

УДК 551.243.4 (234.86)

В.В. Юдин

ПРЕДГОРНАЯ СУТУРА КРЫМА

Обосновано выделение коллизионного шва под мел-кайнозойскими отложениями северного предгорья Крыма. По известным палеомагнитным реконструкциям, он отражает субдукцию фрагмента океанической коры Тетиса с последующей коллизией террейна Горного Крыма с Евразией. Направление падения сутуры определено как север-северо-западное; угол падения 20-30°. В зоне разрыва установлены: фрагменты офиолитов (базиты, ультрабазиты, радиоляриты), динамометаморфизм, милонитизация мощностью 2-3 км; в прилегающей полосе - тектонический меланж и Битакский краевой прогиб, заполненный мощной толщей моласс. Формирование сутуры происходило более 80 млн. лет - от ранней-средней юры до раннего мела включительно с последующей менее значительной активизацией в кайнозое. Намечены Северокрымская палеозойская и Южнокрымская позднеюрская сутуры. Все это определяет выбор новой геодинамической модели Крыма и позволяет наметить дополнительные направления поисков полезных ископаемых и изучения сейсмичности региона.

Основой современного представления о строении горно-складчатых областей, их тектонического районирования и геодинамики является выделение и прослеживание коллизионных швов или сутур [15]. Сутура понимается как шовная зона, вдоль которой произошла полная субдукция океанической коры с последующей коллизией континентов или континентальных блоков. Местоположение и направление наклона сутур определяет геодинамическую модель эволюции и, как следствие, имеет важное практическое значение для выявления тектонических критериев поиска различных типов полезных ископаемых, включая углеводороды, и унаследованной современной сейсмичности.

В предгорной полосе Крыма, по материалам многих исследователей, протягивается крупное разрывное нарушение, отделяющее складчатое сооружение Горного Крыма от Скифской плиты. Этот разрыв называли по-разному: Предгорнокрымским, Крымско-Кавказским, Симферопольским, Бахчисарайским, Северо-Крымским [13] или Крымским [11], Северо-Битакским

или Битакско-Парпачским (по данным геологических съемок В.И.Иванова и др., 1978 г.), Белогорским [6] и др. Нарушение прослеживается от района Севастополя через Бахчисарай, Симферополь, Белогорск и далее к востоку, севернее Старого Крыма и Феодосии. Положение его в плане и особенно западное и восточное продолжения отражаются исследователями по-разному. Это является следствием неоднозначного понимания морфологии и кинематики разрыва, направления его падения и критериев выделения.

Большинство исследователей считают зону разрыва классическим глубинным разломом, погребенным под мел-кайнозойскими недислоцированными отложениями [2,11,13]. При этом предполагается, что зона нарушения состоит из субвертикальных разломов, формирующих серию блоков, и в целом представляет собой круто падающий к юго-юго-востоку сброс или же сброс, трансформированный затем во взброс. Однако конкретного описания таких сбросов и логичного механизма их образования нет.

Другая интерпретация разрыва как Белогорского надвига приведена в работах Ю.В.Казанцева [6, 7]. По данным этого исследователя, сместитель разрыва полого падает к югу и аллохтон Горного Крыма надвинут на породы Скифской плиты.

Эти интерпретации разрыва не согласуются с фактическим материалом. В наиболее изученном участке на Симферопольском поднятии район нарушения перебурен многочисленными скважинами при проведении детального глубинного геологического картирования. Здесь в 30 км к северо-востоку от Симферополя на глубине до 300 м под позднеюрско-ранне-меловыми и кайнозойскими отложениями вскрыты палеозойские (?) метаморфизованные комплексы. К югу от последних расположены терригенные отложения ниже- и среднеюрской битакской свиты. Граница между этими образованиями тектоническая. В.И.Иванов интерпретировал ее как сброс амплитудой более 300 м, падающий к юго-востоку, а общее строение района - как блоковое.

