

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ СТРОЕНИЮ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ВПАДИНЫ КУНСАН (ВОСТОЧНО-КОРЕЙСКИЙ ЗАЛИВ, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

С.П. Плетнев, Л.А. Изосов, М.Г. Горвая

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток

Приводятся новые данные по биостратиграфии и литологии кайнозойских отложений впадины Кунсан (Восточно-Корейский залив). Биостратиграфический анализ (фораминиферы, споры и пыльца) в керне мощностью 2840 м скважины Д-1, заложенной на глубине 50 м, позволил выделить слои верхнего плейстоцена–голоцена (0–40 м), верхнего плиоцена–нижнего плейстоцена (41–796 м), (?) нижнего плиоцена (797–1250 м), верхнего миоцена (1250–1880 м), среднего миоцена (1880–2840 м). Выделены раннеплиоценовый и среднеплейстоценовый перерывы. Дана характеристика условий седиментации в миоцене–плейстоцене.

Ключевые слова: бурение, керн, фораминиферы, споры, пыльца, миоцен, плиоцен, впадина Кунсан, Восточно-Корейский залив.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы активные поиски нефти на шельфе Японского моря сопровождаются бурением глубоких параметрических скважин. Бурению предшествовали геофизические исследования, в результате которых на шельфе были выделены отрицательные морфоструктуры больших размеров. В подводном рельефе они не всегда ясно выражены, так как часто полностью заполнены осадками. Внешние границы таких впадин и прогибов выходят иногда выше современной береговой линии и уходят вглубь за пределы шельфа. К ним можно отнести серию кайнозойских впадин (Пхохан, Кильчжу-Менчхонская) на востоке Корейского п-ова и западном побережье о-ва Хонсю. Неотектоническими движениями в этих районах осадочные толщи частично были выведены на поверхность, где они представлены переслаивающимися морскими и континентальными фациями. Генезис подобных структур в Японском море ряд авторов связывают либо с проявлением рифтогенеза в позднем олигоцене–раннем миоцене, либо с блоковыми опусканиями. Вскрытые бурением геологические разрезы в таких впадинах на шельфе Корейского пролива [8], Японских о-вов [7] фиксируют большие мощности осадков (более 3 км), накопившихся в неоген-четвертичное время.

По материалам бурения проведен литолого-палеонтологический анализ, отражающий эволюцию

осадочного материала и органических остатков в кайнозое. Поэтому полученные нами новые данные по литологии и биостратиграфии кайнозойских отложений при изучении керна параметрической скважины Д-1, заложенной в прогибе Кунсан (или Гензан) Восточно-Корейского залива, внесут дополнительный вклад в познание геологии Японского моря.

МАТЕРИАЛ

В 1990 г. сотрудниками Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН совместно с СахалинНИПИнефтегаз и МинГазПром СССР в результате геолого-геофизических исследований на шельфе Восточно-Корейского залива был выделен прогиб Кунсан, заполненный осадками мощностью до 3,5 км. Прогиб Кунсан представляет собой крупную отрицательную морфоструктуру прикорейского бордерленда, изголовье которого расположено между Вонсанским каньоном и мысом Сувондан. От Корейского полуострова он тянется в северо-восточном направлении более чем на 200 км, расширяясь до 80–120 км. Газогидрохимические исследования в придонной воде этой впадины показали аномальные содержания метана. Данная структура была признана перспективной на углеводороды, и в ее пределах на глубине около 50 м была заложена параметрическая скважина Д-1 (рис. 1).

Коллекция из 15 образцов и документация по керну этой скважины была любезно передана корей-

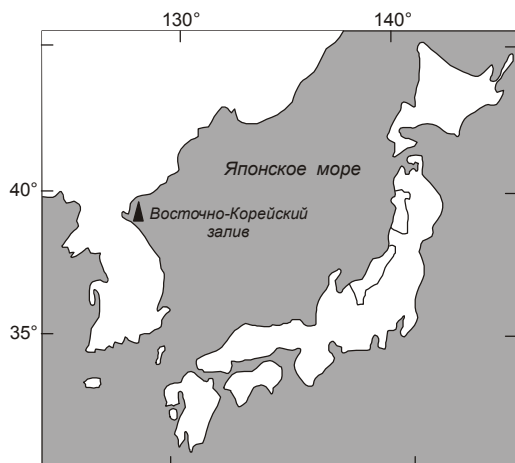


Рис. 1. Положение скважины Д-1.

