

НЕФТЕГАЗОВАЯ ГЕОЛОГИЯ: ПАРАДИГМЫ XXI ВЕКА

Когда все остальное потеряно,
всё же остается ещё будущее.

(Кристиан Боуви)

Введение

В настоящее время в нефтегазовой индустрии происходят серьезные качественные изменения. В разных странах и регионах они имеют специфический характер, но всё больше довлеет процесс глобализации. Есть предположения, что нефтяной век на планете кончается. Такие утверждения исходят из ошибочного понимания того, что нефть и газ являются невозобновляемыми ресурсами. Однако, углеводородных скоплений в недрах земли феноменально много, и этот ресурсный источник будет не иссякаем. Если изучить историко-статистические показатели и основные этапы развития нефтяной и газовой промышленности, то мы увидим:

1. Предполагаемые ресурсы и разведанные запасы нефти и газа в мире всё время увеличиваются. Сейчас они оцениваются в 142 млрд. т нефти и 150 трлн. м³ газа. В сумме это составляет почти 300 млрд. т условного топлива. В Западной Сибири по оценкам зарубежных экспертов запасы нефти увеличились с 7 млрд. тонн до 10 млрд. тонн. Вероятно, и это тоже не предел, потому что уже добыто 8 млрд. тонн.

2. Добыча нефти и газа неуклонно растет. Если в начале XX столетия добывалось всего 22 млн. т нефти, то в 2000г. добыча нефти достигла 3,33 млрд. т, а газа 2,35 трлн. м³. Многие месторождения разрабатываются более 50 лет, и объём добычи из них превышает первоначально подсчитанные запасы. Для доказательства можно привести много примеров. Когда в Татарстане была открыта нефть, её запасы оценивались в 709 млн. тонн. Вроде бы ошибки не было. Однако на сегодняшний день в Татарстане уже добыто 3,0 млрд. тонн нефти, то есть в четыре с лишним раза больше, чем было предсказано. А татарстанские геологи и нефтяники уже продолжительное время стабильно поддерживают высокий уровень добычи. Впечатляющее превышение добычи нефти над расчетными запасами отмечено на ряде месторождений Западной Сибири (Усть-Балыкское, Октябрьское и другие).

Очень часто мы наблюдаем «второе» дыхание месторождений. Нефть в Терско-Сунженском районе (Чеченская республика) начали разрабатывать ещё в конце XIX. За полвека эксплуатации выкачали 100 млн. тонн «черного золота». Затем продуктивность пластов упала в десятки раз. В нефтяных пластах появлялось всё больше воды, и добыча стала нерентабельной. Некоторые месторождения не работали 15 лет. Но в 1950-х годах были выявлены новые продуктивные пласты, а высокообводненные скважины вновь начали давать безводную нефть. В результате крупный нефтяной район вернулся на довоенный уровень.

«Вторую жизнь» получило и Ромашкинское месторождение в Татарстане, которое разрабатывают уже более 60 лет. В начале добычи любое месторождение отдает легкие нефтяные фракции, а затем настает черед трудноизвлекаемой «тяжелой» нефти. Но на Ромашкинском

месторождении наблюдается ещё одна странность – из скважин вновь начали поступать легкие фракции.

Вместе с тем, с учетом существующего коэффициента извлечения нефти в пластах, ещё остаётся более 60% запасов. Это огромный резерв, который ещё предстоит осваивать, и не только в XXI веке. Геологи уверенно предполагают и профессионалы рассчитывают, что в Западной Сибири в течение XXI столетия мы получим 10-кратное (если не больше) увеличение промышленных запасов. Инновационные прорывы потребуют новой парадигмы.

1. О теориях и концепциях

Факты, полученные во второй половине XX столетия, в значительной степени противоречат классическим концепциям нефтегазовой геологии.

