

## ГЛОБАЛЬНЫЙ АСПЕКТ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОКРАИН ОКЕАНОВ

*И.С.Грамберг (ВНИИОкеангеология)*

Среди факторов, определяющих основные проблемы развития сырьевой базы топливно-энергетического комплекса мира в последнем десятилетии XX в., постоянно действующим, как и в предшествовавшие десятилетия, остается фактор неравномерного распределения скоплений нефти и газа в недрах Земли. В результате государства, обладающие крупными минерально-сырьевыми ресурсами, сохранили потенциальную возможность экономического и политического давления на другие страны, бедные минеральным сырьем или его лишенные. С целью противодействия такой возможности, ярко проявившей себя в годы энергетического кризиса начала 70-х гг., страны-потребители энергетического сырья стали стремиться к экономической интеграции. Так, в Западной Европе усилились процессы интеграции 12 стран, вошедших в Европейское экономическое сообщество (ЕЭС). В Северной Америке было заключено соглашение о свободной торговле между США, Канадой и Мексикой. После распада СССР стремление к экономическому взаимодействию побудило бывшие республики к образованию Совета экономического взаимодействия независимых государств.

Бесспорно, процесс экономической интеграции стран с целью стабилизации экономической ситуации в мире следует рассматривать как важнейшую тенденцию развития экономики конца XX в.

Нет сомнений, что, несмотря на определенные успехи поисков альтернативных углеводородных источников энергетического сырья (атомная энергетика, солнечная энергия, тепловая энергетика земных недр и др.), нефть, газ и уголь останутся в XXI в. важнейшими и, по-видимому, главнейшими источниками энергии, вырабатываемой мировым сообществом (Дмитриевский А.Н., 1997; Конопляник А.А., 1997; [Левченко, 1984]).

Согласно сценарию, разработанному Всемирным энергетическим советом (ВЭС), к 2020 г. мировое потребление энергоресурсов при ускоренном развитии должно увеличиться в 2 раза (с 12,5 до 24,7 млрд т условного топлива) или в случае «осторожного» (экологического) варианта развития - на одну треть (с 12,5 до 16,0 млрд т условного топлива). При этом на долю нефти приходится 24%, а на долю газа 21% от общего объема потребления энергоресурсов, прогнозируемого в 2020 г.

Такой ход развития энергопотребления диктуется все возрастающими темпами роста народонаселения планеты и связанной с этим необходимостью дальнейшего развития промышленности и сельского хозяйства.

Между тем в настоящее время обеспеченность добычи нефти извлекаемыми разведанными запасами в зарубежных странах не достигает 50 лет (46 лет). При этом в нефтедобывающих развитых капиталистических странах (США, Канада, Великобритания, Норвегия) разведанные извлекаемые запасы гарантируют лишь 6-8-летний срок добычи, так что общая для мировой нефтяной добычи цифра в 46 лет обеспечивается в основном за счет развивающихся стран (Кувейт, Ирак, Иран, ОАЭ, Саудовская Аравия, Венесуэла, Мексика).

Разведанными запасами природного газа мировая энергетика обеспечена на более продолжительное время. В среднем в 1994 г. обеспеченность составила 65 лет, но опять с большой разницей между развивающимися странами (166 лет) и развитыми капиталистическими государствами (14 лет).

Тем не менее с учетом все возрастающего масштаба потребления углеводородов для поддержания энергетики мира на прогнозируемом уровне совершенно очевидна необходимость открытия новых крупных нефтегазоносных провинций. На суше, которая к настоящему времени относительно изучена, возможности новых больших открытий достаточно ограничены. Основные перспективы поисков новых крупных нефтегазоносных провинций приходится связывать с подводными окраинами континентов и континентальным склоном.