Анализ результатов бурения более 30 скважин, проведенного ПГО "Крымгеология", позволяет нам иначе интерпретировать строение этого сложно построенного района. Во-первых, структуры к юго-востоку от разрыва резко

асимметричны с запрокидыванием выявленной крупной Симферопольской антиклинали и более мелких складок к юго-востоку, что фиксируется как по данным бурения, так и непосредственными наблюдениями в обнаженных участках. Во-вторых, в керне скважин были описаны полого залегающие зеркала надвигов (например, в скв. 2 на глубине 485 м - с углом падения сместителей $15-35^\circ$), а также мелкие лежащие складки, свидетельствующие об интенсивном тангенциальном сжатии толщ, а не об их растяжении. Породы палеозойского (?) возраста превращены в милониты в зоне шириной 2,5-6 км. При этом, судя по описаниям керна, падение плоскостей милонитизации довольно пологое $-5-30^\circ$, реже до 40° , в среднем $20-30^\circ$. Даже в первом приближении можно интерпретировать этот разрыв как надвиг с падением сместителя под углом $20-30^\circ$, а не как крутой сброс.

Особо следует остановиться на формационном составе пород, контактирующих по разрыву. Южное крыло сложено мощной толщей грубообломочных пород битакской свиты с остатками флоры и фауны нижней-средней юры. Состав блоков в конгломератах однозначно свидетельствует о сносе с севера, что отмечают все предшествующие исследователи. В фундаменте скрыты породы, весьма похожие на литотипы обломков в битакской свите. Южнее, в Горном Крыму, ниже-среднеюрские толщи представлены более мелкозернистыми и более глубоководными разностями, что подтверждает их удаление от источника сноса.

Судя по описаниям керна скважин, северное крыло разрыва сложено метаморфическими породами, претерпевшими интенсивный динамометаморфизм и превращенными в милониты и бластомилониты. Породы интенсивно перетерты, передроблены и деформированы. Здесь развиты как будинаж, так и мелкая изокли-нальная складчатость, свидетельствующие о высокоамплитудном субпослойном перемещении материала. В породах присутствуют амфиболы (актинолит и др.) в виде мелких раздробленных игольчатых кристаллов, ориентированных вдоль поверхности милонитизации. Первоначально толщи представляли собой черные сланцы без грубообломочных пород, которые превращены впоследствии в эпидот-актинолитовые, эпидот-хлоритовые, альбит-хлоритовые, графит-мусковитовые, кварц-карбонат-хлоритовые и другие милониты. Среди них в ряде скважин были

вскрыты габбро-диабазы и диориты с тектоническими контактами с вмещающими породами. Сами магматиты, как и вмещающие породы, также беспорядочно трещиноватые, с зеркалами скольжения мелких разрывов.

Особенно важным в формационном отношении является известное открытие у с. Верхнее Курганное (в 15 км к северо-востоку от Симферополя) ультраосновных пород. Они вскрыты скв. 10 на глубинах 355-372 м среди диоритов и интенсивно перемятых кварц-серицит-хлоритовых сланцев, с тектоническими контактами. По петрографическому составу ультрабазиты близки к пикритам [17] и сложены оливином, пироксеном, серпентином, хлоритом, амфиболом и рудными минералами. Порода пронизана многочисленными зеркалами скольжения под углами 0-20-50° и рассланцована по плоскостям, падающим под углами 15-20° и 65-70°. По химическому составу это также пикриты, причем от кавказских аналогов они отличаются меньшей серпентинизацией. Внешний вид керн с интенсивной тектонической переработкой и зеркалами скольжения весьма сходен с фрагментами серпентинитовых меланжей других складчатых областей.

