

Метан нефтегазосодержащих пород – основной источник формирования газогидратов в Охотском море

А.И. ОБЖИРОВ, Ю.А. ТЕЛЕГИН

ТИХООКЕАНСКИЙ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В.И. ИЛЬЧЕВА ДВО РАН

В настоящее время ученые активно обсуждают процесс формирования-разрушения газогидратов в морских условиях. Один из основных вопросов, который до сих пор является актуальным, – источники метана, образующие газогидраты. Если им является термогенный метан нефтегазосодержащих отложений, который мигрирует из глубоких слоев к поверхности и образует газогидрат в зоне его стабильности, то соответственно увеличивается поток метана из донных отложений в воду и из воды в атмосферу. Это связано с количе-

ством его запасов в недрах. Если принять за источник метана современный микробный процесс, то расчет его количества должен основываться на этом источнике.

Лабораторией газогеохимии ТОИ ДВО РАН каждый год выполняются экспедиционные исследования с целью поиска новых газогидратных площадей в Охотском море и детальное рассмотрение условий формирования и разрушения газогидратов в донных

осадках Сахалинского северо-восточного склона Охотского моря.

Существует две точки зрения на источники формирования газогидратов. В метане, образованном за счет

ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ВОПРОСОВ, КОТОРЫЙ ДО СИХ ПОР ЯВЛЯЕТСЯ АКТУАЛЬНЫМ, – ИСТОЧНИКИ МЕТАНА, ОБРАЗУЮЩИЕ ГАЗОГИДРАТЫ