Континентальные окраины, освоение которых началось сравнительно недавно, к настоящему времени дают уже около 30% мировой добычи нефти. Столь стремительный рост доли «морской нефти» в общем балансе жидких углеводородов объясняется не только высокой интенсивностью нефтепоисковых работ, но и исключительно высокой перспективностью осадочных бассейнов континентальных окраин на нефть и газ (Крылов Н.А. и др., 1988; [Левченко, 1984]).

Исследования предшествовавших десятилетий дали неоценимый материал, раскрывающий глубинное строение Мирового океана, особенности состава и структуры океанической коры и верхней мантии, осадочного чехла, магматических образований и свойственных им полезных ископаемых. Очевидными стали существенные различия в строении, составе и минерации земной коры континентов и океанов.

В отличие от континентов, которым свойственны большая мощность земной коры, в том числе и осадочного чехла, практически повсеместное развитие гранитно-метаморфического слоя, широкий спектр осадочных и вулканогенных формаций, сложное тектоническое строение складчатых областей, разнообразие полезных ископаемых, океаны при больших пространственных параметрах отличаются существенно меньшей мощностью земной коры и однообразием состава слагающих ее пород. Вулканогенный комплекс представлен главным образом породами основного и ультраосновного составов, среди осадочных образований преобладают глинистые, а также органогенные кремнистые и карбонатные осадки. Своеобразен и комплекс полезных ископаемых, представленный железомарганцевыми конкрециями, кобальтовыми железомарганцевыми корками, полиметаллическими сульфидами и фосфоритами.

Помимо состава и строения, океанический блок Земли отличается от континентального значительно большей тектонической подвижностью, о чем можно судить по непрерывному обновлению океанического дна, его относительной молодости (не древнее средней юры), исключительно интенсивному основному и ультраосновному магматизму.

Хотя у исследователей океанов Земли нет единодушия в определении времени возникновения океанических впадин, их возрастные отличия очевидны. Несомненные признаки обновления океанического дна являются фактором, затрудняющим установление возраста первоначальных фаз формирования дна океанических впадин. Поэтому восстановление ранней истории наиболее древнего (по мнению большинства исследователей) Тихого океана представляет собой сложную задачу, при решении которой приходится учитывать возраст и строение побережий, вещественный состав и фациальный профиль наиболее древних слоев океанического осадочного чехла, скорость спрединга, масштаб вулканизма и многое другое. По совокупности этих данных большинство исследователей считает, что Тихий океан в качестве Палеоцифика существовал уже в палеозое.

Мезозойский возраст Индийского и Атлантического океанов достаточно очевиден, поскольку их геологическая история к настоящему времени восстановлена с большой достоверностью (Левитан М.А., 1984; Тимофеев П.П. и др., 1987; [Муратов, 1975; Хаин и Балуховский, 1993]).

Наиболее молодым, кайнозойским, является Северный Ледовитый океан, о чем свидетельствуют данные геофизических исследований структур океанического дна, возрастная принадлежность океанических осадков и вулканогенных пород, а также анализ геологической истории океанических впадин и побережий.

При несомненной общности основных черт геологического строения современных океанов Земли они имеют и заметные отличия. Последние неоднократно освещались в геологической литературе (Пущаровский Ю.М., 1992; 1994; [Муратов, 1975; Хаин и Балуховский, 1993]).

Сравнительный анализ показывает, что многие особенности их геологического строения и минерации находят объяснение в уровне «зрелости», или, другими словами, продолжительности их существования (Граммберг И.С., 1993).

Устанавливается своеобразная зависимость между возрастом океанов (их зрелостью) и возрастом осадочных бассейнов их континентальных окраин - чем древнее океан, тем моложе возраст осадочных бассейнов, свойственных его континентальным окраинам. Так, осадочные бассейны активных окраин наиболее древнего Тихого океана, пользующиеся там наибольшим развитием, имеют в основном кайнозойский возраст. Осадочные бассейны континентальных окраин Атлантики и Индийского океана в основном синхронны самим океанам, т.е. являются мезозойскими, а на обширных пассивных континентальных окраинах кайнозойского Северного Ледовитого океана распространены осадочные бассейны палеозой-мезозойского возраста,

унаследованные от предшествовавшего этапа тектонического развития и явно более древние, чем сам океанический бассейн (табл. 1).

