

В.Г. Кучма

Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, Киев, Украина

ОСОБЕННОСТИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОГО АВЛАКОГЕНА, СУЩЕСТВЕННЫЕ ДЛЯ СКОПЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ

Статистический анализ данных о глубине залегания границ в земной коре в Днепровско-Донецком авлакогене позволяет наметить области распределения углеводородов и выделить участки перспективные для разведки нефти и газа.

Введение

Сравнительный анализ взаимосвязи различных геолого-геофизических данных и особенностей распределения углеводородов повышает эффективность прогноза при поиске нефти и газа.

Известно, что нефтегазовый потенциал недр определяется тектоническими, литофациальными, геохимическими, термобарическими и гидрогеологическими условиями седиментационного бассейна, в то же время, остаются невыясненными связи этих процессов со строением земной коры, освещаемой глубинной геофизикой.

Использование геофизической информации об особенностях строения глубинных зон при анализе размещения многочисленных известных нефтяных, газовых и нефтегазовых месторождений в Днепровско-Донецком авлакогене (ДДА) позволяет выделить некоторые из них.

Поскольку в прогнозировании размещения месторождений нефти и газа существует определённая неоднозначность, то на данном этапе разведки можно использовать параметры строения границ земной коры, роль которых в процессах концентрации углеводородов до сих пор недостаточно ясна.

Границы раздела в земной коре.

Положение подошвы осадочного чехла и раздела Мохоровичича (М) изучено в ДДА по плотной сети профилей КМПВ, ГСЗ, как вкрест так и вдоль простираня авлакогена. Это позволило создать карты поверхности и подошвы кристаллического основания [1,2,3]. По ним можно количественно определить для каждой области региона мощность осадочных отложений, выполняющих грабен, нарушенность границ, их наклон, удалённость от разломов и т.д.

Численный анализ этих параметров для конкретных месторождений углеводородов (УВ) выявил ряд особенностей для каждого из них (нефтяных, газовых, нефтегазовых).

При сопоставлении глубин залегания фундамента для месторождений УВ выделились приоритетные значения [4]. Так, месторождения нефти характеризуются глубиной залегания от 4,5 до 7 км. 92% месторождений нефтегазового профиля также расположены на участках глубиной залегания консолидированной коры 4,5-7 км. Газовые месторождения залегают в более широком диапазоне глубин.

Гипсометрия поверхности М также подчеркнула приверженность нефтяных и нефтегазовых месторождений к определённым значениям мощности земной коры. Так, нефтяные месторождения расположены в местах, где её мощность соответствует 38-43 км, нефтегазовые — 34-45 км. Причём наибольшее их количество (94%) расположено в областях, характеризующихся глубиной залегания раздела М 35-43 км.

Таким образом, месторождения нефтяного профиля в ДДА тяготеют к отметкам фундамента 4,5-7 км и раздела М 35-43 км, имея максимум вблизи 5,8 км и 40,5 км соответственно [4].

Другой параметр — угол наклона поверхности фундамента под месторождениями УВ. Он характерно меняется, возрастая от нефтяных к нефтегазовым месторождениям, достигая максимума под газовыми.

Простиране разломов фундамента под месторождениями УВ имеют свою специфику для каждого из трёх типов месторождений (нефтяных, нефтегазовых и газовых), отличную от общих закономерностей их ориентировки в ДДА.

Сопоставление с другими регионами показывает, что положение кровли и подошвы консолидированной коры, их наклон, нарушенность и т.д. несут информацию об интенсивности тектонических преобразований, состоянии мантии— её активности, которая создаёт термобарические условия, способствующие генерации, миграции, аккумуляции и консервации УВ.

Раздробленность земной коры.

Земная кора включает разрывы, отличающиеся по характеру их проявления, - от элементарных внутрипластовых до разломов планетарного характера. Последним свойственна большая протяжённость, многофазность и продолжительность развития.

Сейсмическими исследованиями обнаружено большое количество разломов в земной коре, в том числе и глубинных. Разломы определяют тектоническое районирование территории, влияют на миграцию флюидов.

Роль разломов как проводников растворов и магмы давно и хорошо известна. Многие исследователи подчеркивают их значение в пространственном размещении месторождений. Они, с одной стороны, могут способствовать их образованию, с другой, наоборот, их разрушению.

