

УДК 553.4.551 47:4

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ ЗАПАСОВ НА ОКРАИНАХ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

© 2021 г. А. Забанбарк<sup>1</sup>, \*, Л. И. Лобковский<sup>1</sup>, \*\*<sup>1</sup>Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

\*e-mail: azaban@ocean.ru

\*\*e-mail: llobkovsky@ocean.ru

Поступила в редакцию 07.10.2020 г.

После доработки 04.02.2021 г.

Принята к публикации 08.04.2021 г.

Рассмотрено распределение в разрезе фанерозоя нефтегазовых запасов и концентрации рассеянного органического вещества ( $C_{\text{орг}}$ ) для установления соотношения между ними. Установлена четко выраженная прямая зависимость между величинами запасов нефти и концентрацией  $C_{\text{орг}}$  для подавляющей части возрастных подразделений фанерозоя. Большая часть запасов нефти в недрах акваторий Атлантического океана приурочена к нижнемеловым–верхнеюрским толщам, в которых содержатся наибольшие концентрации органического вещества (ОВ). Следовательно, основные нефтематеринские толщи океанического сектора стратисферы одновременно являются главными нефтесодержащими комплексами разреза осадочного чехла материнских пород. Выявившаяся приуроченность основных запасов горючего газа к толщам пермского возраста, отличающимся пониженным содержанием  $C_{\text{орг}}$ , генетически обусловлена преобладающим в отложениях этого возраста процессами главной фазы газообразования. Дополнительно формированию значительных запасов газа в пермских отложениях, видимо, благоприятствует распространение в недрах целого ряда материковых окраин эвапоритовой формации, отличающейся хорошими газопорными свойствами. Повышение величины доказанных запасов газа от верхнемеловых к неогеновым отложениям, очевидно, связано с широким развитием в последних условий верхней зоны газообразования, отвечающих стадиям диагенеза и раннего катагенеза ОВ.

**Ключевые слова:** нефть, газ, континентальные окраины, осадочный чехол, запасы углеводородов, органическое вещество

DOI: 10.31857/S0030157421050154

Осадочный чехол под дном Мирового океана еще недостаточно изучен. В условиях постепенного истощения запасов нефти и газа на многих традиционных месторождениях суши заметно повышается роль Мирового океана как источника пополнения этих дефицитных видов топлива. Благодаря бурному развитию морских поисково-разведочных работ и глубоководному бурению появилась возможность целенаправленного изучения размещения запасов углеводородов на континентальных окраинах. За последние 10–15 лет соотношение открытия запасов углеводородов в разных районах мира очень изменилось и составило: 41% в глубоководных областях океана (склоны и подножия), 31% — на шельфах и только 28% на суше [7].

Углеводородные запасы на материковых окраинах размещены крайне неравномерно. Это касается как географического распределения, так и приуроченности к различным по возрасту комплексам отложений. Неравномерность наблюда-

ется и на континентальных окраинах в Атлантическом океане. Благодаря значительному пополнению геолого-геохимических материалов по Мировому океану стало возможным количественно сопоставить содержание в толщах разного возраста исходного для нефти и газа рассеянного органического вещества (ОВ) с распределением запасов этих полезных ископаемых в различных стратиграфических горизонтах по недрам акваторий. Ученые многих стран занимались разнонаправленными исследованиями процессов нефте- и газонакопления в недрах акватории [5, 6, 8], однако никто не анализировал генетическую связь распределения запасов углеводородов и ОВ, чтобы найти закономерность между материнскими породами и нефтесодержащими толщами в осадочном чехле материковых окраин Атлантического океана. Выявление региональных закономерностей в размещении углеводородов на континентальных окраинах позволит нам более рационально направить геологические изыска-

**Таблица 1.** Размещение доказанных запасов нефти и газа в разновозрастных отложениях на континентальных окраинах Атлантического океана

