели строения.

Шапка Мономаха — небольшой холм (скала) на берегу Тумановой балки с координатами 44°55'00" С.Ш., 35°12'36" В.Д. Называть его «горой» нельзя из-за слишком малого перепада высот. Здесь и далее подчеркнем, что «горой» называется положительная форма рельефа с перепадом высот от вершины до подножья по разным классификациям более 200–300 м или 500–700 м. Поэтому все «горы» Карадага не вполне отвечают научному определению. Сходство холма с «шапкой» тоже проблематично и в плане, и в профиль с разных сторон (рис. 2). Исключение составляет один вид при подъеме по экологической тропе.

Субвулканическое тело расположено в 200-х метрах северо-западнее массива вулканогенно-терригенных пород хребта Карагач и отделено от него слабо

обнаженной полосой, сложенной хаотическим матриком меланжа с мелкими глыбами магматитов. В плане северо-восточное простирание пород в холме на 20° не соответствует четким широтным структурам хребта, что подчеркивает автономность этого кластолита. Однако такое несоответствие не принципиально в положении кровли-подошвы пластов, которое одинаковое в обоих массивах.



Рис. 2. Лавовый поток на склоне холма Шапка Мономаха (положение скалы см. на нижнем фото рис. 1).

С давних пор у юго-восточного подножья холма известны подушечные лавы, обнаженные в субвертикальной стенке. Однако никто из исследователей не обращал внимания на то, что кровля лавового потока (который изначально залегал полого наклонно) расположена на юге, а подошва — на севере (рис. 2). Это противоречит выделению Тумановой синклинали и описанию стратотипа карадагской свиты с юга на север с омоложением пород от средней до верхней юры (рис. 1). В нашей интерпретации, холм представляет собой глыбу в Карадагском меланже, ориентированную почти также, как прилегающий южнее Береговой хребет.

ГЕОЛОГИЯ КАРАДАГА В КРЫМУ.
ЧАСТЬ 1. ОБЩЕЕ СТРОЕНИЕ

На юго-западном склоне г. Карагач доказательство аналогичного положения кровли-подошвы приведено на рис. 3. На фото видно, что подушечные лавы обращены кровлей к югу. Поэтому более древние части разреза расположены к северу, а не наоборот, что противоречит наличию крыла Тумановой синклинали и омоложению пород при описании последовательности разреза карадагской свиты во всех предшествующих работах (рис. 1).



Рис. 3. Лавовый поток на юго-западном склоне хр. Карагач (его положение показано звездочкой на нижнем фото рисунка 1.), координаты 44°54'45" С.Ш., 35°12'37" В.Д.

Северо-восточнее вдоль крутого берегового склона хр. Карагач (Кара-Агач) обнажены еще семь фрагментов лавовых потоков (рис. 4). Все они имеют очень крутые падения и расположены кровлей к юго-востоку. То есть, весь разрез вулканогенной толщи хребта Карагач удревняется от моря к хребту. Это противоречит общепринятому описанию стратотипического разреза карадагской свиты и положению севернее «Тумановой синклинали», а не ядра Карадагской антиклинали (рис. 1, нижнее фото). Исключение составляет бескорневая скала из шаровых лав под названием Баба-яга (рис. 4). Она обвалилась сверху и не может быть критерием положения кровли-подошвы.

На северо-востоке Берегового хребта относительно крупные фрагменты подушечных лав обнажены в четырех участках (рис. 5), а также в верхней части хр. Магнитный. В крутых береговых обнажениях у бухт Южная, Большая (Средняя) и Северная Сердоликовые, лавовые потоки с «подушками» бронируют крутой юго-восточный склон хребта (рис. 5-А, Б, В). Ориентировка «подушек» в лавах свидетельствует о положении их кровли на юго-востоке. Следовательно, и здесь разрез вулканогенного комплекса хр. Карагач, удревняется к северо-западу. На

основании анализа формы фрагментов лав (рис. 5-Г) можно полагать, что нижняя часть потока после излияния локально у берега моря была запрокинута на юго-восток. Об этом свидетельствуют «подушечные» формы внизу и относительно ровные - вверху.

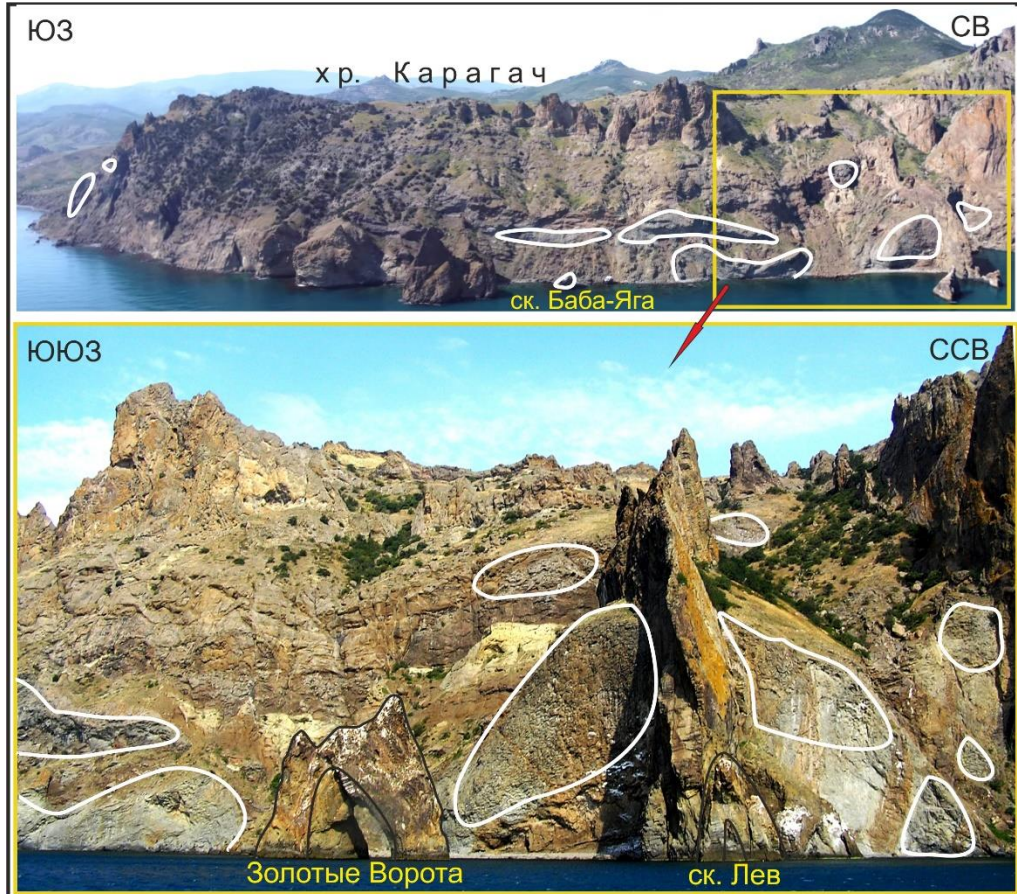


Рис. 4. Фрагменты ныне субвертикально залегающих шаровых лав с кровлей к югу на обрывистых склонах хр. Карагач (контуры лав обведены белыми линиями).

Северо-восточнее на хребте Кок-Кая и южнее на хр. Хоба-Тепе, крупные фрагменты подушечных лав достоверно не установлены. Однако представленные выше материалы по всему Береговому хребту с учетом структурной сбалансированности единой вулканогенной толщи позволяют сделать вывод о положении слагающих его пород в нормальном и опрокинутом залегании с кровлей к юго-востоку и подошвой к северо-западу. Таким образом, рассмотрение подушечных лав позволяет сделать вывод о наличии сорванной надвигами с меланжем линейной Карадагской антиклинали, а не крыла блоковой Тумановой синклинали, что противоречит общепринятой модели строения, изложенной в многочисленных публикациях.

