

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ ПАЛЕЗОЙСКИХ РИФОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

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

Рифтер іздеудің далалық геофизикалық әдістерінің мүмкіндіктері туралы қазіргі көзқарастар және бұл мәселелерді шешуде оларды комплексті қолданудың тиімділігі қарастырылды. Негізгі назар аударылған мәселелер – сейсмикалық әдістер тәсілдері, уақыттық қималарда «риф» типті ауытқуларды анықтау, мәліметтерді машинамен өңдеу тәсілдері және модельдеу.

The modern idea of the potential field geophysical methods of prospecting for reefs and the effectiveness of their integrated use in solving this problem. The focus is on how to seismic method, the allocation of anomalies such as "reef" on time sections, techniques targeted machine data processing and modeling.

Основой геофизических методов обнаружения рифовых тел является отличие физических свойств самого объекта поисков и вмещающих пород. Свойства рифов меняются в зависимости от литофациального и минералогического состава карбонатов, цементирующего материала, объема и структуры порового пространства, характера эпигенетических изменений. Главным же фактором, определяющим эффективность обнаружения рифов, являются физические свойства вмещающих пород, а также степень слоистости подрифового и надрифового структурно-формационных комплексов.

В настоящее время при поисках рифов в той или иной мере используются все основные методы, применяемые в нефтегазовой геофизике.

Ведущее место среди геофизических методов поисков рифов занимают различные модификации с е й с м о р а з в е д к и, среди которых наибольшее распространение получил метод общей глубинной точки (МОГТ).

Специфические особенности строения рифов создают в волновом поле ряд характерных признаков, комплексный анализ которых дает возможность наметить их положение на временном разрезе. В зависимости от сейсмогеологической обстановки в каждом конкретном случае для выявления рифов используется тот или иной набор признаков. Иногда число этих признаков может достигать 25.

Основные из них следующие:

- Наличие структуры облекания в надрифовых отложениях, амплитуда которой уменьшается вверх по разрезу. Общепринята точка зрения, согласно которой структура облекания является результатом дифференциального уплотнения осадков, залегающих над рифом;
- Ухудшение или потеря корреляции опорных отражающих горизонтов непосредственно в зоне рифа;
- Наличие наклонных осей, соответствующих крутым склонам биогермного тела;
- Присутствие на разрезе специфических форм записи клиноформ, отвечающих компенсирующей толще в межрифовой зоне;
- Положительная аномалия времен между подстилающим и перекрывающим риф сейсмическим горизонтами;
- Увеличение интервальной скорости в надрифовых слоях относительно скорости сейсмических волн в тех же слоях вне рифа;
- Уменьшение аномалии времен между горизонтами, непосредственно перекрывающими тело рифа из-за уплотнения осадков над ним, эта аномалия затухает вверх по разрезу;
- Изменение амплитуды сейсмической записи между надрифовыми и подрифовыми горизонтами;
- Изменение частотного состава отраженных волн (в сторону повышения) в интервале между надрифовыми и подрифовыми горизонтами.

В практике поисковых работ в Прикаспийской впадине до середины 80-х годов недостаточно уделялось внимания конечному этапу - сейсмофациальному анализу, который является ключевым при выделении рифовых построек. Интерпретация временных разрезов, как правило, ограничивалась прослеживанием опорных отражающих горизонтов, приуроченных к практически согласно залегающим поверхностям литолого-стратиграфических комплексов, нивелирующих рифовый рельеф. При этом не обращалось должного внимания на изменение характера сейсмической записи внутри параллельных напластований. Такой подход к интерпретации сейсмических данных привел к тому, что долгие годы рифовые постройки оставались незакартированными. Однако знание особенностей сейсмической записи рифовых построек различных типов и закономерностей их строения и распространения позволяет с достаточной степенью уверенности выделять их на временных разрезах в различных частях Прикаспийской впадины. В большей степени это относится к погребенным барьерным рифам и в первую очередь к нижнепермскому. Он фиксируется в виде зоны затрудненной корреляции отражающих горизонтов и ему присущи те же диагностические признаки, которые характерны для построек такого типа. А именно:

сейсмофации зоны собственно рифа характеризуются ухудшением прослеживаемости отражающих горизонтов; сейсмофации зарифового лагунного шельфа фиксируются параллельными, непрерывно прослеживаемыми отражающими горизонтами; сейсмофации предрифовой, относительно глубоководной части палеобассейна - конвергентными сходящимися, отражениями и резкой сменой углов наклона отражающих горизонтов. Сейсмофации клиноморфных отложений, компенсирующих рифовый рельеф, характеризуются наклонным прилеганием осей синфазности к бассейновому склону барьерного рифа. Подстилающие риф сейсмофации могут иметь непрерывную прослеживаемость осей синфазности, иногда под ним фиксируется тектоническое нарушение в виде разрыва сплошности. Надрифовые сейсмофации характеризуются достаточно протяженными осями синфазности.

