

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГИГАНТСКИХ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЗЕМНОЙ КОРЕ

С. Н. ГУЛЯЕВ

(Представлена профессором А. В. Аксариним)

Крупнейшие и гигантские нефтяные и газовые месторождения определяют основные запасы и добычу углеводородов на Земле, а разработка их дает максимальный экономический эффект.

Анализом размещения нефтяных и газовых месторождений в отдельных регионах занимались многие исследователи [1, 2, 6, 8, 9, 12], а общие закономерности распределения углеводородов рассмотрены М. К. Калинко [7]. Однако открытия последних лет позволяют существенно уточнить наши представления о закономерностях распространения уникальных месторождений в пространстве и во времени (табл. 1).

В кембрийских осадках обнаружено только одно гигантское нефтяное месторождение Хасси-Мессауд, расположенное в Алжире на своде Эль-Биод. Оно приурочено к крупному (43×30 км) куполовидному поднятию, четко выраженному в нижнепалеозойских и слабо — в триасовых отложениях [5]. Основные продуктивные горизонты, сложенные кварцевыми песчаниками на глубинах 3300—3500 м, срезаны эрозией и запечатаны глинисто-галогенной толщей триаса. Такая структурно-стратиграфическая ловушка указывает на послетриасовое время формирования месторождения, а возможно, и на поступление углеводородов из мезозойских осадков, которые и на более низких гипсометрических уровнях прилегают к породам нижнего палеозоя. Обращает на себя внимание и то, что нижнепалеозойские отложения в Алжирской Сахаре представлены преимущественно песчаниками и алевролитами и представляют собой единый гидродинамический комплекс.

В отложениях ордовика и силура уникальных месторождений не обнаружено, причем в них редко встречаются и крупнейшие залежи. Это объясняется, по нашему мнению, отсутствием в них достаточно

Распределение гигантских нефтяных и газовых месторождений в земной коре

Регионы	Количество месторождений		Продуктивные горизонты			
	нефти	газа	Возраст	Литология	Глубина залегания, м	
Платформы	Западно-Европейская		2	P	Песчаники	1900-2800
	Туранская	1	2	J C <sub>r</sub>	Пески, песчаники	530-1400
	Северо-Американская	1	1	P C <sub>r</sub>	Карбонаты, песчаники	600-1100
	Африканская	2	2	C T C <sub>r</sub>	Песчаники	1750-3500
	Русская	3	2	D C P	Песчаники, карбонаты	1250-1900
	Западно-Сибирская	2	5	C <sub>r</sub> J	Пески, песчаники	930-3050
	Аравийская	12		J C <sub>r</sub>	Карбонаты, песчаники	1000-3300
Краевые прогибы	Предуральский		1	P	Карбонаты	2150-3260
	Аляскинский	1		C T	Песчаники, карбонаты	2060-2700
	Месопотамский	5	1	C <sub>r</sub> P <sub>g</sub> N	Карбонаты	840-3800
Межгорные впадины Альпийских складчатых областей	Маракаибская	1		C <sub>r</sub> P <sub>g</sub> N	Карбонаты, пески, песчаники	500-4800
	Средней Суматры	1		N	Пески, песчаники	700-800
	Лос-Анжелос	1		N	Пески, песчаники	800-2200

мощных регионально выдержанных проницаемых комплексов в благоприятных тектонических условиях или слабой изученностью регионов.

Единичные нефтяные гиганты обнаружены в девонских песчаниках на Русской платформе, где их положение контролируется вершиной и валом юго-восточной части Татарского свода, площадью распространения эйфельско-нижнефранского терригенного комплекса и покрывающей его кыновско-сарагаевской региональной покрывкой. Причем самые крупные залежи здесь находятся в осадках нижней части трансгрессивного цикла под этой покрывкой, сложенной глинами и глинистыми карбонатами.

Северо-восточнее их, к валу, расположенному в наиболее приподнятой части Бирской седловины, приурочено единственное в каменноугольных отложениях нефтяное месторождение, которое также связано с региональной терригенной толщей.