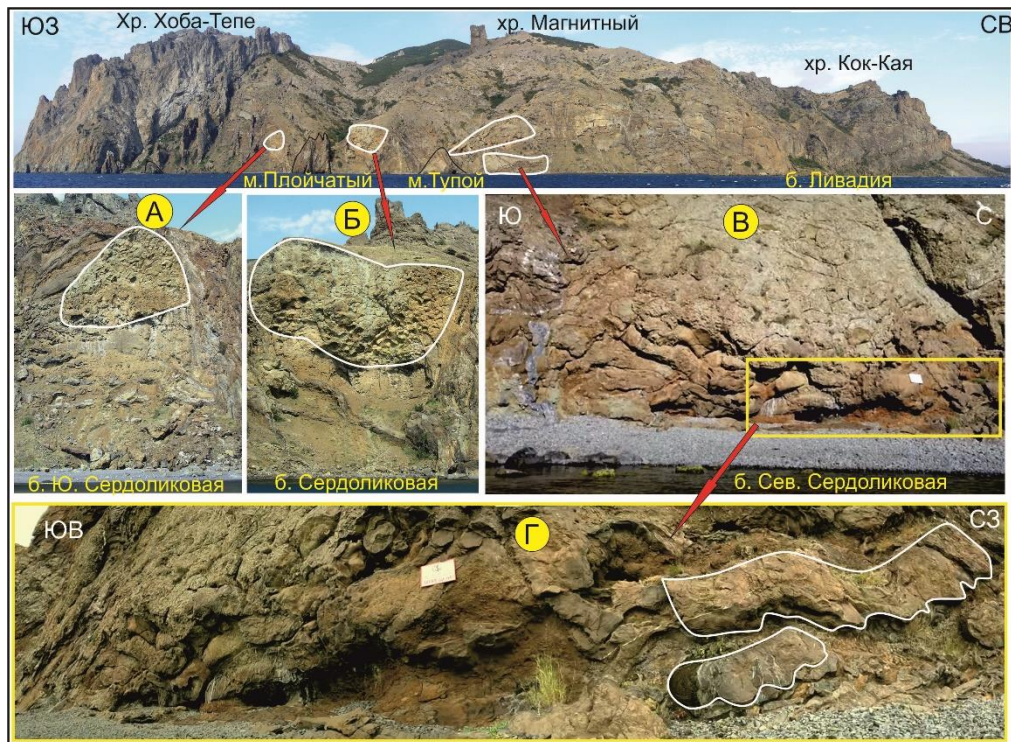


Рис. 5. Выходы подушечных лав на хр. Магнитный (обведены белой линией).

Вулканические жерловины (некки), также как и лавы, позволяют оценить форму залегания Карадагского терригенно-вулканогенного комплекса. Термин «некк» обозначает субвертикальное столбообразное тело вулкана, заполненное лавой, лавобрекчиями, вулканическими брекчиями, туфами и др. В поперечном сечении размеры жерловин бывают от нескольких метров до 1-1,5 километров [18]. Форма их современных срезов обычно округлая, овальная, неправильная или линзообразная. На глубине некки, как правило, переходят в дайки. В зависимости от материала, заполнения выделяют лавовые, туфовые и туфолавовые разновидности. Слоистости в них нет, но при неоднократных излияниях на стенках образуется агломератовый витрокластический туф и затвердевшие концентрические «пласты» лав, которые постепенно сужают жерло и имеют характерную радиальную столбчатую отдельность в каждом «слое». Мощность концентрических андезитобазальтовых и туфовых «слоев» варьирует от первых сантиметров до метров.

Предшествующие исследователи не допускали опрокинутого к югу залегания Карадагского вулкана. Это привело к ошибкам в интерпретациях, например, скалы Четов Палец - как пробки вулкана и др. Многие геологи, формально принимая крутое падение толщи в Береговом хребте, описывали в нем многочисленные «дайки» и «пластовые интрузии» [4, 5 и др.]. В действительности эти тела являются поставленными «на голову» вместе с рамой лавовыми потоками с прослоями

пирокластических пород. Об этом свидетельствуют рассмотренные выше в статье определения кровли – подошвы в подушечных лавах.

Выделенные киевскими соавторами многочисленные «жерловины и дайки» Карадага [1, рис. 8, №15-22 и др.], были нарисованы исходя из ошибочной гипотезы о прижизненном положении «потухшего вулкана», который лишь незначительно нарушен субвертикальными разломами и на юге по сбросам погружен в море. В результате таких представлений, субвертикальные лавовые потоки были нарисованы на схематических рисунках как жерловины с окружающими их умозрительными радиальными и концентрическими дайками. Все 15 некков, выделенных на рис. 3-Б [1] не соответствуют научному определению термина, поскольку показаны без учета субвертикального залегания вулканогенных пород Берегового хребта.

Дискуссии о дислоцированном положении объектов Карадага продолжаются до сих пор, несмотря на приведенные выше факты по подушечным лавам. Поэтому ниже в статье приведем примеры положения вулканических жерловин (некков) Карадага с юго-запада на северо-восток.

Скала Иван Разбойник расположена у берега под хр. Карагач и имеет координаты 44°54'45" С.Ш., 35°13'26" В.Д. Ранее она считалась «субвулканическим образованием», «двухфазной вулканической интрузией» или просто «интрузией» [19 и др.]. Нами она интерпретируется как типичный некк - небольшое 100-метровое жерло вулкана с многоактными излияниями магмы (рис. 6). На верхнем фото видно, что все породы Берегового хребта, включая скалы Левинсона-Лессинга и Ивана Разбойника ныне залегают субвертикально и частично запрокинуты к юго-востоку. Поэтому судить о вулканических процессах здесь можно лишь после мысленного возвращения пород в их первоначальное положение, то есть, повернув их на верхнем фото рис. 6 против часовой стрелки до субгоризонтального положения.

Как видно на нижней части рис. 6, после каждого из более десяти извержений на внутренней поверхности жерловины остался затвердевший концентрический «слой» лавы с характерной радиальной столбчатой отдельностью, перпендикулярной затвердевшему слою. После первого взрывного формирования, широкое жерло постепенно сужалась, оставляя «слои» в виде концентрических линий на нижнем фото (рис. 6). Следы последнего извержения видны в узком округлом участке некка, заполненном взрывной брекчией и туфом, через который выходили горячие вулканические газы.

Такие «камины» встречаются на Карадаге в разных участках. Все они ныне находятся не в прижизненном вертикальном, а в лежачем положении вместе с окружающей рамой и лавовыми потоками с шаровой отдельностью, свидетельствующими о положении кровли потока на юго-востоке.

Скала Золотые Ворота общеизвестна как символ Крыма и имеет координаты 44°54'53" С.Ш., 35°13'53" В.Д. Ранее она называлась Ворота Карадага или Чертовы ворота (по тат. Шейтан-Капу). Геологическая природа скалы-островка объяснялась по-разному: как «валун», отторженец, как двухфазная интрузия или чаще как «мелкое вулканическое тело» [1, 21 и др.].