Барьерные рифы достаточно легко "узнаваемы" на временных разрезах по "высвечиванию" их в виде светлого пятна в зоне собственно рифа. Достаточно уверенно палеозойские барьерные рифы выявляются на временных разрезах на северном и западном бортах. Помимо наиболее изученного нижнепермского, здесь по временным разрезам прослеживаются и более древние - девонско-турнейский и визейско-башкирский барьерные рифы. На юге и востоке Прикаспийской впадины они также достаточно уверенно картируются сейсморазведкой МОГТ.

Высококачественный сейсмический материал (24-х кратное МОГТ), полученный на юго-восточном борту впадины в районе площадей Сарыкум-Конырарпа, позволил наметить здесь две разновозрастные зоны барьерных рифов.

Что касается локальных рифовых построек, и, в первую очередь, пиннаклов, широкое распространение которых прогнозируется во внутренних прибортовых частях Прикаспийской синеклизы с контрастной соляной тектоникой, то для них не отработана еще методика поисков. Сейсморазведка, фиксируя качественно наличие поднятий в подсолевых отложениях, которые нами отождествляются с локальными рифами, допускает значительные ошибки в определении глубин их залегания, конфигурации поверхности рифа и положения наиболее приподнятых ее частей. Так, на Карачаганакской площади (Уральская обл.) скважина П-10 вскрыла подсолевые карбонатные отложения на 1000 м выше, чем предполагалось ранее по сейсмическим данным, а скважина 1, пробуренная после проведения новых сейсмических исследований с учетом данных бурения скв. П-10, вскрыла карбонатные отложения на глубине 4600 м вместо ожидаемой 3800 м. Значительные расхождения данных сейсмометрии и бурения имеются и по другим скважинам этой площади (№3 и №4).

В последние годы значительные успехи достигнуты при выявлении высокоамплитудных локальных рифов, широко распространенных в

Саратовско-Волгоградском Поволжье, в Уметовско-Линевской некомпенсированной палеодепрессии (Новиков, Анисимов, Сапрыкин и др., 1992; Анисимов, Саблин и др., 1994; Аксенов, Новиков, Багов и др., 1993; Аксенов, Новиков, Анисимов, Сапрыкин, 1993; Новиков, Саблин, 1997; Понукалин, Ольшанский, Шишкин, 1996; Слонов, Коган, 1997). Ведущим методом при выявлении и подготовке к бурению локальных объектов типа "риф" в Волгоградско-Саратовском Поволжье является сейсморазведка, коэффициент успешности которой по картированию объектов примерно 0,33.

Достигнутый современный технико-методический уровень сейсморазведки позволяет решать достаточно сложные и тонкие задачи в плане выявления органогенных построек. В АО "Саратовнефтегеофизика" разработан и введен в производственный цикл обработки новый дополнительный прием ТИО (технология интерпретационной обработки) с использованием программно-методического комплекса DSM PS, который позволяет существенно повысить качество и информативность временных разрезов. Компьютерная интерпретация позволяет сравнить различные варианты интерпретации, осуществлять "сжатие" и "растяжение" профилей, просмотреть наиболее интересные фрагменты в масштабе, необходимом для восприятия всех интересующих элементов. Благодаря возможностям машинной интерпретации локальные геологические объекты (риффы, врезы, останцы) выделяются с большей степенью достоверности, чем при использовании только временных разрезов на бумажных носителях (Слонов, Коган, 1997).

При поисках рифов большое внимание уделяется применению скважинных методов сейсморазведки (Мирчинк и др., 1974; Аккуратов и др., 1976). Использование этого метода дало хорошие результаты при выявлении локальных рифов в условиях солянокупольной тектоники южной части Предуральского прогиба. С его помощью был выявлен ряд нефтеносных рифов - Северо-Кумертаусский, Прокопьевский, Якуповский, Казлаировский и др. Метод скважинной сейсморазведки позволяет определить конфигурацию поверхности рифа, фиксируя эту поверхность вблизи исследуемой скважины на расстояние до 1,5 км (Зюзин, Юнусов, 1966). Метод ВСП с успехом применяется в Узбекистане при обнаружении верхнеюрских рифов и дает большую информацию о физических свойствах, характере волнового поля, прямых и косвенных признаках рифов.