Интерпретация формы ультрабазитов как дайки [17] представляется некорректной, так как это тело перебурено вертикальной скважиной, в керне которой углы падения элементов залегания составляют 20-50°. Наличие многочисленных пологих зеркал скольжения и зон милонитизации свидетельствует о том, что этот литодинамический комплекс связан с высокоамплитудным надвигом (точнее, поддвигом), а ультрабазиты являются фрагментом тектонического меланжа типа серпентинитового

Во вскрытом комплексе основных и ультраосновных пород для полного набора офилитовой ассоциации не хватало глубоководных осадочных пород. Можно полагать, что первоначально ими являлись толщи, превращенные при динамометаморфизме в милониты, так как среди них почти нет грубообломочных разностей и карбонатов. Кроме того, в обломках битакских конгломератов наряду с известными ранее яшмами и кремнистыми сланцами нами обнаружены радиоляриты. Последние представляют собой кремнистые породы красного, реже серого и черного цвета, очень плотные, тонкозернистые с изобилием остатков сферических радиолярий и следами тектонической

переработки.

В современных океанах такие осадочные силициты встречаются только на абиссальных глубинах ниже уровня карбонатной компенсации (4-5 км), где карбонаты не могут образовываться из-за растворения при увеличении давления. Они слагают первый (осадочный) слой океанической коры. Второй слой представлен базитами и пиллоу-лавами, подстилаемыми комплексом параллельных даек, третий - плутонами и расслоенным габбро, под которыми располагаются ультрабазиты верхней мантии [8].

Таким образом, в литодинамическом комплексе пород, вскрытых на Симферопольском поднятии, есть фрагменты разных слоев древней океанической коры и мантии. Зону к югу от Предгорного надвига можно рассматривать как аккреционную призму, сформированную при субдукции фрагмента Тетиса. Сам надвиг является коллизионной сутурой - швом, возникшим в результате схождения края Евразийской плиты с субконтинентальным фрагментом коры Горного Крыма. Об этом свидетельствуют и данные палеомагнитных исследований. Так, по реконструкции В.А.Сафонова, Д.М.Печерского [10], горнокрымский фрагмент коры в ранней юре располагался в 1700 км от края Евроамериканского континента, в поздней юре - в 1000 км и в мелу сочленился с Евразией. Все это говорит о том, что Крым является террейном [14] и в его ограничениях должны существовать сутуры.

Следующая проблема - возраст Предгорного надвига. По данным В.И.Иванова и других геологов за 1978 г., изотопные датировки калий-аргоновым методом динамометаморфических пород из скв. 1 на Симферопольском поднятии составляют 147-165 млн. лет, что отвечает поздней юре, а точнее, от бат-келловея до титона. Сходные, но чуть древнее по возрасту определения (153-186 млн. лет), соответствующие средней и поздней юре, были получены тем же методом из метаморфических пород фундамента северо-восточнее, в группе Октябрьских скважин [2]. Поскольку возраст метаморфизма справедливо считается синхронным времени складчатости, структурообразование в породах фундамента, в том числе и формирование разрывов, по изотопным методам, можно определить как среднеюрско-кimmerиджское. Следует отметить, что это датировки последних наиболее интенсивных движений в каждой анализируемой части зоны разрыва. Более

древние образования, если они и были, уничтожены при последующем динамометаморфизме, а более молодые могли не изменить калий-аргоновую систему в случае смещения основной зоны структурообразования, как это выявлено в современных аккреционных призмах и складчато-надвиговых поясах. В данном случае омолаживание структурообразования происходило к юг-юго-востоку (здесь и далее подразумеваются современные географические координаты, существенно отличающиеся от древних).

Уточнить изотопные данные о возрасте сутуры позволяют анализ осадочных пород, сформированных одновременно с надвигообразованием. Биостратиграфический возраст синскладчатых битакских конгломератов, обломки в которых аналогичны породам северного крыла разрыва, свидетельствует о том, что весьма высокоамплитудные перемещения происходили в ранней-средней юре. Учитывая тип структур и большую (более 2 км) мощность битакской свиты, можно заключить, что это перемещение сопровождалось значительным вертикальным поднятием северного крыла разрыва и надвиганием его на край Битакского прогиба. Более древнюю активность надвига можно лишь предполагать, так как подошва битакских конгломератов и их нижний возрастной предел неизвестны.

Верхний предел активности разрыва определяется перекрывающими его недислоцированными отложениями. Их возраст в отдельных участках позднеюрско-раннемеловой, а на всей территории позднемеловой-кайнозойский. Кроме того, в составе тектонического меланжа южнее сутуры кроме каменноугольно-юрских выявлены обломки нижнемеловых пород [4].