Таблица 1

**Сравнительная характеристика осадочных бассейнов континентальных окраин современных океанов Земли**

Показатели	Океан		
	Тихий	Индийский и Атлантический	Северный Ледовитый
Время становления и развития океана	Палеозой – кайнозой	Мезозой – кайнозой	Кайнозой
Геологическая “зрелость” океана (стадия развития)	Древний океан с обновленной океанической корой	Зрелый океан с океанической корой	Молодой океан с океанической и субокеанической корой
Преимущественный тектонический тип континентальных окраин	Активный и подчиненный пассивный	Пассивный и слабообразивный активный	Пассивный
Преимущественный возрастной диапазон осадочного выполнения бассейнов	Кайнозой	Мезозой – кайнозой	Палеозой – кайнозой
Унаследованность осадочных бассейнов от предшествовавшего этапа тектонического развития	Преобладают новообразованные осадочные бассейны	Преобладают частично унаследованные осадочные бассейны	Преобладают унаследованные осадочные бассейны

По-видимому, можно говорить о трех стадиях развития осадочных бассейнов шельфовых континентальных окраин океанов. На ранней стадии формирования океанов (Северный Ледовитый океан) они еще не имеют собственных осадочных бассейнов или последние крайне слабо развиты и приурочены к континентальному склону, к области лавинной седиментации. Шельфовые окраины обширны по площади, но представлены осадочными бассейнами, унаследованными от предшествовавших этапов тектонического развития, и, следовательно, древнее самого океана.

На стадии зрелого океана осадочные бассейны в основном синхронны самому океану (Атлантический и Индийский океаны). Осадочные бассейны предшествовавших этапов тектонического развития либо разрушены в результате деструкции побережий океанов, либо ассимилированы вновь формирующимися осадочными бассейнами, однообразными океану.

Преимущественное развитие активных континентальных окраин в древнем океане (Тихий океан) создает специфическую обстановку, в которой осадочные бассейны становятся в геологическом смысле короткоживущими.

Обновление активных континентальных окраин в геологическом масштабе времени идет сравнительно быстро. Поэтому возраст большинства бассейнов кайнозойский, преимущественно неогеновый. Скорость осадконакопления высокая, соответственно мощность осадочного чехла весьма значительна (до 8-10 км). Состав осадков специфичен за счет вулканогенной составляющей. Наряду с песчано-глинистыми широко развиты кремнистые и туфогенные породы, рассеянное органическое вещество имеет преимущественно сапропелевый характер. Благодаря повышенному тепловому потоку преобразование его в углеводороды (в том числе жидкие) идет относительно быстро, поэтому даже на ограниченных глубинах устанавливаются нефтяные залежи. Месторождения нефти и газа осадочных бассейнов активных окраин благодаря хорошим коллекторским свойствам слагающих пород дают хорошие дебиты нефти и газа при добыче.

Таковы месторождения осадочных бассейнов залива Кука, Санта-Мария, Кайама и Санта-Барбара-Вентура на западной окраине Северной Америки; Сахалина и сахалинского шельфа на Тихоокеанском побережье России; Бохайского залива, Северо-Яванского, Саравакского и Филиппинского архипелагов Юго-Восточной Азии.

Основной особенностью, ограничивающей потенциальную нефтегазоносность осадочных бассейнов активных окраин, является кратковременность их существования по сравнению с бассейнами пассивных окраин. В результате эти месторождения обычно представлены одним этажом нефтегазоносности и существенно по общим запасам уступают месторождениям пассивных окраин (табл. 2). Месторождения-гиганты среди них неизвестны.

