

УДК 551.24.05:551.73:001.8(574)

Н. СЕИТОВ¹, О. А. РОДЬКИН², Т. А. ТИКЕБАЕВ³

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОФИОЛИТОВЫХ СТРУКТУР КАЗАХСТАНА С ПОЗИЦИИ ВЫЯВЛЕ- НИЯ ПЕТРОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВУЛКАНОГЕННЫХ ФОРМАЦИЙ КАК КЛЮЧ К СОЗДАНИЮ МОДЕЛИ ТЕКТОНОСФЕРЫ КАЗАХСТАНА

Палеозойлық офиолитті құрылымдарды литосфералық такталар тектоникасы тұрғысынан палеотектоникалық қалыпқа келтіру мақсатын көздейтін зерттеулердің әдістемелік және әдіснамалық негіздері ашылып көрсетілген, бұл құрылымдар қалыптасуының генетикалық және геодинамикалық болмысы туралы зерттеу қорытындылары қысқаша келтірілген. Мақала іргелі ғылыми зерттеу бағдарламасы бойынша осы мақаламен атаулас тақырыпта 2003–2005 жыл-дар аралығында жүргізілген арнаулы зерттеу қорытындылары бойынша жазылған.

Раскрыта суть методической и методологической основы палеотектонической реконструкции офиолитовых структур палеозоя с позиции тектоники литосферных плит, приведены краткие выводы по выявлению генетической и геодинамической сущности формирования этих структур. Статья написана по результатам научных исследований по одноименной теме, проведенных по программе фундаментальных исследований в 2003–2005 гг.

In clause the essence of a methodical and methodological basis of realization of researches on paleotectonic of reconstruction ophiolites of structures Paleozoic from a position of tectonic litosfera of plates is opened, the brief conclusions of researches on revealing genetic and geodynamic essence of formation of these structures are given. The present article is written on the results of the same the theme which were held on the fundamental research programmer in 2003-2005.

Общеизвестно, что специфические сугубо континентальные структуры, известные в геологической литературе под названием «палеозойские офиолитовые зоны», идентифицируются как показатели существования палеозойских океанических структур, заложение, развитие и становление которых объясняются с позиции прогрессивной геотектонической концепции современности – тектоники литосферных плит. В основе указанной идентификации лежит то обстоятельство, что постоянно отмечающиеся в палеозойских офиолитовых зонах фрагменты разрезов и отдельные блоки так называемой офиолитовой ассоциации пород один к одному сопоставляются с составными частями разреза современной океанической литосферы, состоящего из ультрабазит-базитовых интрузивных образований в нижней части разреза, толеитовых базальтов в средней части и перекрывающих эти базальты глу-

боководных океанических осадков [1]. Данная триада (ультрабазит-базитовые интрузии, толеитовые базальты и океанические осадки) в геологической литературе обособляется под названием «триада Штейнманна» [2]. Удивительное сходство триады Штейнманна на дне современных океанов и офиолитовой ассоциации пород в пределах офиолитовых зон континентов послужило по существу той первопричиной, на основании которой эти зоны сопоставляются со «следами существования палеозойских океанов», получившими название «сутуры».

Термин «сутура» в переводе с английского означает «шов», или «рубец», что как нельзя лучше раскрывает тектоническую суть формирования этих структур, поскольку швы и рубцы образуются только на месте былых разрывов, а не прогибов. Иными словами геологическое содержание сутур (в нашем случае палеозойских офи-

¹⁻³Казахстан, 050013, Алматы, Сатпаева, 22. Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева.

олитовых зон в пределах континентов), где присутствуют фрагменты океанической литосферы, можно получить только путем разрыва палеозойской континентальной литосферы с образованием океанического пространства и обратным «захлопыванием» этого пространства с выведением на уровень континентальной коры некоторых фрагментов дна бывшего океана, обратным смыканием его континентальных берегов и «зарубцеванием» бывшего разрыва. Если это так, то тектоническую или геодинамическую природу формирования офиолитовых зон никак нельзя объяснить без допущения существования в палеозойскую эру развития планеты тектонических движений горизонтального (латерального) направления, что равносильно, по существу, признанию ведущей роли тектоники литосферных плит в формировании палеозойских офиолитовых зон как специфических структур в пределах континентов.

