

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ РИФОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Тарасенко Г.В., Кошбаева Г. Б., Алдашева Н.А.

*Карбонаттық седиментация сатысы кезінде бассейндерде болған палеогеографиялық және палеоморфологиялық жағдайларды дұрыс бағалау және жер шарының кең таралған аймақтарында әртүрлі морфогенетикалық түрдегі органогенді түзілімдердің құрылысын және таралу заңдылықтарын білу көмілген рифтердің таралу аймақтарын болжау және іздестіру жұмыстарының сәттілігінің негізі болды. Бұл геология-геофизикалық жұмыстардың көлемін тиімді түрде бассейннің рифтер анықтау үшін перспективалы аймақтарына орналастыруға мүмкіндік береді.*

*The basis of the forecast and the search for a localization of buried reefs is a correct assessment of the paleogeographic and paleomorphologicheskoy environments that existed in the pool stages of carbonate sedimentation, and knowledge of the patterns of distribution and structure of the organic structures of different morphogenetic types in those regions of the globe, where they enjoy wide distribution. This allows you to efficiently accommodate the volume of geological and geophysical work in the most promising for the detection of reef sites Basin.*

В основе оценки палеогеоморфологической и палеогеографической обстановок, благоприятных для рифообразования лежат литолого-биофациальный, структурно-морфологический и палеотектонический анализы (Грачевский, Берлин, Дубовской и др. 1969; Грачевский, 1974; Кузнецов, 1978; Чепелюгин, Шереметьева, 1981). Для выяснения возможности обнаружения погребенных рифов в пределах изучаемого бассейна в разрезе осадочного чехла выделяются карбонатные литолого-стратиграфические комплексы (ЛСК) и проводится анализ литологической, биофациальной и палеогеологической зональности и характера распределения и соотношения мощностей карбонатных и перекрывающих их (галогенных и терригенных) ЛСК. С этой целью изучаются и коррелируются геолого-геофизические разрезы скважин, проводится изучение каменного материала по керну скважин и в обнажениях и литолого-петрографическое и палеонтологическое описание шлифов. На основе литолого-биофациального анализа проводится районирование территории по типам разрезов карбонатных ЛСК, намечаются границы распространения шельфового, рифового и депрессионного типов.

Базируясь на комплексе всей имеющейся геолого-геофизической информации, выполняется анализ структуры кровли и подошвы карбонатных и перекрывающих и подстилающих их ЛСК и их соотношения в плане и разрезе (структурно-морфологический анализ). С этой целью анализируются структурные карты по опорным поверхностям, составленные по всем имеющимся данным бурения и сейсморазведки, а также различного рода материалы гравиметрических, магнитных, электрометрических и тепловых съемок. Выяснение характера напластований внутри пары комплексов - карбонатного и перекрывающего комплекса проводится путем анализа временных и глубинных сейсмических разрезов (сейсмофациальный анализ).

В результате составляется ряд геологических документов, включающих схемы корреляции геолого-геофизических разрезов скважин, литолого-фациальные и палеоструктурные карты, карты мощностей карбонатных и перекрывающих их ЛСК, геологические, геолого-геофизические, литолого-фациальные и палеогеологические разрезы исследуемой территории.

Совместное рассмотрение перечисленных материалов позволяет оценить возможность существования органогенных построек в исследуемом регионе и создать палеогеоморфологическую модель его строения, на которой показаны области распространения различных типов отложений, отражающих различные обстановки седиментации - мелководного шельфа, относительно глубоководной депрессии и ее склонов. Эта модель является основой, позволяющей наметить зоны и площади наиболее вероятного распространения органогенных построек различных типов, а также генеральным документом для планирования дальнейших геолого-геофизических работ на погребенные рифы.

На основе изучения и обобщения зарубежного и отечественного опыта и достижений в области поисков погребенных рифов различных морфологических типов выявлены закономерности их формирования и распространения, которые могут успешно использоваться при проведении нефтегазопромысловых работ.

Результаты изучения ряда нефтегазоносных бассейнов мира, характеризующихся широким распространением погребенных рифовых построек, показывают, что в их пределах существуют целые рифовые системы, объединяющие зоны развития разновозрастных рифов барьерного и локального типов, при этом барьерные рифы рассматриваются в качестве осей этих систем и границ областей распространения локальных построек различных типов. Это позволяет при обнаружении рифовых построек одного типа прогнозировать наличие построек другого типа. Такой подход расширяет фронт нефтегазопромысловых работ и ориентирует их дальнейшее направление.

