

УДК 551.24

ДИСЛОКАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС И ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ИМПУЛЬСЫ¹*Попков В. И.²*

DISLOCATION PROCESSES AND TECTONIC PULSES

Popkov V. I.

On the example of well-studied areas intermittently impulsive nature of tectonic dislocations identified development in the sedimentary cover is shown. The reason for this is tangential compression, which lithospheric plates periodically have.

Keywords: deployment, breaks in sedimentation, tectonic pulses, relaxation of stresses.

Введение

Импульсивный характер формирования современных и новейших складчатых и разрывных дислокаций, обусловленный чередованием продолжительных периодов накопления напряжений и кратковременными импульсами их разрядки, доступен непосредственному наблюдению при проявлении изменений в ландшафте земной поверхности или сопровождающих их природных геологических катаклизмов.

Более древние тектонические движения запечатлены в мощностях и фациях отложений, перерывах в осадконакоплении, стратиграфических и угловых несогласиях, а также морфологии самих дислокаций. При изучении истории формирования погребенных дислокаций, как правило, используют анализ фаций и мощностей. Гораздо реже уделяют внимание перерывам в осадконакоплении и сопровождающим их эрозивно-денудационным процессам. Более того, в методических руководствах по палеотектоническому анализу рекомендуется заключать их внутрь изучаемых интервалов разреза. При таком подходе к изучению древних движений роль перерывов в осадконакоплении, сопровождавшихся поднятиями земной коры и размывом накопленных ранее толщ, оказывается неучтенной. Отсюда вполне закономерен последующий ошибочный вывод о пре-

обладании конседиментационных тектонических движений и длительном характере формирования дислокаций.

Очевидно, что сохранившаяся в разрезе мощность отложений есть алгебраическая сумма всех движений: нисходящих, сопровождавшихся их накоплением, и восходящих, когда территория выходила из-под уровня моря, а накопившиеся ранее отложения подвергались размыву, проявлявшемуся с различной интенсивностью как на региональном, так и локальном уровнях. Несомненно обратная зависимость получаемой скорости тектонических движений от интервала усреднения: чем шире по продолжительности возрастные интервалы, тем большее количество размывов может быть в них заключено, тем меньше получаемая в итоге скорость движений. Соответственно снижается и достоверность выводов.

1. Перерывы в осадконакоплении и формирование дислокаций

Для изучения роли и количественного соотношения конседиментационных и постседиментационных движений в формировании структурного плана платформенного чехла были выбраны хорошо изученные районы запада Туранской плиты, такие как Южно-Мангышлакский прогиб,

¹Работа выполнена при поддержке РФФИ (11-05-00857-а), ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы» (2012-1.2.1-12-000-1007-015) (Соглашение № 14.В37.21.1258), 2012-1.1-12-000-1006-006(Соглашение № 14.В37.21.0582).

²Попков Василий Иванович, д-р геолог.-минерал. наук, профессор, декан геологического факультета Кубанского государственного университета; e-mail: geoskubsu@mail.ru.