Второе место после сейсморазведки при поисках рифов принадлежит г р а в и р а з в е д к е. Эффективность гравиразведки зависит от величины разности плотности самого тела рифа и вмещающих пород. В зависимости от пористости и доломитизации плотность рифогенных образований меняется от 2,4 до 2,77 г/см³, достигая 2,83 г/см³ при полной доломитизации пород.

Гравиразведка в комплексе с другими методами (сейсморазведка, электроразведка) с успехом применялась в Предуральском прогибе. Здесь по

результатам высокоточной гравиметрической съемки был выявлен ряд продуктивных рифов - Северо-Кумертаусский, Казлаирский, Совхозный, которые четко выделялись на картах локализованных аномалий силы тяжести. Гравиразведка использовалась для прогноза ловушек нефти и газа в зоне нижнепермского барьерного рифа на северо-западном борту Прикаспийской впадины в Саратовской и Волгоградской областях (Грачевский и др., 1973; Шебалдин и др., 1974) и показала значительное совпадение остаточных положительных аномалий, вычисленных по методу С.Саксова и К.Нигарда, с выявленными поднятиями нижнепермского барьера (прил. 44).

Магниторазведка может быть использована для прогнозирования рифовых тел, хотя сами органогенные постройки не магнитны. Относительно более повышенная магнитная восприимчивость вмещающих терригенных комплексов может явиться причиной появления слабых магнитных минимумов над рифами. В ряде районов, где рифовые тела приурочены к разломным зонам с соответствующими магнитными максимумами, магниторазведка в региональном плане может быть использована для косвенного установления возможной полосы развития рифов (Новоселицкий и др., 1980).

Электроразведка может использоваться для непосредственного выявления рифовых тел. Удельное электрическое сопротивление рифов в 3-4 раза выше, чем пород бассейнового комплекса, но примерно такое же, как и у отложений шельфового и эвапоритового компенсирующего комплексов. Терригенные и терригенно-карбонатные вмещающие породы обычно имеют пониженное сопротивление. С помощью электроразведки вместе с другими методами выявляются бортовые зоны аккумуляционных палеопрогибов. Так в бассейнах с терригенным заполнением (например, Камско-Кинельская система) центральные части прогибов отображаются положительными аномалиями суммарной продольной проводимости, а бортовые уступы - зонами наибольших градиентов (Комплексирование методов разведочной геофизики, 1984). При наличии высокоомного эвапоритового компенсирующего комплекса рифогенные тела проявляются в виде зон повышенной проводимости (Прикаспийская и Амударьинская впадины, Мичиганский бассейн). Имеются отдельные сведения о выделении локальных рифов электроразведкой. Так, Западно-Тэбукскому рифу соответствует кольцевой максимум сопротивления. Некоторые рифы Западного Узбекистана также отражаются в локальном электрическом поле. В настоящее время электроразведка для поисков рифов применяется почти исключительно в сочетании с сейсморазведкой.

Литература:

1. 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.
2. Бродский А.Я., Воронин Н.И., Миталев И.А. Строение нижнекаменноугольных и девонских отложений и направления нефтегазопроисхождения работ на Астраханском своде. Геология нефти и газа № 8, 1994, с. 8-11.
3. 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.
4. 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.
5. Воцалевский Э.С., Кононов Ю.С., Саввин В.А., Федоров Д.Л. Проблемы развития сырьевой базы Прикаспийского нефтегазового комплекса. /Москва, Недра, 1991, 165 с.
6. 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.
7. 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.
8. Грачевский М.М., Шебалдин В.П., Кучерук Е.В., Скворцов И.А. О потенциально нефтегазоносном Северо-Каспийском мегаатолле. /Нефтегазовая геология и геофизика, экспресс-информация, № 14, 1978, с.3-7.
9. 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.
10. Михалькова В.Н., Бражников О.Г., Берестекция А.М. Выбор направлений поиска месторождений нефти и газа в западной части Прикаспийской впадины. / Геология нефти и газа № 5, 1990, с. 10-13.
11. Тарасенко Г.В. Выделение тектонических нарушений по данным электроразведки и других геофизических методов// Недра Поволжья и Прикаспия – 2001. - №28 - с. 60-67.
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. Бражников О.Г. Прогноз нефтегазоносности подвижных литосферных блоков. М.: ОАО “Издательство “Недра”, - 1997.
17. Бражников О.Г. Перспективы нефтегазоносности Прикаспийской впадины как реликта древнего океана. Автореферат на соискание ученой степени д.г-м.н., М., 1991.
18. Берзин Р.Г. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук по теме «Технология комбинированной сейсморазведки и комплексной интерпретации геофизических данных по геотраверсам (региональным профилям). МГГРУ, Москва. 2003.