552.5

# Осадочные бассейны Востока России



Геология, геодинамика и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Татарского пролива

УДК [553.98.041:553.351.2] (265.546)

Геология, геодинамика и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Татрского пролива / А.Э. Жаров, Г.Л. Кириллова, Л.С. Маргулис, Л.С. Чуйко, В.В. Куделькин, В.Г. Варнавский, В.Н. Гагаев; отв. ред. Кириллова Г.Л. - Владивосток: ДВО РАН, 2004. - 220 с. - (Серия «Осадочные бассейны Востока России» / гл. ред. член-корреспондент РАН А.И. Ханчук; т. 2).

На основе синтеза новых морских и наземных геолого-геофизических данных по осадочным бассейнам Татарского пролива (Северо-Татарскому, Южно-Татарскому и Исикари-Западно-Сахалинскому) и прилегающей суще скоррелированы данные глубинного строения, стратиграфии, седиментологии, палеогеографии, тектоники, реконструированы этапы геодинамической эволюции бассейнов. Описаны пространственно-временные закономерности распространения нефтематеринских толш, природных резервуаров, коллекторов, флюидоупоров. Определены тип и термальная зрелость органического вещества. В итоге выполнено нефтегеологическое районирование, оценены ресурсы нефти и газа.

Издание рассчитано на специалистов в области наук о Земле: геологов, геофизиков, геологов-нефтяников, а также организации, заинтересованные в решении проблемы топливно-энергетических ресурсов на Востоке России.

Табл. 5, ил. 88, в т. ч. 36 цветных и 1 вкладка, библ. 215.

Ключевые слова: геология, геофизика, геодинамика, нефтегазоносность, шельф, осадочные бассейны, Татарский пролив, Восток России.

Рецензент: д.г.-м.н. В.Ю. Забродин

Утверждено к печати Ученым советом ИТиГ ДВО РАН

Geology, geodynamics and petroliferous potential of the sedimentary basins of the Tatar Strait / A.E. Zharov, G.L. Kirillova, L.S. Margulis, L.S. Chuiko, V.V. Kudelkin, V.G. Varnavsky, V.N.Gagaev. Ed. G.L. Kirillova. Volume II, Series «Sedimentary Basins of East Russia». A.I. Khanchuk (Editor-in-Chief). Vladivostok: FEB RAS, 2004. - 220 p.

Based on the synthesis of the latest marine and terrestrial geological-geophysical information on the sedimentary basins of the Tatar Strait (Northern Tatar, Southern Tatar and Ishikari-West Sakhalin basins) and adjacent land, data related to deep structure, stratigraphy, sedimentology, paleogeography, and tectonics are correlated. Stages of the geodynamic evolution are reconstructed. Spatial-temporal regularities of the distribution of oil and gas source rocks, natural reservoirs, seals, and traps are characterized. Types and thermal maturity of the organic matter were determined. To sum up, petroliferous geological zonation was carried out, and potential petroliferous resources were estimated.

The work is intended for specialists engaged in different fields of Earth sciences: geologists, geophysicists, petroleum geologists, and also organizations involved in resolution of energy problems in East Russia.

Tabl. 5, figs. 88, including 36 coloured and 1 insert, ref. 215.

Key words: geology, geophysics, geodynamics, petroliferous, shelf, sedimentary basins, Tatar Strait, East Russia.

Reviewer: Prof. V.Yu. Zabrodin

> ©ДВО РАН, 2004 ©Правительство Хабаровского края, 2004 ©ОАО "Дальморнефтегеофизика", 2004 ©ГУПР и ООС МПР Хабаровского края, 2004 © Коллектив авторов, 2004

Cenc Oblin Geoc Relic The

Edito

Revi

Crus

Rese

Back

Mult

Struc

Ther

Fore

Anor

A de

Kine

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дорогой читатель, перед Вами второй том серии «Осадочные бассейны Востока России». Исследование осадочных бассейнов континентальной окраины, её шельфа, континентального склона, изучение закономерностей их строения, условий формирования и связанных с ними топливно-энергетическими ресурсами остаётся приоритетным направлением развития науки. Интерес к этой проблеме растёт, и подтверждением этому служат многочисленные всероссийские и международные совещания, издание монографий. Дело в том, что по мере накопления геолого-геофизических данных, углублённого их анализа появляются новые идеи и концепции, методы анализа бассейнов, способствующие более целенаправленным поискам углеводородного сырья. Прекрасной иллюстрацией этого является новая фундаментальная сводка, подготовленная в 2004 г. в Геологическом институте РАН «Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция» под редакцией Ю.Г. Леонова и Ю.А. Воложа.

По оценкам специалистов, около половины потенциальных ресурсов нефти и газа изученных нефтегазоносных систем мира находится в море. В исследование вовлекается не только шельф, но и континентальный склон, сложенный турбидитами. Надежды открытия новых нефтегазоносных провинций связываются с изучением дальневосточных и арктических морей.

В этом контексте геолого-геофизический, геодинамический анализ осадочных бассейнов Татарского пролива представляется весьма актуальным. Эти бассейны формировались в сложной обстановке косой конвергенции плит, образования вулканических дуг, многоактного внутридугового рифтинга и спрединга. Сочетание транспрессии и транстенсии было постоянным фоном, на котором формировались области аккомодации для накопления многокилометровых толщ осадков.

Современные методы изучения и расшифровки подобных обстановок, мультидисциплинарный подход позволили подойти к оценке углеводородного потенциала осадочных бассейнов Татарского пролива, которая выглядит весьма обнадёживающей. Продолжение работ в этой перспективной нефтегазоносной провинции может привести к открытиям, подобным сделанным в бассейнах Бохайвань, бассейнах Восточно-Китайского и Желтого морей.

Главный редактор серии, член-корреспондент РАН Ханчук А.И.