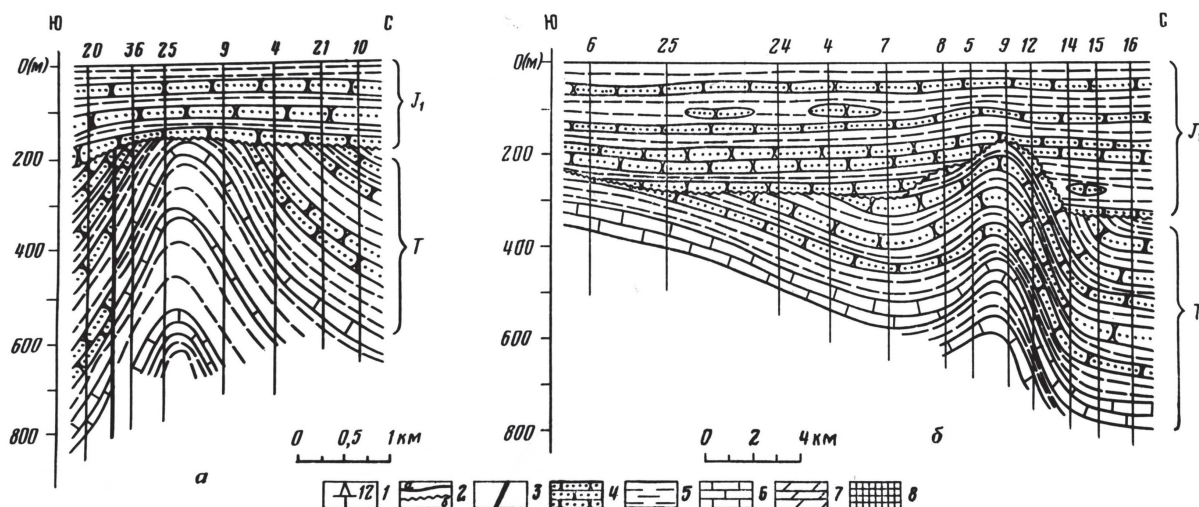


Рис. 1. Южно-Жетыбайское (а) и Северо-Ракушечное (б) поднятия.

Палеотектонические профили к началу ааленского века, иллюстрирующие постседиментационный характер развития дислокаций [1];

1 — скважины; 2 — стратиграфические границы: а — согласные, б — несогласные; 3 — разрывы; 4 — песчаники, алевролиты; 5 — глины, аргиллиты; 7 — мергели; 8 — писчий мел

Центрально-Мангышлакская система дислокаций, Бузачинский свод [1, 2]. Детально исследованы основные региональные перерывы в осадконакоплении: предъюрский, предмеловой, преддатский и предсреднемиоценовый. При этом была проанализирована история формирования как крупных тектонических структур, так и осложняющих их локальных поднятий.

В результате было установлено, что в формировании регионального структурного облика запада Туранской плиты восходящие тектонические движения имеют гораздо более важное значение, чем нисходящие (конседиментационные). Только за время этих четырех перерывов в осадконакоплении и сопровождавших их эрозионно-денудационных процессов региональные структуры набирают от 50 до 80% современной амплитуды по подошве чехла [1], а наиболее значимыми явились преддатский и предсреднемиоценовый размывы.

Так, корреляция разрезов различных структурных зон Южно-Мангышлакского прогиба свидетельствует о том, что изменение мощностей подстилающей глинисто-карбонатной толщи турон-маастрихтского возраста за счет конседиментационных движений не превышает первых десятков метров, в то время как величина последующего размыва достигала 300 м. Вели-

чина набранной амплитуды крупными структурами за этот промежуток времени достигает 17% от современной амплитуды по подошве платформенного чехла. Еще большую роль сыграл предсреднемиоценовый размыв, за счет которого некоторые региональные структурные элементы получили прирост амплитуды до 80%.

Анализ величины предсреднемиоценового среза в пределах Центрально-Мангышлакской системы дислокаций показал, что современный структурный план этой территории на 80–90% создан восходящими движениями, приуроченными к данному рубежу тектонической активности [3].

Локальные поднятия развивались также импульсивно и преимущественно за счет постседиментационных движений. В качестве примера можно привести некоторые разрезы по детально изученным антиклиналям (рис. 1), на которых хорошо видно нарастание величины эрозионного среза накопившихся ранее отложений к сводам поднятий без конседиментационного уменьшения их мощности.