Как известно, стержнем осадочно-миграционной теории является органическая геохимия, в развитии которой приоритет советских и российских исследователей очевиден. Высокого уровня достигли эти исследования во Франции, США, Китае, Норвегии и других странах. В последние годы широко развито изучение биомаркеров в нефтях и битумоидах. Но геологические выводы на их основе носят противоречивый характер. Примером может служить палеозой Западной Сибири.

Расширение сферы нефтепоисковых работ, выход в новые районы и освоение больших глубин привели к открытию нестандартных бассейнов и нетрадиционных залежей нефти и газа. Оказалось, что многие открытия не вписываются в классические схемы осадочно-миграционной теории нефтегазоносности.

Органическая теория происхождения нефти и в том числе обязательное наличие нефтематеринских толщ имеет сильных оппонентов. Между прочим, ещё А. Леворсен подчеркивал, что нефтематеринские породы теряют своё значение как обязательная предпосылка для практики поисково-разведочных работ. Антиклинальная поисковая методика утратила свою ценность. Свойства коллекторов и покрывок также во многом определяются неоднозначно. Коэффициент успешности в разведке по-прежнему остается низким, а фактор риска высоким, поскольку прогноз и предварительные расчеты ресурсов и запасов часто не находят подтверждения в практической работе. Установлено, что нефть может быть доступна в различных породах и разнообразных условиях. Достаточно успешно развиваются геофлюидодинамические концепции и обновлённая теория фильтрации.

Предлагается новое определение «залежи» нефти. Исходя из фрактально-энтропийных представлений, можно считать, что залежь нефти – это открытая флюидодинамическая система с переменной энергией, ограниченная порогом протекания и массо-энергопереноса, за пределами которого распространяется другая система (среда).

2. О разведке

В американском журнале “Explorer” была размещена небольшая анкета с вопросом для читателей: «Что помогает находить нефть?». Ответы были разные, но многие профессиональные геологи отвечают: - «Идея». Позиция геолога, основанная на идее и новой перспективной концепции – это и есть научная убежденность, как главная составляющая успешного поиска. Конечно же, большую роль играет интуиция, вера в успех, неутолимое желание открыть и получить фонтан нефти. Разумеется, профессионализм играет решающую роль, особенно в тщательном анализе накопленных и вновь получаемых геолого-геофизических материалов. («Сам бог не сумел бы создать ничего, не будь у него материалаца». Г. Гейне). Всё это объединяется одним словом – работа, работа и работа.

Рассматривая многие новые направления разведки углеводородного сырья (глубокое бурение, шельф, газогидраты и др.) хотелось бы сосредоточить внимание на ФУНДАМЕНТЕ. Перспективы фундамента становятся все более реальными. До недавнего времени «классические» фундамента на древних и молодых платформах рассматривались как стерильные образования. Но факты говорят об обратном. Уже более 500 месторождений обнаружено в фундаментах Америки, Европы, Азии и Австралии в различных породах, включая метаморфические и магматические. Состав, структура и объем фундамента со временем изменяются. В этой связи специальный нефтегеологический термин «фундамент» теряет свой смысл. По-видимому, подлежат пересмотру понятия об осадочных нефтегазоносных бассейнах.

Более 100 нефтяных и газовых залежей уже известны в древних породах «классического фундамента» Западной Сибири (докембрий, палеозой). Здесь толщина палеозойских формаций значительно превышает полную толщину мезозойских пород и несомненно содержит в себе огромные ресурсы нефти и газа. Таким образом, нефтегазоносность фундамента может быть расценена как достижение, сделанное в 20-ом столетии и которое может быть реализовано в широких масштабах в XXI веке.

Следует заметить, что разведка месторождений – это всегда большой геологический и коммерческий риск. Разведочный этап в любой форме должен сопровождаться исследованиями пластовых систем и созданием оперативных флюидодинамических моделей. При этом поиски и разведка могут осуществляться по схеме “Step by step”, чтобы избежать риска и лишних затрат.

Разведочные технологии должны базироваться на новой нефтегеологической парадигме.

3. О разработке

По нашим представлениям, все разрабатываемые нефтяные пласты являются трещинными коллекторами.