Не исключено унаследованное движение по разрыву и в кайнозое [11], но в несоизмеримо меньших масштабах. По материалам В.И.Иванова за 1978 г., среди нумулитовых известняков палеогена в районе с. Дмитрово выдвинут фрагмент терригенных пород нижнего мела. Во фронтальной части сутуры отмечается уменьшение мощности кайнозойских толщ. Сам разрыв выражен в современном рельефе поднятием Третьей гряды Крымских гор (трассирование гряды проводилось по водоразделам, так как при пересечении долинами рек куэсты имеют в плане неправильную извилистую форму). Связанная с сутурой зона Симферопольского

меланжа [19] также выражена в рельефе Второй грядой гор. Обе гряды, видимо, отражают современную унаследованную активность такой мезозойской структуры. Наиболее четко это проявлено в западной половине Крыма. Восточнее, по мере погружения разрыва под мощные толщи Индо-ло-Кубанского прогиба с иным структурным планом, связь его с рельефом проявляется меньше.

Нижний возрастной предел Предгорной сутуры может быть определен по возрасту дислоцированных пород фундамента. Мнения на этот счет весьма противоречивы из-за отсутствия фауны - от позднего протерозоя [13 и др.] до палеозоя (данные В.И.Иванова и др. за 1978г). Более правильным представляется фанерозойский возраст, так как в отдельных участках породы содержат остатки флоры и фауны, отсутствовавшей в докембрии. Гальки радиоляритов, вымытые из пород Симферопольского поднятия, подтверждают это. По предварительным определениям, возраст радиолярий - мезозойский.

Таким образом, основное формирование Предгорного надвига происходило в течение длительного времени - от ранней-средней юры (не исключая и более древнего заложения) до раннего мела включительно, что составляет около 80 млн. лет. По изотопному датированию намечено омоложение дислокаций к юго-востоку. В кайнозое, видимо, происходила и происходит незначительная унаследованная активизация смещений, выраженная рельефом Второй и Третьей гряд Крымских гор.

Главной проблемой при составлении геодинамической модели любой складчато-надвиговой области является правильное представление о направлении падения древней зоны субдукции [18]. Рассматриваемый Предгорный разрыв по ряду признаков соответствует сутуре, связанной с древней зоной Вадати-Заварицкого-Беньоффа. Поэтому правильное определение его падения - основа общей модели тектонического строения Крыма в докайнозойский этап развития. Как отмечалось выше, все предшествующие исследователи считали направление падения Предгорного разрыва юго-юго-восточным и дискуссионным было лишь - надвиг это, сброс или классический глубинный разлом с различными типами смещений. При этом достаточного обоснования ориентировки падения сместителя не приводилось. Бесспорные

факты в пользу юго-восточного падения Предгорного надвига отсутствуют.

Наряду с этим есть много данных о северо-северо-западном падении сместителя сутуры. К их числу относятся следующие:

1. Складки, сложенные битакскими конгломератами, в приразрывной зоне асимметричны и запрокинуты к юго-востоку. Та же асимметрия складок преобладает в юрско-триасовых породах Горного Крыма. Это возможно лишь при северо-западном падении сутуры.

2. Сместители разнопорядковых оперяющих надвигов и взбросов, по непосредственным наблюдениям, в основном наклонены к северо-западу.

3. В аллохтонах всех высокоамплитудных надвигов на поверхность выводятся более древние, сильно измененные породы, а в автохтоне - более молодые, с меньшими эпигенетическими преобразованиями. В рассматриваемой зоне на севере выходят сильно метаморфизованные палеозойские толщи, а южнее - нормальные осадочные конгломераты битакской свиты нижней-средней юры. Сместитель в данном случае может падать только к северо-западу.

4. Как отмечалось выше, возраст структурообразования в длительно формировавшейся Предгорной сутуре омолаживается к юго-востоку. В соответствии с известной моделью складчатости Сили - Карига, это возможно лишь при падении сместителя к северо-западу.