ской стороной (Министерство освоения природных ресурсов КНДР) сотрудникам ТОИ ДВО РАН Л.А. Изосову и И. Югаю для анализа вещественного состава и палеонтологической характеристики пород в лабораториях института. На момент передачи материалов бурение скважины еще продолжалось, и поэтому авторы не располагают литологическим описанием и образцами пород из самой нижней толщи. Первичная подготовка проб на палинофлору и микрофауну проводилась по общепринятым методикам. Фораминиферы просматривались под микроскопом МБС-9 во фракциях крупного алеврита и песчаной (более 0,05 мм), выделенных водно-ситовым методом.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Планктонные и бентосные фораминиферы

Раковины фораминифер обнаружены в шести из пятнадцати изученных образцов (рис. 2). Наиболее ранний по возрасту комплекс микрофауны обнаружен в аргиллитах интервала керна 1879–1750 м. Он представлен единичными раковинами трех видов планктонных фораминифер: *Globigerina nepenthes* Todd, *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow), *Globigerina bulloides* Orb. и бентосными *Islandiella laticamerata* (Voloshinova) и *Uvigerina peregrina* (Cushman). Присутствие вида-индекса *Neogloboquadrina acostaensis* позволяет данный комплекс отнести к зоне N16, согласно биозональной шкале Блоу по планктонным фораминиферам, охватывающей возрастной диапазон от 11 до 5 млн лет [6]. Этот же вид, *N. acostaensis*, отмечен в интервале керна 1540–1543 м, где вместе с ним встречены планктонные виды бореального облика *Globigerina bulloides* Orb., *Globigerina nepenthes* Todd, *Globigerinita glutinata* (Egger),

Neogloboquadrina pachyderma dex. (Ehrenberg) и субтропического *Globigerinoides trilobus* Reuss. Наряду с планктоном встречена представительная ассоциация бентосных форм с участием *Uvigerina yabei* (Asano), *U. crassocamerata* Volosh., *U. peregrina* (Cushman), *Criboelphidium boraense* Volosh., *Asterosammonia* cf. *A. takanabensis* (Ishizati), *Nonionella* cf. *N. miocenica* Asano, *Islandiella laticamerata* (Voloshinova), *Lagena* sp. и *Elphidiella* sp. Наличие в составе бентосных фораминифер *Is. laticamerata*, *Cr. boraense*, *A. takanabensis* позволяет данный комплекс сопоставить с позднемиоценовой фауной (верхнеокобейской) острова Сахалин [2, 3]. Таким образом, комплексы бентосных и планктонных фораминифер указывают, что слои в интервале 1870–1250 м формировались в позднемиоценовое время. Седиментация происходила в зоне внешнего шельфа–верхней батигали с температурным режимом поверхностных вод в интервале среднегодовых значений 13–16°C.

Выше по разрезу, начиная с 796 м, встречены только планктонные фораминиферы с участием таких тепловодных форм, как *Globorotalia inflata* (Orb.), *Globigerinoides ruber* (Orb.), *Globigerinita glutinata*. В комплексе планктонных фораминифер (интервалы керна 411–413 и 360–361 м) исчезает тропическая форма *Gl. ruber* на фоне возрастания роли бореальных *Neogloboquadrina pachyderma dex.*, *Globigerina bulloides* и, впервые, появляется субарктическая разновидность *Neogloboquadrina pachyderma sin.* Если вышеуказанные виды и подвиды начинают свое эволюционное развитие со среднего миоцена и представлены в современном планктоне, то находки *Globorotalia inflata* позволяют датировать отложения выше 796 м возрастом моложе двух последних миллионов лет. Именно к рубежу 2,09 млн лет приурочено первое появление данного вида [6]. Находки тепловодных видов планктонных фораминифер в позднем плиоцене и раннем плейстоцене свидетельствуют о лучшем прогреве поверхностных вод Восточно-Корейского залива в это время по сравнению с поздним миоценом.