Четкая связь рассмотренных месторождений с наиболее или относительно приподнятыми положительными структурами и выдержанными терригенными комплексами указывает на то, что образование их в значительной степени произошло за счет латеральной восходящей миграции из смежных впадин и прогибов. Подтверждением этого для девонских залежей является и явное несоответствие количества нефти,

эмигрировавшей из пород терригенного девона и находящейся на южной вершине Татарского свода, где ее намного больше [10]. Поскольку каждый нефтяной гигант является интегральной функцией всех миграционных потоков с начала формирования месторождения, то при поисках их необходимо использовать миграционные критерии, которые являются следствием тектонических и литологических условий региона.

В карбонатах среднего палеозоя гигантских месторождений не обнаружено, что объясняется, видимо, отсутствием в них выдержанных пористых проницаемых толщ, которые бы обеспечивали аккумуляцию углеводородов с больших площадей нефтегазосбора и служили резервуарами для уникальных залежей. Как отмечает Л. У. Иллинг [14], на цементацию карбонатов наряду со сжатием, уплотнением и другими факторами оказывает влияние и их возраст.

В пермских образованиях появляются первые газовые гиганты как в терригенных, так и в карбонатных породах. Карбонаты пермо-карбона, находящиеся под мощными (100—1200 м) галогенными толщами в нижней части регрессивного цикла, содержат крупнейшие скопления газа на Северо-Американской, Русской платформах (месторождения Пенхендл-Хьюгтон, Оренбургское) и во внешней зоне Предуральяского краевого прогиба. Наличие проницаемой толщи в пермо-карбоне на Вуктыльском и Оренбургском месторождениях объясняется в какой-то степени положением первого из них в краевом прогибе, а второго рядом с ним, где повышенная тектоническая мобильность обусловила трещиноватость карбонатов. Однако огромная (200×56 км) литологическая залежь Хьюгтон в пермских доломитах и известняках, приуроченных к пологой (1—1,5°) моноклинали западного борта впадины Додж-Сити Северо-Американской платформы [1], показывает, что не только тектонические факторы явились определяющими в создании уникальных резервуаров в верхнепалеозойских карбонатах. Видимо, в это время для образования выдержанных толщ пористых и проницаемых карбонатов в аридном климате возникли благоприятные условия, которые, по нашему мнению, определяются резким уменьшением содержания углекислого газа в атмосфере. К крупным поднятиям Африканской платформы и Аляскинского краевого прогиба приурочены уникальные скопления углеводородов в триасовых терригенных осадках.

Газовые залежи месторождений Хасси-Р'Мель и Рурд-Нус в Аляске находятся в нижней части трансгрессивного триасового комплекса, несогласно перекрывающего осадки нижнего и среднего палеозоя.

Продуктивные песчаники здесь разделяются между собой пластами глин, которые служат зональными покрывками. Региональной покрывкой для газовых залежей является 500-метровая триасовая галогенная толща, сложенная ангидритами и солью.

Нефтяное месторождение Прудхо-Бей, расположенное на берегу и частично в акватории Ледовитого океана, в Аляскинском краевом прогибе, представляет собой крупное (60×30 км) пологое погребенное поднятие, где верхнепалеозойские, триасовые и нижнеюрские осадки перекрываются нижнемеловыми аргиллитами. Структурно-стратиграфические залежи, залегающие здесь на глубинах 2430—2650 м, находятся в известняках карбона, песчаниках юры, но 85% запасов всего месторождения содержат терригенные породы триаса [13].