ISBN 5-7442-1377-5

### СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	
Введение	
Глава 1. Общие сведения о регионе	1
1.1. Геолого-структурное положение осадочных бассейнов Татарского пролива	1
1.2. Физико-географический очерк	1
1.3. Геолого-геофизическая изученность	I
Глава 2. Стратиграфия	
2.1. Меловая система	2
2.1.1. Восточно-Сихотэ-Алинская структурно-формационная зона	2
Лужкинская структурно-формационная подзона	2
Кемская структурно-формационная подзона	
Тумнинская структурно-формационная подзона	
2.1.2. Горинская структурно-формационная зона	3
Чаятынская структурно-формационная подзона	
2.1.3. Восточно-Сихотэ-Алинский вулканический пояс	
2.1.4. Иезо-Западно-Сахалинская структурно-формационная зона	
Северная структурно-формационная подзона	
Южная структурно-формационная подзона	
Зона Сорачи-Иезо	
2.2. Кайнозой	
2.2.1. Корреляция кайнозойских стратиграфических подразделений	
2.2.2. Сейсмостратиграфические горизонты в кайнозойском осадочном чехле	
2.2.2.1. Акустический фундамент	
2.2.2.2. Комплексы осадочного чехла	
Западно-камышовый комплекс Р, zk	
Сергеевский комплекс P <sub>2</sub> <sup>3</sup> (?)-N <sub>1</sub> <sup>1</sup> sr	
Углегорский комплекс $N_1^{1-2}$ ug	
Курасийский комплекс N 2-3 kг	
Маруямский комплекс N 3-Qmr	
Глава 3. Структурно-тектоническая характеристика бассейнов	
3.1. Структурно-тектоническое районирование	
3.2. Характеристика основных структурных элементов	
3.2.1. Северо-Татарский бассейн	
3.2.2. Южно-Татарский бассейн	
3.2.3. Исикари-Западно-Сахалинский бассейн	
3.3. Основные типы разрывных нарушений	
Глава 4. Седиментационные системы	
4.1. Апт-среднетуронский этап	
4.2. Среднетурон-маастрихтский этап	
4.3. Эоценовый (западно-камышовый) этап	
4.4. Позднеэоцен-олигоценовый (сергеевский) этап	
4.5. Ранне-среднемиоценовый (углегорский) этап	
4.6. Средне-позднемиоценовый (курасийский) этап	
4.7. Позднемиоцен-четвертичный (маруямский) этап	

Глава	5. Палеогеография	121
	5.1. Меловой период	
	5.2. Кайнозойская эра	
Глава	6. Геодинамическая эволюция бассейнов Татарского пролива	142
	7. Нефтегазоносность бассейнов Татарского пролива	
	7.1. Прямые признаки нефтегазоносности	154
	7.2. Нефтегазоносные системы Татарского пролива	156
	7.3. Нефтегазоматеринские породы	
	7.3.1 Распространенность и условия формирования	160
	7.3.2. Оценка термальной зрелости нефтегазоматеринских толш	166
	7.3.3. Катагенетическая зональность и потенциал нефтегазоматеринских толщ	169
	7.3.4. Масштабы очагов нефтегазообразования	
	7.4. Потенциальные коллекторы и флюидоупоры	179
	7.4.1. Резервуарные толщи	181
	7.4.2. Региональные и зональные покрышки	
	7.5. Динамика эволюции нефтегазоносных систем	188
	7.5.1. Верхнемеловая-палеогеновая нефтегазоносная система	188
	7.5.2. Верхнепалеогеновая-неогеновая нефтегазоносная система	193
	7.5.2.1. Олигоцен-среднемиоценовая нефтегазоносная подсистема	194
	7.5.2.2. Среднемиоцен-плиоценовая нефтегазоносная подсистема	199
	7.6. Сравнительный анализ перспектив нефтегазоносности бассейнов Татарского пролива	
Заклю	очение	205
Литер	ратура	208
Солег	жание	216

217

#### Глава 6

#### ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ БАССЕЙНОВ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА

Рассматриваемый регион входит в Япономорский сектор переходной зоны от Азиатского континента к Тихому океану, занимая его внутреннюю приматериковую часть. Геодинамическая эволюция рассматриваемого региона весьма сложна и многопланова. Тектонические критерии и метод аналогий нередко весьма успешно используются при прогнозировании залежей углеводородов. Для данного региона Ю.М. Пущаровский почти 40 лет назад высказал предположение, что он похож на прогиб Грейт-Вэлли в Калифорнии по размерам, форме, характеру дислокаций и особенностям разреза (Пущаровский, 1964, 1965), а следовательно, и по перспективам нефтегазоносности. Последующие исследования еще больше подтвердили это сходство. Многоэтапную эволюцию региона целесообразно разделить на 2 части: досредне-позднеэоценовую, являющуюся предысторией кайнозойских осадочных бассейнов Татарского пролива, и средне-позднеэоцен-четвертичную, включающую их заложение и дальнейшее преобразование. В каждой части выделяются этапы, соответствующие времени становления крупных геоструктурных элементов и отделенные друг от друга периодами структурных перестроек. Последние зафиксированы в межрегиональных структурных несогласиях и кардинальной смене режимов осадконакопления, магматизма и стиля тектонических движений. Кайнозойские этапы развития региона дополнительно могут быть разделены на тектонические фазы, позволяющие проиллюстрировать последовательность формирования чехла осадочных бассейнов и их континентального обрамления.

В досреднеэоценовой истории региона наиболее важные события произошли в течение мела-раннего палеогена. Среди них следует выделить:

1. Развитие Восточно-Азиатской окраины в середине раннего мела в режиме окраины трансформного типа с широким развитием ле-

восдвиговых перемещений в окраинно-континентальной и периокеанической областях (Şengör, Natal'in, 1996; Ханчук и др., 1999; Парфенов и др., 1999; Голозубов, 2004), формированием островных дуг, задуговых, междуговых и преддуговых бассейнов и коллизионно-аккреционными процессами в середине альба (Парфенов, 1984; Натальин, 1991; Кириллова, 1997; Парфенов и др., 2003);

- 2. Заложение в начале позднего мела (постаккреционного Восточно-Сихотэ-Алинского окраинно-континентального вулканического пояса и смещение конвергентной границы континент-океан в восточном направлении;
- 3. Структурная перестройка Хоккайдо-Сахалинской конвергентной границы на рубеже мела и палеогена, замыкание Западно-Сахалинского преддугового прогиба, изменение режима магматизма в Восточно-Сихотэ-Алинском вулканогене и становление коры субконтинентального типа в прото-Татарском регионе. Реорганизация конвергентной границы континент-океан с формированием входящего угла (узел сочленения прото-Японского и прото-Курильского звеньев континентальной окраины) в районе Юго-Восточного Сахалина.