В эти промежутки геологической истории, несмотря на их малую продолжительность, складчатые дислокации набирают до 65–90% современной амплитуды. Между периодами активизации отмечаются длительные паузы относительного тектонического

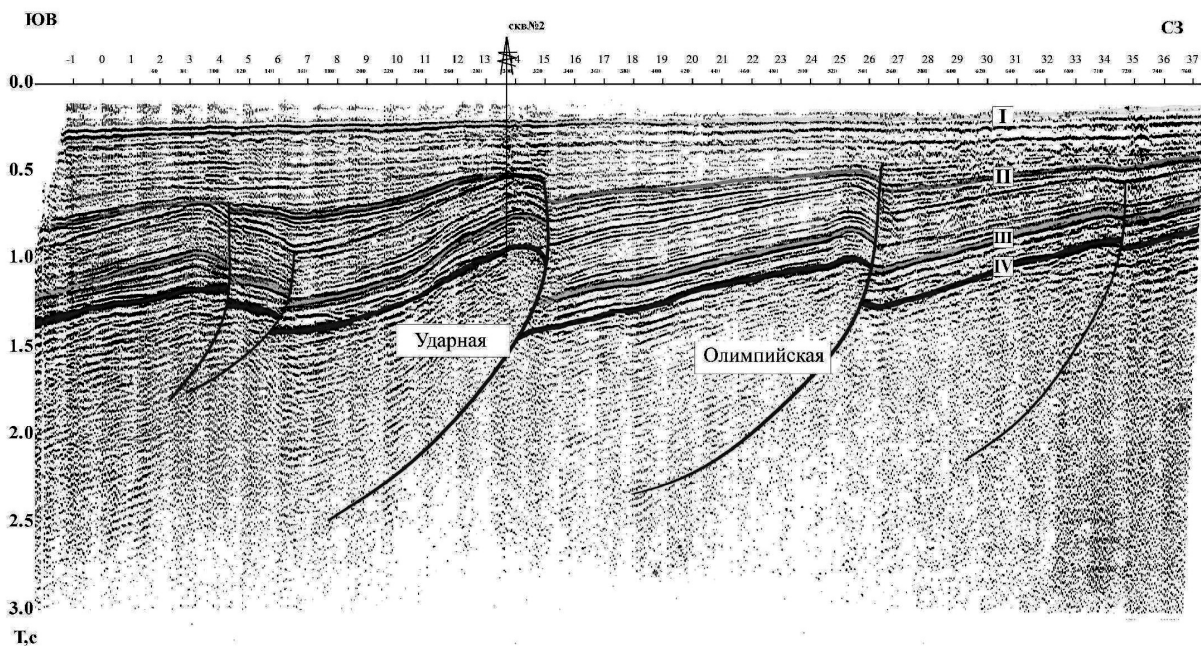


Рис. 2. Дислокации дна Азовского моря. Четко видно стратиграфическое срезание толщ, залегающих ниже горизонта II, при сохранении толщин отложений, не затронутых размывом. Стратификация отражающих горизонтов: I — в кровле майкопской серии, II — в подошве олигоцена, III — в кровле верхнего мела, IV — в подошве верхнего

покоя с постепенным замедлением, вплоть до полного прекращения роста поднятий. При этом локальные поднятия различного времени заложения развивались по-разному. Для поднятий, заложившихся в предъюрское время, выделяется один решающий разрыв — предъюрский, во время которого они в основном набирают амплитуду (до 90%). В последующем они постепенно завершают свой рост. Для структур предмелового заложения характерно проявление нескольких импульсов восходящих подвижек, сопровождавшихся разрывом. Интенсивность их ниже предъюрского, но в сумме они имеют близкое с ним значение [2].

Приведенные выше оценки могут быть только увеличены, поскольку число перерывов в осадконакоплении для запада Туранской плиты, начиная с юрского времени, достигает двадцати шести [2].

Аналогичные результаты получены и по другим регионам. Так, например, при изучении дислокаций дна Азовского моря было установлено, что их формирование имело также импульсивный, прерывистый характер [3]. Наиболее заметными являлись

предпалеогеновый, предмайкопский и предторгонский импульсы, во время которых территория испытывала осушение и происходил разрыв накопившихся ранее отложений, в максимальной степени проявившийся во фронтальных частях аллохтонных структур (рис. 2). Многие дислокации дна Азовского моря активны в новейшее время, что подтверждается проявлением грязевого вулканизма, наличием в осадочном чехле тектонической брекчированности, аномально высокие пластовые давления (АВПД), температурных и гидрогеохимических аномалий, приуроченностью к некоторым из них очагов местных землетрясений.