Осадочные бассейны пассивных окраин Атлантического и Индийского океанов, как отмечалось, несут следы унаследованности от более ранних этапов тектонического развития, хотя

в основном переработаны в процессе деструкции континентальных окраин и смещены в сторону континентального склона, захватывая иногда и ложе океана. Они частично сохраняют месторождения, отвечающие раннему этапу формирования окраин, и наращивают нефтегазовый потенциал за счет кайнозойского комплекса осадков. Большинство месторождений осадочных бассейнов Атлантической и Индийской континентальных окраин имеет двухъярусное строение, причем чаще всего скопления углеводородов приурочены к нижнему рифтогенному структурному этажу нефтегазоносности, хотя известны и в верхнем, поздне меловом - кайнозойском, комплексе осадков.

Таблица 2

**Начальные потенциальные извлекаемые ресурсы нефти и газа по океанам (шельф),  
млрд т условного топлива**

Автор подсчета	Океан			
	Тихий	Индийский	Атлантический	Северный Ледовитый
В.А.Левченко, 1984 [2]	9,00	35,30	44,32	10,00*
А.А.Геодекян и др., 1988 [1] с дополнениями (Грамберг И.С., 1994)	16,04	57,40	47,36	83,48

\* Только Северная Америка и Гренландия.

В Атлантическом океане к числу таких осадочных бассейнов относятся: Норвежский и Восточно-Шотландский Северного моря; Нижненигерийский и Кванза-Камерунский западного шельфа Африки; Большой Ньюфаундлендский банки на восточном побережье Северной Америки; Сержипи-Алагоас и Реконкаво-Тукано на шельфе и континентальном склоне Атлантической окраины Южной Америки.

В Индийском океане необходимо отметить нефтегазоносные бассейны Индостана (Камбейский и Бомбейский) и Индостанской окраины Австралии (Броуз и Бонапарт). Нефтегазоносные осадочные бассейны континентальных окраин Индийского океана отличаются более широким стратиграфическим диапазоном осадочных толщ и менее четким, чем в Атлантическом океане, делением на рифтогенный и кайлогенный структурные этажи.

Нефтегазовый потенциал континентальных окраин Атлантического и Индийского океанов значительно выше, чем окраин Тихого океана. В табл. 2 приведены данные о прогнозных извлекаемых запасах углеводородов континентальных окраин океанов, заимствованные из монографии А.А. Геодекяна и др. [1988]. По сравнению с другими источниками [Левченко, 1984] в последней заметно завышенными выглядят цифры, характеризующие извлекаемые запасы континентальных окраин Индийского океана. Тем не менее они дают достаточно обоснованное представление о соотношении извлекаемых запасов активных (Тихий океан) и пассивных (Атлантический и Индийский океаны) континентальных окраин.

Сведения об извлекаемых запасах континентальных окраин Северного Ледовитого океана А.А. Геодекян и его соавторы ограничивают материалами по арктической части Северной Америки. Их пришлось дополнить подсчетами, приведенными в более поздних публикациях (Грамберг И.С., 1994).

Унаследованные от более ранних этапов тектонического развития осадочные бассейны Северного Ледовитого океана представлены двумя основными типами:

- вовлеченными в океанообразование платформенными структурами (Баренцево-Северокарский и Южнокарский осадочные бассейны, а также осадочные бассейны северных окраин Гренландской и Северо-Американской платформ);

мезо-кайнозойскими осадочными бассейнами, перехваченными у Тихоокеанской континентальной окраины (Восточно-Сибирский и Чукотский осадочные бассейны).

Для первой группы осадочных бассейнов характерны структурная многоярусность, большая мощность осадочного чехла и широкий стратиграфический диапазон нефтегазоносности. Месторождения нефти и газа разного масштаба установлены в отложениях от палеозоя (девон, карбон, пермь) до кайнозоя (палеоген, неоген). Наиболее крупные (супергигантские) скопления углеводородов приурочены к отложениям пермотриаса на Аляске (газово-нефтяное месторождение Прадхо-Бей) и к юрско-меловому комплексу в Баренцевом море (Штокмановское газоконденсатное месторождение). Присутствие в общем комплексе месторождений

углеводородов континентальных окраин Северного Ледовитого океана месторождений-гигантов следует рассматривать как важную особенность этих окраин. Более позднее по времени открытие гигантских газоконденсатных месторождений в Карском море (Ленинградское и Русановское) закрепляет представление о масштабности скоплений углеводородов на континентальных окраинах Северного Ледовитого океана.