Таким образом, к началу среднего эоцена прото-Татарский регион располагался во внутренней части переходной зоны континент-океан, имел достаточно зрелую субконтинентальную кору и, по-видимому, обладал продольной неоднородностью строения литосферы, обусловленной меловыми трансформными перемещениями вдоль окраины континента.

В сценарии кайнозойского тектонического развития Япономорского региона следует акцентировать внимание на следующих событиях и процессах:

1. Возникновение в эоцене окраинно-континентальной зоны субаквального вулканизма (прото-Японской островной дуги), протягива-

ющейся из центральных районов современного Японского моря (поднятие Ямато) к юго-западному Сахалину и сопровождавшейся задуговым рифтогенезом в приматериковой части региона и преддуговым скучиванием и аккреционно-коллизионными процессами в Хоккайдо-Сахалинском регионе (Съедин, 1989; Tatsumi et al., 2000; Жаров, 2004; Рассказов и др., 2004).

- 2. Возрастание аномальной активности мантии в раннем миоцене и раскрытие задуговых рифтогенных бассейнов Татарского пролива и Японского моря с отодвиганием в сторону океана и дифференцированным разворотом структур Южного Сахалина и Японских островов.
- 3. Дальнейшая активизация в позднем миоцене-плиоцене мантийных процессов, сопровождающаяся рассеянным спредингом в области задугового растяжения и формированием глубоководных котловин Япономорского и Охотоморского регионов. Становление Хоккайдо-Сахалинской транспрессионной мегасдвиговой зоны вдоль раздела Япономорского и Охотоморского ареалов растяжения земной коры, как отражение встречных движений окраинноморских геоструктурных элементов.

В истории развития кайнозойских осадочных бассейнов Татарского пролива, согласно изложенным выше стратиграфическим, магматическим и тектоническим особенностям, с учетом имеющихся представлений (Геологическая карта ..., 1992; Okamura et al., 1998a, b; Харахинов, 1998, Тектоническая..., 2000; Жаров, 2002) выделяется три крупных этапа: позднепалеогеновый или среднеэоцен-олигоценовый, ранне-среднемиоценовый и позднемиоцен-четвертичный.

Ниже рассмотрены основные особенности названных этапов тектонического развития Япономорского региона. Кинематика континентальных и океанических плит заимствована из (Engebretson et al., 1985). Положение континента и его переходной зоны на разных этапах дано условно в современной системе координат.

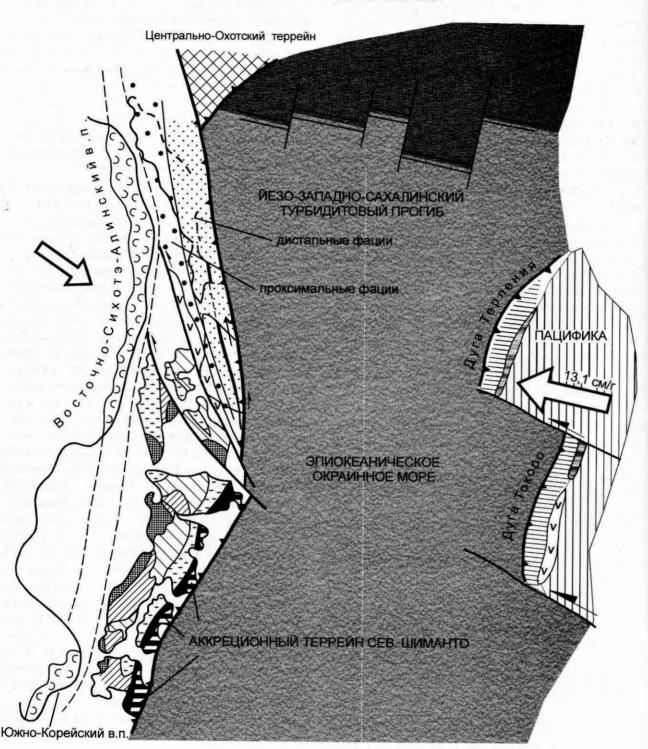
Середина раннего мела ознаменовалась крупномасштабными (до 1500-2000 км) левосторонними перемещениями вдоль Азиатской окраины палеозойских и мезозойских океанических, окраинно-континентальных аккреционных и континентальных террейнов с форми-

рованием колоссального коллажа разнородных структур и совмещением тетических и переходных биогеографических провинций (Магиуата et al., 1997). В этот период с континентальной окраиной взаимодействовала плита Изанаги, имеющая очень высокую скорость перемещения при очень косой (до субпараллельной) ориентировке вектора движения относительно края континента. Активные сдвиговые перемещения продолжались и в сеномане, пока плита Изанаги перемещалась вдоль континентальной окраины. Вместе с ней перемещался океанический хребет, разделяющий океанические плиты Изанаги и Тихоокеанскую.