Намечаются новые подходы к изучению нефтенасыщенных объектов как динамических систем с быстро меняющимся состоянием: то резко «возбужденным», то близким к стабильному, что особенно характерно в период наложенных техногенных процессов (разведка и разработка).

В России, особенно в Западной Сибири, преобладает использование глубоких гидравлических разрывов пласта и бурение горизонтальных скважин. Эти методы пока оказались оптимальными в условиях ускоренной разработки

нефтяных месторождений. Но указанные технологии не обеспечивают полного извлечения нефти из залежи, и месторождения быстро истощаются. Мы должны помнить, что залежь нефти - «живая» система, и нельзя ее «убивать». Разработка должна вестись экономичными и в тоже время щадящими методами. Необходимо применять реабилитационные циклы. Период активной реабилитации обеспечивает не только релаксацию фильтрационно-емкостных свойств, но и восстановление энергетического потенциала флюидонасыщенных систем. Это необходимо предусматривать в процессе лицензирования. Под активной реабилитацией подразумевается не просто «покой», а допустимое индивидуальное воздействие (лечение) на систему.

4. О новых взглядах в нефтегазовой науке и практике

Необходима новая научная нефтегеологическая парадигма и, как следствие, разработка новых методик и технологий, основанных на принципах детерминистского хаоса в современной геодинамике («Природа даже в состоянии хаоса может действовать только правильно и слаженно». И. Кант) с учетом геофлюидодинамического мониторинга и фрактального моделирования. В этом суть инновационных подходов. К стати, сейсморазведка должна решать флюидодинамические задачи, а не только структурные.

Познать динамику состояния природно-техногенных объектов можно только на основе мониторинга. В этом смысле весьма поучительным является создание и реализация комплексного американского проекта по изучению бассейнов Земли – GBRN (Global Basin Research Network) для систематического изучения флюидодинамических процессов в разных районах Земли. В районе Мексиканского залива месторождение Юджин-Айленд было выбрано в качестве полигона, как одно из немногих мест на Земле, где созревание и миграция нефти и газа происходит в настоящее время. GBRN был создан в 1990 г. и включал семь университетов США и четыре компьютерно-информационных центра. Работа получила поддержку крупнейших нефтяных компаний, а также департамента энергетики США, который выделил 30 млн. долл. на три года.

Была поставлена сверхамбициозная задача: разрабатывать новые методы и технологии разведки и разработки нефтегазовых месторождений на основе видения современных динамических процессов.

На полигоне у побережья Луизианы, где расположено гигантское месторождение Мексиканского залива Юджин-Айленд, в блоке 330 получены весьма интересные данные. В результате сейсморазведки, выполненной дважды (1985 и 1988), установлена очаговая изменчивость параметров нефтенасыщенности и движение флюидов. Изменение амплитуд за этот отрезок времени соответствует степени дренирования коллектора и позволяет наметить зоны возможных целиков нефти для последующей программы буровых работ на месторождении.

Сейсмический 4D дифференциальный анализ сейсморазведки 1992 г. позволил осуществить детальный (выраженный в объемных параметрах) прогноз инфраструктуры дренажной системы с выделением интервала, не охваченного вытеснением. Как говорят американцы, исследование «живых» геологических явлений направлено на достижение нового их понимания. Принципиально важным

А.А. Баренбаум

Институт проблем нефти и газа РАН, Москва
azary@mail.ru

НЕФТЕГАЗООБРАЗОВАНИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Изложена «климатическая» концепция формирования крупных скоплений нефти и газа. Новая концепция, обобщая биогенную и абиогенную теории нефтегазообразования, позволяет объяснить механизм восполнения запасов разрабатываемых нефтегазовых месторождений, сильную изменчивость состава нефтей и газов и другие наблюдаемые факты.

