

УДК (551.21:551.73):553.73(574.11)

В. М. ПИЛИФOSОВ¹, Э. С. ВОЦАЛЕВСКИЙ²,
Н. А. АЗЕРБАЕВ³, А. П. ПРОНИН⁴

ПРОБЛЕМА ПАЛЕЗОЙСКОГО ВУЛКАНИЗМА ЮГА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Терең бұрғылау мәліметтері Каспий маны ойысы оңтүстік бөлігінің палеозойлық тарихының белгілі бір кезеңдерінде вулканизмнің кеңінен таралғанын дәлелдейді. Магнитометрия мәліметтерін түсіндірудің (талдаудың) жаңа тәсілдері негізінде вулканизмді ойыстың оңтүстік-шығыс жиектеуі бойынша қатпарлы зоналардың (Оңтүстік-Ембі және Карпинский қыркасы) қалыптасуымен байланыстыру әрекеті жасалады.

Результаты глубокого бурения свидетельствуют о развитии вулканизма в определенных периоды палеозойской истории южной части Прикаспийской впадины. На основе новых подходов к интерпретации данных магнитометрии предпринимается попытка связать вулканизм с формированием складчатых зон (Южно-Эмбинской и кряжа Карпинского) по юго-восточному обрамлению впадины.

The volcanic processes in exact periods of Paleozoic history of South part of Pri-caspian basin are determined by geological and geophysical data. These processes are connected with development of Volcanic arch when South Emba and Karpinsky Ridge were formed.

Геологическая история формирования складчатых позднепалеозойских зон сжатия (кряжа Карпинского и Южно-Эмбинской) в области сочленения юга Прикаспийской впадины со структурами Скифской и Туранской плит не может быть объективно установлена без анализа магматических процессов. В последнее время эти вопросы неоднократно затрагивались при литологическом изучении керна глубоких скважин (Н. А. Азербайев, А. П. Пронин и др.). Однако ограниченное количество скважин, недостаток кернового материала и сложное строение палеозойских отложений не позволяют получить необходимую информацию о закономерностях распределения интрузивных и вулканогенных комплексов в разрезе и по площади. С помощью данных геофизики и прежде всего магниторазведки нами предложена модель возможного палеозойского магматизма области складчатых поясов в южной части Прикаспийской впадины.

Геологические данные ограничиваются описанием разрезов глубоких скважин на ряде площадей юго-восточной части Прикаспийской впадины, Южно-Эмбинского палеозойского поднятия и полуострова Бузачи, где выявлены вулканогенные и пирокластические породы в виде пачек, пластов и слоев. Обобщив их, мы выделили два основных периода проявления вулканизма в позднем палеозое: раннекаменноугольный (поздневизейский) и раннепермский (артинский), имеющие,

^{1,2,3} Қазақстан. 480100, Алматы, ул. Қабанбай батыра, 69а, Институт геологиялық ғылымдарының атымен. Қ. И. Сәтпаева.

⁴ Қазақстан. 465050, Атырау, ул. Айтыке би, 43, Қазақстан ғылымдарының академиясының геологиялық зерттеу институты.

однако, разное площадное распространение (по девонским отложениям данных недостаточно).

На территории современной юго-восточной бортовой зоны Прикаспийской впадины и Южно-Эмбийского поднятия в раннекаменноугольную эпоху формировались терригенные осадки, представленные глинисто-песчано-алевролитовыми образованиями и горизонтами конгломератов. Обломочные породы по составу граувакковые, плохо отсортированные. Во многих скважинах (площади Караой, Равнинная, Тортай, Шолькара, Туресай) в нижне-средневизейском комплексе среди обломков пород много фрагментов вулканогенных пород, в ряде случаев наблюдается примесь пирокластического материала⁵.