Сдвиговые деформации и грандиозные перемещения претерпели не только океанические структуры, но и юрско-раннемеловые аккреционные комплексы континентальной окраины, и части Ребун-Монеронской раннемеловой островодужной системы, формирование которых по комплексу данных происходило значительно южнее, на широте современной Кореи и Северного Китая (Sengör, Natal'in, 1996; Жаров, 2004; Голозубов, 2004). Фрагменты этих структур были растащены вдоль окраины материка на сотни-первые тысячи километров, а юрскораннемеловая аккреционная структура окраины была латерально сдвоена с образованием крупных пилообразных выступов в северо-восточном направлении (Şengör, Natal'in, 1996; Голозубов, 2004). Один из таких выступов образовали террейны Северо-Восточной Японии (Абакума, Северный и Южный Китаками, Ошима). Предположительно вдоль приконтинентального фланга этого выступа мог проявиться апт-альбский щелочной вулканизм Кемского террейна (Малиновский и др. 2003; Симаненко и др., 2004). Вдоль приокеанического фланга выступа были аккретированы островодужные и океанические террейны, заняв позицию, близкую к современной и дав обильную вулканомиктовую эпикластику в синхронные турбидитовые осадки южной части Иезо-Западно-Сахалинского прогиба. Последний был заложен как присдвиговый турбидитовый прогиб, расширяющийся в северном направлении и перекрывавший аккретированные фрагменты разнородных окраинно-континентальных, островодужных и океанических террей-

Поздний мел. По мере прохождения вдоль Восточно-Азиатской окраины хребта Изанаги-

### Поздний мел, 80-75 млн лет



Puc. 6.1. Палеотектоническая реконструкция Восточно-Азиатской окраины в позднем мелу. Fig. 6.1. Paleotectonic reconstruction of the East Asian margin in the Late Cretaceous.

Пацифика с ней уже взаимодействовала Тихоокеанская океаническая плита. Аккретированные доверхнемеловые террейны были перекрыты постаккреционными комплексами Восточно-Сихотэ-Алинского окраинно-континентального вулканического пояса и Иезо-Западно-Сахалинского преддугового бассейна, переходящего к востоку в глубоководный желоб (рис. 6.1).

Таким образом, в первой половине позднего мела геодинамическая обстановка в переходной зоне на востоке Азии заметно изменилась и соответствовала обстановке активной континентальной окраины андийского типа, аккреционные структуры которой формировались в обстановке косой субдукции Тихоокеанской плиты. На отдельных участках переходной зоны, по-видимому, могли сохраняться условия трансформных перемещений, способствующие накоплению преимущественно субаркозовых и лишенных пирокластики толщ (Ханчук, Иванов, 1999; Голозубов, 2004).

Рассматриваемый регион на этом временном отрезке геологической истории располагался на стыке Восточно-Сихотэ-Алинского вулканогена и Иезо-Западно-Сахалинского турбидитового прогиба. До конца позднемелового времени эволюция прото-Татарского региона протекала в соответствии с цикличным развитием переходной зоны и постепенным продвижением континентального склона в восток-юго-восточном направлении.

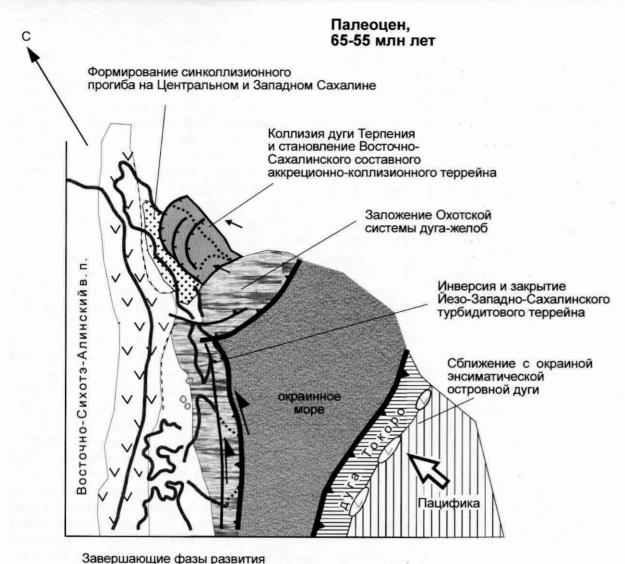
В раннем кампане произошла реогранизация Азиатско-Тихоокеанской конвергентной границы. В северо-западной части Мезопацифики на значительном удалении от континентальной окраины заложилась система внутриокеанических островных дуг северо-восточного простирания, в целом, ортогонального вектору движения Тихоокеанской плиты (Баженов и др., 2002; Коваленко, 2003). Ближайшую позицию к рассматриваемому региону занимали дуги Токоро (Баженов и др., 2002) и Восточно-Сахалинская (Зоненшайн и др., 1990) или Терпения (Ханчук, 1993; Парфенов и др., 1999). Согласно кинематическому анализу, они развивались на лидирующем краю Тихоокеанской плиты, двигавшейся в конце мела в северо-западном направлении со скоростью 13,1 см/год. Следовательно, зоны субдукции были направлены в сторону океана и дуги вместе с нависающей океанической плитой быстро сближались с континентальной окраиной.

С этими процессами по времени совпала мощнейшая активизация тектоно-магматической деятельности на Азиатской окраине, выразившаяся в накоплении значительных объемов кислых эффузивов и игнимбиртов (приморская серия и самаргинская толща Восточного Сихотэ-Алиня) и выдвижением в сторону океана долинно-веерных систем континентального склона (жонкьерская и красноярковская свиты Западного Сахалина).

Таким образом, в конце позднего мела обстановка активной континентальной окраины андийского типа сочеталась с обстановкой, в которой сосуществовали окраинно-континентальные и внутриокеанические зоны субдукции разной полярности, а между ними располагались эпиокеанические окраинные моря.

Палеоцен-ранний эоцен. На рубеже мела и палеогена в результате коллизии дуги Терпения с континентальной окраиной начала формироваться аккреционно-коллизионная структура Восточно-Сахалинского составного террейна и вновь произошла перестройка приконтинентальной конвергентной границы. Изменение ее конфигурации было связано с невозможностью дальнейшей косой субдукции в районах Центрального Сахалина и продолжающимся сжатием с юга на север, вызванным движением плиты окраинного моря. Эти движения привели в раннем палеоцене к трансформации позднемеловой зоны косой субдукции в левосдвиговую зону с деформациями меловых аккреционных и метаморфических субдукционных комплексов и инверсией Западно-Сахалинского преддугового бассейна (рис. 6.2). На южном фланге Восточно-Сахалинского составного террейна в результате этой структурной перестройки в палеоцене заложилась субширотная зона поддвига, в которой начали субдуцироваться комплексы окраинного моря. Западный фланг зоны поддвига оказался наложенным на меловую зону субдукции, образовав узел сочленения типа желоб-желоб.