В юрских отложениях появляются первые нефтяные гиганты в карбонатах, причем резко увеличивается их количество. Пять месторождений находятся на Аравийской, а одно на Туранской платформах. В восточной краевой части Аравийской платформы, где мощность осадочного чехла составляет 4—10 км, месторождения Гхавар, Абкайк, Хуриас, Манифа, Умм-Шейф приурочены к контрастным локальным поднятиям

	Нижняя часть регрессивного цикла	Нижняя часть трансгрессивного цикла	Положение месторождения в седиментационных циклах	Г у м и д н ы й К л и м а т Я р ц и д н ы й К л и м а т
1			Т и п ы залежей	
2	пласто-сводовые	массивные режсе пласто-сводовые	залежей	
3	зональные	региональные	покрышки	
4	глины, аргиллиты	глины, аргиллиты, иногда глинистые известняки	продуктивные горизонты	
5	пески, песчаники	пески песчаники	при терры месторождений	
6	Уренгойское Матюковское Самотловское C <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Медведевское Заполновское Уренгойское C <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Ромашкинское D <sub>2</sub> <sup>3</sup>	
7	Западно-Сибирская платформа	Западно-Сибирская платформа	Русская платформа	
8	массивные	массивные режсе пласто-сводовые	залежей	
9	региональные режсе зональные	региональные режсе зональные	покрышки	
10	известняки, доломиты	пески, песчаники	продуктивные горизонты	
	Газдобар Муран Дубайский	Вуктыльское Р-Дюк Р-Дюк C <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Рурд-Нис Дасел-Р-Менд Т	
	Яравийская платформа	Пред-Уральская	Западно-Европейская платформа	Африканская
	Месопотамский крайние прогибы			регионы

Рис. 1. Соотношение типов залежей, покрышек, их литологического состава крупнейших нефтяных и газовых месторождений в седиментационных циклах:  
 1 — пески, песчаники; 2 — нефтеносные или газоносные пески; 3 — алевроиты; 4 — глины, аргиллиты; 5 — глинистые известняки; 6 — известняки; 7 — доломиты; 8 — нефтеносные или газоносные карбонаты; 9 — ангидриты; 10 — соль

или даже валам и содержат под региональной галогенной покрышкой свиты хитх уникальные скопления нефти в верхнеюрских трещиноватых доломитах и доломитизированных известняках [2, 11] и мелкообломочных известняках (калькаренитах) с первичной пористостью [11].  
 В терригенных юрских осадках крупнейшее скопление нефти контролируется локальным поднятием, находящимся на северном борту Южно-Мангышлакско-Ассакеуданской впадины.

Наибольшее количество (16 из 45) нефтяных газовых гигантов и самые крупные из них (Большой Бурган, Сафания-Хафджи, Уренгойское, Медвежье) находятся в меловых терригенных и карбонатных осадках молодых и древних платформ (табл. 1). Здесь они чаще встречаются на контрастных поднятиях погруженной части платформы, примыкающей к краевому прогибу (восточный склон Аравийской платформы), на склонах и мегавалах, окруженных глубокими впадинами и прогибами (месторождения Западной Сибири), и редко на поднятиях, находящихся на бортах впадин, таких, как Сирт в Ливии и Амударьинской в СССР. Лишь одно нефтяное месторождение Ист-Техас в США имеет структурно-стратиграфическую ловушку и приурочено к широкому структурному носу на западном склоне свода Сабин, где верхнемеловые продуктивные песчаники срезаны эрозией и запечатаны глинистыми сланцами и известняками. Крупнейшие сеноманские газовые залежи Западно-Сибирской и Туранской платформ залегают в нижней части альб-верхнемелового трансгрессивного комплекса под региональными глинистыми покрывками мощностью от 104 м на Газли до 400—700 м на Уренгойском, Медвежьем, Ямбургском и Комсомольском месторождениях. На Аравийской платформе с этим же комплексом, залегающим с региональным размывом на аптских известняках шуайба, связаны уникальные скопления нефти в альб-сеноманских песках, песчаниках на месторождениях Большой Бурган, Раудхатэйн, Вафра, Сафания-Хафджи в Кувейте и Саудовской Аравии. Продуктивная толща, представленная в нижней части грубо- и среднезернистыми, а в верхней — мелкозернистыми глауконитовыми песками и песчаниками, надежно перекрыта здесь глинами и глинистыми известняками свит ахмади и магва сеноман-туронского возраста. В Ливии массивная нефтяная залежь также находится в альб-сеноманских базальных песчаниках под пестроцветными глинистыми сланцами с прослоями ангидритов, перекрытых, в свою очередь, морскими аргиллитами и известняками верхнего мела [4]. Приведенные факты по разным регионам указывают на четкую связь этих месторождений с максимальной верхнемеловой трансгрессией, то есть с положением их в нижней части трансгрессивного комплекса, верхняя часть которого, сложенная морскими глинами, а иногда и карбонатами, часто является региональной покрывкой для богатейших нефтяных и газовых залежей.