2. Современные дислокации (на примере Таманской грязевулканической области)

Прекрасным примером импульсивности тектонических движений могут служить события, произошедшие летом 2011 г. на Таманском полуострове [5, 6]. Так, 19 июля 2011 г., при выполнении исследований в районе м. Каменный, выявлено высокоампли-



Рис. 3. Участок новообразованной суши м. Каменный. Вид поднятия с запада на восток. Отчетливо видно, что складка уходит под старый береговой уступ

тудное неотектоническое поднятие участка дна Азовского моря с захватом береговой полосы. Длина поднятия составляет 435 м. Ширина сохранившегося от абразии обнажившегося морского дна 50 м. Поверхность новообразованной суши выпуклой формы (рис. 3).

Наибольшая высотная отметка обнажившегося морского дна на абразионной кромке достигает +2,60 м. Амплитуда восходящих движения с учетом глубины дна на этом участке и толщины смытого эрозией слоя неконсолидированных голоценовых осадков должна составлять минимум 5 м. Данная оценка амплитуды воздымания является минимальной.

В ядре брахискладки выходят отложения панагийской свиты (сармат), на крыльях — холоднодолиновской свиты (мэотис). Залегание пород крутопадающее. Поверхность поднятия осложнена разрывами. Топографическое поднятие в плане совпадает с брахиантиклиналью мыса Каменного. Рост антиклинали вызвал образование оползневого цирка на береговом обрыве размером около 800 м с поражением гравитационными дислокациями всего склона.

Выполненные на подводном продолжении поднятия площадные гидролокации бокового обзора с эхолотированием, а также

профильное сейсмоакустическое профилирование убедительно подтверждают складчатую, не грязевулканическую, природу дислокаций [6]. На сейсмических разрезах отчетливо фиксируются аномалии (потеря сейсмоакустического сигнала), связанные с миграцией глубинных флюидов. Очаг флюидизации субизометричной формы находится на линии между двумя выявленными грязевыми вулканами м. Каменный (морского и сухопутного). Флюидизация разреза подтверждается высокими значениями эманиции из недр радона, замеренными на поднятии (до 60 000 Бк/м³ в почвенном воздухе).

Реконструкция полей напряжений по стандартной методике указывает на компрессионную природу поднятия, возникшего в результате тангенциального тектонического сжатия и выжимания сравнительно пластичных неогеновых глин. Основное направление оси сжатия (σ_1) при формировании антиклинальной складки ориентировано в северо-западном (антикавказском) направлении, отвечая общей геодинамической обстановке развития периклинального замыкания Кавказских структур.

Точное время образования рассматриваемого объекта установить не удалось. Опрос жителей соседней станицы позволяет пред-

положить, что новообразованная суша появилась в апреле – июне 2011 г. Некоторые рыбаки утверждают, что море ушло здесь в течение одной ночи, в результате чего оставленные накануне рыбацкие сети оказались на суше. Но если даже допустить, что этот процесс был растянут на 2–3 мес., скорость воздымания все равно является чрезвычайно высокой.

Таким образом, выявленная новообразованная геологическая структура имеет явно тектоническое происхождение и служит индикатором высокой современной геодинамической активности региона. Образование ее обусловлено тангенциальными тектоническими напряжениями, ответственными за формирование современного структурного облика Тамани. Разрядка возникающих напряжений выразилась в данном случае в пластической деформации компетентных глин, слагающих геологический разрез Таманского полуострова. Сопровождается она обычно сейсмическими толчками. На вероятность последних указывает развитие на береговом склоне обширного оползневого цирка, а также аномально высокая скорость роста поднятия. Тем не менее, данные о сейсмических событиях лета 2011 г. в этом регионе отсутствуют. Возможно, здесь может идти речь о так называемом «медленном землетрясении».