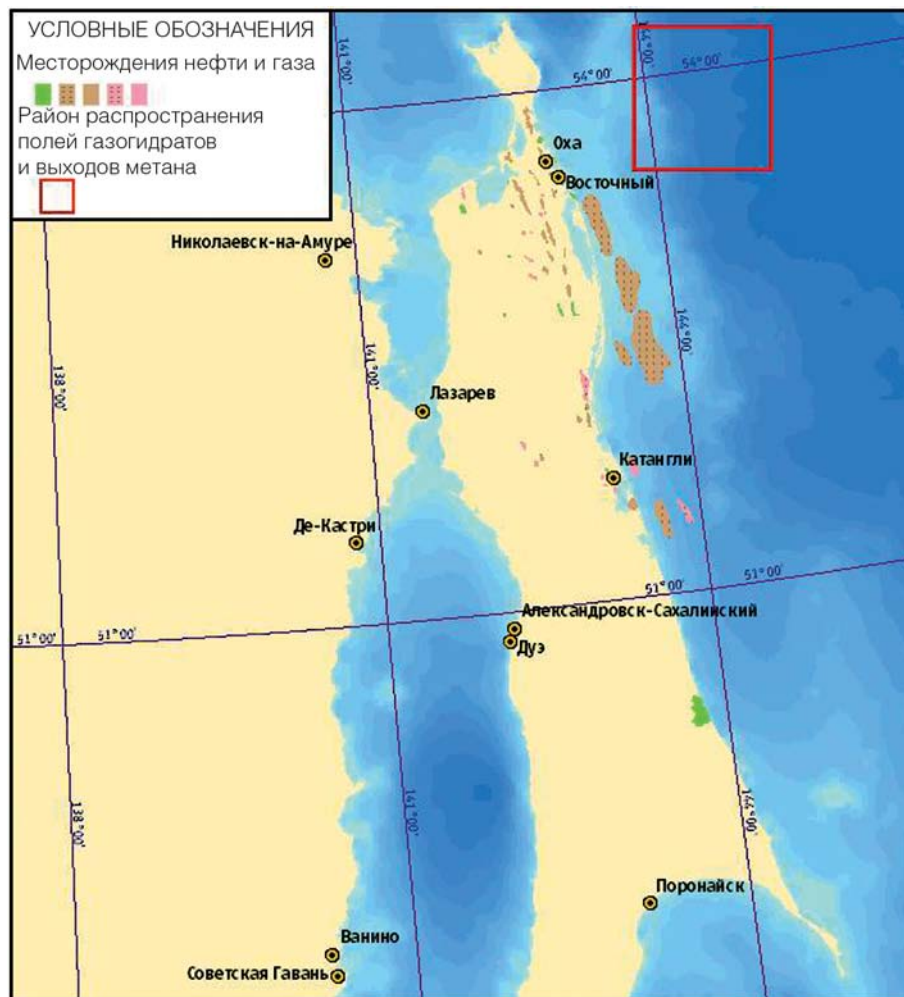


продукции бактерий, $\delta^{13}\text{C}$ составляет -70...-110 ‰, а в процессе термогенного образования метана из органического вещества осадочных отложений $\delta^{13}\text{C}$ составляет -30–40 ‰. Одни исследователи считают, что основным поставщиком метана для образования газогидратов является современный микробный метан. Их доводы основаны на анализе изотопного состава углерода метана газогидратов. $\delta^{13}\text{C}$ составляет -55–65 ‰. Другие исследователи, включая нас, считают, что преобладающим поставщиком метана газогидратов является термогенный метан нефтегазовых залежей. По нашему мнению, изотопный состав углерода не отражает генезиса метана. Во-первых, изотопный состав (-55–65 ‰) указывает на возможную смесь термогенного и микробного метана, во-вторых, существуют работы [1], в которых указывается возможность вторичных процессов микробной переработки термогенного метана микробами и облегчение в этом случае изотопного состава углерода. В то же время на то, что метан является термогенным, указывает наличие в Охотском море нефтегазовых залежей и мощной толщи осадочных отложений с нефтегазосодержащими слоями, нарушенными зонами разломов, по которым метан мигрирует к поверхности. В зоне, благоприятной по давлению и температуре для образования газогидратов, формируются слои газогидратов, которые являются и крышкой, и резервуаром углеводородов. Приведем более подробную характеристику нефтегазоносности шельфа Сахалина.

Нефтегазоносная область района Северного Сахалина является одним из богатейших нефтегазоносных бассейнов в своем регионе. В основном большинство ресурсов (нефть, свободный газ, конденсат) сосредоточено на прилегающем к Северо-Восточному Сахалину шельфе Охотского моря (рис. 1). Из открытых месторождений нефти и газа на шельфе к наиболее крупным относят

Рис. 1

Схема распределения некоторых залежей нефти и газа на Северном Сахалине и прилегающем к нему шельфе [4]



Одопту-море, Пильтун-Астохское, Чайво, Аркутун-Дагинское и Лунское. Преобладают легкие (65 %), маловязкие (82 %), малосернистые (99 %) и малопарафинистые (70 %) нефти, а свободные газы в основном метановые [2].

Мощность осадочного чехла шельфовой зоны рассматриваемой области доходит до 10 км. Этаж нефтегазоносности – от нескольких десятков метров до 2849 м, глубина распространения залежей – от 218 до 4850 м [2].

Важной характеристикой Сахалинского шельфа и северо-восточного склона является распределение метана в придонном слое воды. К 2009 г. на шельфе и склоне Охотского моря было обнаружено около 500 выходов метана из донных отложений в воду. Концентрация метана в районе выхода пузырей метана составляет 20 000–200 000 нл/л, что превышает фон в 1000–10000 раз. В районе очагов газовой разгрузки в верхних слоях осадков обнаружены слои и прослойки газогидратов. На сахалинском шельфе в районе открытых месторождений нефти и газа – Одоптинском, Пильтун-Астохском и других в придонной воде наблюдаются концентрации метана около 2000–3000 нл/л. Исключение составляет Лунское месторождение. Здесь отмечена наибольшая аномалия метана в придонной воде – 10 900 нл/л. Аномальное поле метана на Лунской площади обусловлено сильной нарушением структуры, большой мощностью продуктивной толщи (500 м), преимуще-

В ТО ЖЕ ВРЕМЯ НА ТО, ЧТО МЕТАН ЯВЛЯЕТСЯ ТЕРМОГЕННЫМ, УКАЗЫВАЕТ НАЛИЧИЕ В ОХОТСКОМ МОРЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ И МОЩНОЙ ТОЛЩИ ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ С НЕФТЕГАЗОСОДЕРЖАЩИМИ СЛОЯМИ, НАРУШЕННЫМИ ЗОНАМИ РАЗЛОМОВ, ПО КОТОРЫМ МЕТАН МИГРИРУЕТ К ПОВЕРХНОСТИ