Споры и пыльца

Споры и пыльца хорошей сохранности обнаружены только в одном образце (интервал 411–413 м). В спектре доминируют покрытосеменные, разнообразные по составу. Наиболее многочисленны буковые (*Fagus* – 17 %, *Quercus* – 7,3 %, *Castanea*, *Castanopsis*, *Pasania* – единичны) и ореховые (*Carya* – 15 %, *Juglans* – 8,4 %, единичны – *Pterocarya*, *Engelhardtia*, *Platycarya*, *Cyclocarya*). Малочисленны или единичны *Platanus*, *Ulmus*, *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Carpinus*, *Myrica*, *Liquidambar*, *Sparganium*, *Cypera-*

сеae. Среди голосеменных преобладает *Pinus*, мало-численны *Tsuga*, *Picea*, *Larix*, *Ephedra*, представители семейств *Taxodiaceae* и *Cupressaceae*. Состав споровых мало представителей и немногочислен – *Polypodiaceae*, *Osmunda* и *Dicksonia*.

Таким образом, установленный комплекс характеризуется заметным участием буковых, ореховых, ильмовых, совместно с сосновыми, таксодиевыми, разнообразными берёзовыми, тсугами, при незначительном участии термофильных *Castanea*, *Quercus* (вечнозелёный), *Myrica*, *Liquidambar*, *Ilex*.

Таксономический состав палинофлоры позволяет восстановить последовательный экологический ряд растительных ассоциаций от низинных местообитаний до высокогорий. Долинную ассоциацию заселяли таксодиевые, ольха, лапина с травостоем из ежеголовника и осоки. Пояс низкогорья был представлен елью, буковыми, ореховыми, берёзой, ильмом, липой, под пологом которых произрастали мирки, лещина с травянистым покровом из папоротников. В составе высокогорных сообществ доминировали тсуга, сосна, березовые встречались в виде примеси. Совместное нахождение таксонов из различных экотопов свидетельствует о расчленённом рельефе. Изученная палинофлора отражает условия умеренно-тёплого климата.

Основные особенности спорово-пыльцевого спектра: доминирование покрытосеменных, а среди них – преобладание бука, значительное участие разнообразных ореховых, бедный состав теплолюбивых таксонов сближает установленный спектр со спорово-пыльцевым комплексом серии чильбосан (плиоцен) Кильджу-Ченглинской группы впадин северо-восточной части п-ова Корея [1]

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате биостратиграфического анализа кернa скважины Д-1 осадочные толщи в интервале 0–40 м авторы относят к позднему плейстоцену–голоцену; 41–796 м – к позднему плиоцену и раннему плейстоцену; в интервале 797–1250 м – к раннему плиоцену (?); 1250–1880 м – к позднему миоцену (рис. 2). Несмотря на отсутствие палеонтологических находок, интервал кернa 1880–2840 м нами отнесен к среднему миоцену. В пользу этого свидетельствуют сборы палеонтологического материала, проведенные при участии авторов во время полевых работ в наземных разрезах Кильджу-Менчхонской впадины. В кремнистых аргиллитах была найдена морская фауна моллюсков и фораминифер (роды *Elphidiella*, *Asteroammonia*, *Cribrorhynchium*). По макрофауне и отпечаткам листьев аргиллиты уверенно

датированы средним миоценом [5]. Отсутствие следов среднемиоценовой трансгрессии при изучении кернa Д-1 указывает на то, что скважина не достигла морских осадков этого возраста.

Мы полагаем, что в изученном разрезе кернa скважины Д-1 часть отложений раннего плиоцена и конца позднего миоцена может отсутствовать. В пользу данного вывода свидетельствует наличие гравийно-песчаных прослоев в интервале 800–1250 м, которые обычно формируются в береговой зоне с дефицитом осадочного материала. Гравийно-песчаные горизонты отмечены в интервалах 2600–2800, 2300–2400 м и также указывают на возможные перерывы. Впадина-грабен Кунсан как морфоструктура, по-видимому, начала формироваться в позднем олигоцене–раннем миоцене, как и большинство подобных впадин юго-восточного побережья Корейского полуострова [7]. Проведенные гравиметрические и сейсмические работы сотрудниками ТОИ ДВО РАН показали [3], что формирование геологической структуры впадины Кунсан происходило под воздействием процессов деструкции материковой окраины и начавшегося рифтогенеза. Континентальная фаза рифтогенеза ими датирована палеогеном–ранним неогеном. Дальнейшее растяжение коры в миоцене привело к формированию клинообразного трога, раскрывающегося в сторону глубоководной котловины Японского моря. Конседиментационное заполнение впадины Кунсан терригенными осадками, по данным анализа кернa Д-1, происходило в среднем миоцене–плейстоцене и, вероятно, носило прерывистый характер. Возникновение перерывов было вызвано соотношением между скоростью прогибания дна и интенсивностью поступления терригенного материала. Характер распределения мощностей в изученном керне показывает, что развитие впадины Кунсан в миоцене было вызвано тектоническими причинами и изостазией осадочного материала. Иначе трудно объяснить возникновение во впадине Кунсан относительно глубоководных условий в позднем миоцене только одним эвстатическим повышением уровня моря. Более того, поздний миоцен в истории Мирового океана скорее характеризуется общей тенденцией к понижению уровня моря, что было вызвано продолжающимся ростом Антарктического ледового щита [4].