Барьерные рифы часто контролируют региональные зоны нефтегазонакопления. Такие зоны установлены в Западно-Канадском (средне-верхнедевонские), Пермском (пермско-каменноугольные), Мичиганском (силурийские), Месопотамском (олигоцен-эоценовые), Тимано-Печорском (верхнедевонские), Центрально-Европейском (пермские и силурийские) и других нефтегазоносных бассейнах (НГБ). Барьерные рифы располагаются на стыке двух фациальных областей с различными условиями седиментации - мелководного шельфа и относительно глубоководной части бассейна. Важным поисковым признаком барьерных рифов является их выраженность в современном структурном плане по поверхности карбонатного рифового комплекса в виде узких протяженных линейных флексур с крутыми углами падения в сторону относительно глубоководной части бассейна. Приподнятый край этих "флексур", как правило, осложнен морфологически выраженным гребнем. Характерной особенностью

геологического строения барьерного рифа является клиноформное соотношение его кровли и подошвы. Анализ структурно-морфологических особенностей рифовых комплексов в совокупности с анализом распределения в них фаций и изменения мощности является основным в методике поисков и картирования барьерных рифов.

Бурением в ряде НГБ за рубежом и в некоторых регионах бывшего СССР установлена еще одна закономерность: сокращение над рифами мощности сульфатно-галогенных или терригенных толщ, выполняющих рифовый рельеф. Эта закономерность служит поисковым признаком при трассировании гребневых частей нефтеносных барьерных рифов, а также при выяснении положения нефтеносных вершин локальных рифов.

Изучение геологического строения барьерных рифов и условий залегания в них нефти и газа показывает, что основным механизмом формирования ловушек являются постседиментационные тектонические движения, благодаря которым полоса рифового коллектора разделяется на относительно опущенные и приподнятые участки, представляющие собой комбинированные ловушки нефти и газа. Основными типами комбинированных ловушек являются структурно-литологический (при наличии литологического экранирования зарифовыми отложениями) и структурно-морфологический (в случае морфологически выраженного рифового гребня). Возможно сочетание этих двух типов. Кроме того, встречаются залежи, образование которых обусловлено подъемом на моноклинали дугообразного участка линейного рифового коллектора, когда соответствующая по форме залежь экранируется либо лагунными, либо бассейновыми фациями. Комбинированные ловушки могут также образовываться при экранировании вверх по региональному восстанию полосы барьерных рифов дизъюнктивными нарушениями, либо литологическим экраном, связанным с резким ухудшением коллекторских свойств рифогенных пород. Однако постседиментационные тектонические движения могут не только создавать ловушки в барьерных рифах, но и расформировывать ранее образовавшиеся вследствие значительного регионального наклона гребня в сторону относительно глубоководной части бассейна. Палеотектонические реконструкции, проведенные для северного борта Прикаспийской синеклизы, показывают, что размеры ловушек в пределах барьерного рифа зависят в основном от двух факторов: размера положительной ундуляции и углов современного регионального наклона рифового гребня.

Расчетами установлено, что при углах наклона поверхности толщи выравнивания рифового рельефа со стороны лагунного шельфа более  $5,5-6,0^\circ$  (90-100 м на 1,0 км) происходит полное расформирование ловушки. Поэтому очевидна необходимость при проведении нефтегазопроисковых работ обращать внимание на современные углы наклона этой поверхности, которые являются индикатором современного наклона и рифового гребня. Учет установленного критерия нефтегазоносности рифового гребня может сократить число непродуктивных скважин и повысить эффективность

нефтегазопроисковых работ. Методические приемы выявления нефтегазоносных рифовых ловушек достаточно подробно изложены нами ранее (Чепелюгин, Шереметьева, 1981).

Перекрывающие барьерный риф породы часто не являются надежным флюидоупором по причине повышенной трещиноватости. В связи с этим возможен переток углеводородов в надрифовые структуры. Эта особенность характерна не только для барьерных, но и локальных рифов и может служить поисковым признаком залежей в надрифовых отложениях.

В бортовых частях некомпенсированных палеовпадин часто формируются разновозрастные барьерные рифы, каждый из которых может контролировать самостоятельную зону нефтегазонакопления. Положение их в плане относительно друг друга обусловлено палеотектонической активностью бортовых частей, при этом наблюдается совпадение (наращивание) в одной полосе, трансгрессивное либо регрессивное смещение барьерных рифов. Постседиментационные положительные дислокации могут пересекать одновременно все зоны разновозрастных барьерных рифов, в результате чего на одной оси образуется система разобщенных в плане комбинированных ловушек. Каждая из них представляет собой самостоятельный объект нефтегазопроисковых работ. Этот принцип был положен в основу прогноза потенциально нефтегазоносных объектов на барьерных рифах северного и восточного бортов Прикаспийской синеклизы и подтвердился на ряде площадей (Жанажол-Кожасай).