При различных генетических гипотезах происхождения нефти и газа роль разломов становится неодинаковой. У органиков - разломы — распределители нефти в осадочной толще, у неоргаников — пути миграции УВ с глубинных областей их синтеза в зону их концентрации в земной коре.

Обобщение материалов ГСЗ по глубоким «корневым» частям разломов показывают, что наиболее значительные из них зарождаются именно в мантии и лишь затем проникают в земную кору, при этом релаксируются, видоизменяются, создают сочетания менее значительных по амплитуде нарушений. Разлом проникает в земную кору, нарушает сплошность среды, дробит её, ветвясь, рассеивается, образуя системы более мелких разрывов. При этом, глубинные разломы не всегда достигают земной поверхности, а затухают на определённой глубине. Если по такой ветвящейся системе трещин идёт подъём нефтяных флюидов, они могут образовывать различные скопления, как в теле основного разлома, так и в его ответвлениях [5].

Возможность миграции растворов в зонах повышенной трещиноватости, равно как и существование трещин и полостей в земной коре нашло своё подтверждение в результате сверхглубокого бурения в кристаллических и осадочных породах. Получить представление о положении глубинного разлома в земной коре позволяют комплексные геофизические исследования, что в свою очередь в нефтегазовых областях может быть использовано при постановке поисковых работ по обнаружению путей миграции и скопления углеводородов.

Исключительно большое значение в структуре и истории формирования ДДА играли глубинные и другие разломы. Анализ их проявления на различных уровнях коры показал следующее. Плотность разломов (количество нарушений на единицу длины границы) верхней части консолидированной коры в 1,55 раза больше, чем в её основании. В то же время с глубиной нарастают вертикальные амплитуды разломов. Это нарастание не простое. В верхней части коры в диапазоне глубин 0-25 км, где амплитуды разрывных нарушений не превышают 5-6 км, наблюдается даже некоторое снижение амплитуд с глубиной. Картина резко меняется в низах коры, при переходе к мантии амплитуды быстро возрастают. В среднем по разделу М они в 2,09 раза больше, чем по поверхности фундамента [6].

Степень тектонической раздробленности поверхности фундамента и раздела М определялись расчётом показателя $N = K \times A$. Показатель N характеризует общую величину разрывной деформации по вертикали, зависящую от количества разломов на единицу длины границы (K) и их средней амплитуды (A) [7].

Несмотря на значительные различия между фундаментом и разломом М в отношении количества и амплитуд рассекающих их разломов, общая тектоническая раздробленность этих границ примерно одинакова для фундамента $N=0,062$, для раздела М — $N=0,063$.

При сопоставлении значений количества разломов на единицу длины - К по фундаменту вдоль ДДА наблюдается его закономерное уменьшение в юго-восточном направлении. Максимальное значение К на северо-западе составляет 0,167, т.е. примерно 17 разломов на 100 км границы, минимальное — 0,032 — три разлома на 100 км на юго-востоке. Амплитуда разломов внутри грабена в этом направлении увеличивается. Был просчитан показатель тектонической раздробленности N для фундамента. Значение N также постепенно увеличивается с 0,045 на северо-западе до 0,07 на юго-востоке.

Это постепенное нарастание амплитуд разломов и значений N вдоль ДДА свидетельствует об увеличении активности тектонических процессов в юго-восточном направлении.

Несколько другой показатель раздробленности фундамента рассчитывался по удельной плотности разломов для площади 100 км² (10 × 10 км). Вся структура Днепровского грабена была разделена на 587 квадратов (10 × 10 км). Средний показатель раздробленности фундамента для всей территории грабена равен 1,54, т.е. примерно 1,5 разлома на единицу площади. Был проведен анализ раздробленности площадей развития нефтяных, нефтегазовых и газовых месторождений Днепровского грабена. Оказалось, что нефтяные и нефтегазовые месторождения характеризуются меньшей раздробленностью (1,4) чем в среднем по Днепровскому грабену (1,54), а газовые — большей (2,3). То есть, нефтяные и нефтегазовые месторождения тяготеют к местам более спокойного, ненарушенного фундамента, а газовые, наоборот — к более активным раздробленным областям, характеризующимся повышенной раскрытостью недр.

Приведенные связи глубинного строения земной коры и нефтегазоносности регионов можно использовать в качестве критерия при обосновании условий формирования месторождений углеводородов.

Нефтегазоносность кристаллических пород.