И. А. Азербайев, Л. Г. Никитина, Л. П. Слюсарев в скв. Бекбулат-1 (Южно-Эмбийская зона) в аргиллитово-терригенном комплексе визе (5380—5500 м) выделили пачку вулканомиктовых граувакковых разнозернистых песчаников и алевролитов. Неокатанные и слабоокатанные обломки представлены основной массой андезитовых лав. Для этой пачки характерно присутствие вермикулита и смектита. В аргиллитах выявлено присутствие смешанослойной фазы, состоящей из неупорядоченного чередования смектита (около 50%) и иллита. Образование смешанной фазы связывается с постседиментационными преобразованиями пеплового материала. Детальный литолого-фациальный анализ позволил сделать вывод о том, что при формировании этой пачки источником сноса была относительно неудаленная островная дуга, где размывались лавы андезитовых порфиритов и продукты андезитового вулканизма. При этом чрезвычайно важно замечание о том, что уже во время формирования верхних пачек аргиллитово-терригенного комплекса визе (5230—5380 м) источником сноса был платформенный чехол микроконтинента. Такое заключение основано на материале верхней пачки, состоящей преимущественно из окатанных обломков кварца, кремнистых пород и каолинита, характеризующихся высокой зрелостью и являющихся продуктом нескольких циклов осаждения и перемыва. Итак, даже в визейском веке вулканизм проявлялся в ограниченный отрезок времени.

К такому же заключению можно прийти на основе анализа керна скважин на площади Тенгиз. Повсеместно вскрываемая внутри карбонатных комплексов высокорadioактивная пачка, сложенная вулканомиктовыми алевроаргиллитами и алевропесчаниками, располагается на границе тульского и алексинского горизонтов визе. Видимо, именно этот отрезок геологического времени можно считать верхней границей интенсивного вулканизма в юго-восточной части Прикаспийской впадины, поскольку в отложениях серпуховского яруса, в среднем и позднем карбоне вулканогенные породы не отмечены.

Еще более значительные проявления вулканизма установлены на полуострове Бузачи. По данным А. Пронина, в скв. Сев. Каражанбас П-1 нижнекаменноугольные отложения вскрыты на глубине 2978—4128 м. В нижней части преобладают вулканогенные породы — андезитовые, реже (в кровле) кварцевые порфиры. Покровы толщиной от 16—18 до 58—156 м чередуются с пачками глинисто-карбонатных пород и карбонатизированными туфами. Тела вулканогенных пород по мощности достигают 20—40 м и, по данным Л. Г. Никитиной, тяготеют к дацитовым (андезитдацитовым) разновидностям лав. Подобная же

⁵ Прогноз нефтегазоносности юго-востока Прикаспийской синеклизы / Арабаджи М. С., Базбородов Р. С., Бухаров А. В. и др. М., 1993. 160 с.

толща (порфирито-известково-аргиллитовая) отмечена в скв. Култай Г-4 (1950—2705 м). В скважинах Вост. Каратурун П-1 и Арман П-1 в отличие от Приморской зоны Прикаспийской впадины туфопесчаники и туфоизвестняки отмечены вплоть до серпуховского века (?) включительно. В нерасчлененных средне-позднекаменноугольных отложениях, а также в скважинах, где уверенно документируются образования башкирского, московского и ассельского веков, признаков интенсивного проявления вулканизма не обнаружено. Исключение составляет скв. Арман П-1, где в нерасчлененных средне-позднекаменноугольных комплексах отмечены туфопесчаники с горизонтальной и косой слоистостью.

Следующим этапом достаточно активного проявления вулканизма в юго-восточной части Прикаспийской впадины является артинский век. На площадях Маткен (скв. 10, 16, 17), Арман, Сазтобе и др. описаны прослой песчаников с обильными обломками эффузивных пород, пачки туфогенных гравелитов и конгломератов мощностью до 150—200 м, чередующиеся с пепловыми туфами андезитового состава, а также слой алевропесчаников, обогащенных пирокластическим материалом. М. С. Арабаджи и др. считают, что эта фациальная зона располагалась в непосредственной близости к очагу активного вулканизма. В Приморской зоне в артинское время накапливались глинистые известняки и карбонатные глины. В разрезах скважин на площади Тенгиз установлено присутствие пирокластического материала и слоев витротуфов, что свидетельствует о нахождении этой зоны в ареале эффузивной деятельности.

Таким образом, геологические данные свидетельствуют о двух значительных проявлениях вулканизма в юго-восточной прибортовой зоне Прикаспийской впадины в конце среднего визе и артинском веке. Естественно связать эти события с формированием складчатых поясов в пограничных областях. По этому поводу существует несколько разных точек зрения.