В позднем плиоцене–раннем квартере отмечено возобновление условий морской седиментации в районе бурения и проникновением туда субтропической фауны планктонных фораминифер, что было связано с очередным открытием Корейского пролива и проникновением теплых струй Цусимского палео-

течения на север. Большие мощности молодых осадков (около 800 м) в прогибе Кунсан определялись увеличением потока осадочного материала со стороны воздымающейся суши (сахалинская фаза складчатости) и, возможно, активизацией процессов рифтогенеза. Во второй половине плейстоцена условия седиментации контролировали гляциоэв-статические изменения уровня моря, и верхние 40 м песчаного горизонта, по-видимому, накопились во время последнего регрессивно-трансгрессивного цикла (поздний вюрм-голоцен).

Работа финансировалась по гранту РФФИ-ДВО (проект 06-05-96036)

ЛИТЕРАТУРА

1. Болотникова М.Д. Спорово-пыльцевые комплексы третичных отложений западного побережья Японского моря. М.: Наука, 1979. 196 с.
2. Волошинова Н.А., Кузнецова В.Н., Леоненко Л.С. Фораминиферы неогеновых отложений Сахалина. Л.: Недра, 1970. 303 с.
3. Геологическое строение западной части Японского моря и прилегающей суши / Отв. ред. Е. П. Леликов. Владивосток: Дальнаука, 1993. 207 с.
4. Кеннет Д.П. Морская геология. М.: Мир. 1987. Т 2. 383 с.
5. Худик В.Д., Лю Зин Му, Аблаев А.Г., Лю Ен Хва, Горовая М.Т., Плетнев С.П., Сафарова С.А.. Хамчжинское местонахождение фауны и флоры неогена Приморья // Новые данные по стратиграфии Дальнего Востока и Тихого океана. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 96–100.
6. Berggren W.A., Kent D., Swisher C.C., Aubry M.P. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy// Geochronology Time Scale and Global Stratigraphic Correlation. SEPM Special Publication 1995, no 54, p. 129–212.
7. Kobayashi I. Outline of the Late Cenozoic stratigraphy and geohistorical events in the Honshu coastal region of the Japan Sea side, with an emphasis on the northern area of the Shinetsu sedimentary province// Development of Tertiary sedimentary basins around Japan Sea (East Sea). Niigata university. 2002. P 1–21
8. Yun H. and Yi S. Biostratigraphy and paleocenography for the Gorae and Dolgorae wells, Offshore Korea, and their implications to Neogene tectonic history // Development of Tertiary sedimentary basins around Japan Sea (East Sea), 2002, Niigata University. P. 65–78.

Поступила в редакцию 15 февраля 2006 г.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

S. P. Pletnev, L. A. Izosov, M.G. Gorovaya

New data on the geology of the Kunsan depression sedimentary cover (East Korean Bay, Japan Sea)

New evidence on biostratigraphy and lithology of Cenozoic sediments of the Kunsan depression (East Korean Bay) is offered. The biostratigraphic analysis (foraminifera, spore and pollen) of the core of hole D-1 at 50 m and thickness 2840 m made it possible to distinguish the following layers: Upper Pleistocene-Holocene (0-40 m), Upper Pliocene-Lower Pleistocene (41-796 m), (?) Lower Pliocene (797-1250 m), Upper Miocene (1250-1880 m), and Middle Miocene (1880-2840 m). Hiatuses are established in the Early Pliocene and Middle Pleistocene. A characteristic is given to sedimentation conditions in the Miocene-Pleistocene.

Key words: drilling, core, foraminifera, spore and pollen, Miocene, Pliocene, the Kunsan depression, East Korean Bay.