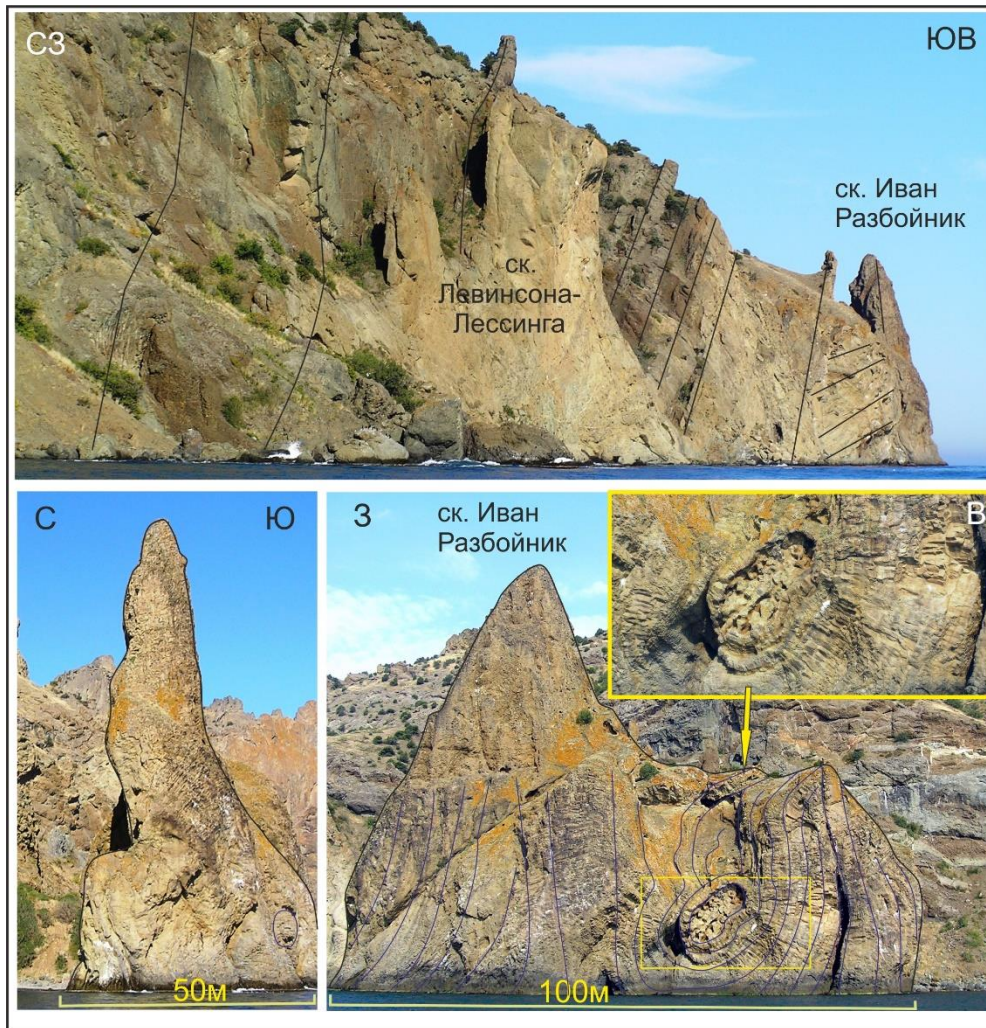


Рис. 6. Скала Иван Разбойник: сверху - общий вид в крест простирания структур, внизу — фото с запада и с юга с дешифрированием строения некка.

Согласно нашей геологической интерпретации легенды древних греков о «Вратах Дьявола» при входе в подземное царство Аида, оказалось косвенно справедливыми. Впервые эта скала была обоснована как «лежачая жерловина вулкана из концентрических лав андезито-базальтов со столбчатой отдельностью» в книге [20 стр. 96]. Более детально модель строения этого объекта в разных ракурсах приведена на рис. 7.

При рассмотрении с южной стороны сохранившаяся от абразии часть жерловины позволяет выделить не менее 7-и этапов активизации излияний (рис. 7-Б). В результате на внутренней поверхности некка образовались затвердевшие «слои» лавы с характерной после остывания радиальной столбчатой отдельностью. При рассмотрении со стороны берега (рис. 7-Г), форма жерловины менее выраженная и

дешифрируется лишь под определенным углом. Ее северное продолжение, по-видимому, уходит под уровень моря и расположено у крупной дайки со скалой Лев (рис. 7-А).

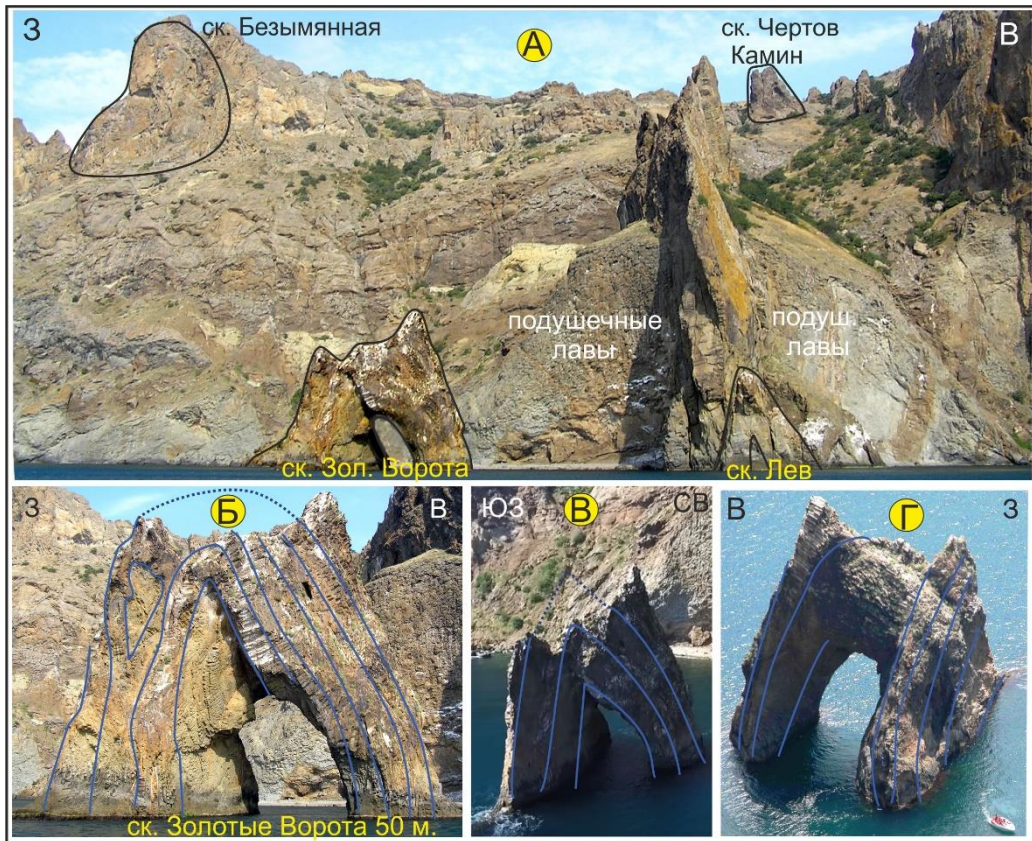


Рис. 7. Строение нека Золотые Ворота с разных сторон.

Сама скала *Лев*, видимо, также является нечком между двумя расщепленными в основании дайками (рис. 7-А). Число активных извержений здесь было не более двух, что видно в строении самой дайки. Исходя из ее формы можно предполагать, что основная трещинная жерловина расположена под скалой, ниже уровня моря.

Западнее и восточнее от этого участка на очень крутых береговых склонах бухты Пограничной обнажены потоки лав с подушечной отдельностью (рис. 4, 7). Есть они и восточнее дайки Лев. Это позволяет уверенно судить о субвертикальном падении всей вулканогенно-осадочной толщи, прорванной ныне лежачей на боку жерловиной Золотых Ворот. Судя по форме подушечных лав, их кровля расположена на юго-востоке, а подошва — на северо-западе. То есть, заходя на катера в Золотые Ворота со стороны моря, мы как бы опускаемся в жерло древнего среднеюрского вулкана, с когда-то кипящей магмой...

Некки самого хребта *Карагач* расположены у верхней части склона. Наиболее известный из них - скала «*Чертов Камин*» (Шайтан-Таш), расположенная к северо-западу от Золотых Ворот, на вершине хр. Карагач близ экологической тропы (рис. 7-А, координаты 44°55'07" С.Ш., 35°13'43" В.Д.). Это небольшая скала с характерным концентрическим строением застывших лав и радиальной столбчатой отдельностью (рис. 8-А). Ранее считалось, что это ненарушенное грушевидное субвулканическое тело с глубоким на многие километры вертикальным корнем выведения лав [6, 21, рис. 11]. Однако и эта жерловина расположена среди вулканогенно-осадочной толщи, которая запрокинута на юго-восток и ныне лежит на боку. Для того чтобы представить прижизненное положение некка Чертов Камин, следует мысленно перевернуть фото на рис. 8-А к первоначальному залеганию.