Нефтегазоносность второй группы бассейнов изучена пока недостаточно. Поэтому их потенциальные запасы оцениваются весьма скромно. Тем не менее суммарные извлекаемые запасы углеводородов континентальных окраин Северного Ледовитого океана достигают 83 млрд т условного топлива, что превышает запасы континентальных окраин каждого из других океанов Земли (см. табл. 2). Концентрация части этих запасов в месторождениях-гигантах значительно облегчает их освоение, что делает континентальные окраины Северного Ледовитого океана важнейшим резервом углеводородного сырья XXI в.

Современная циркумполярная структура Арктики достаточно очевидна. В ее центре располагаются глубокоководные впадины, следующие ступени составляют континентальный склон и континентальные окраины, далее идут горные сооружения, на том или ином расстоянии отстоящие от океанических впадин, но в общем конформные их окраинам.

Мысль о том, что современная Арктическая циркумполярная геодинамическая система представляет собою гигантский нефтегазоносный супербассейн, была высказана впервые в 1983 г. на Мировом конгрессе в Лондоне [*Gramberg et al., 1983*]. Сейчас это находит подтверждение в новых геологических материалах и тех открытиях нефтяных и газовых месторождений, которые сделаны за последние годы.

Сравнительный анализ показывает, что есть очевидная зависимость между масштабом нефтегазоносности континентальных окраин океанов и стадией их развития, или «уровнем геологической зрелости».

Благодаря большой тектонической активности океан по отношению к континентальным окраинам проявляет себя как разрушающее, так и созидующее начало. Результатом преобразовательных процессов являются активные окраины наиболее древнего Тихого океана, существенно переработанные осадочные бассейны пассивных континентальных окраин Индийского и Атлантического океанов и слабо затронутые процессами деструкции осадочные бассейны пассивных окраин Северного Ледовитого океана.

Сравнительные данные (см. табл. 2) свидетельствуют о том, что наименьшим нефтегазовым потенциалом обладают осадочные бассейны континентальных окраин наиболее древнего (палеозойского) Тихого океана. Как отмечалось, главная причина этого заключается в преобладании в его континентальном обрамлении активного типа континентальных окраин, в их постоянном обновлении и геологической кратковременности их существования.

Континентальные окраины мезозойских океанов (Индийского и Атлантического) в основном относятся к пассивному тектоническому типу окраин. Однако сейчас уже хорошо известно, что эта «пассивность» является весьма относительной. Особенности тектонического строения осадочных бассейнов этих океанов свидетельствуют об их существенной перестройке, частичном разрушении осадочных бассейнов, унаследованных от предыдущего этапа тектонического развития, и образовании новых наложенных осадочных комплексов, отвечающих по возрасту времени становления океанов.

Нефтегазоносность в этих бассейнах в большинстве случаев связана с нижним структурным этажом, поскольку вышележащий комплекс осадков отличается недостаточной мощностью, часто лишен надежных покрышек, нефтегенерирующие комплексы еще не вошли в главную зону нефтеобразования. Масштаб нефтегазоносности осадочных бассейнов мезозойских океанов существенно больше, чем континентальных окраин Тихого океана.

Континентальные окраины кайнозойского Северного Ледовитого океана претерпели наименьшие структурные преобразования. Осадочные бассейны, унаследованные от предшествовавшего этапа тектонического развития, в основном сохранились. Обновленные осадочные бассейны, в которых кайнозойский комплекс осадков (синхронных океану) имеет значительную мощность, известны лишь на континентальном склоне Евразийской глубокоководной впадины Северного Ледовитого океана и в перехваченных у Тихого океана осадочных бассейнах Американо-Евразийской глубокоководной впадины.