Шельф и склон Атлантического океана	Плейстоцен	Неоген	Палеоген	Мел		Юра	Триас	Пермь	Карбон	Ордовик
				Верх.	Нижн.					
Восточно-Канадский	—	—	<u>0.03</u>	<u>0.6</u>	<u>0.83</u>	<u>1.04</u>	—	—	<u>0.01</u>	—
			0.1	0.9	1.25	1.05			0.26	0.03
Мексиканского залива	<u>0.5</u>	<u>0.87</u>	<u>2.9</u>	<u>0.8</u>	<u>2.8</u>	<u>2.8</u>	—	—	—	—
	0.7	1.6	0.3	0.2	0.2	0.1				
Карибского моря	—	<u>3.1</u>	<u>1.8</u>	<u>0.5</u>	<u>0.4</u>	—	—	—	—	—
		3.8	0.9	0.3	0.2					
Бразилии, Аргентины и Чили	—	<u>0.2</u>	<u>0.4</u>	<u>1.1</u>	<u>2.2</u>	<u>0.3</u>	—	—	—	—
		0.1	0.1	0.1	0.6	0.7				
Норвежского моря	—	—	<u>0.04</u>	<u>0.37</u>	—	<u>0.92</u>	—	—	—	—
			0.1	0.25		0.42				
Северного моря	—	—	<u>0.8</u>	<u>1.7</u>	<u>0.7</u>	<u>3.5</u>	<u>1.9</u>	<u>0.2</u>	—	—
			0.4	0.5	—	0.7	0.9	4.8		
Северо-Западной Африки	—	<u>0.01</u>	<u>0.02</u>	<u>0.04</u>	<u>0.53</u>	—	—	—	—	—
		0.01	0.01	0.21	0.75					
Гвинейского залива	<u>0.20</u>	<u>0.83</u>	<u>1.14</u>	<u>0.15</u>	<u>1.25</u>	—	—	—	—	<u>0.03</u>
	0.14	0.51	0.40	0.1	0.35					—
Юго-Западной Африки	—	—	<u>0.10</u>	<u>0.4</u>	<u>1.45</u>	—	—	—	—	—
			0.24	0.31	0.55					
Всего	<u>0.7</u>	<u>5.01</u>	<u>7.23</u>	<u>5.66</u>	<u>8.16</u>	<u>8.56</u>	<u>1.9</u>	<u>0.2</u>	<u>0.01</u>	<u>0.03</u>
	0.84	5.02	2.55	3.07	3.90	2.97	0.9	4.8	0.26	0.03

Примечание. В числителе — запасы нефти, млрд т, а в знаменателе — запасы газа, трлн м<sup>3</sup>.

ния в сложных условиях акваторий. С этой целью сравним распределение в разрезе фанерозоя нефтегазовых запасов и концентрации рассеянного органического вещества ( $C_{орг}$ ), выражая эти величины в виде графика. Фактическую основу выполненного сравнительного анализа составили, с одной стороны, обобщение в многочисленных публикациях сведений о нефтегазовых запасах, обнаруженных под дном Атлантического океана [9–11]: около 37.95 млрд т доказанных запасов нефти и 24.73 трлн м<sup>3</sup> натурального газа (табл. 1), с другой стороны, информация о распределении концентраций органического углерода ( $C_{орг}$ ) в “осадочной оболочке Земли” по результатам исследований А.Б. Ронова [4].

При анализе указанных материалов на графике (рис. 1), прежде всего, обращает на себя внимание четко выраженная прямая зависимость между величинами запасов нефти и концентрацией  $C_{орг}$  для подавляющей части возрастных подразделений фанерозоя.

Сравнительное рассмотрение соответствующих графиков рисунка позволяет обнаружить ряд принципиально важных генетических закономерностей размещения нефтегазовых запасов под дном Атлантического океана.

Большая часть запасов нефти в недрах акваторий Атлантического океана приурочена к нижне-меловым — верхнеюрским толщам, в которых содержатся наибольшие концентрации ОБ. Следовательно, основные нефтематеринские толщи океанического сектора стратисферы одновременно являются главными нефтесодержащими комплексами разреза осадочного чехла материнских пород. В то же время минимальные величины запасов нефти соответствуют стратиграфическим комплексам отложений, характеризующихся низким содержанием ОБ. Как видим, выявляется очевидно преобладающее значение латеральной миграции жидких углеводородов (УВ) в процессах нефтенакпления в недрах акваторий [3]. Важно подчеркнуть, что явления вертикальной миграции УВ в мезозойско-кайнозойском осадочном чехле, по крайней мере в рассматриваемых таксонах стратиграфического расчленения разреза, не играют существенной роли в распределении нефтяных запасов.