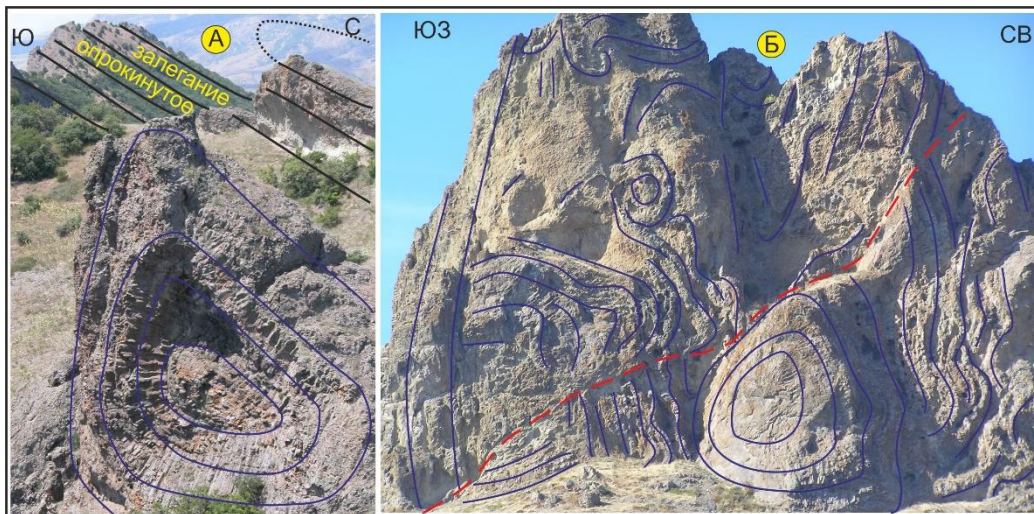


Рис. 8. Строение некков на хр. Карагач: А - Чертов Камин, Б - Безымянный.

Более крупная, и сложно построенная *Безымянная* вулканическая жерловина обнажена в 400 м к юго-западу от ск. Чертов Камин в высокой обрывистой скале (рис. 7-А, 8-Б). Она имеет высоту 247,5м, координаты 44°54'58" С.Ш., 35°13'35" В.Д и расположена к верхней части склона над Пограничной бухтой. При определенном солнечном освещении, с моря в вертикальном обрыве скалы, четко видна крупная жерловина, внутри которой расположены три разновеликих некка. Отдельные застывшие фрагменты лав образуют как бы «складки слоев». Однако они не соответствуют природе нормальной горизонтальной слоистости и ее последующему смятию. Небольшой разрыв на рис. 8-Б выделен по несоответствию «слоев» лавы. Сложное строение на фото 8-Б отражает застывание лавы на неровной поверхности ныне опрокинутой жерловины и лишь частично — смятие полужастывшей лавы при многократных извержениях. Общее залегание вулканогенных пород на склоне хребта Карагач здесь субвертикальное, с подошвой к северо-востоку. Поэтому фото на рис. 8-Б показывает положенное на бок строение некков и вмещающих их туфов. На рис. 8 мы как бы заглядываем сверху в небольшие жерла древнего юрского вулкана.

Жерловина Хоба-Тепе — почти общепринята как главная и самая крупная на Карадаге. Название хр. Хоба-Тепе традиционное, но неверное. Правильнее *Коба-Тепе*, поскольку «коба» - по-татарски пещера. Этот участок Карадага был назван из-за нескольких пещер и гротов, которые представляют собой мелкие немки или промежутки между сходящимися дайками с выветренными между ними туфобрекчиями. Подобное правильное переименование из Хоба-Кая в Коба-Кая уже произошло со скалой с пещерой у пос. Новый Свет. [https://crimea-map.com/ -m=18/44.90973/35.19021&l=S/Rrd](https://crimea-map.com/-m=18/44.90973/35.19021&l=S/Rrd)

Сплошная обнаженность высоких береговых обрывов рассматриваемой жерловины также позволяет с морского катера как бы заглянуть сверху в жерло вулкана. Некк Хоба-Тепе имеет ширину 800-900 м. и расположен между бухтами Львиной и Барахта (ущельями Чертов Камин и Коридор). На юго-западе он ограничен крупной отдельно стоящей кулисообразной стеной-дайкой со скалой Лев, а на северо-востоке — параллельной Стеной Лагорио (рис. 9). Вблизи них присутствуют ныне расположенные субвертикально лавовые потоки с подушечными лавами (рис. 5, 7). Повернув эти тела в исходное положение, можно полагать, что они окружали жерловину, а дайки, вероятно, имели кольцевую форму. Современная верхняя часть некка срезана денудацией, а нижняя - находится под уровнем моря. Отдельные скалы Парус и Лев по строению сходны и также являются отпрепарированными абразией фрагментами этих крупный даек (рис. 9).

Внутри вулканическая жерловина Хоба-Тепе состоит из дацитов и многочисленных даек андезито-базальтов с преимущественно субгоризонтально расположенной столбчатой отдельностью. Она свидетельствует о застывании лавы на стенах жерловины в субвертикальном положении. Локально на детальных фотоснимках обрывов нами выделено радиальное и наклонное расположение столбчатой отдельности, отражающее сложный и многоактный процесс извержения вулкана. Специально сделанная фотопанорама с уточняющими снимками, а также детальная карта Яндекс-Спутник, позволили отдешифровать внутреннее строение жерловины, показанное на фото-рисунках в разрезе и в плане. Вдоль краев некка развита серия даек с субгоризонтально расположенной столбчатой отдельностью. Ближе к средней части жерловины мелкие дайки изогнуты, сорваны и в центре имеют хаотическое строение (рис. 9). Все это позволяет предполагать, что общая форма этой жерловины сходна с более мелкими некками, обнаженными в скалах Золотые Ворота, Слон, Плойчатый, Тупой и на глубине была связана с крупной дайкой.

Скала Слон имеет координаты 44°55'21" С.Ш., 35°14'33" В.Д. и довольно сложное строение. По сути, в этом участке обнажены три жерловины. Скала Парус к ним не относится, так как является обособленной краевой частью главной жерловины Хоба-Тепе (рис. 10-Г, 9). Сама скала Слон имеет отдаленное сходство с животным и лишь с одной стороны. Как видно на рис. 10-А, Б, В), это небольшой массив андезито-базальтов, размерами 50х30м. С востока видно, что внутри скала сложена как минимум тремя лавовыми «слоями» с радиальной и концентрической отдельностью, которые отражают этапы формирования жерловины (фото 10-В).

ГЕОЛОГИЯ КАРАДАГА В КРЫМУ.
ЧАСТЬ 1. ОБЩЕЕ СТРОЕНИЕ

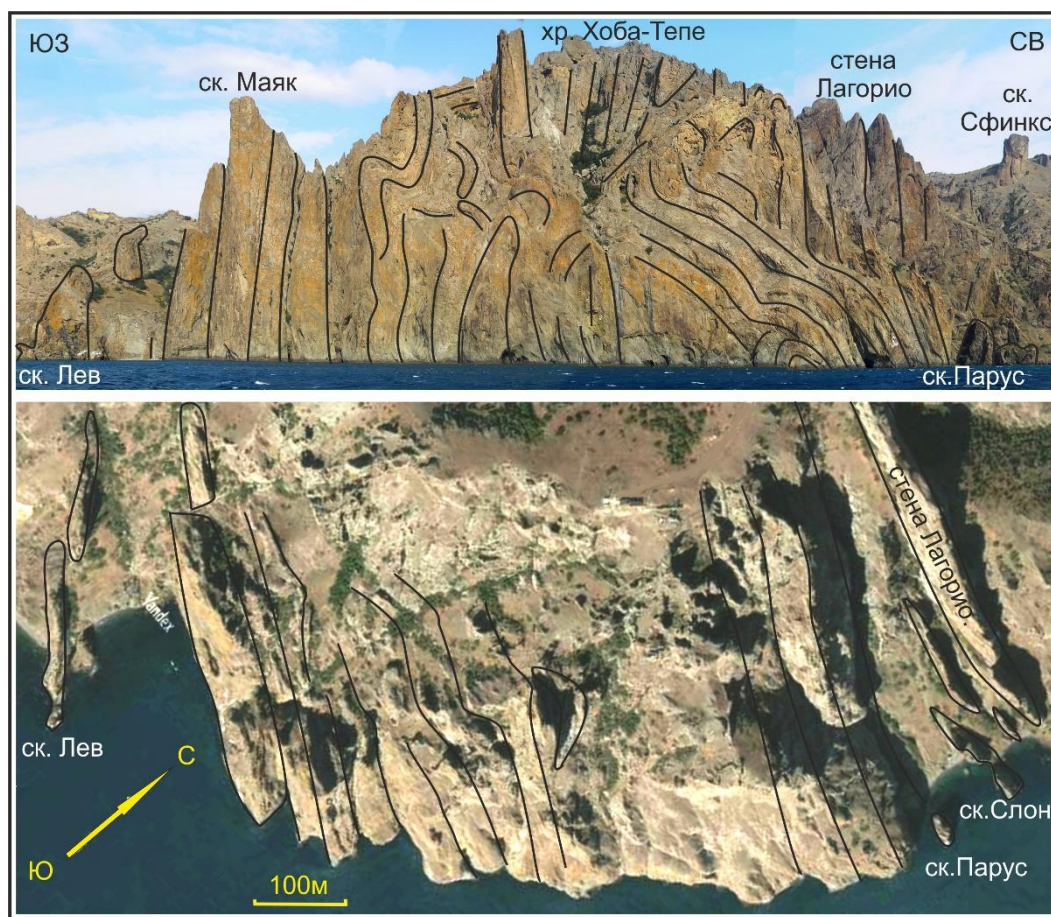


Рис. 9. Строение жерловины Хоба-Тепе в разрезе с моря и в плане.