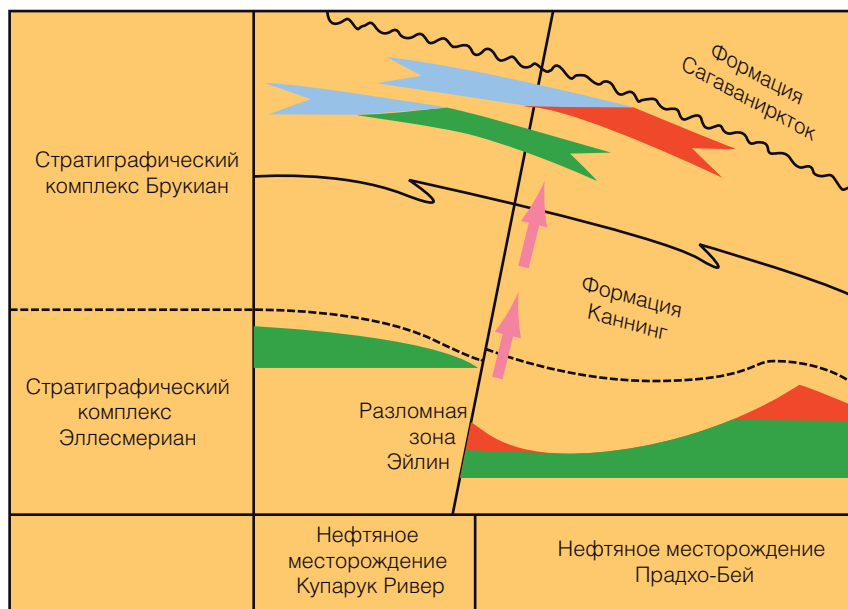
ственно газовой залежью, средняя глубина залегания которой составляет 1700 м [3]. В целом формирование anomalно высоких концентраций метана в Охотском море над нефтегазоносными структурами, как показывают исследования, связано с наличием определенных условий. Так, над Чайвинским месторождением (глубина залегания продуктивного горизонта – 2000 м) концентрация метана в 1,5 раза меньше, чем над Одоптинским (глубина залегания продуктивного горизонта – 1000 м, структура более нарушена). Таким образом, anomalно высокое содержание метана в водной толще Охотского моря в районе нефтегазоносных структур о-ва Сахалин объясняется прежде всего степенью их нарушенности и глубиной залегания верхнего продуктивного горизонта.

Также важно отметить, что нефтегазосодержащие отложения, которые образуют нефтегазовые залежи на шельфе, и из которых по разломам мигрирует метан, простираются на сахалинский склон, где обнаружены газогидраты. Показано [4], что «в строении осадочного бассейна впадины Дерюгина выделяется два региональных сейсмостратиграфических комплекса суммарной мощностью до 8–9 км, которые соответствуют региональной последовательности кайнозойского осадконакопления, установленной на Сахалине».

Еще одним доводом в пользу термогенного метана является то, что

Рис. 2

Схематический разрез через месторождения Купарук Ривер, Прадхо-Бей и газогидратное скопление Эйлин [6]



АНОМАЛЬНО ВЫСОКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МЕТАНА В ВОДНОЙ ТОЛЩЕ ОХОТСКОГО МОРЯ В РАЙОНЕ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ СТРУКТУР О-ВА САХАЛИН ОБЪЯСНЯЕТСЯ ПРЕЖДЕ ВСЕГО СТЕПЕНЬЮ ИХ НАРУШЕННОСТИ И ГЛУБИНОЙ ЗАЛЕГАНИЯ ВЕРХНЕГО ПРОДУКТИВНОГО ГОРИЗОНТА



в Охотском море газогидраты встречены на локальных участках, приуроченных к зонам разломов. Если бы источником метана был микробный метан, то газогидраты должны были бы формироваться на всей площади акватории.

Все это позволяет говорить о том, что метан нефтегазосодержащих пород является источником газогидратов. Примером такой сопряженности газогидратов и нефтегазовых залежей являются геологические особенности нефтегазовых месторождений Прадхо-Бей и Купарук-Ривер Аляски (рис. 2). На них газ из нефтегазосодержащих пород по зоне разлома поднимается вверх и в зоне, благоприятной по давлению и температуре для образования газогидратов, формируются слои газо-

**СОГЛАСНО НАШИМ
ИССЛЕДОВАНИЯМ
В ОХОТСКОМ МОРЕ,
СЛЕДУЕТ СДЕЛАТЬ ВЫВОД,
ЧТО ОСНОВНЫМ
ИСТОЧНИКОМ МЕТАНА
В ЭТОМ РЕГИОНЕ ЯВЛЯЕТСЯ
ТЕРМОГЕННЫЙ МЕТАН
НЕФТЕГАЗОСОДЕРЖАЩИХ
СЛОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

гидратов, которые являются и покрывкой, и резервуаром углеводородов.