Однако месторождения Западной Сибири, Мурбан, Лулу-Эсфандьяр, Румейла на Аравийской платформе содержат под зональными глинистыми покрывками крупнейшие скопления нефти в неокомских песчаниках и карбонатах, находящихся в нижней части регрессивного цикла. Таким образом, оптимальные условия для образования нефтяных и газовых гигантов на платформах существуют в нижних частях трансгрессивного и регрессивного циклов, выше и ниже осадков, отвечающих максимуму трансгрессии.

Кроме платформ, крупнейшие скопления нефти в меловых известняках установлены на месторождениях внутренней зоны Месопотамского краевого прогиба и Маракаибской межгорной впадины. Однако в прогибе на месторождениях Ирана Ага-Джари, Биби-Хакимех, Гячсаран между известняками верхнего мела и асмари олигоцен-нижнемиоценового возраста существует гидродинамическая связь [3], которая указывает о наличии в кайнозойско-верхнемеловой толще единых массивных залежей с высотой от 1500 до 2200 метров. Такие залежи здесь образовались в результате высокой тектонической мобильности, создавшей региональную трещиноватость верхних карбонатных толщ и крупные (45—60×3—6 км) контрастные поднятия. Наличие на месторождениях юго-западного Ирана крупных газовых шапок и уникального нефте-

газового месторождения Пазенун с запасами газа 1274 млрд. м<sup>3</sup> свидетельствуют о высокой качественной характеристике галогенной региональной покрывки нижнего фарса, под которой они находятся.

В Маракаибской альпийской межгорной впадине на месторождении Боливар-Коастал, представляющим собой сочетание стратиграфических структурных и литологических залежей, основные запасы нефти сосредоточены в кайнозойских терригенных осадках. Причем наиболее богаты нефтью пески и песчаники палеогена.

В других районах альпийских складчатых областей в межгорных впадинах Лос-Анжелос в США и Средней Суматры в Индонезии нефтяные гиганты Уилмигтон [15] и Минас приурочены к контрастным поднятиям и связаны с неогеновыми терригенными толщами.

Все отмеченные межгорные впадины выполнены мощными (несколько километров) толщами осадков и раскрываются в акватории морей и океанов.

Таким образом, проведенный анализ позволяет установить следующие закономерности в распределении нефтяных и газовых гигантов:

1. Все они находятся в областях с большой (более 3 км) мощностью осадочного чехла или в районах, смежных с ними на платформах (35 из 46), краевых прогибах и прибрежных межгорных впадинах альпийских складчатых областей и контролируются, за исключением Боливар-Коастал, структурными ловушками.

2. В древних, нижнесреднепалеозойских и нижнекаменноугольных осадках нефтяные гиганты на платформах находятся только в региональных терригенных комплексах (кембро-ордовик Алжирской Сахары, эйфельско-нижнефранская, визейская угленосная толщи Волго-Уральской области), в которых существуют условия для сбора углеводородов с больших площадей, их дальней миграции и аккумуляции в уникальные залежи на положительных структурах.

3. В карбонатных породах распространение гигантских залежей ограничивается стратиграфической и палеогеографической границами. Все карбонатные толщи, содержащие такие залежи нефти и газа, образовались только в аридном климате, преимущественно при регрессии моря, когда существовали условия для образования выдержанных оолитовых и обломочных первично-пористых известняков и кавернозных седиментационно-диагенетических доломитов. Появление первых уникальных залежей с верхнего палеозоя в карбонатах объясняется, видимо, резким уменьшением углекислого газа в атмосфере в это время, изменением соотношения доломита и кальцита в свежем осадке и, как следствие, возникновение выдержанных зон кавернозных пористых метасоматических доломитов в известняках.