5. В Равнинном Крыму в 100 км от сутуры известна параллельная цепочка раннемеловых вулканов. В современных зонах конвергенции плоскость субдукции наклонена только под вулканический пояс. Следовательно, Предгорная сутура в раннем мелу была наклонена к северо-западу. Маловероятно, что в юрское время она располагалась наоборот, тем более, что в фундаменте Равнинного Крыма вскрыты и намечены магматические образования и юрского возраста.

6. Аналогичное северное падение имеет зона Главного надвига Большого Кавказа. Уровень эрозионного среза там значительно больше. Надвиг палеозойских толщ на юрские доступен непосредственному наблюдению и имеет сходное строение [16].

7. Состав обломков в битакских конгломератах свидетельствует о сносе с севера. Южнее, в разновозрастных толщах конгломераты отсутствуют и развиты менее грубообломочные, более глубоководные породы. В керне скважин, вскрывших обширную зону милонитизации, наблюдались зеркала надвигов и изоклинальные складки сжатия. Это свидетельствует о большой не только горизонтальной, но и вертикальной амплитуде надвига. Структурная интерпретация этих данных возможна лишь в случае северо-западного падения сместителя.

8. Положение и морфология структур выявленного нами Симферопольского тектонического меланжа [19], расположенного в 15 км юго-восточнее сутуры, говорит о северо-западном падении ее сместителя.

9. Современная сейсмофокальная зона в южной акватории Крыма также имеет север-западное падение [2].

10. При движении по высокоамплитудным надвигам продукты размыва приподнятой фронтальной части обычно подминаются под аллохтон. Такие грубообломочные породы всегда расположены со стороны, от которой падает сместитель. В данном случае наличие битакских конгломератов к юго-востоку от сутуры свидетельствует о ее северо-западном падении.

Некоторые из приведенных доказательств могут считаться дискуссионными, но вместе с совершенно бесспорными они позволяют сделать вывод о том, что Предгорная сутура, представляющая собой древнюю зону субдукции и коллизии, имеет северо-северо-западное, а не юго-восточное падение.

Изложенное имеет важные научные и практические следствия. Представления, что Скифская плита в юре и мелу являлась пассивной окраиной [5], следует изменить в пользу активной окраины с соответствующим пересмотром геодинамической модели эволюции региона. В целом фанерозойскую геодинамику Крыма определяют три сутуры. Кроме Предгорной, в северном ограничении Скифской плиты намечены Северокрымская шовная зона, отделяющая ее от Восточно-Европейской платформы. Падение этого разрыва, видимо, к югу, и по нему в позднепалеозойское время произошла коллизия пассивной окраины Евроамериканского континента со Скифской плитой. В акватории Черного моря

южнее Крыма предполагается еще одна Южнокрымская сутура, ограничивающая Горнокрымский террейн. О ее наличии свидетельствуют обломки зеленокаменных пород, базитов и силицитов в основании мощной толщи конгломератов позднеюрского возраста, а также южный источник сноса (гора Демерджи). Среди обломков силицитов в конгломератах нами также обнаружены радиоляриты. Выявление Предгорной сутуры позволяет предполагать наличие в прилегающей к ней зоне известных для таких зон [12 и др.] рудных эпигенетических полезных ископаемых, связанных с совмещением разных по составу фрагментов коры. Перспективы нефтегазоносности Равнинного Крыма и прилегающих акваторий к северу от зоны разрыва могут оцениваться значительно выше. Это связано с дополнительным подтоком углеводородов благодаря термолизу органического вещества субдуцированных осадков [по 1 и др.]. Кроме того, с учетом выявленного восточнее шарьяжного строения Скифской плиты, ставится под сомнение бесперспективность поисков углеводородов в фундаменте, а точнее, в его поднадвигах, что обосновано нефтепроявлениями из глубоких зон дробления [9]. Вблизи Предгорной сутуры расположены шесть городов Крыма. Современная активизация движений в ее зоне, выраженная в рельефе Второй и Третий гряд Крымских гор, позволяет ставить вопрос о более детальном изучении сейсмичности этого крупнейшего крымского разрыва.