На берегу в обрывистой скале по простиранию нека Слона обнажено его продолжение. Там концентрическое и радиально-лучистое строение жерловины выражено наиболее четко (рис. 10-Д). Далее по простиранию расположена еще одна обрывистая скала с аналогичным строением (рис. 10-Е).

Таким образом, рассмотрение строения скалы Слон с разных сторон и продолжения ее структуры в береговых обрывах позволяет выделить здесь опрокинутую тектоническими силами до лежачего залегания жерловину вулкана, которая в юрский период при извержении вместе с вмещающей рамой располагалась субвертикально.

Стена Лагорио расположена северо-восточнее скалы Слон (рис. 9, 10-Г). Традиционно эта скала описывалась как крупная дайка, размерами 50х600 м. Однако рассмотрение внутреннего строения со стороны моря, позволило выявить в ней вулканическую жерловину с концентрическим и радиальным строением андезитобазальтов (рис. 11-А). Здесь также видны следы неоднократных извержений. Последние из них в центре сформировали округлую форму жерловины с

двухразовым накоплением застывших «слоев» лавы с бурой бугристой поверхностью (рис.11-А). Точное число извержений в некке установить сложно, тем более что каждое новое извержение могло уничтожить часть ранее застывших лав.

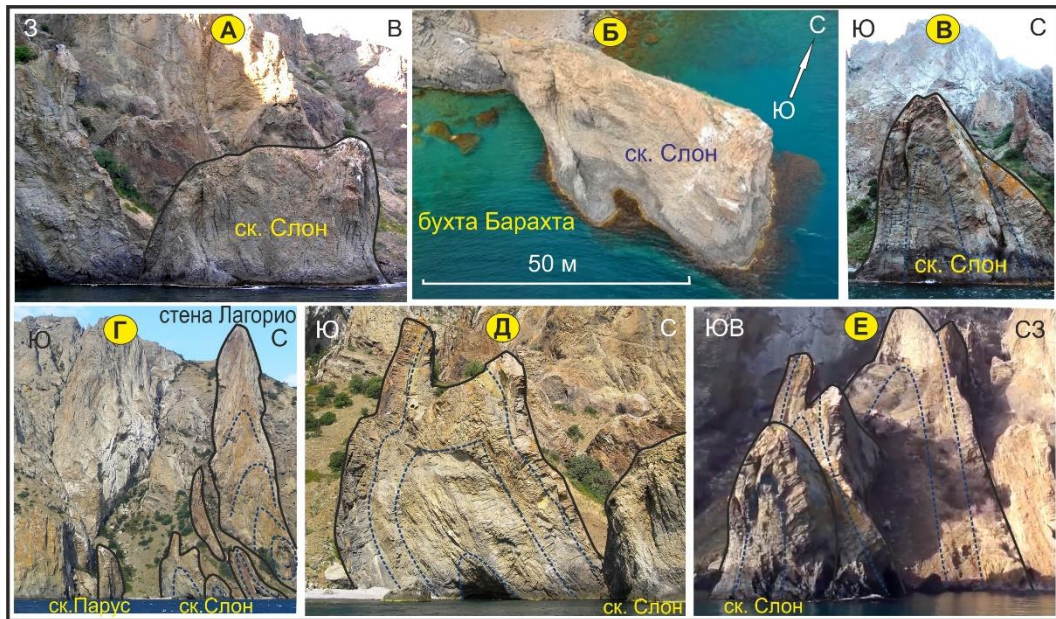


Рис. 10. Строение скалы Слон с разных сторон и продолжение некка в береговых обрывах.

В основании некка Лагорио у берега моря обнажена еще одна небольшая жерловина с небольшим и по-разному называемым гротом (рис. 11-Б). По сути, это тоже дайка, в которую произошли неоднократные внедрения лавы. При заключительном взрыве излияния лавы не было, и жерловина была забита вулканической брекчий. Она заполнила треугольную полость, которая ныне вымыта морскими штормами и превратилась в грот. Остатки брекчий хорошо видны на стенках полости. Далее следует комплекс лав и туфов, очень похожий на средне- и тонкослоистые осадочные породы, но образовывались они в результате многочисленных (более десяти) извержений (фото-детализация га рис. 11-Б). Тонкая слоистость характерна больше для южной части некка и напоминает структуры на мысе «Плойчатый». Между скалами Слон и Лагорио обнажена еще одна небольшая дайка (рис. 10-Г,11-А), но выраженность ее как некка в современном срезе неясная, хотя треугольная форма намечается.

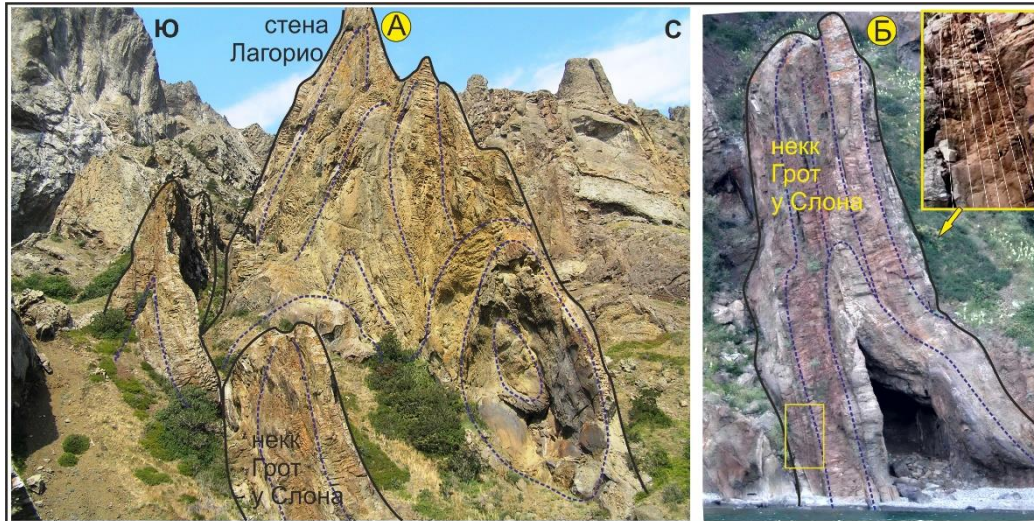


Рис. 11. Лежащие некки Лагорио и Грот у Слона с их внутренним строением.

Мыс Слоичатый имеет координаты 44°55'31" С.Ш., 35°14'40" В.Д. Его традиционное название «*Плоичатый*» - неправильное, так как термин (от французского *ployer* – сгибать, складывать) обозначает систему мелких складок размером от долей сантиметров до первых дециметров [18]. Однако на мысе мелких складок, образованных при тектонических деформациях, нет. Ложное впечатление складок создается при рассмотрении слоев под углом к простиранию за счет неровной поверхности склона мыса. Поэтому на последних электронных географических картах (<https://crimea-map.com/> - m=18/44.90973/35.19021&l=S/Rrd). мыс справедливо переименован в «Слойчатый», то есть имеющий слоистое строение

Сложное строение мыса при рассмотрении с разных сторон приводило исследователей к противоречивым интерпретациям (рис. 12). В плане (рис.12-А) он напоминает голову хамелеона, «губы» которого сложены вертикально залегающими туфами четкого северо-восточного простирания. При рассмотрении с юго-востока в средней части мыса обнажена уникальная тонкослоистая толща туфов из 50 «слояков». Они свидетельствуют о многочисленных извержениях из двух прилегающих жерловин. Одна из них расположена западнее мыса на правом берегу приустьевой части ущ. Гяур-Бах (рис.12-Б). В вертикально расположенном некке видна зональность, которая свидетельствует о более чем трех крупных активных фазах излияний (рис.12-В, Г).