Новообразованная суша продолжает существовать и в настоящее время после двух сезонов зимних штормов, однако в результате деятельности моря площадь ее сократилась более чем наполовину. На поверхности поднятия эрозией стерты следы внутренней структуры слагающих его отложений, активно развивается растительный покров. Оползневые процессы на склоне приостановились, налицо следы «дряхления» оползневых тел. Все это говорит о том, что антиклиналь вступила в паузу тектонического покоя.

3. О возможных причинах импульсивности тектонических движений

Можно привести большое количество примеров, иллюстрирующих приоритетность кратковременных постседиментационных тектонических движений в формировании дислокаций. К подобному выводу неизбежно приходят и другие исследователи, предпринимавшие попытки оценить роль кон- и постседиментационных тектонических движений

в других регионах [7, 8], что позволяет говорить о достаточно универсальном характере данного явления.

На протяжении длительного времени считалось, что формирование дислокаций в чехле платформ связано с медленными вертикальными подвижками земной коры колебательного характера. Соответственно роль горизонтальных движений в существовавших моделях складкообразования не рассматривалась. Важным результатом, проливающим свет на происхождение и механизм формирования внутриплитных дислокаций, явилось установление их генетической взаимосвязи с надвигами [9–13]. При этом было показано, что надвиги являются первичными, а антиклинали — вторичными. Существование аллохтонных структур доказано не только в окраинных, но и внутренних районах молодых и древних платформ, а также океанических плит [12, 13].

Проведенные исследования показали, что литосферные плиты не являются жесткими геологическими телами, а гораздо более тектонически мобильны, чем это предусматривалось в традиционных вариантах тектоники литосферных плит. В процессе своего развития они периодически подвергаются воздействию тангенциального стресса, приводящему к сокращению их площади за счет поддвига, тектонического «сдваивания» (окраины плит), а также образования внутриплитных складчато-надвиговых дислокаций. Изучение истории образования дислокаций показало, что их развитие носит, как правило, длительный скачкообразный характер [10, 12].

Периодические кратковременные импульсы бокового сжатия, которые испытывают литосферные плиты, сопровождаются восходящими тектоническими движениями, морскими регрессиями и размывом накопившихся ранее отложений, перестройкой структурного плана, заложением новых тектонических элементов и осложняющих их локальных дислокаций. По сути они являются своего рода революционными «скачками» в развитии территорий на фоне более продолжительных эволюционных периодов слабо дифференцированных тектонических движений.

Сравнительный анализ морфологии внутриплитных деформаций бокового сжатия и дислокаций подвижных поясов позволил прийти к заключению о принципиальном подобии механизмов их формирования

и, соответственно, о достаточно универсальном характере дислокационного процесса в земной коре, в основе которого лежат горизонтальные тектонические движения [12, 13].

Вполне естественно возникает вопрос об источниках тангенциального стресса, который неоднократно испытывают литосферные плиты в процессе своего развития. Несомненно, что процессы сжатия в складчатых областях, на континентальных платформах и океанских плитах являются следствием более общих причин, формирующих глобальную структуру литосферы. Наиболее вероятной причиной возникающих напряжений в верхних слоях литосферы могут служить конвективные течения в мантии, реальность существования которых до настоящего времени признается многими геофизиками и геологами. Возникающие при этом напряжения способны приводить как к расколу литосферы с образованием рифтовых систем или даже океанов, так и к формированию межплитных и внутриплитных деформаций [12]. Возможно также участие ротационных сил, «плюмовой» тектоники и других процессов.