Таким образом, в предгорной полосе Крыма выделен коллизионный шов, отражающий субдукцию фрагмента океанической коры Тетиса. Формирование сутуры происходило в длительное (80 млн. лет) юрско-раннемеловое время с менее значительными подвижками активизации в кайнозое. Падение сместителя пологое, север-северо-западное. В зоне разрыва известны фрагменты пород офиолитовой ассоциации (ультрабазиты, базиты, глубоководные силициты-радиоляриты), динамометаморфизм амфиболитовой фации, мощная (2-3 км) зона милонитизации, полоса тектонического меланжа и Битакский краевой прогиб, заполненный грубообломочной толщей моласс.

Статья поступила 22.02.1993г

- литосфере // Геология нефти и газа. 1988. №10.С. 1-8.
2. *Геология СССР I* Отв. ред. М.В.Муратов. - М.: Недра, 1969.- Т. 8. Ч. 1. Крым. Геологическое описание. - 575 с.
3. *Герасимов М.Е.* Надвиговой характер восточной периклинали Горного Крыма и структур Керченского полуострова // Геология и геодинамика района Крымской АЭС. - Киев: Наук, думка. 1992. - С. 33-38.
4. *Дегтярева Л.В., Нероденко В.М., Комарова О.В., Михайлова И.А.* О природе горизонта глыбовых известняков в окрестностях г. Симферополь // Изв. АН СССР. Сер. геол.- 1979.-№3.-С. 64-67.
5. *Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М.* Тектоника литосферных плит территории СССР. М.: Недра, 1990. -Кн. 2.-333с.
6. *Казанцев Ю.В.* Аллохтонные структуры восточной половины Горного Крыма // Структурная геология Крыма.-Уфа, 1989.-С. 5-55.
7. *Казанцев Ю.В.* Тектоника Крыма. - М.: Наука, 1982. 112с.
8. *Кеннет Дж.* Морская геология: В 2 т. - М.: Мир, 1987. Т. 1.-397 с.; Т. 2.-383 с.
9. *Обыскалов А.К., Марков А.Н., Грабкин О.В* Надвиги в фундаменте Скифской плиты // Геотектоника. - 1992. № 4.-С. 52-63.
10. *Печерский Д.М., Сафонов В.А.* Палинспастическая реконструкция положения Горного Крыма в средней юре-раннем мелу на основе палеомагнитных данных // Геотектоника.- 1993. -№1.-С. 96-105.
11. *Пивоваров С.В., Борисенко Л.С., Чуба Б.С. и др.* Геологическая карта Горного Крыма. - 1:200 000. - Объясн. зап. - Киев, 1984.- 134с.
12. *Тектоника плит и полезные ископаемые* / Под ред. А.А Ковалева, Г.Ольсзака. - М.: Изд-во Моск. ун-та. 1985 - 192с.
13. *Тектоническая карта Украинской ССР и Молдавской ССР.* - 1:500 000. - Объясн. зап. / Гл. ред. В.В.Глушко. Киев, 1988.- 134с.
14. *Тихоненков Э.П.* Геодинамика и сейсмоструктура Крыма // Тез. докл. XIV конгр. КБГА. - София, 1989. - С. 998-1000.
15. *Хаин В. Е.* Глубинные разломы, геоблоки, террейны и тектоника плит // Сов. геология. - 1992. -№ б. - С. 34-40.
16. *Хаин В.Е.* Региональная геотектоника: Альпийский средиземноморский

пояс. - М.: Недра, 1984. - 344 с.

17. 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.
18. Юдин В.В. Проблема наклона Магнитогорской зоны палеосубдукции на Урале //Геология и ресурсы горючих полезных ископаемых Европейского Севера СССР. - Сыктывкар, 1989. - С. 47-53. - (Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО АН СССР; Вып. 68).
19. Юдин В.В. Симферопольский меланж // Докл. РАН. - 1993. -Т. 333,№ 2. -С. 250-252.