Повышенное содержание  $C_{орг}$ , выявившееся в четвертичных отложениях, не сопровождается формированием скоплений нефти, что свидетельствует о том, что эти породы вследствие относительно неглубокого захоронения под дном не ис-

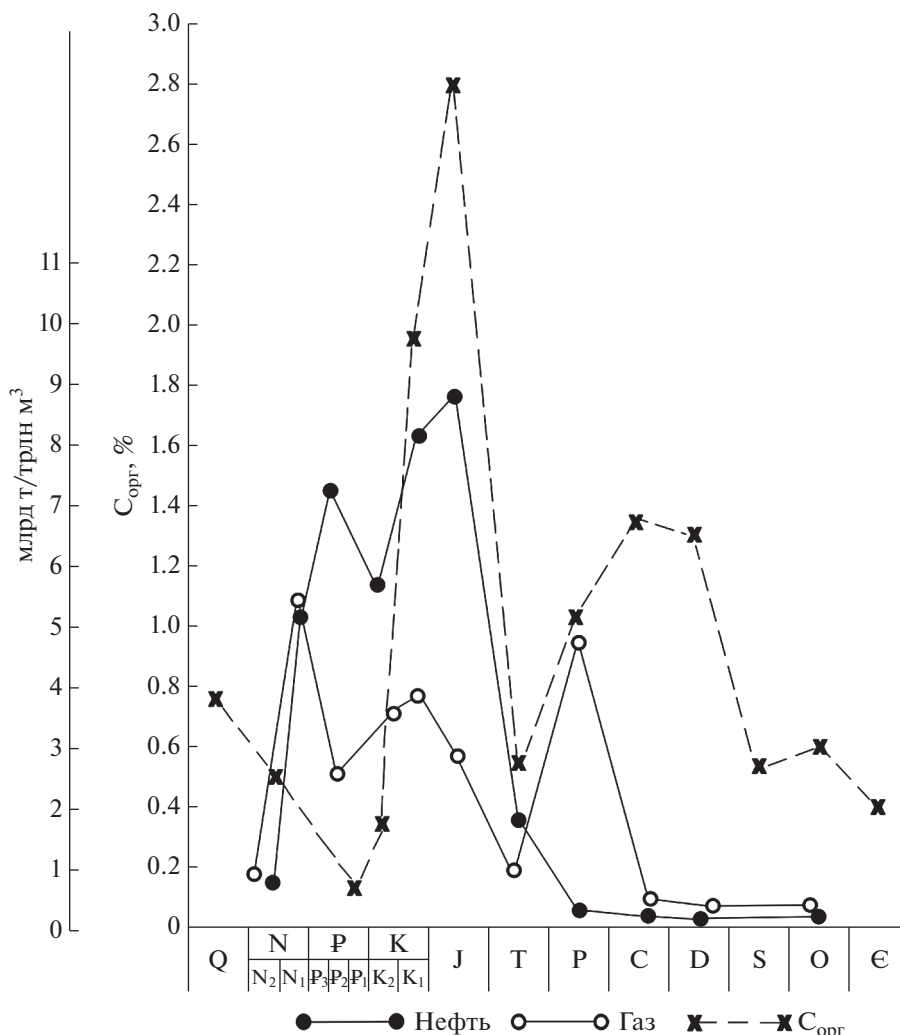


Рис. 1. Распределение запасов нефти, газа и концентрации  $C_{орг}$  в разрезе фанерозоя по периферии Атлантического океана.

пытали температурных условий главной фазы нефтеобразования и, следовательно, не реализовали даже частично свой нефтематеринский потенциал. Некоторое расхождение величин содержания  $C_{орг}$  и доказанных запасов нефти по палеозойским толщам в свете обнаруженной генетической зависимости, видимо, объясняется относительно слабой изученностью этих, как правило, глубоко залегающих отложений в разрезах осадочно-породных бассейнов акваторий. Возможно, что упомянутое расхождение, кроме того, предопределяется частичным разрушением более древних по времени формирований скоплений жидких углеводородов.

Выявившаяся приуроченность основных запасов горючего газа к толщам пермского возраста, отличающимся пониженным содержанием  $C_{орг}$ , генетически обусловлена преобладающим в отложениях этого возраста процессами главной фазы газообразования. В этих условиях во многих оса-

дочно-породных бассейнах акваторий залегают палеозойский комплекс отложений. Дополнительно формированию значительных запасов газа в пермских отложениях, видимо, благоприятствует распространение в недрах целого ряда материковых окраин эвапоритовой формации, отличающейся хорошими газоупорными свойствами. Повышение величины доказанных запасов газа от верхнемеловых к неогеновым отложениям, очевидно, связано с широким развитием в последних условий верхней зоны газообразования, отвечающих стадиям диагенеза и раннего катагенеза ОВ.