Важно отметить, что в одном из слоев туфов (рис. 12-Б детализация) виден механоглиф вдавливания, свидетельствующий о положении в пласте кровли на юго-востоке. Это подтверждает аналогичное залегание поверхности развитых здесь подушечных лав (белые линии на рис. 5) и нашу модель строения Берегового хребта. Жерловина на мысе Слоичатом хорошо видна только при рассмотрении с востока (рис.12-В). Она имеет треугольную форму и тоже связана с субвертикальной дайкой андезито-базальтов. При рассмотрении со стороны ССВ, эта дайка выглядит более

четко и в ней лучше видны отдельные несмятые «пласты» лав нескольких генераций с характерной субгоризонтальной столбчатой отдельностью (рис. 12-Г).

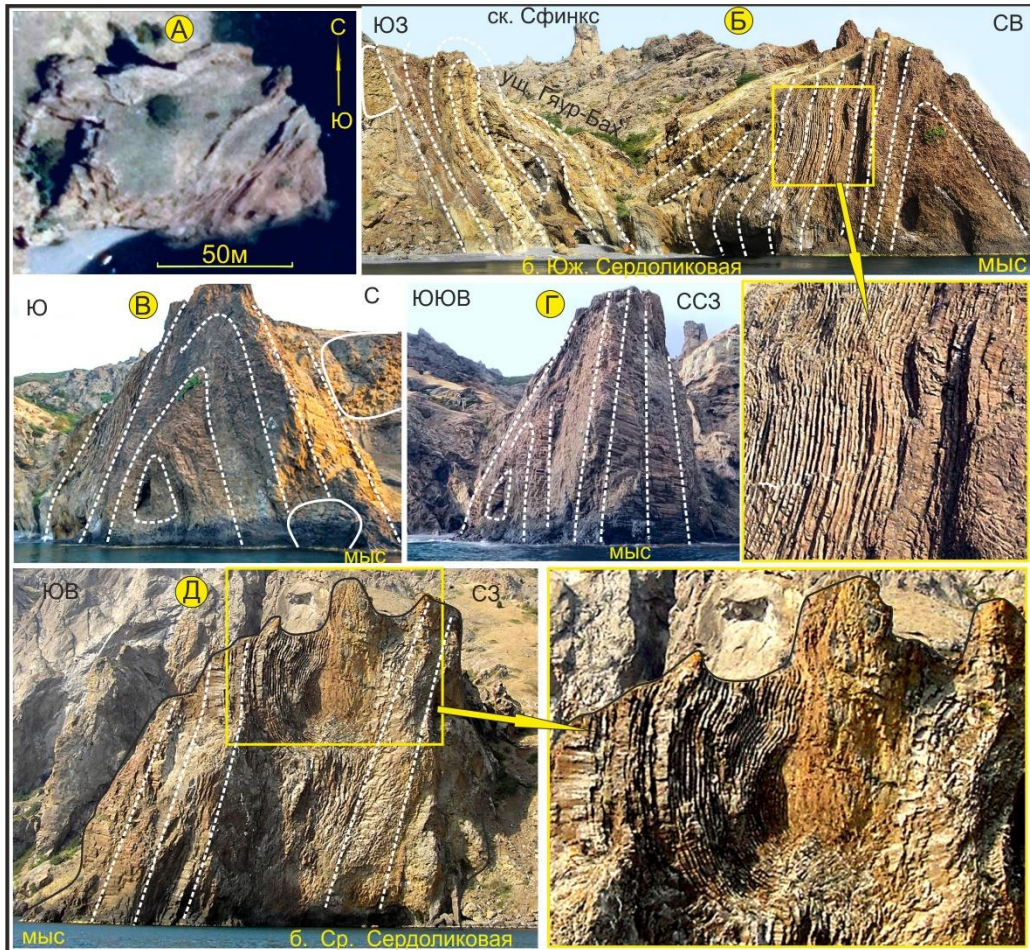


Рис. 12. Строение мыса Слойчатый с разных сторон.

Исходя из изложенного выше на северо-восточном крае мыса (рис. 12-А и Б) должно было бы быть обнажено зеркальное повторение субвертикальной толщи тонкослоистых туфов. Однако вид со странной «синклинальной складкой» даже специалиста приводит в недоумение (фотодетализация на рис 12-Д). Такой оптический обман и привел к названию мыса «Плойчатый». В действительности, картинка на фото 12-Д отражает неровность рельефа мыса при пересечении вертикально залегающей туфовой толщи, что видно по теням на детализации фото 12-Д. Предполагаемая третья жерловина здесь отсутствует, что видно с берега бухты Сердоликовой у основания мыса.

Таким образом, мыс «Плойчатый» правильно называть Слойчатым. Он состоит из субвертикальной дайки с небольшой вулканической жерловиной. Она и

ГЕОЛОГИЯ КАРАДАГА В КРЫМУ.
ЧАСТЬ 1. ОБЩЕЕ СТРОЕНИЕ

расположенный в 100 метрах западнее второй неkk обусловили развитие в прилегающих участках слоистой толщи туфов и подушечных лав. Все они поставлены на голову и по комплексу признаков кровлей обращены к морю (к юго-востоку).

Мыс Тупой с координатами 44°55'36" С.Ш., 35°14'47" В.Д. расположен в 150 м к северо-востоку от м. Слойчатого через Среднюю Сердоликовую бухту (рис. 13-А). Строение мыса, размерами 70X30м, также связано с некком, в котором по концентрическим «слоям» лав с радиальной столбчатой отдельностью насчитывается более девяти этапов формирования. Рассмотрение мыса с разных сторон показывает сложное строение жерловины (рис. 13). Последний этап формирования закончился спокойным заполнением ее лавой и её застыванием в виде штока. Современное его положение - полого наклонно, под хребет, что также свидетельствует об опрокидывании вместе с вмещающим вулканогенным комплексом пород, включая вертикально залегающие туфы и запрокинутые подушечные лавы (рис. 5-Б, В).

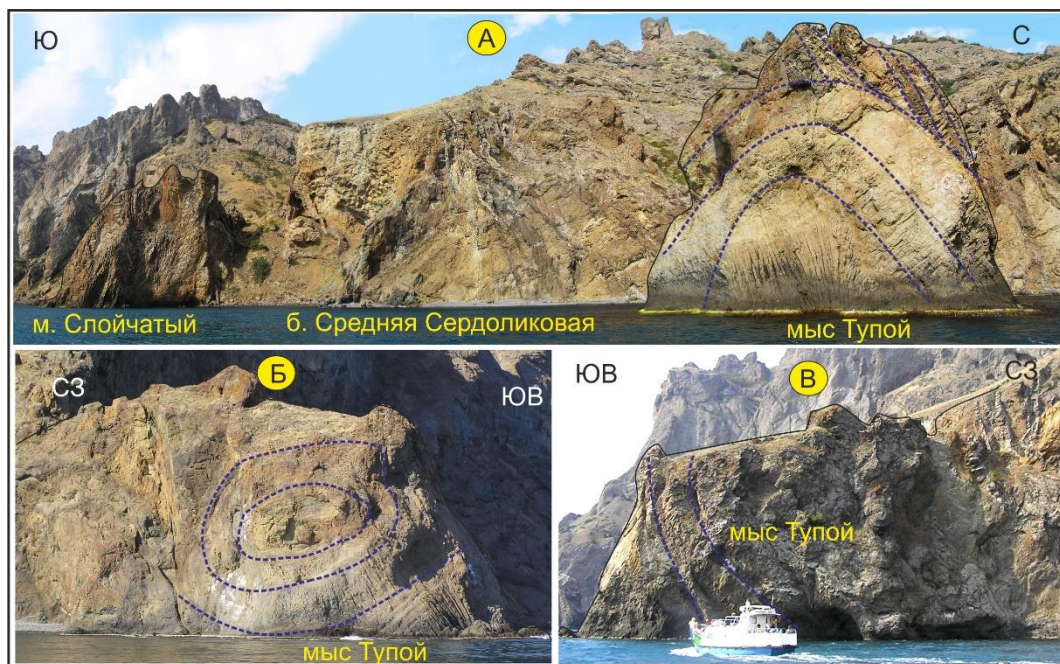


Рис. 13. Строение некка на мысе Тупой с разных сторон.