Считается, что последовательный ход формирования тектонических структур континентов с позиции тектоники литосферных плит подчиняется циклу Уилсона [2], в котором геологические процессы в общих чертах протекают в следующей последовательности: заложение на бывшей континентальной литосфере рифтовой структуры, приводящей к нарушению целостности этой литосферы в условиях растяжения; расширение континентального рифта в условиях продолжающегося растяжения и перерождение его в океанический рифт; образование океанического пространства с постепенным отодвиганием друг от друга его континентальных берегов, формирование вновь океанической литосферы (триады Штейнманна) в ареале рифтовой расщелины за счет продуктов декомпрессионного плавления пиролитов астеносферы, разверзание этой вновь образованной океанической литосферы астеносферными конвекционными потоками на обе стороны от рифта вслед за отодвигающимися бортами океана и разрастание дна океана толеитовыми базальтами вследствие спредингового процесса; обратный дрейф и смыкание континентальных бортов океанического пространства с постепенным сужением этого пространства в условиях преимущественной субдукции океанической литосферы под континентальные берега при незначительной роли обдукционных процессов,

выводящих на коровые уровни фрагменты триады Штейнманна в виде «беспорядочно разбросанных» затертых блоков утопающего дна океана – представителей будущей офиолитовой ассоциации пород; дальнейшее сужение океанического пространства в условиях субдукции, образование энсиалических островных дуг как следствие субдукции, отодвигание формирующейся островной дуги в сторону закрывающегося океана и образование окраинных морей на его континентальных плечах в условиях ограниченного растяжения согласно модели Карига; закрытие океанического пространства, «припечатание» океанической, островодужной и окраинно-морской структур друг к другу с нагромождением и перемешиванием геологического содержания этих структур (образование тектонических покровов, надвигов и шарьяжей); полное столкновение континентальных берегов бывшего океана в условиях продолжающегося обратного дрейфа и восстановление целостности ранее разорванной континентальной литосферы, сопровождающиеся образованием орогенической зоны на линии «спаивания» структур, характеризующейся чрезвычайной дислоцированностью слагающих ее комплексов (изоклиальная складчатость ранее образованных тектонических покровов, надвигов и шарьяжей); прекращение тектонической активности, денудация орогена с выведением глубинных уровней корней гор на дневную поверхность вследствие стремления вновь образованной палеоструктуры к восстановлению своего изостатического равновесия, становление сутуры (офиолитовой зоны) [3–6].

Продолжительность цикла Уилсона исчисляется десятками, а то и сотнями миллионов лет и воочию проследить указанные грандиозные геологические процессы, конечно, невозможно. Однако если нам удастся так взаимосвязано и убедительно восстанавливать геологические события, то это благодаря теоретическим выкладкам концепции тектоники литосферных плит, являющейся главной парадигмой нынешней геологической науки. Общеизвестно, что именно парадигма любой отрасли науки является той направляющей основой, на которую ориентируется мысль исследователя. Однако правомерность этой основы, иначе говоря соответствие основных положений парадигмы реальности, должна прове-

ряться конкретными исследованиями, при этом успех и эффективность этих исследований, в первую очередь, зависят от правильности выбора их **методики и методологии**.

Главным, по-существу, единственным эффективным методом палеотектонической реконструкции сложно дислоцированных структур, какими являются палеозойские офиолитовые зоны, является **метод формационного анализа** [7,8]. Именно геологические формации являются показателями геотектонических процессов, поскольку каждая геодинамическая обстановка «порождает» только ей свойственную геологическую формацию. Другими словами, каждое из отмеченных геодинамических событий характеризуется только ему свойственным набором геологических формаций, так или иначе отличающимся от набора предыдущего и последующего событий. Если составить абстрактный ряд наборов геологических формаций, соответствующий описанной последовательности событий по заложению, развитию и становлению палеозойской офиолитовой зоны согласно циклу Уилсона, то получится такой ряд: формации континентального рифтогенеза ® формации пассивных континентальных окраин (на побережье открывающегося океана) и ранняя порция офиолитовой ассоциации пород (в акватории океана) (эти два набора формаций – возрастные аналоги) ® формации островных дуг (на побережье закрывающегося океана) и поздняя порция офиолитовой ассоциации пород (в акватории океана) (эти два набора формаций также возрастные аналоги) ® формации окраинно-морского рифтогенеза ® формации орогенеза.