Локальные рифы (пиннаклы, биогермы, атоллы и островные окаймляющие рифы), как и барьерные, нередко контролируют значительные скопления нефти и газа. С ними связаны собственно рифовые ловушки, обусловленные морфологией этих построек. Районы концентрации локальных рифов в пределах перспективных территорий рассматриваются как самостоятельные зоны нефтегазонакопления. Примерами являются девонские рифы Ледюк, Суон-Хилс, Рейнбоу Зап. Канадского НГБ, силурийские рифы Мичиганского НГБ. Установлены типичные случаи зонального распространения локальных рифов: зоны, представленные цепочками локальных построек, ориентированные параллельно или вкрест простирания бортов бассейна или разновозрастных барьерных рифов; линейные зоны или широкие полосы хаотично расположенных построек, протягивающиеся вдоль фронта разновозрастных барьерных рифов или перпендикулярно последним.

Своеобразной разновидностью рифовых построек являются гигантские атоллы или мегаатоллы. В плане они имеют подковообразную либо кольцевидную форму. Краевые части мегаатоллов, которые обычно контролируют большинство залежей нефти и газа, по своему строению близки барьерным рифам. Как и последние, они характеризуются клиноформным строением, а иногда и морфологически выраженным рифовым гребнем. Ловушки в пределах мегаатоллов могут образовываться под воздействием различных факторов: седиментационных, тектонических,

эрозионных. Примерами гигантских атоллов являются Астраханский, Хоршшу, Редуотер, Голден-Лейн.

Специфика строения барьерных рифов определяет методику поисков и разведки залежей нефти и газа. Задача выяснения положения продуктивного рифового гребня в пределах намеченных ловушек должна решаться профилем из двух-трех скважин первой очереди вкрест простирания намеченного поднятия. При этом первая скважина - независимая - закладывается на предполагаемом рифовом гребне по данным временного разреза. Бурение последующих скважин осуществляется с учетом поисковых признаков рифового гребня (литолого-фациальной характеристики пород, мощности надрифовой карбонатно-сульфатной пачки и углов наклона рифового гребня и перекрывающих его пород). После установления положения рифового гребня поисковые скважины второй очереди следует закладывать по его оси, соответствующей максимальному этажу нефтегазоносности, концентрируя их на относительно приподнятых участках барьерного рифа с шагом 1,0-1,5 км.

При проведении поисково-разведочных работ в условиях барьерных рифов рекомендуется целенаправленное наклонно-кустовое бурение, которое может значительно повысить эффективность этих работ. На основе фациального контроля и с учетом поисковых признаков рифового гребня, а также данных о нефтегазоносности, полученных в скважине, из ее необсаженного ствола можно заложить другие наклонно направленные стволы (до 3-4) по оси и вкрест рифового гребня, образующие куст скважин. Например, если скважина оказалась в синклинальном участке рифового гребня, целесообразно пробурить два наклонно направленных ствола по обе стороны от нее вдоль оси рифового гребня, что позволит установить направление подъема рифового гребня и даст сведения о его нефтегазоносности. В случае, если скважина попала в оптимальные условия, бурением четырех дополнительных стволов, заданных вкрест и по простиранию гребня с отклонением от основного ствола до 700-800 м, можно оценить площадь нефтегазоносности (около 2,5 км<sup>2</sup>) и определить простирание рифового гребня, что позволит ориентировать заложение последующих поисковых скважин.

При поисках залежей нефти и газа, связанных с локальными рифами, также как и для опосредованного комбинированных ловушек барьерных рифов, рекомендуется кустовое наклонно направленное бурение. Учитывая сложный рельеф поверхности рифовых построек, характеризующийся резким изменением глубин ее залегания на коротком расстоянии, перед бурением наклонно направленных скважин в основном стволе следует провести комплекс исследований ВСП, наклонометрии и скважинной гравиметрии, что позволит уточнить конфигурацию поверхности рифовой постройки, положение основной (вертикальной) скважины относительно рифа и направление проектируемых наклонных стволов. Методика многоствольного бурения на барьерных и локальных рифах рекомендована в работе коллектива авторов (Филиппов, Аксенов, Фурсов и др., 1996).