Подводя итог рассмотрения вулканических жерловин Карадага, отметим следующее. Большинство из них слагают мысы в береговой зоне и ныне, после мощного тектонического воздействия, запрокинуты на юго-восток. Как и подушечные лавы, они свидетельствуют о том, что верхняя часть палеовулкана в средней юре, несомненно, находилась на юго-востоке. Однако в море по данным геологических и геофизических исследований продолжения вулкана нет. То есть, основания для общепринятой 100 лет гипотезы о том, что южная часть Карадагского вулкана погружена в море по сбросу отсутствуют.

Согласно проведенному детальному рассмотрению структур и объектов приморской части Карадага можно сделать следующие выводы. Единый Береговой хребет состоит из трех фрагментов, традиционно называемых «хребтами»: Карагач, Коба-Тепе Магнитный и Кок-Кая. Они отделены верховьями крупных оврагов лишь орографически. Весь вулканогенный комплекс пород Берегового хребта залегает субвертикально и представляет собой юго-восточное крыло сорванной и запрокинутой принадлежковой Карадагской антиклинали. Это хорошо видно при рассмотрении хребта с разных сторон (рис. 14). По положению фрагментов подушечных лав и вулканических жерловин установлено, что кровля пород закономерно обращена в сторону моря на юго-запад, а подошва - на северо-запад.

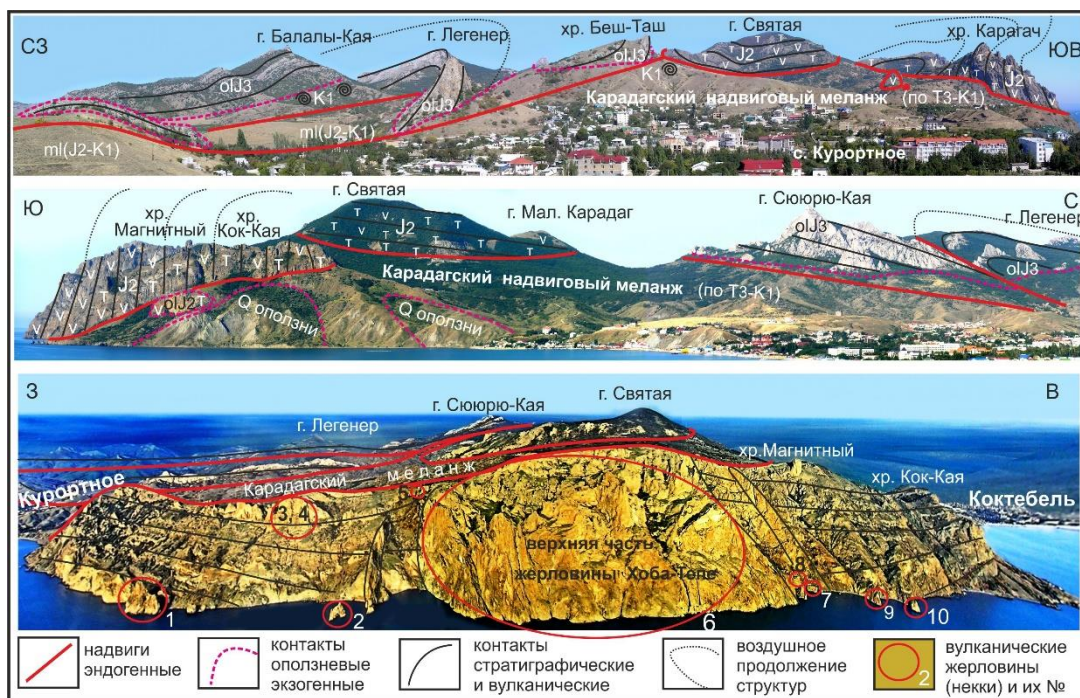


Рис. 14. Общее строение Карадага с юго-запада, с востока и с юга. Цифрами обозначены вулканические жерловины в скалах и мысах: 1 — Иван разбойник, 2 — Золотые Ворота, 3 и 4 — Безымянные, 5 — Чертов Камин, 6 — Хоба-Тепе, 7 — Слон, 8 — Лагирио, 9 — Слойчатый, 10 — Тупой.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования позволили существенно изменить представления о геологическом строении Карадага. Весь вулканогенный комплекс пород Берегового хребта залегает субвертикально и представляет собой юго-восточное крыло сорванной и запрокинутой принадлежковой Карадагской антиклинали.

Детальное рассмотрение положения в Береговом хребте ныне запрокинутых на юго-восток 10-и фрагментов подушечных лав и 10-и вулканических жерловин,

ГЕОЛОГИЯ КАРАДАГА В КРЫМУ. ЧАСТЬ 1. ОБЩЕЕ СТРОЕНИЕ

позволило доказать, что разрез вулканогенных толщ удревняется от моря к ядру складки и сорван ныряющим надвигом. Формы подушечных лав также свидетельствуют, что кровля и верхняя часть палеовулкана в современной структуре, несомненно, расположены на юго-востоке (к морю), а подошва — на северо-западе. Поэтому традиционное и общепринятое в течение 100 лет мнение об омоложении стратотипического разреза карадагской свиты в Тумановой синклинали от берега на северо-запад, следует считать неправильным. Тектоника и геодинамика района рассмотрены в следующей статье №2 «Геология Карадага в Крыму. Тектоника».

БЛАГОДАРНОСТИ. Автор выражает свою искреннюю признательность Д. Н. Ремизову, А. В. Ене, Е. А. Шибаеву и другим коллегам за многолетние продуктивные обсуждения геологии Карадага и ценные замечания при написании статьи.

Список литературы

1. Довгаль Ю. М., Радзивил В. Я., Токовенко В. С. и др. Вулканы Карадага. Киев: Наукова думка, 1991. 104 с.
2. Заповедный Карадаг. Очерк-путеводитель. Серия: Новый крымский путеводитель. Симферополь: СОНАТ, 2007. 320 с.
3. Муратов М. В. Геологический очерк Восточной оконечности Крымских гор// Тр. Московского геолого-развед. института. 1937. Т. VII. С. 21-122
4. Геология СССР, том VIII. Крым. Часть 1. Геологическое описание. М.: Недра. 1969. 576 с.
5. Бескаравайный М. М., Костенко Н. С., Миронова Л. П. и др. Природа Карадага. Киев: Наукова думка, 1989. 288 с.
6. Природа Карадага / Бескаравайный М. М., Костенко Н. С., Миронова Л. П. и др.; Под ред. Морозовой А. Л. и Вронского А. А.; АН УССР. Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. Киев: Наук. думка, 1989. 288 с.
7. Юдин В. В. Геодинамика Крыма. Монография. Симферополь, ДИАЙПИ, 2011. 336 с.
8. Юдин В. В. Геология района Киик-Атлама в Крыму. / Труды Крымской Академии наук. Симферополь, ИТ «АРИАЛ», 2019. С. 35-57.
9. Муратов М. В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. М., Гос. научно-технич. из-во, 1960. 207 с.
10. Юдин В. В., Клочко А. А. Тектоника Восточного Крыма (Карадаг). В кн.: “Сырьевые ресурсы Крыма и прилегающих акваторий (нефть и газ)”. Материалы конф. “Тектоника и нефтегазоносность Азово-Черноморского региона в связи с нефтегазоносностью пассивных окраин континентов”. Симферополь, “Таврия-Плюс”, 2001. С. 169-178.
11. Жабіна Н. М. Про алохтонне залягання титон-беріаських викладів в південно-східному Криму// Доповіді НАНУ, 1998, №8, С.129-134.
12. Жабіна Н. М., Мінтузова Л. Г. Виклади мезозою в південно-східному Криму виявилися майкопськими. В кн.: Нові дані з геології та нефтегазоносності України. Сб. наукових праць УкрДГРІ. Львів, 1999, С. 137-155.
13. Лебединский В. И., Макаров Н. М. Вулканизм Горного Крыма. Киев, АН УССР, 1962. 208 с.
14. Meijers M. J. M. Tethyan evolution of the Black Sea region since the Paleozoic: a paleomagnetic approach. Universiteit Utrecht No. 319. 2010. 247 p. (диссертация-монография).
15. Багдасарян Г. П., Лебединский В. И. Новые данные об абсолютном возрасте магматических пород Горного Крыма // Доклады АН СССР, 1967. Т. 173, №1. С. 149-152.
16. Клюкин А. А. Экзогеодинамика Крыма. Симферополь, «Таврия», 2007. 320 с.
17. Юдин В. В., Клочко А. А. Новая сбалансированная модель Карадага. В сб.: “Тектоника и полезные ископаемые Азово-Черноморского региона”. (М-лы междунар. конференции) Крым, Геолком Украины, НАНУ. КАН, АГЕО, 1999. С. 55-56.