Если в палеозойских офиолитовых зонах присутствуют представители перечисленных геологических формаций, то это будет свидетельствовать об океанической природе этих палеоструктур и становлении их в качестве континентальной палеоструктуры согласно циклу Уилсона. Однако, как показывает многолетний опыт исследования палеозойских офиолитовых зон, установить в их пределах все многообразие характерных для различных стадий развития структуры геологических формаций оказывается не просто. Этому препятствуют два обстоятельства. Во-первых, исторический опыт исследований офиолитовых зон на основе фиксистой ориен-

тации геотектоники (геосинклиальной концепции) предполагает выделение не геологических формаций, а различных свит и серий, обособленных, как правило, на основании составления так называемых послонных опорных разрезов. Во-вторых, различные стадии развития изучаемой офиолитовой структуры зачастую «поставляют» идентичные разновидности горных пород, которые могут присутствовать в составе различных по генезису геологических формаций. Например, базальты как определенная разновидность горных пород являются полноценными и довольно часто встречающимися членами таких геологических формаций, как континентального рифтогенеза; офиолитовой ассоциации пород; островных дуг; окраинных морей; даже орогенической зоны (в составе вулканогенно-осадочной молассовой формации). Вследствие такого «однообразия в многообразии» установление формационной принадлежности тех или иных типов горных пород, проведение полноценного формационного анализа в пределах офиолитовых зон на первый взгляд кажется невозможным, поскольку указанное однообразие значительно затрудняет проведение качественной идентификации каждой формации в отдельности и выяснение геодинамической (геотектонической) природы их формирования. В то же время эти однообразные горные породы в составе различных формаций так или иначе должны отличаться друг от друга, поскольку каждая геодинамическая обстановка в принципе должна создавать только ей свойственный вещественный состав относящейся к ней геологической формации. Это особенно касается магматических образований в составе геологических формаций, ибо вещественный состав магматитов так или иначе упорядочен по сравнению с таковым осадочных отложений и именно магматические образования могут оказаться главными показателями генетической сущности формаций и соответственно создающей их геодинамической (геотектонической) обстановки.

Таким образом, выясняется, что если наиболее эффективным методом палеотектонического анализа палеозойских офиолитовых зон является формационный анализ, то наиболее эффективная **методология исследования** таких зон обеспечивается нахождением легко доступного приема идентификации вулканогенных образова-

ний в составе многочисленных свит и серий, а также интрузивных комплексов в офиолитовых зонах согласно с их генезисом или же геодинамической (геотектонической) обстановкой их первоначального формирования.

Обеспечение такой **методологии** возможно в связи с наличием базы данных по вещественному составу магматических образований, формирующихся в нынешний этап развития планеты в различных геодинамических обстановках в различных же регионах земного шара, а также с привлечением компьютерной технологии. Дело в том, что в нынешний кайнозойский этап развития планеты различные геодинамические обстановки цикла Уилсона имеют место в различных уголках земного шара, в большинстве из которых широко развиты магматические процессы, причем сходные магматические образования различных геодинамических обстановок современности по петрохимическим особенностям так или иначе отличаются друг от друга.

Эти обстоятельства использованы нами при научных исследованиях в рамках фундаментальных программ в 2003–2005 гг. по созданию генетической и геодинамической модели развития палеозойских офиолитовых зон по результатам изучения формационных особенностей трех представительных структур Казахстана – Жалайыр-Найманской на юге республики, Бозшакольской на севере и Сакмарской на западе. При этом петрохимические особенности магматических образований различных геодинамических обстановок современности, отобранных из разных частей света, послужили своеобразными эталонами, с которыми сравнивались особенности химического состава вулканогенных пород и некоторых разновидностей интрузивных образований объектов исследований. В частности, в ходе указанных исследований нами тщательно проанализированы типоморфные признаки вещественного состава (петрохимические и геохимические особенности) и строения (структурно-текстурные особенности) вулканогенных пород, характерных для геодинамических обстановок каждой из стадий преобразования континентальной коры в океаническую и наоборот, исходные данные которых были изложены в прекрасном учебном пособии двух преподавателей-геологов Московского государственного университета – Т. И. Фро-