Заключение

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что формирование тектонических дислокаций в земной коре носит импульсивный характер. При этом некоторые из них формируются в результате проявления однократного тектонического импульса. Другие развиваются длительное время. В последнем случае их формирование имеет крайне неравномерный характер во времени: на фоне продолжительных спокойных периодов (тектонических пауз) выделяются кратковременные фазы резкой активизации тектонических движений, когда и происходит основной рост дислокаций. Причины этого кроются в периодической разрядке тектонических напряжений, накапливающихся в литосфере.

Разрядка тангенциальных тектонических напряжений в зонах межплитных и внутриплитных дислокаций обуславливает их высокую сейсмическую активность. В их пределах локализуется высвобождение значительной части механической энергии, осуществляется ее переход в тепловую, резко ускоряются процессы глубинного массопереноса на фоне относительно стабильных смежных участков плит, которые могут приводить к образованию многих видов месторожде-

ний полезных ископаемых [11]. Высвобождение тепловой энергии, стресс-метаморфизм, тектоно-динамические процессы, происходящие в высокоомобильных площадях и носящие импульсивный характер, сопровождаются резким увеличением скорости и масштабов генерации глубинных углеводородов (УВ), их выделением в свободную фазу, многократно активизируют процессы вертикальной и последующей латеральной миграции флюидов, приводя к формированию зон АВПД и внедрению УВ в коллектораловушки. Основными каналами миграции флюидов являются листрические разломы, связывающие глубинные очаги генерации УВ и верхние горизонты земной коры, включая ее осадочную оболочку. В пределах таких зон формируется самый разнообразный спектр ловушек УВ, повышается их плотность, емкостные параметры, что, с учетом вышеизложенного, предопределяет высокую концентрацию и плотность запасов УВ-сырья.

Литература

1. Попков В.И., Нугманов Я.Д. Значение восходящих тектонических движений в формировании структуры Южно-Мангышлакского прогиба // Изв. АН СССР. Серия геологическая. 1983. № 6. С. 113–120.
2. Попков В.И. Об импульсивности платформенного структурообразования // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. 2004. № 3(9). С. 167–173.
3. Шлезингер А.Е. Структурное положение и развитие Мангышлакской системы дислокаций. М.: Наука. 1965. 217 с.
4. Попков В.И. Складчато-надвиговые дислокации в осадочном чехле Азовского моря // Геотектоника. 2009. № 4. С. 84–93.
5. Попков И.В. Активизация тектонических движений на Таманском полуострове // Геология, география и глобальная энергия. 2012. № 2. С. 124–128.
6. Попков В.И., Фоменко В.А., Глазырин Е.А., Попков И.В. Катастрофическое тектоническое событие лета 2011 года на Таманском полуострове // Доклады АН. 2013. Том 448, № 6. С. 680–683.
7. Воробьев Б.С., Вороной Е.Е. К вопросу образования несолянокупольных структур в Днепровско-Донецкой впадине // Труды УкрНИИгаз. М., 1966. Вып. 2. С. 66–82.
8. Кабышев Б.П. Скорость конседиментационных и постседиментационных тектонических процессов в Днепровско-Донецкой впадине и Донецком бассейне // Геотектоника, 1972. № 4. С. 59–68.

9. Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т. Происхождение складчатости. М.: Наука, 1981. 135 с.
10. Попков В.И. Следы тангенциального сжатия в платформенной структуре западных районов Туранской плиты // Докл. АН СССР. Т. 284. № 3. 1985. С. 674–678.
11. Попков В.И. Тангенциальная тектоника и нефтегазоносность Арало-Каспийского региона // Докл. АН СССР. Т. 313. № 2. 1990. С. 420–423.
12. Попков В.И. Внутриплитные структуры бокового сжатия // Геотектоника. 1991. № 2. С. 13–27.
13. Попков В.И. Стресс-тектоника литосферных плит // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2005. №1. С. 71–79.

Ключевые слова: дислокации, перерывы в осадконакоплении, тектонические импульсы, разрядка напряжений.

Статья поступила 16 апреля 2013 г.
Кубанский государственный университет, г. Краснодар
© Попков В. И., 2013