В краевых прогибах наличие месторождений в карбонатах в значительной степени определяется региональной трещиноватостью их.

4. На платформах месторождения находятся в нижних частях трансгрессивного и регрессивного циклов, выше и ниже осадков, отвечающих максимуму трансгрессий. Наибольшее количество нефтяных и газовых гигантов связано с альб-сеноманской терригенной базальной толщей верхнемеловой максимальной трансгрессии. В краевых прогибах они располагаются в нижней части регрессивного цикла.

5. Газовые гиганты на платформах находятся под мощными (100 и более метров) глинистыми и галогенными региональными покрывками, а в краевых прогибах — только под галогенными, что является необходимым условием для их образования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Бакиров. Нефтегазоносные области Северной и Южной Америки. Госгеолтехиздат, 1959.
  2. А. А. Бакиров, А. М. Пронина. Нефтегазоносные области Ближнего Востока и Юго-Восточной Азии. Госгеолиздат. 1962.
  3. В. Г. Васильев, А. В. Александров, А. Д. Бренц. Сырьевая база трансиранского магистрального газопровода.—В сб.: Геология разведки и разработка газовых и газоконденсатных месторождений. М., 1969.
  4. М. И. Варенцов, Г. Е. Рябухин, Е. Р. Алиева. Новые данные по нефтегазоносности Ливии.—«Геология нефти и газа», № 6, 1969.
  5. М. И. Варенцов, М. В. Дорошко, Е. Л. Меламуд. О геологическом строении и нефтеносности кембрийских отложений Северной Африки и их значении для оценки перспектив нефтегазоносности Восточной Сибири.— В сб.: Тектоника нефтегазоносных областей Сибири. «Наука», М., 1967.
  6. Гулари Ф. Г., Конторович А. Э., и др. Некоторые закономерности размещения и условия формирования залежей нефти и газа в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности и Сибирской платформы.— Тр. ЗапСибНИГНИ, вып. 3, 1967.
  7. Калинин М. К. Основные закономерности распределения нефти и газа в земной коре. М., «Недра», 1964.
  8. Клубов В. А., Нечитайло С. К. и др. Геологические закономерности размещения нефтяных и газовых месторождений. Волго-Уральской области.— Тр. ВНИГНИ, вып. LXVII, «Недра», 1968.
  9. Линдртон Н. Т. Запасы крупных и средних месторождений нефти и газа за рубежом и основные закономерности их распределения.— В сб.: Итоги научно-исследовательских работ по поискам и разведке нефти и газа. Тр. ВНИГРИ, вып. 272, 1969.
  10. Неручев С. Т. Нефтепроизводящие свиты и миграция нефти и газа. «Недра», 1969.
  11. Рябухин Г. Е., Алиева Е. Р., Рудик В. А. Нефтегазоносные акватории Персидского залива—«Геология нефти и газа», 1969, № 7.
  12. Трофимук А. А., Вышемирский В. С., Дмитриев А. Н., Рябов В. В., Вышемирская О. П., Рили И. А., Штатнова Т. И. О сравнительном изучении гигантских месторождений нефти с использованием логико-дискретного анализа.—«Геология нефти и газа», 1969, № 6.
  13. Basye Dale. Secrece shroud lifts on giant Prudhoe Bau. fild. oil and Gas J., 67, № 47, 1969.
  14. Jilling L. U., Wood G. U and Fuller G. C. Reservoir rocks and stratigraphis traps in non-reef carbonates. 7-th World Petrol. Congr., Mexico, 1967.
  15. Szasz S. E., Adent W. A., Frantozi J. H. Special dewelopment problems of Long Beach unit, Wilmigton. Oil and Gas J. 67, № 30. 1969.
-