Обнаруженные закономерности в генетической связи распределения нефтегазовых запасов и ОВ подтверждает осадочно-миграционную теорию образования нефти и газа. Использование этих закономерностей, несомненно, может способствовать правильной, целенаправленной ори-

ентации морских поисково-разведочных работ на нефть и газ. Необходимо отметить, что описанное выше соотношение между рассматриваемыми величинами и сравнительная картина их изменчивости оказываются идентичными только по недрам пассивных материковых окраин Индийского, Северного Ледовитого океанов и в общей картине всего Мирового океана, но получает существенно иное выражение по активной окраине Тихого океана [1, 2].

**Источники финансирования.** Исследование выполнено по госзаданию: Тема № 0128-2021-0004 “Тектоника деформируемых литосферных плит и геодинамическая эволюция океанической литосферы: геодинамическая эволюция Арктики и зоны перехода от Тихого океана к Евразии; развитие катастрофических и потенциально опасных процессов в зонах субдукции, окраинных, внутренних морях и береговой зоне, их геоэкологические последствия; генезис полезных ископаемых континентальных окраин и внутриокеанических областей, окраинных и внутренних морей”.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Геодекян А.А., Забанбарк А.* Геология и размещение нефтегазовых ресурсов в Мировом океане. М: Наука, 1985. 190 с.
2. *Геодекян А.А., Забанбарк А., Колюхов А.И.* Тектонические и литологические проблемы нефтегазоносности континентальных окраин. М: Наука, 1988. 176 с.
3. *Забанбарк А.* Возможные нефтепроизводящие толщи в недрах Мирового океана // Сов. геология. 1984. № 3. С. 21–25.
4. *Ронов А.Б.* Стратисфера или осадочная оболочка Земли (количественное исследование). М: Наука, 1993. 144 с.
5. *Enachescu M.* Atlantic off Labrador poised for modern exploration round // Oil and Gas J. 2006. V. 104. № 24. P. 36–42.
6. *Gnoping B., Yan Xu.* Giant fields retain dominance in reserves growth // Oil and Gas J. 2014. V. 112. P. 44–51.
7. *Petzet A.* Discovery size decreasing but revisions, start-ups buoy reserves // Oil and Gas J. 2006. V. 104. № 7. P. 34–36.
8. *Tari G.C., Ashton P.R., Coterill K.L. et al.* Are West Africa deep water salt tectonics analogous to the Gulf of Mexico? // Oil and Gas J. 2002. V. 100. № 9. P. 73–81.
9. *Williams C.* BPTT adds to reserves at Angel in offshore Trinidad and Tobago // Oil and gas J. 2014. V. 112. P. 24–26.
10. *Xu C., Bell L.* Worldwide oil, natural gas reserves exhibit marginal increases // Oil and Gas J. 2018. V. 116. P. 20–24.
11. *Xu C., Bell L.* Worldwide reserves-edge higher; oil production growth faded // Oil and Gas J. 2019. V. 117. № 12. P. 14–18.

## Regularities of Oil and Gas Distribution Reserves in the Continental Margins of Atlantic Ocean

A. Zabanbark<sup>a, #</sup> and L. I. Lobkovsky<sup>a, ##</sup>

<sup>a</sup>*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>#</sup>*e-mail: azaban@ocean.ru*

<sup>##</sup>*e-mail: llobkovsky@ocean.ru*

A comparative plan is considerate to distribution in Phanerozoic section of oil and gas reserves and the concentration of dispersing organic matter ( $C_{org}$ ), for determined the correlation between the recoverable reserves of oil and gas, as well as the concentration of  $C_{org}$ . Analysis of indicated materials at the diagram first of all pay attention to the clearly expressed direct dependence between the values of oil reserves and concentration of  $C_{org}$  for overwhelming parts of age subdivision of Phanerozoic. Greater part of oil reserves in the entrails margins of Atlantic Ocean timed to lower Cretaceous—upper Jurassic in which contained most of organic matter (OM) concentration. Therefore, the main source rocks in the ocean sector of stratisphere are simultaneously the main oil-producing complexes in the sedimentary section of the source rocks. Revealing timed of the principal reserves of gas were to Permian, distinguished by lower  $C_{org}$  containing genetically conditioned by the predominance in deposits of this age by the processes of main phase of gas generation. In addition the gas formation in considerable reserves in Permian evidently favours the spreading in the entrails the evaporite formations in continental margins, distinguished by fine properties of gasproof. The increase values of recoverable reserves of gas from upper Cretaceous to Neogene, obviously, is related with large development in the last conditions of upper zone of gas generation, be responsible for stage of diagenesis and early catagenesis of OM.

**Keywords:** oil, gas, continental margin, sedimentary cover, hydrocarbon reserves, organic matter