ловой и И. А. Буриковой [9]. Однако главными эталонами для сравнения вещественного состава магматических образований объектов исследований послужили все же результаты, сосредоточенные в базе данных у одного их казахстанских исследователей – доктора геолого-минералогических наук А. Н. Бугайца [10]. Он в течение последних двух десятков лет не только собрал базу данных по особенностям вещественного состава магматических образований современности различного генезиса, но и провел компьютерный анализ собранных данных и построил специальные двумерные (оси x и y) петрохимические диаграммы, на которых оконтурены поля развития практически всех разновидностей магматических горных пород, причем на этих диаграммах одни и те же разновидности горных пород, извергавшихся в различных геодинамических обстановках современности, оказываются обособленными друг от друга. Эти диаграммы нами использованы в качестве своеобразных эталонов. При этом сравнение с эталонами и определение формационной принадлежности магматических образований изученных офиолитовых зон Казахстана проведены в следующем порядке: силикатные анализы эффузивных образований изученных зон, отмечающихся в составе различных свит и серий (базальты, андезиты, дациты-риолиты), так же, как некоторых разновидностей интрузивных образований объектов изучения (в основном ультрабазиты, габбро и плагиограниты), проработаны с помощью компьютерной программы «Скалярное произведение векторов». Результаты нанесены на соответствующую двумерную эталонную диаграмму в соответствии с выявленными значениями x и y . При этом фигуративная точка каждой конкретной магматической породы, охарактеризованной только ей свойственным петрохимическим составом (результаты силикатного химического анализа), попадала на то или иное поле на эталонной диаграмме, и были определены таким образом формационная принадлежность и геодинамическая природа формирования данной горной породы.

Описанная методология исследований основана в общих чертах на принципе актуализма, согласно которому предполагается идентичность геологических процессов, имевших место в древней истории Земли и происходящих в ее совре-

менной истории геологического развития. Если этот принцип верен в своей основе, то идентичные геодинамические обстановки древности и современности должны извергать идентичные же по петрографическому составу и петрохимическим особенностям магматические образования, прежде всего вулканогенные серии и генетические типы вулканогенных образований. Это и понятно, поскольку каждый тип геодинамических обстановок характеризуется только ему свойственными глубинным строением и физико-химическими условиями магнообразования и соответственно каждая геодинамическая обстановка будет характеризоваться специфичностью происхождения и эволюции присущих ей магматических образований.

В то же время данное заключение нельзя воспринимать слишком категорично, поскольку вулканогенные образования каждой геодинамической обстановки не всегда являются типоморфными по всем показателям. Например, как было указано, толеитовые базальты свойственны различным стадиям развития структуры и преобразования земной коры, однако часто по двум-трем показателям, хотя бы по одному показателю петрохимии каждая из них все же будет отличаться от аналогов, выплавленных в других геодинамических обстановках.

Другой немаловажный вопрос касается корректности сравнения древних и современных вулканитов в принципе. Вероятно, допустить стопроцентное тождество петрохимии древних (палеозойских) вулканогенных пород и их современных (кайнозойских) аналогов все же нельзя хотя бы потому, что древние аналоги вулканитов в процессе эволюции и становления палеоструктуры претерпели метаморфические и метасоматические изменения, в результате чего их вещественный состав мог ощутимо измениться. Более того, палеозойские аналоги вулканогенных пород, в силу их чрезвычайной дислоцированности, могут варьировать свой состав в результате динамометаморфизма. Тем не менее сходные геодинамические обстановки древности и современности в принципе должны «поставлять» идентичный вулканический материал и в каких-то своих основных петрохимических и геохимических показателях они должны быть все же идентичны.

В ходе исследований выяснилось, что во всех

трех изученных структурах, несмотря на региональный характер их распространения (ширина – первые десятки км, протяженность, как правило, несколько сотен км), широко развиты фрагменты геологических формаций, свойственных этапу как открытия палеозойской океанической структуры (формации континентальных рифтов, офиолитовая ассоциация пород), так и ее закрытия (формации островных дуг, окраинных морей, глубоководных желобов). При этом фрагменты всего многообразия этих формаций представлены, как правило, небольшими фрагментами, отдельными затертыми блоками и олистоплаками, что свидетельствует о чрезвычайной дислоцированности геологического выполнения этих структур в условиях тангенциального сжатия, приведшего не только к нарушению целостности отдельных разрезов, но и «перемешиванию» фрагментов формаций, первоначально образованных в различных геодинамических условиях, в различных же частях открывающегося и закрывающегося океана. Примечательно, что даже в «составе» местных стратиграфических подразделений, обособленных предыдущими исследователями в качестве отдельных свит и серий, присутствуют затертые блоки и небольшие фрагменты разрезов различных по генезису геологических формаций, далеких друг от друга как в прямом, так и в переносном смысле.