Формирование Восточно-Сахалинского складчато-надвигового коллизионного сооружения сопровождалось накоплением перед его фронтом мощной призмы субконтинентальных угленосных осадков, перекрывших с размывом и участками с угловым несогласием турбидито-



окраинно-континентального вулканогена

Рис. 6.2. Палеотектоническая реконструкция Восточно-Азиатской окраины в раннем палеогене.

Fig. 6.2. Paleotectonic reconstruction of the East Asian margin in the Early Paleogene.

вые комплексы Иезо-Западно-Сахалинского прогиба.

На рубеже палеоцена-эоцена нависающая Тихоокеанская плита изменила направление своего движения с северо-западного на северное (Engebretson et al., 1985). В Восточно-Азиатской континентальной окраине в это время происходило завершение всех надсубдукционных процессов: затухание вулканической активности в Восточно-Сихотэ-Алинском поясе при преобладании продуктов кислого и среднего магматизма (Okamura et al., 1998a,b) и полная инверсия Иезо-Западно-Сахалинского прогиба с частичной эрозией меловых-палеоценовых пород в сводах присдвиговых и складчато-надвиговых раннепалеогеновых поднятий.

Средний эоцен-олигоцен. В середине эоцена произошла глобальная реорганизация океанических плит на северо-западе Тихого океана (Engebretson et al., 1985; Тектоническая ..., 2000). В результате субмеридиональное движение Тихоокеанской плиты и ее косое взаимодействие с континентальной окраиной сменилось на субширотное с фронтальным взаимодействием океанической и континентальной литосфер. В это же время произошла коллизия

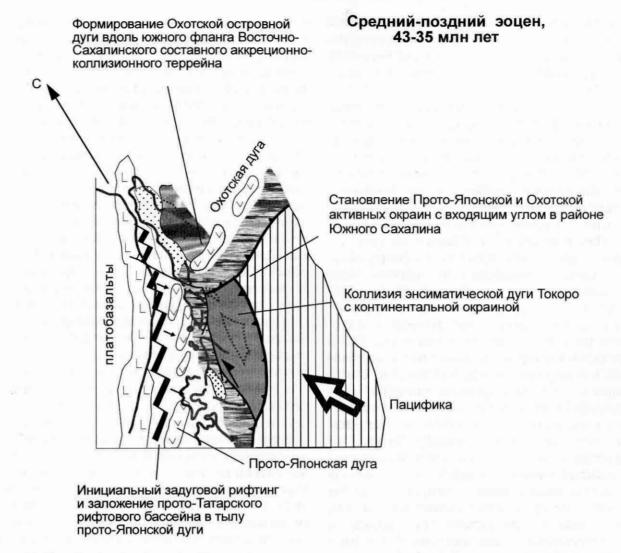


Рис. 6.3. Палеотектоническая реконструкция Восточно-Азиатской окраины во второй половине па-

Fig. 6.3. Paleotectonic reconstruction of the East Asian margin in the second half of the Paleogene.

Токоро с фронтальными структурами континентальной окраины (Жаров, 2004). Эти события отразились на геодинамике Восточно-Азиатской переходной зоны и, в частности, Япономорского региона (рис. 6.3).

Здесь произошло заложение окраинноконтинентальной зоны известково-щелочного вулканизма (прото-Японская островная дуга), смещенной относительно Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса к востоку, косо наложившейся на структурные элементы позднемелового-раннепалеогенового этапа и протягивающейся от центральных частей современного Японского моря (поднятие Ямато)

следующей энсиматической островной дуги к Юго-Западному Сахалину (Монеронское поднятие). По палеомагнитным данным (Коdama, Takeda, 2002), прото-Японская островная дуга образовалась гораздо севернее современной её позиции. Предполагается, что коллизия Охотского микроконтинента с Северо-Восточной Азией вызвала правосдвиговые смещения прото-Японской дуги до её современного положения.

> Формирование зоны вулканизма сопровождалось постепенным прогибанием инверсированного мелового прогиба. В тылу вновь возникшей зоны вулканизма в среднем-позднем эоцене заложились впадины рифтогенной природы, явившиеся прото-структурами Цент

ральной котловины Японского моря и глубоководных прогибов Южно-Татарского бассейна. На континентальном борту рифтогенных структур сформировались обширные лавовые поля платобазальтов.

Исследованиями японских геологов (Tatsumi et al., 2000) в последние годы доказывается существование Сихотэ-Алинской континентальной вулканической дуги шириной около 100 км. Возраст островодужных вулканитов с типичными геохимическими характеристиками составляет 25-40 млн л. Как эта дуга соотносилась с прото-Японской, пока неясно.

Перед фронтом прото-Японской дуги, наоборот, были сформированы эшелонированные взбросо-надвиговые зоны, маркирующие оси конседиментационных структурных поднятий (Сусунайское, Камышовое, Крильонское). Сопоставление структурных и вещественных особенностей прото-Японской дуги и сопряженных структур позволяют предположить их эволюцию в режиме, близком к «slab window», в результате разрыва или резкого изгиба ранее субдуцированного слэба океанической коры и его последующего «всплывания» или откатывания к палеожелобу. Об этом же свидетельствуют детальные геохимические исследования эоцен-олигоценовых базальтов Приморья (зайсановская, суворовская, сизиманская свиты) и Сахалина (аракайская свита), показавшие их принадлежность к базальтам надсубдукционного типа и базальтам задуговых бассейнов (Окатига et. al, 1998 a, b; Рассказов и др., 2004; Ясныгина, 2004) и обнаружившие их связь с ранее субдуцированным слэбом Мезопацифики.