Структурная многоэтажность и относительная сохранность осадочных комплексов определяют широкий стратиграфический диапазон их нефтегазоносности. Нефтегазоносны

отложения палеозоя, мезозоя и даже кайнозоя, а число нефтегазоносных этажей в некоторых осадочных бассейнах доходит до трех-четырех (Баренцево-морский осадочный бассейн).

Нефтегазовый потенциал осадочных бассейнов зависит от многих факторов: устойчивости нисходящих движений, мощности осадков, фациальной обстановки осадконакопления, определяющей исходное органическое вещество, его природу и сохранность, а также от условий преобразования органики в углеводороды и образования их скоплений. Все эти предпосылки наиболее ярко проявляют себя во внутриматериковых морских бассейнах, там где они имеют постоянную или периодическую связь с океаном, куда с окружающей суши сносится большой объем осадочного материала или есть условия для карбонатообразования, где в больших количествах накапливается органическое вещество, которое захороняется под перекрывающим его слоем осадков. Открытые шельфовые зоны окраинно-материковых плит значительно менее перспективны в этом отношении, поскольку обычно служат областями транзита осадочного материала, для которого конечной областью твердого стока являются континентальный склон и ложе океана. Исключение представляют лишь дельты крупных рек и области развития биогерма.

Вовлечение внутриматериковых осадочных бассейнов в океанообразование, превращение их в окраинно-материковые плиты, по-видимому, сопровождается интенсивным прогревом земной коры поднимающимися мантийными плюмами и активизацией процессов нефтеобразования в осадочных толщах в большом вертикальном диапазоне, выходящем далеко за пределы главной зоны нефтеобразования.

Свидетельством реальности такого рода процессов являются нефтеносность молодых (кайнозойских) осадков активных континентальных окраин на относительно небольшой глубине, а также обнаружение жидких битумов в современных осадках Калифорнийского залива, в зоне активного рифтогенеза вместе с металлоносными отложениями.

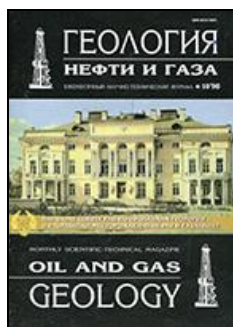
Эти процессы особенно значительны на ранней стадии океанообразования, по мере развития рифта тепловой поток начинает рассеиваться. Если это предположение справедливо, то ранней стадии образования рифтогенных бассейнов должен быть свойственен особенно высокий нефтегазовый потенциал.

Возможно, в этом секрет баснословных запасов нефти и газа района Персидского залива. По-видимому, мы наблюдаем это в Арктическом осадочном супербассейне, прогнозные извлекаемые запасы нефти и газа в котором оцениваются очень высоко.

### Литература

1. Геодекия А.А., Забанбарк А., Колюхов А.И. Тектонические и литологические проблемы нефтегазоносности континентальных окраин. М.: Наука, 1988.
2. Левченко В.А. Некоторые закономерности распределения ресурсов нефти и газа в недрах Мирового океана // Нефтегазоносность Мирового океана. М., 1984. С.234-266.
3. Муратов М.В. Происхождение материков и океанических впадин. М.: Наука, 1975.
4. Хайн В.Е., Балуховский А.Н. Историческая геотектоника. Мезозой и кайнозой. М.: АВИАР, 1993.
5. Gramberg I.S., Kulakov Yu.N., Pogrebitsky Yu.E., Sorokov D.S. Arctic Oil and Gas Superbasin. World Petroleum Congress. 1983. P. 93-99.

### Ссылка на статью:



**Граммберг И.С. Глобальный аспект нефтегазоносности континентальных окраин океанов // Геология нефти и газа. 1998. № 10. С. 27-32.**