### Литература:

1. Аксенов А.А., Новиков А.А., Анисимов К.П., Сапрыкин Ф.У. "Рифовое направление" нефтегазопоисковых работ в Волгоградском Поволжье. / Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений № 8, ВНИОЭНГ, Москва, 1993, с. 1-4.
2. Альжанов А.А., Даумов С.Г., Ильин А.Ф., Курманов С.К., Чепелюгин А.Б., Шереметьева Г.А. Поиски и разведка залежей нефти и газа в ловушках неантиклинального и комбинированного типов в пределах северного борта Прикаспийской впадины. / Геология нефти и газа № 6, 1975, с. 10-16.
3. Бродский А.Я., Воронин Н.И., Миталев И.А. Строение нижнекаменноугольных и девонских отложений и направления нефтегазопоисковых работ на Астраханском своде. Геология нефти и газа № 8, 1994, с. 8-11.
4. Булекбаев З.Е., Иванов Ю.А., Сметанина В.П., Тасыбаев Б.С. и др. Перспективы нефтегазоносности и направления геологоразведочных работ на нефть и газ в восточной части Прикаспийской впадины. / Геология нефти и газа № 12, 1979, с. 1-7.
5. Волчегурский Л.Ф., Максимов С.С., Саркисова Н.П., Турков О.С. и др. Объяснительная записка к структурным картам поверхностей соленосного и подсолевого комплексов Прикаспийской впадины масштаба 1:1 000 000. /Москва, 1984, 40 с.
6. Воцалевский Э.С., Кононов Ю.С., Саввин В.А., Федоров Д.Л. Проблемы развития сырьевой базы Прикаспийского нефтегазового комплекса. /Москва, Недра, 1991, 165 с.
7. Воцалевский Э.С., Куандыков Б.М., Булекбаев З.Е., Камалов С.М. и др. Месторождения нефти и газа Казахстана: Справочник. /Москва, Недра, 1993, 247 с.
8. Габриэлянц Г.А., Камалов С.М., Марченко О.Н., Соловьев Б.А. и др. Девонское направление поисково-разведочных работ на нефть и газ на севере Прикаспийской впадины. / Геология нефти и газа № 1, 1990, с. 2-8.
9. Дальян И.Б., Булекбаев З.Е. Нефтегазоносные комплексы подсолевых отложений восточной окраины Прикаспийской впадины. / Геология нефти и газа № 10, 1993, с. 4-10.
10. Дальян И.Б., Булекбаев З.Е., Медведева А.М., Ахметшина Л.З. Прямые доказательства вертикальной миграции нефти на востоке Прикаспия. / Геология нефти и газа № 12, 1994, с. 40-42.
11. Джумагалиев Т.Н., Голов А.А., Кирюхин Л.Г., Кононов Ю.С., Федоров Д.Л. и др. Особенности формирования и размещения залежей нефти и газа в подсолевых отложениях Прикаспийской впадины. /Москва, Недра, 1984, 144 с.
12. Тарасенко Г.В. Судукционная литосфера - основной источник углеводородов.// Недра Поволжья и Прикаспия – 1999. - №18. – с. 67-69.

13. Тарасенко Г.В. Методические аспекты тектонического и нефтегазогеологического районирования с позиций тектоники плит// Материалы докладов регионального совещания.-г.Саратов.-1999.-с.-68.
14. Тарасенко Г.В. Тенгиз – риф, атолл или тектоника? Материалы Всероссийской научной конференции: «Геология Русской плиты и сопредельных территорий на рубеже веков». Посвященной памяти профессора В.В.Тикшаева. 21 – 22 марта 2000. с. 74-75.
15. Тарасенко Г.В. Новые данные о модели земной коры и нефтегазообразования юга Прикаспия.// Недра Поволжья и Прикаспия – 1998. - №15. – с. 69-72.
16. Тарасенко Г.В. Определение возраста зон субдукции по палинологическим данным// Тезисы докладов международной научной конференции 20-22 января 1998г. г.Саратов.- НВНИИГГ.- с.44
17. Политкина М.А. Формирование коллекторов в подсолевых отложениях Прикаспийской синеклизы и ее обрамления.// Нефтегазоносность Прикаспийской впадины и сопредельных районов: М. Наука – 1987,- с. 64-70.
18. Бражников О.Г. Перспективы нефтегазоносности Прикаспийской впадины как реликта древнего океана. Автореферат на соискание ученой степени д.г-м.н., М., 1991.