В приматериковой части процессы задугового растяжения, видимо, были обусловлены изменением глубинного геодинамического режима вдоль всего окраинно-континентального вулканического пояса и проявились в широком развитии субконтинентальных базальтовых плато и локальных грабенообразных депрессий. Вдоль фронтальной, внешней зоны вулканического пояса, проходящей восточнее современной береговой линии, заложилась протяженная кулисовидная цепь грабенообразных вулканотектонических депрессий (впадины Приморской зоны выклинивания, Успенский прогиб, Тумнинский грабен, Серебряная, Чапчанская синклинальные зоны и др.). Вероятно, они контролировались единой зоной глубинного разлома, являющегося как магмоподводящим, так и передающим правосдвиговое транстенсионное (растягивающее) поле напряжений в верхний структурный ярус земной коры. С востока грабенообразные депрессии и прогибы ограничивались ареалами и зонами синхронного субаквального (в южной части) и субареального (в северной части) вулканизма, отделявшими прибрежную седиментационную систему от обстановки задугового бассейна. Последний, вероятно, достигал широты Углегорского района и к северу вновь сменялся обширной зоной окраинно-континентального вулканизма и аллювиально-озерного осадконакопления. Здесь активно развивалась Центрально-Северо-Татарская зона вулканизма (Каменское, Просторное, Восточно-Сюркумское и другие вулканотектонические поднятия), располагавшаяся на продолжении материковых структур Ванинского и Сюркумского поднятий и формирующая вулканическое обрамление северной части задугового бассейна.

Восточнее, в присахалинской части позднепалеогеновые геодинамические обстановки имели определенные различия к северу и югу от Углегорского района, что позволяет связать их с новой палеогеновой конфигурацией конвергентной границы и в целом активной окраины в рассматриваемом регионе. Так, к северу от Углегорского района формирование субконтинентального угленосного прогиба продолжалось до начала олигоцена, тогда как к югу в среднем-позднем эоцене уже существовал мелководный морской прогиб, занимающий позицию междугового прогиба относительно прото-Японской вулканической островной дуги и невулканической структурной дуги (Сусунайское, Крильонское и др. поднятия).

Во второй половине олигоцена эволюция Азиатско-Тихоокеанской переходной зоны в прото-Япономорском регионе протекала на фоне смещения фронта островодужного вулканизма к востоку с возникновением островодужной системы Северо-Восточной Японии (Зоненшайн и др., 1990).

В прото-Татарском регионе к концу палеогена фиксируется затухание островодужного вулканизма в южной присахалинской части и, наооборот, его активизация в северной части (хойнджинский комплекс).

В области Южно-Татарского бассейна в конце палеогена по-прежнему существовал об-

ширный внутренний морской бассейн с широким мелководным шельфом в приматериковой части. Здесь продолжались нисходящие движения в области задугового прогиба, однако темпы прогибания и скорости осадконакопления были невысоки в связи с компенсационным заполнением рифтогенных структур и выработкой источников сноса.

ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ БАССЕЙНОВ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА

В Северо-Татарском бассейне, в приматериковой части, сохранялись условия субконтинентального заполнения изолированных и полуизолированных впадин и депрессий, вступивших в позднерифтовую стадию развития. В восточной, присахалинской части Северо-Татарского бассейна, в результате продолжающегося погружения в области задугового прогиба в олигоцене установилась обстановка мелководного морского залива (геннойшинская свита). Он, по-видимому, унаследовал структуру эоценового (раннедуйского) субконтинентального прогиба Западного Сахалина и мог перекрывать на северо-западе бассейна отдельные грабенообразные впадины (Чапчанская синклинальная зона), развивающиеся в режиме позднерифтового прогибания.

Ранний-средний миоцен. Начало миоцена ознаменовалось резкой активизацией рифтогенных процессов в Южно-Татарском бассейне. Они были связаны с аномальной активностью мантии в Япономорском регионе и реализовались в быстром раскрытии глубоководных котловин Японского моря (Антипов, 1987; 3оненшайн и др., 1990; Okamura et. al., 1998; Парфенов и др., 1999) и южной части Татарского пролива (рис. 6.4). В прибрежной части материка, включая поднятия, формирующие борта бассейнов Татарского пролива, на протяжении всего раннего миоцена формировались обширнейшие лавовые плато базальтов кизинской свиты, которые имеют внутриплитные характеристики и относятся к синрифтовым (Hirahara et al. в печати; Tatsumi et al. 2000).

В Южно-Татарском бассейне произошло резкое опускание приматерикового борта Тернейского прогиба по системе сбросов раннего заложения, трассирующих тыловые структурные и вулканические поднятия Приморской зоны выклинивания. Северное замыкание активизированного рифтового прогиба образовали сходящиеся периклинали Совгаванского и Красногорского поднятий. Вдоль северо-восточного борта Южно-Татарского бассейна в

первой половине раннего миоцена широко проявился субаквальный базальтовый вулканизм (чеховская свита), обозначив границы зоны рифогенеза. Юго-восточное плечо зоны раннемиоценового раздвига образовали унаследованные Пионерское и Монеронское поднятия, сложенные преимущественно меловыми островодужными комплексами.

К концу раннего миоцена на месте позднепалеогенового относительно мелководного Тернейского прогиба уже существовала впадина, раскрывающаяся через систему вулканических поднятий и сопряженных трогов в котловину Японского моря. Интенсивные процессы синрифтового погружения и рост обрамляющих поднятий способствовали высокой скорости осадконакопления (>500 м/млн лет, рис. 4.1).

В Северо-Татарском бассейне раннемиоценовое синрифтовое прогибание активно проявилось только в южной части, в пределах Успенского и Ламанонского прогибов. К концу раннего миоцена они образовали единую субширотно-северо-восточную грабенообразную структуру, возможно, сочленяющуюся на востоке с синхронными зонами прогибания залива Терпения.