Таким образом, согласно нашим исследованиям в Охотском море, следует сделать вывод, что основным источником метана в этом регионе является термогенный метан нефтегазосодержащих слоев нефтегазовых месторождений. Метан поступает из недр к поверхности, и в зоне стабильности газогидратов в районе метановых потоков в донных осадках образуются газогидраты. Изотопный состав углерода метана изменяется (облегчается) в связи с его фракционированием в процессе микробной переработки термогенного метана – окисления и вновь образования в подповерхностных слоях донных осадков.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лейн А.Ю. Биохимический цикл метана в океане / А.Ю. Лейн, М.В. Иванов; отв. ред. А.П. Лисицын; Инт-т микробиологии им. С.Н. Виноградского РАН. – М.: Наука, 2009. – 576 с.
2. Белонин М.Д., Григоренко Ю.Н., Маргулис Л.С., Кушмар И.А. Состояние и воспроизводство сырьевой базы нефте- и газодобычи на востоке России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2004. – № 1 / www.geoinform.ru.
3. Пестрикова Н.Л., Обжиров А.И. Распределение метана и газогидратов на Сахалинском восточном склоне Охотского моря // Подводные исследования и роботехника, 2010. – № 1 (9). – С. 65–71.
4. Углеводородный потенциал осадочно-породных бассейнов Охотского моря (препринт) / Е.В. Грецкая [и др.]; отв. ред. Г.С. Гнибиденко. Южно-Сахалинск: 1992. 50 с.
5. Космическая съемка и ГИС-технологии — для охраны природы и экологического мониторинга [электронный ресурс] / электрон. карта. – М: НП «Прозрачный мир», 2007–2008 <http://maps.transparentworld.ru>
6. Collett T. Natural gas production from Arctic gas hydrates // The future of energy gases. US geological survey professional paper. 1993. № 1570. P. 299–311.



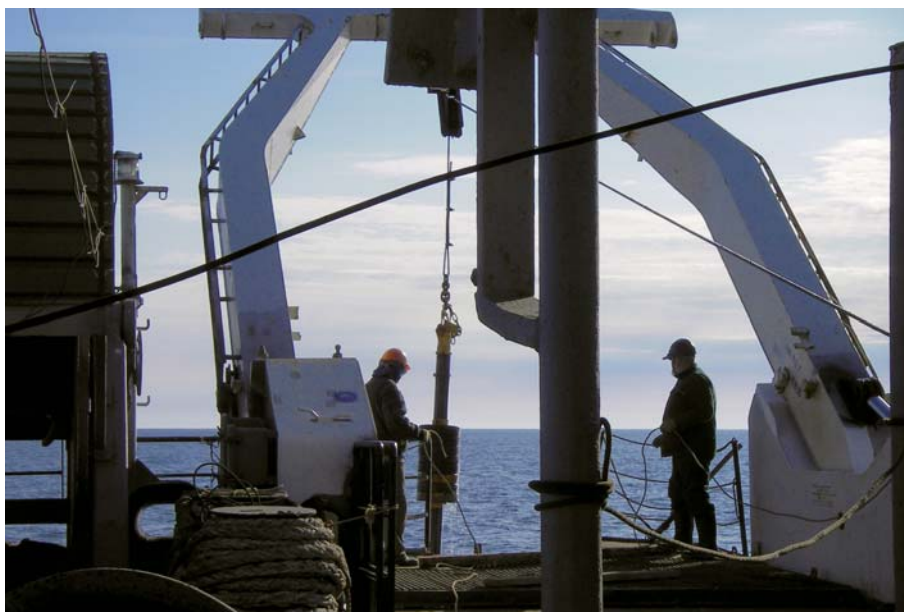
**КУРАТОРЫ МЕЖДУНАРОДНОГО
ПРОЕКТА ИЗУЧЕНИЯ
ГАЗОГИДРАТОВ В ОХОТСКОМ
МОРЕ (СЛЕВА НАПРАВО)
Янг Джин (Корея),
Хитоши Соджи (Япония),
Анатолий Обжиров (Россия)**

**ОТБОР ПРОБ
НА ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ИЗ КЕРНА (Ольга Верещагина)**



**ИССЛЕДОВАНИЕ ДОННЫХ
ОСАДКОВ (СЛЕВА НАПРАВО)
НАТАЛИЯ ПЕСТРИКОВА
И ОЛЕСЯ ЯНОВСКАЯ**

**БЕЛЫЕ СЛОИ – ГАЗОГИДРАТЫ
В ДОННЫХ ОСАДКАХ,
ОБНАРУЖЕННЫЕ
В ОХОТСКОМ МОРЕ**



**ОТБОР ПРОБ ДОННЫХ ОСАДКОВ
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ТРУБКЕЙ**

**ПУЗЫРИ МЕТАНА ВЫДЕЛЯЮТСЯ
ИЗ ТРУБКИ, В КОТОРОЙ ОТОБРА-
НЫ ГАЗОГИДРАТЫ, ТАК КАК ОНИ
ПРИ ПОДЪЕМЕ НАЧИНАЮТ
РАЗРУШАТЬСЯ С ВЫДЕЛЕНИЕМ
БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА МЕТАНА.
1 см³ ГАЗОГИДРАТА ВЫДЕЛЯЕТ
170 см³ МЕТАНА**