Полученные результаты позволяют прийти к следующим основным выводам по генетической и геодинамической природе палеозойских офиолитовых зон:

– повсеместное присутствие в изученных офиолитовых зонах фрагментов тирады Штейнманна свидетельствует об океанической природе этих структур, заложение, развитие и становление которых связаны с латеральной подвижностью литосферных блоков палеозоя и объясняется с позиции тектоники литосферных плит, приведшей к формированию типичной сутурной структуры;

– присутствие в этих региональных структурах континентов (протяженность – сотни км, ширина – десятки км) фрагментов разреза, затертых блоков и олистоплак всего многообразия геологических формаций, свойственных этапу как открытия палеозойского океанического пространства, так и его последующего закрытия, позволяет заключить, что эти зоны не являются атри-

бутами гипотетических огромных океанов палеозоя или внутриплитными структурами, как это преподносится большинством исследователей-мобилистов [11], а полноценными межплитными структурами, сформировавшимися, однако, в условиях регионального характера проявления тектоники плит в палеозое; попытки теоретического обоснования причин регионального характера проявления тектоники литосферных плит в рифей-палеозойскую эру развития Земли нами были предприняты в наших ранних публикациях [3–5];

– доказательство сутурной природы изученных палеозойских офиолитовых зон, окончательное формирование которых объясняется закрытием палеозойского микроокеанического бассейна и столкновением его континентальных бортов, предполагает совмещение в пространстве различных структурно-формационных зон (самого микроокеана, островных дуг и окраинных морей) в условиях жесточайшего сжатия, что предопределяет чрезвычайную дислоцированность слагающих эти зоны геологических комплексов, где приведены во взаимное соприкосновение фрагменты геологических формаций различной генетической и геодинамической природы; последнее обстоятельство априори предполагает отсутствие в офиолитовых зонах «нормальных» ненарушенных разрезов различных свит и серий и доказывает ущербность стратиграфических по-

строений, основанных на составлении так называемых послыных опорных разрезов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лейве А.В.* Океаническая кора геологического прошлого // *Геотектоника*. 1969. №4. С. 5-23.
2. *Миясиро А., Аки К., Шенгер А.* Орогенез. М., 1985. 288 с.
3. *Сеитов Н.С.* Рифейско-палеозойские офиолитовые зоны Казахстана как микроокеанические сутуры // *Изв. АН КазССР. Сер. геол.* 1988. №4. С. 25-33.
4. *Сеитов Н.С.* Тектоника плит и офиолитовые зоны Казахстана: (принципы умеренного мобилизма). Алма-Ата, 1988. 112 с.
5. *Сеитов Н.С.* Тектоника плит: возможные истоки и особенности проявления. Алма-Ата, 1992. 200 с.
6. *Сеитов Н.С., Тикебаев Т.А.* Офиолитовые сутуры как стержневые структуры в палеозоидах Казахстана // *Проблемы рационального использования природных ресурсов: Труды международной конференции «Инженерное образование и наука в XXI веке», посвященной 70-летию КазНТУ им. К. И. Сатпаева.* Алматы, 2004. Т. 1. С. 258-266.
7. *Хаин В.Е., Михайлов А.Е.* Общая геотектоника. М., 1985. 327 с.
8. *Цейслер В.М.* Геологические формации. Вопросы выделения и тектонического анализа. М., 1979. 80 с.
9. *Фролова Т.И., Бурикова И.А.* Магматические формации современных геотектонических обстановок. М: МГУ, 1997. 320 с.
10. *Бугаец А.Н.* Диагностика геодинамических обстановок по петрхимическим данным // *Геонауки в Казахстане: Доклады казахстанских геологов на МГК-32.* Алматы, 2004. С. 251-264.
11. *Куренков С.А., Диденко А.Н., Симонов В.А.* Геодинамика палеоспрединга. М.: ГЕОС, 2002. 294 с.