К северу от названных прогибов обширное сводообразование в приматериковой части и активизация тектоно-магматической деятельности в раннеуглегорское (чеховское, кизинское) время привели к постепенному затуханию движений в позднепалеогеновых грабенообразных структурах и формированию обширного приматерикового поднятия, отгородившего прогибы Северо-Татарского бассейна от рифтогенной структуры Южно-Татарского бассейна. В восточной части поднятия активно проявился вулканизм чеховского подкомплекса, наследуя магматические центры сергеевского времени (Просторное, Восточно-Сюркумское, Черноморское, Хойнджинское, Пильвинское поднятия). Процессы поздне-пострифтового прогибания грабенообразных депрессий и синклинальных зон (Чапчанская, Сизиманские, Серебряная, Тумнинская и др.) в связи с общим подъемом территории были прерваны и они запечатывались маломощным чехлом аллювиально-озерных и склоновых отложений. Более активно проходило осадконакопление в присахалинской части Северо-Татарского бассейна, к востоку от области прима-

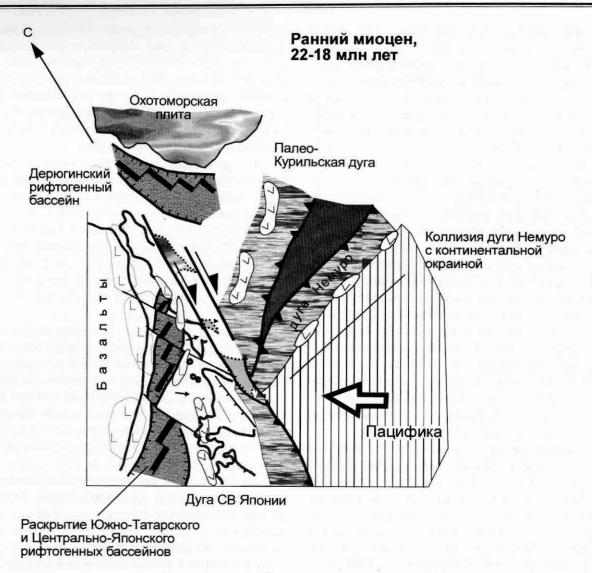


Рис. 6.4. Палеотектоническая реконструкция Восточно-Азиатской окраины в раннем неогене.

Fig. 6.4. Paleotectonic reconstruction of the East Asian margin in the Early Neogene.

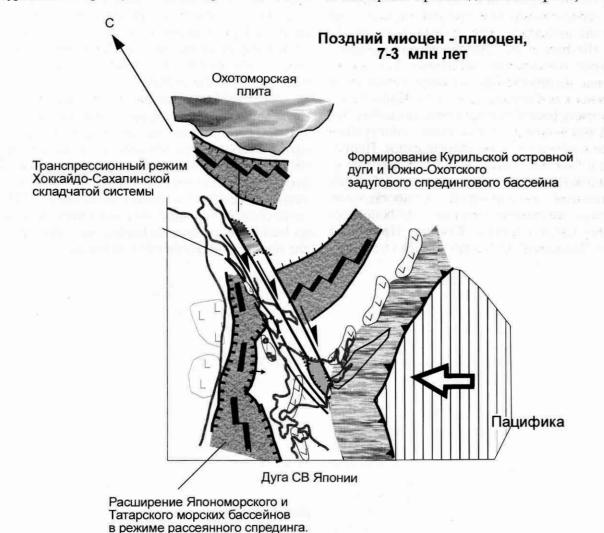
терикового сводообразования. Здесь формировались обширные озерно-болотные впадины (Александровский, Лесогорский прогибы), заполнявшиеся субконтинентальными угленосными отложениями (верхнедуйский подкомплекс).

На юго-востоке региона в пределах Исикари-Западно-Сахалинского бассейна произошло постепенное замыкание позднепалеогенового-раннемиоценового междугового прогиба в связи с ростом в раннем миоцене юго-восточного плеча Южно-Татарской зоны раздвига. В результате в начале раннего миоцена междуговой морской прогиб (невельская свита) был локализован только в пределах южной части Исикари-Западно-Сахалинского бассейна, а к концу раннего миоцена (верхнедуйская свита) он был выведен в субконтинентальные условия.

В начале среднего миоцена, в результате продолжающегося опускания в области Южно-Татарского бассейна и сопряженного с ним Ламанонского прогиба, обстановка мелководного морского бассейна (залива) проникла вглубь Северо-Татарского бассейна вдоль системы присахалинских впадин. Средний миоцен характеризовался дифференцированными движениями в приматериковой и присахалинской частях пролива, по-видимому, отражая вращательные движения литосферных блоков в об-

рамлении Южно-Татарского бассейна. В этот период на фоне замедлившегося поздне (?)пострифтового прогибания Южно-Татарского бассейна произошла активизация его приматерикового борта в виде левосторонних сдвиговых перемещений по разломам раннего заложения. В результате этих движений в Успенском прогибе, зажатом между краем материка и блоком Совгаванского поднятия, произошло тангенциальное сжатие с формированием косо продольных левых сдвигов и инверсией осадочного чехла. Тектонические движения начались в конце углегорского времени и на раннем этапе на фоне поздне-пострифтового погружения носили конседиментационный характер. Во второй половине среднего миоцена (раннекурасийское время) дальнейшее развитие сдвигов привело к формированию Иннокентьевской складчато-сдвиговой зоны.

Подобные деформации, но с противоположным знаком сдвиговых перемещений произошли в среднем миоцене в северной части Северо-Татарского бассейна, где Чапчанская синклинальная зона была инверсирована с образованием одноименной антиклинальной зоны. Над системой поднятий (Ауканское, Восточно-Сюркумское и др.), разделяющих северную и южную части Северо-Татарского бассейна, в конце среднего — начале позднего миоцена ареально проявился вулканизм, сформировав обширное вулканическое плато. В целом же курасийский (средний-поздний миоцен) этап носил отчетливо пострифтовый характер. В это время происходило обширное, но пас-



**Puc. 6.5.** Палеотектоническая реконструкция Восточно-Азиатской окраины в позднем неогене. **Fig. 6.5.** Paleotectonic reconstruction of the East Asian margin in the Late Neogene.