Так, М. С. Арабаджи и др. полагают, что источником нижнекаменноугольного пирокластического материала служили вулканы Донецко-Промысловской «авлакогеосинклинальной» области и территория Южного Урала, где в средне-визейско-серпуховское время имела место одна из наиболее мощных вспышек андезитового вулканизма, связанная с формированием Валерьяновской островной дуги. Что касается артинского вулканизма, то наряду с Донецко-Промысловской областью допускается, что источники вулканизма могли располагаться также и в Южно-Эмбинской зоне и связаны с инверсией этой зоны в артинское время. Ю. А. Волож предполагает, что комплексы андезитовых порфиритов Бузачинского региона связаны с дайками, внедренными в палеозойские толщи в раннем триасе. В качестве доказательства приводятся следы активного контакта с вмещающими породами и проявление признаков метаморфизма. А. П. Пронин, детально изучивший разрезы Бузачинских скважин, считает эти эффузивные комплексы синхронными возрасту вмещающих пород и признает развитие вулканизма среднего состава в юго-восточной части Прикаспийской впадины. Мы свою точку зрения попытаемся сформулировать после изучения геофизических данных. Однако следует сделать ряд замечаний по поводу наиболее распространенных мнений об Уральском и Днепровско-Донецком источниках вулканизма:

1. Островодужный вулканизм на Южном Урале растянут во времени от среднего ордовика до среднего карбона, перемещаясь с запада на

восток⁶. Наиболее интенсивные проявления вулканизма приходится на фамен-турнейский и визе серпуховский века в связи с формированием Магнитогорской и Валерьяновской дуг. Однако, как мы отмечали, в этом регионе проявления вулканизма ограничены значительно более коротким временем, а серпуховские отложения (время наиболее интенсивного вулканизма в Валерьяновском поясе) практически не содержит эффузивного материала.

2. Наибольшая интенсивность магматизма в Припятско-Днепровском авлакогене приходилась на поздний девон (фран — фамен) и связывается с формированием внутриконтинентального рифта. Складчатые сооружения Донбасса и складчато-надвиговый пояс кряжа Карпинского возникли в ранней перми в результате деформаций сжатия. Активного вулканизма в позднем палеозое в пределах кряжа Карпинского не отмечено. Установленные в Центрально-Предкавказском антиклинории интрузии преимущественно кислого состава имеют раннепермский возраст и знаменуют, вероятно, заключительные стадии консолидации коры Скифской плиты, не сопровождаемой активным вулканизмом. Вследствие этого предположение ряда исследователей о поступлении пирокластического материала в юго-восточную часть Прикаспийской впадины в позднем палеозое (средний карбон — ранняя пермь) со стороны Донецко-Промысловского складчатого сооружения маловероятны.

Значительные перспективы для выяснения вопросов об источниках палеозойского вулканизма юго-востока Прикаспийской впадины открывают новые подходы к обработке геофизической информации и прежде всего данных магнитометрии.

Прикаспийская впадина характеризуется достаточно контрастным магнитным полем различных ее структурно-тектонических областей. Центрально-Прикаспийская депрессия описывается спокойным пониженным магнитным полем. В восточной части, примерно в области Темирского поднятия и периферийного Примугоджарского прогиба, прослеживается цепочка магнитных максимумов меридионального простирания, которая к югу в полном соответствии с разворотом структур фундамента и осадочного чехла меняет простирание на юго-западное. Южному окончанию Прикаспийской впадины (в том числе и в северной акватории Каспийского моря) в магнитном поле соответствуют крупные положительные и отрицательные аномалии, изометричные или слегка вытянутые, без видимой закономерности в расположении и простирании. Для области кряжа Карпинского характерны небольшое количество магнитоактивных тел и разряженное расположение их контуров в плане. К югу от этой области магнитных положительных аномалий северо-западного простирания проходит полоса градиентов магнитного поля, отделяющая зону максимумов (Южно-Эмбинского, Северо-Каспийского и Астраханско-Полдневского) от зоны депрессии ΔT_a , соответствующей собственно Скифской плите.

Количественная интерпретация аномального магнитного поля Прикаспийской впадины предпринималась многими исследователями. Одним из удачных примеров построения на этой базе поверхности фундамента для восточной части Прикаспийской впадины можно привести

⁶ Зоненшайн Л. П., Кузьмин М. И., Наталов Л. М. Тектоника литосферных плит территории СССР. М., 1990. Кн. 1. 328 с.