18. Геологический словарь. В трех томах. Издание третье, перераб. и доп. / Гл. ред. О. В. Петров. СПб., ВСЕГЕИ, 2010. Т. 1 А-Й, 432 с., т. 2 К-П, 2011, 480 с., т. 3 Р-Я, 2012, 440 с.
19. Карадаг заповедный: научно-популярные очерки/ Под. ред. А. Л. Морозовой. Симферополь, Н. Ореанда, 2011. 256 с.
20. Юдин В. В. Геология Крыма. Фотоатлас. Симферополь. ИТ «Ариал», 2017. 160 с.
21. Лебединский В. И., Кириченко Л. П. Геологическое строение. Раздел на стр. 19- 33 в кн.: Заповедный Карадаг. Очерк-путеводитель. Серия: Новый крымский путеводитель. Симферополь: СОНАТ, 2007. 320 с.

GEOLOGY OF KARADAG IN THE CRIMEA.

ARTICLE 1. GENERAL CONSTRUCTION

Yudin V. V.

*Interregional Public Organization Crimean Academy of Sciences, Simferopol, Russian Federation.
E-mail: yudin_v_v@mail.ru*

Karadag is a unique region of the Republic of Crimea between the Otuzka River and the village. Koktebel. It has a very complex geological structure and has been studied by many famous researchers for more than 100 years. Previous interpretations of the geological structure of the Karadag region were contradictory, controversial and based on the outdated concept of fixism. The goal of the work was to clarify the structurally balanced model of Karadag, which we compiled 20 years ago based on the theory of actual geodynamics and modern structural geology. The research carried out made it possible to significantly change the understanding of the geological structure. The entire volcanic rock complex of the Coastal Range lies subvertically and represents the southeastern wing of the Karadag anticline that was torn off and thrown back toward the Black Sea. Based on a detailed study of ten areas of pillow lavas and ten volcanic vents now overturned to the sea in the Coast Range, it was established that the roof and upper part of the paleovolcano was located in the southeast. Therefore, the traditional and generally accepted opinion for 100 years about the rejuvenation of the stratotype section of the Karadag Formation in the Tumanova Syncline from the Black Sea coast to the northwest should be considered erroneous. Tectonics and geodynamics of the area are discussed in the following article No. 2 «Geology of Karadag in Crimea. Tectonics».

Keywords: Crimea, Karadag, geology, tectonics, geodynamics, volcanoes.

References

1. Dovgal' Ju. M., Radzivil V.Ja., Tokovenko V.S. i dr. Vulkany Karadaga. Kiev: Naukova dumka, 1991. 104 s.
2. Zapovednyj Karadag. Oчерk-putevoditel'. Serija: Novyj krymskij putevoditel'. Simferopol': SONAT, 2007. 320 s.
3. Muratov M. V. Geologicheskij oчерk Vostochnoj okonechnosti Krymskih gor// Tr. Moskovskogo geologo-razved. instituta. 1937. T. VII. S. 21 122
4. Geologija SSSR, tom VIII. Krym. Chast' 1. Geologicheskoe opisanie. M.: Nedra. 1969. 576 s.
5. Beskaravajnyj M. M., Kostenko N. S., Mironova L. P. i dr. Priroda Karadaga. Kiev: Naukova dumka, 1989. 288 s.

ГЕОЛОГИЯ КАРАДАГА В КРЫМУ.
ЧАСТЬ 1. ОБЩЕЕ СТРОЕНИЕ

6. Priroda Karadaga / Beskaravajpyj M. M., Kostenko N. S., Mironova L. P. i dr.; Pod red. Morozovoj A. L. i Vronskogo A. A.; AN USSR. Institut biologii juzhnyh morej im. A. O. Kovalevskogo. Kiev: Nauk, dumka, 1989. 288 s.
7. Yudin V. V. Geodinamika Kryma. Monografija. Simferopol', DIAJPI, 2011. 336 s.
8. Yudin V.V. Geologija rajona Kiik-Atlama v Krymu. / Trudy Krymskoj Akademii nauk. Simferopol', IT «ARIAL», 2019. S. 35-57.
9. Muratov M. V. Kratkij ocherk geologicheskogo stroenija Krymskogo poluostrova. M., Gos. nauchno-tehnhich. iz-vo, 1960. 207 s.
10. Yudin V. V., Klochko A. A. Tektonika Vostochnogo Kryma (Karadag). V kn.: “Syr'evye resursy Kryma i prilegajushhh akvatorij (neft' i gaz)”. Materialy konf. “Tektonika i neftegazonosnost' Azovo-Chernomorskogo regiona v svjazi s neftegazonosnost'ju passivnyh okrain kontinentov”. Simferopol', “Tavrija-Pljus”, 2001. S. 169-178.
11. Zhabina N. M. Pro alohtonne zaljagannja titon-berias'kih vikladiv v pivdenno-shidnomu Krimu// Dopovidi NANU, 1998, №8, S.129-134.
12. Zhabina N. M., Mintuzova L. G. Vikladi mezozoju v pivdenno-shidnomu Krimu vijavilisja majkops'kimi. V kn.: Novi dani z geologii ta naftogazonosnosti Ukraïni. Sb. naukovih prac' UkrDGRI. L'viv, 1999, S. 137-155.
13. Lebedinskij V. I., Makarov N. M. Vulkanizm Gornogo Kryma. Kiev, AN USSR, 1962. 208 s.
14. Meijers M. J. M. Tethyan evolution of the Black Sea region since the Paleozoic: a paleomagnetic approach. Universiteit Utrecht No. 319. 2010. 247 p. (dissertacija-monografija)
15. Bagdasarjan G. P., Lebedinskij V. I. Novye dannye ob absoljutnom vozraste magmatics'kikh porod Gornogo Kryma //Doklady AN SSSR, 1967. T. 173, №1. S. 149-152.
16. Kljukin A. A. Jekzogeodinamika Kryma. Simferopol', «Tavrija», 2007. 320 s.
17. Yudin V. V., Klochko A. A. Novaja sbalansirovannaja model' Karadaga. V sb.: “Tektonika i poleznye iskopaemye Azovo-Chernomorskogo regiona”. (M-ly mezhdunar. konferencii) Krym, Geolkom Ukrainy, NANU. KAN, AGEO, 1999. S. 55-56.
18. Geologicheskij slovar'. V treh tomah. Izdanie tret'e, pererab. i dop. / Gl. red. O. V. Petrov. SPb., VSEGEI, 2010. T. 1 A-J, 432 s., t. 2 K-P, 2011, 480 s., t. 3 R-Ja, 2012, 440 s.
19. Karadag zapovednyj: nauchno-populjarnye ocherki/ Pod. red. A. L. Morozovoj. Simferopol', N. Oreanda, 2011. 256 c.
20. Yudin V. V. Geologija Kryma. Fotoatlas. Simferopol'. IT «Ariala», 2017. 160 s.
21. Lebedinskij V. I., Kirichenko L. P. Geologicheskoe stroenie. Razdel na str. 19-33 v kn.: Zapovednyj Karadag. Ocherk-putevoditel'. Serija: Novyj krymskij putevoditel'. Simferopol': SONAT, 2007. 320 s.

Поступила в редакцию 22.09.2023 г.