Введение

Согласно биогенной и абиогенной теориям, нефтегазообразование – это длительный геологический процесс в сотни тысяч – миллионы лет. Однако имеются многочисленные примеры восполнения запасов эксплуатируемых месторождений, сильные вариации состава нефтей (Муслимов и др., 2004) и углеводородных газов (Войтов, 1991), а также присутствие в нефтях радиоактивного изотопа C^{14} естественного (Peter et al., 1991) и искусственного (Kalmytkov et al., 1999) происхождения. Эти факты вынуждают автора рассматривать формирование скоплений нефти и газа не только как геологический, а, в первую очередь, как климатический процесс (Баренбаум, 2002, 2004, 2007а).

Ограниченность биогенной и абиогенной гипотез

Традиционные подходы к решению проблем происхождения нефти и газа страдают отсутствием необходимой системности постановки задачи.

Оценки показывают (Ронов и др., 1982), что в фанерозое в породах земной коры погребено углерода в 2120 раз больше, чем находится сегодня на поверхности. Поэтому углерод должен не только захораниваться в недрах, но и пополняться на поверхности Земли. Сторонники же биогенной теории интересуют, в основном, механизмы образования нефти и газа из органики осадочных пород. Так что принципиальный для проблемы вопрос: откуда берется в биосфере, т.е. на земной поверхности, в необходимых

количествах тот углерод, который после отмирания организмов и фоссилизации их остатков превращается в нефть и газ, остается без ответа.

Казалось бы, проблему решает неорганическая гипотеза. Ее приверженцы полагают, что этот углерод в составе плюмов квазипериодически (Добрецов, 1997) поступает к поверхности из глубоких земных недр, где он сохранился (Летников и др., 1977) с момента образования нашей планеты. При этом земная кора перехватывает и сохраняет в виде нефти и газа очень малую часть потока УВ. Так что практически весь дегазирующий из недр углерод в количестве $10^{15} 10^{16}$ г/год (Войтов, 1986) поступает в атмосферу Земли.

Но возникает другой вопрос – куда затем девается весь этот углерод? Ведь при современных темпах дегазации атмосфера планеты оказалась бы насыщенной глубинным углеродом (метаном) всего за ~1000 лет. Уйти в космическое пространство он не может из-за тяготения Земли. Не может этот углерод всецело поглотиться живыми организмами и водами Мирового океана, поскольку масса биоты и состав океанических вод на протяжении фанерозоя оставались в целом достаточно стабильными (Вернадский и др., 1960).

Сущность новой концепции

Ранее приведены убедительные доказательства (Баренбаум, 2002) того, что в эпохи на границах стратонов фанерозойской шкалы наша планета и в целом Солнечная система подвергаются интенсивным бомбардировкам галак-

достижением этого проекта является доказательство современного активного генезиса новых масс углеводородов в разрабатываемых пластах.

В определенных случаях можно добиться воспроизводства запасов за счет эффективного управления природно-техногенными процессами. Это принципиально новая постановка вопроса в отношении медленно воспроизводимых ресурсов планеты в геологической шкале времени.

В этой связи можно сделать принципиально важный вывод, имеющий большое практическое значение. В период активной разработки многопластовых месторождений в Западной Сибири за счет перетоков в различных направлениях происходит увеличение запасов в отдельных зонах или формирование новых скоплений нефти и газа. Значительную подпитку дают новообразованные массы углеводородов за счет их современного генезиса в

активных очагах литосферы. Подобные процессы отмечаются во многих нефтегазоносных районах мира. Эти вновь образованные, вторичные или «техногенные» залежи могут содержать значительные запасы. Необходимо ориентировать разведочные работы на такие объекты, которые могут быть «размазаны» по большому стратиграфическому диапазону. Надо разрабатывать целевые методики для таких работ, которые могут существенно увеличить нефтегазовые запасы Западной Сибири.

В Западной Сибири активный процесс формирования и переформирования залежей продолжается и в настоящее время. Молодой возраст скоплений нефти и газа в фанерозое Западной Сибири отмечается всеми геологами.

Главный вывод. Нефть и газ являются возобновляемыми ресурсами за счет спонтанно активизированных природных и природно-техногенных процессов в земной коре.