работу Л. Я. Проводникова⁷. Один из соавторов этого исследования — Е. Н. Тетюхина любезно предоставила нам материалы расчетов глубин залегания верхних кромок магнитных аномалий по восточному борту впадины. Кроме того, использованы данные количественных расчетов, выполненные по Южно-Эмбинской зоне В. А. Насоновым. Наконец, для северной акваториальной части Каспийского моря интерпретация выполнена нами (А. В. Матусевич, В. М. Пилифосов, К. Н. Заленский) на основе разделения поля на региональную и локальную составляющие. В качестве регионального выбрано поле после его осреднения радиусом 60 км. Из множества количественных расчетов, проведенных для различных частей региона этими исследователями, путем сопоставления с глубинами до отражающего горизонта P_3 отобраны только те аномалии, которые связаны с намагниченными телами, залегающими выше подошвы среднедевонских отложений, т. е. которые заведомо расположены в низах осадочного чехла. Всего зарегистрирована 41 аномалия, расположенная преимущественно внутри верхнедевонско-нижневизейского аргиллито-грауваккового комплекса и возвышающаяся над подошвой дислоцированного нижнепалеозойского (дораннедевонского) комплекса на 1—3 км.

Рассматриваемые магнитные аномалии, не связанные с фундаментом, пространственно располагаются в трех областях (см. рис.): на

Схема размещения магнитоактивных геологических объектов в нижних этажах осадочного чехла юго-востока Прикаспийской впадины. 1 — основные разломы; 2, 3 — палеозойские складчатые зоны сжатия; 2 — Южно-Эмбинское поднятие, 3 — складчато-надвиговый пояс края Карпинского; 4 — Западный склон южного окончания Мугоджар; 5—7 — блоки фундамента: 5 — докемрийский Прикаспийской впадины и изогипсы, 6 — досреднедевонский Туранской плиты, 7 — досреднекаменноугольный Скифской плиты; 8 — магнитные аномалии, соответствующие вулканам (и магматеринским интрузиям), и простираение предполагаемых островных дуг



⁷ Проводников Л. Я. Фундамент Туранской плиты и Прикаспийского поперечного перикратонного опускания // Геология Казахстана. 1966. № 3. С. 37—42.

восточной ее периферии в краевой зоне поднятий фундамента, в области Южно-Эмбинского поднятия и северной акватории Каспийского моря. При группировании аномалий по признакам их преимущественного простираия и расположения относительно основных структурных элементов фундамента можно установить несколько линейных зон, вдоль которых группируются магнитоактивные геологические тела. Для первой области характерно субмеридиональное уральское простираие. В Южно-Эмбинской области отмечается северо-восточное дугообразное расположение магнитных объектов в соответствии с пространством складчатых верхнедевонско-нижневизейских граувакковых комплексов. В акватории Каспийского моря четко прослеживается дуга аномальных объектов, параллельная основному надвиговому шву восточного окончания кряжа Карпинского (см. рис.).

Таким образом, значительное количество аномалий и закономерное их положение относительно структур юго-восточной части Прикаспийской впадины подтверждают нахождение магнитовозмущающих объектов в девонско-раннекаменноугольных образованиях. Очевидно, могут быть рассмотрены два альтернативных объяснения этого явления:

1) магнитные аномалии связаны с последующими внедрениями интрузий преимущественно основного и среднего состава (судя по величинам остаточной намагниченности — прямой и обратной);

2) аномалии обусловлены эффузивами и погребенными интрузиями, синхронными осадочным комплексам.

По первому предположению, уместно, как и в других случаях, связать их с магматическими событиями в хорошо изученных районах. На Южном Урале воздымание территории и образование горно-складчатого сооружения в среднем карбоне — ранней перми сопровождалось интенсивным ростом гранитогнейсовых куполов. Возможно, внедрение гранитных интрузий не ограничивалось Уральским орогеном, а распространялось в ослабленном виде и на Предуральско-Южно-Эмбинский прогиб и в область Астраханско-Актюбинской системы поднятий. Здесь некоторое противоречие состоит в несоответствии характеристик магнитного поля гранитогнейсовым диапирам. В значительной мере этому предположению не отвечает остаточное аномальное гравиметрическое поле (после исключения влияния верхних слоев осадочного чехла и глубинных слоев консолидированной коры), которое положительно.