сивное пострифтовое прогибание как Южно-Татарского, так и Северо-Татарского бассейнов на фоне максимального подъема уровня моря (рис. 4.1). По-видимому, совпадение во времени этих событий обусловило всеобщую курасийскую трансгрессию.

Поздний миоцен-квартер. Со второй половины позднего миоцена вновь возобновилась тектоно-магматическая активность в регионе. Вдоль всего северного обрамления Южно-Татарского бассейна широко проявился позднемиоцен-плиоценовый толеит-базальтовый и щелочно-базальтовый вулканизм, связанный с подъемом мантийного диапира (Есин и др., 1994, 1995; Рассказов и др., 2003). Японские исследователи относят эти вулканиты по геохимическим характеристикам к внутриплитным, характеризующим пострифтовую стадию развития вулканической дуги (Tatsumi et al., 2000; Hirahara et al.). Одновременно началось активное прогибание бассейнов Татарского пролива, но депоцентры их погружения были смещены к о. Сахалин (рис. 6.5). Приматериковая часть бассейнов представляла собой пологий материковый склон, быстро погружающийся в юго-восточном направлении. Прогибание в бассейнах было неодновременным и, по-видимому, контролировалось разными глубинными источниками. Сопоставление изотопно-геохронологических данных по Восточному Сихотэ-Алиню, Южному Приморью и Юго-Западному Сахалину (Рассказов и др., 2000, 2003, 2005) показало, что в интервале 10-3 млн лет возрастала доля выплавок из мантийных пород. Они были подобны по составу лавам океанических островов и соответствовали обогащенной мантии EM1 со спецификой аномалии DUPAL.

Южно-Татарский бассейн испытал максимальные погружения в конце курасийского времени (первая половина позднего миоцена) и в раннем-среднем плиоцене, что полностью находит отражение в цикличности развития базальтовых плато совгаванской свиты и вулканизма Ламанонского горного узла. Северо-Татарский бассейн, судя по скорости осадконакопления, активно прогибался во второй половине позднего миоцена, резко замедлив опускание в плиоцене (рис. 4.1). Приведенная цикличность нисходящих движений хорошо совпадает с цикличностью транспрессионных правосдвиговых дислокаций Западного Сахалина, произошедших в момент замедления рифтогенного прогибания.

Формирование Западно-Сахалинской сдвиговой зоны хорошо фиксируется по последовательному во времени смещению фронта складчато-разрывных дислокаций в западном направлении. Если на Западном Сахалине начало формирования сдвиговых структурных парагенезисов относится к началу маруямского времени (вторая половина позднего миоцена), то на шельфе подобные деформации характерны для плиоцен-четвертичного времени. <u> Глава 7</u>

## **ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА**

На этапе регионального изучения потенциально нефтегазоносного района/ провинции необходимо установить все основные предпосылки и признаки нефтегазоносности для обоснованного выделения зон возможного нефтегазонакопления и прогноза локальных перспективных объектов. В числе таких критериев регионального и локального прогноза выделяют как прямые признаки нефтегазоносности: месторождения, проявления и признаки нефти и газа, так и вспомогательные, косвенные, к которым относятся благоприятные структурные и вещественные предпосылки нефтегазоносности.

С позиций осадочно-миграционной теории нефтегазообразования и современного нефтегазогеологического анализа наиболее важными предпосылками, определяющими возможность формирования перспективных объектов, являются: нефтегазоматеринские породы, способные генерировать при благоприятных геотермических условиях углеводороды различного фазового состава, коллекторские интервалы разреза, включающие потенциальные резервуары с достаточным аккумуляционным потенциалом, покрышки или флюидоупоры, имеющие надежные консервационные свойства, и ловушки различных генетических типов, определяющие геометрию потенциально перспективных объектов. Совокупность этих прогнозных элементов в англоязычной литературе получила наименование нефтегазоносная система (petroleum или petroliferous system). В российской литературе синонимами этого термина являются понятия нефтегазового (нефтегазоносного) комплекса, нафтидной системы (Конторович, 1991).

Главными свойствами нефтегазоносной системы являются ее региональные размеры как в плане, так и в разрезе, отчетливые геологические барьеры, ограничивающие ее в пространстве и времени от смежных нефтегазо-

носных структур, и наличие вышеперечисленных компонентов, позволяющих в увязке с тектонической эволюцией региона смоделировать процессы генерации, миграции, аккумуляции и консервации углеводородов, определить их направленность и пространственно-временные соотношения и обосновать выделение перспективных поисковых направлений.

Нефтегазоносная система может распространяться по площади всего осадочного бассейна либо его части или охватывать несколько смежных бассейнов, развивающихся одновременно в едином геодинамическом режиме. В геологическом разрезе бассейнов нефтегазоносная система охватывает значительные стратиграфические диапазоны, разделенные крупными структурными либо седиментационными несогласиями, экранами и достаточные по времени для реализации нефтегазогенерационного потенциала материнских пород и перекрытия резервуарных толш надежным по мощности и консервационным свойствам флюидоупором.

К понятиям, неотъемлемо связанным с архитектурой нефтегазоносной системы, относятся очаги нефтегазогенерации, зоны нефтегазонакопления и зоны нефтегазосбора. Очагом нефтегазогенерации или «кухней» называется часть осадочного бассейна, вмешающая нефтематеринские толщи, достигшие высоких катагенетических уровней преобразования пород и вступившие в стадию генерации углеводородов различного фазового состава. Зоной нефтегазонакопления (ЗНГН) или зоной возможного нефтегазонакопления (ЗВНГН) называется область распространения резервуарных толщ, структурно приподнятая относительно смежных частей бассейна либо имеющая латеральные ограничения в виде тектонических или литологических экранов, а также перекрытая разрезом слабопроницаемых глинистых пород. Под зоной (областью) нефтегазосбора понимается часть осадочного бассейна, объеди-