Что касается широко распространенного вулканизма, сопровождавшего заложение глубоких пермо-триасовых бассейнов Туранской и Скифской плит, а также островодужного триасового известково-щелочного магматизма Альпийско-Гималайского пояса, то широкое его проявление на значительном удалении в Прикаспийской впадине маловероятно, поскольку ни одного случая триасовых излияний во впадине не зафиксировано.

Мы являемся сторонниками синхронного магматизма, который, как отмечалось, подтверждается геологическими данными бурения. Совместное рассмотрение данных бурения и геофизики позволяет сделать ряд предположений относительно природы палеозойского вулканизма на юго-восточной окраине Прикаспийской впадины.

Магнитные аномалии юго-востока Прикаспийской впадины, верхние кромки которых расположены в нижнем этаже осадочного чехла, связаны с вулканами (и питающими их магмаматеринскими интрузиями) погребенных островных дуг, формировавшимися одновременно с преддуговыми бассейнами: Южно-Эмбинским и кряжа Карпинского. В

начале позднего девона с юго-восточной окраиной Восточно-Европейского континента начинает сближаться Северо-Устьюртский микроконтинент. Океаническая кора субдуцировала в северо-западном направлении и поглощалась под корой континента (современной Прикаспийской впадины). На удалении 50—100 км от зоны субдукции во внутренней части впадины формировались островные дуги, а в преддуговом Южно-Эмбинском бассейне в глубоководных условиях шло накопление огромных мощностей граувакк. Терригенный материал поступал с Устьюртского микроконтинента и разносился турбидитными потоками. В островных дугах вначале формировались субвулканические тела и вулканы с подводным излиянием периодически погребавшимися под проградирующими в сторону островных дуг толщами запляывшегося преддугового бассейна. Этим можно объяснить ограниченное распространение вулканогенных комплексов в позднем девоне — турне.

В конце ранневизейского времени произошло сближение Восточно-Европейского континента и Устьюртской микроплиты, приведшее к складчатости накопившихся граувакковых толщ в преддуговом бассейне и незначительному их надвиганию в северо-западном направлении. К этому времени приурочивается наибольшая активность наземного вулканизма, связанная, как мы полагаем, с островными дугами Северо-Устьюртской области коллизий. В результате последующего (поздневизейского) прогибания внутренних областей Прикаспийской впадины вулканы были погребены, хотя, возможно, что они вообще не образовывали горного рельефа.

Дальнейшая история палеозойского вулканизма юга Прикаспийской впадины связана с формированием структур складчато-надвиговой зоны кряжа Карпинского. В настоящее время нет полной ясности, происходило ли накопление мощных терригенных толщ среднего карбона — ранней перми в условиях преддугового бассейна вследствие сближения Скифского блока с Восточно-Европейским континентом, или это происходило в условиях внутриконтинентального рифтогенеза. Основываясь на герцинском возрасте консолидации коры Скифской плиты, первое предположение более убедительно (несмотря на то, что кряж Карпинского располагается на юго-восточном продолжении Днепровско-Донецкого авлакогена Восточно-Европейской платформы). Более определенно устанавливается временной интервал главных складчато-надвиговых деформаций — середина ранней перми. В восточной части зоны в районе Бузачинской системы дислокаций пермские (а в последующем и триасовые) надвиги перекрыли девонско-визейскую складчатую структуру Южно-Эмбинского пояса (см. рис.). Возможно, сближение Скифской и Восточно-Европейской плит сопровождалось формированием островных дуг, отображением которых являются магнитные аномалии Астраханско-Полдневской и Северо-Каспийской зон. Другое предположение — тектонические процессы сжатия активизировали древние вулканические очаги Южно-Эмбинской островодужной системы. Это привело к возобновлению вулканизма на юге Прикаспийской впадины в артинское время вдоль дуги (или системы дуг), параллельной фронту надвиговых деформаций (см. рис.).

Поставленная проблема палеозойского вулканизма юга Прикаспийской впадины чрезвычайно важна для реконструкции геодинамических процессов, истории развития, а также эволюции термофлюидальных систем, существенно влиявших на формирование нефтяных и газовых месторождений.