На северном борту ДДА из кристаллических пород фундамента в пределах Хухринской и Юльевской площадей получены промышленные притоки углеводородов. Так, на скважине Юльевская-2 приток углеводородов впервые был получен не из коры выветривания, а ниже поверхности фундамента в интервале глубин 166-330 м. Здесь по геолого-геофизическим данным нефть присутствует в зонах разуплотнения пород фундамента. Нижняя граница нефтегазоносности в фундаменте не установлена. Тем не менее, по скоростным характеристикам разреза наиболее перспективные нефтегазоносные зоны (зоны разуплотнения) могут существовать на глубинах более 1-3 км от поверхности фундамента [8].

На востоке Восточно-Европейской платформы результатом глубинного бурения площадей Серноводско-Абдулинского авлакогена и Южно-Татарского свода стало открытие нефтегазоносных месторождений в кристаллическом субстрате.

Данные глубинного сейсмического зондирования в Урало-Поволжье указывают на сложную гетерогенную структуру фундамента. Характер волновой картины позволяет предположить существование в разрезе внутренних тектонических границ с вторичным преобразованием на них кристаллических пород. Благоприятные условия для концентрации углеводородов можно выделить в пределах субгоризонтальных зон внутри кристаллического фундамента, фиксируемых как глубинные разуплотнённые проницаемые зоны протяженностью в десятки километров. Такие зоны внутри фундамента встречаются на нескольких гипсометрических уровнях от 2 до 6 км.

В целом Днепровско-Донецкий и Серноводско-Абдулинский авлакогены имеют много общего — это сложно построенные зоны сочленения крупных блоков земной коры, раздробленные многочисленными нарушениями. Наиболее значительные из них — краевые разломы. Консолидированная кора авлакогенов имеет неоднородно-слоистое строение. По вертикали неоднородности коры группируются в отдельные структурно-петрографические комплексы с общим, преимущественно монотонным, нарастанием величин физических параметров с глубиной. На фоне этой вертикальной зональности

проявляются слои с пониженными плотностями и скоростями распространения упругих волн (волноводы). При определённых условиях эти зоны могли бы служить благоприятной структурной основой для концентрации ювенильных флюидов, в том числе и нефтегазоносных.

Выводы.

Глубинное строение центральной части ДДА изучено по достаточно плотной системе профилей КМПВ-ГСЗ. Здесь же разведано более 200 месторождений УВ. На основе анализа геофизических материалов о строении литосферы авлакогена, а также данных о пространственном распределении в нём многочисленных нефтегазовых залежей предпринята попытка изучить закономерности размещения УВ. Были рассмотрены соотношения между глубиной залегания основных границ земной коры, степенью их раздробленности тектоническими нарушениями и расположением нефтегазовых месторождений. Сопоставление особенностей строения земной коры с размещением нефтяных, нефтегазовых и газовых месторождений показало, что:

- 1) угол наклона поверхности фундамента под месторождениями УВ меняется, возрастая от нефтяных к нефтегазовым месторождениям, достигая максимума под газовыми;
- 2) удалённость месторождений УВ от ближайшего разлома в фундаменте уменьшается от нефтяных к газовым месторождениям;
- 3) простирания разломов фундамента под месторождениями УВ имеют свою специфику для каждого из трёх типов (нефтяных, нефтегазовых и газовых) месторождений, отличную от общих закономерностей их ориентировки в ДДА;
- 4) наблюдаются закономерное уменьшение коэффициента нарушенности и показателя тектонической раздробленности поверхности фундамента и раздала М в юго-восточном направлении; в этом же направлении возрастает степень катагенеза осадочных пород в ДДА;
- 5) мощность осадочных отложений возрастает при переходе от нефтяных месторождений к нефтегазовым и имеет наибольшее значение в местах размещения газовых месторождений; одновременно при этом, но в обратном направлении, происходит закономерное уменьшение значений глубин до раздела М;
- 6) кристаллические породы фундамента в прибортовых частях ДДА весьма перспективны для поисков углеводородов.

1. Тектоническая карта нефтегазоносных областей юго-запада СССР (с использованием материалов космических съёмок), М 1:500000. Ред. Крылов Н.А. — Киев: Министерство геологии УССР, 1987.
2. Атлас геологического строения и нефтегазоносности Днепро-Донецкой впадины. Редакторы — Арсирый Ю.А., Витенко В.А., Палий А.М. и др. — Киев: Министерство геологии УССР, 1984.-190 с.
3. Комплект карт: «Геология и металлогения юго-западной части Восточно — Европейской платформы» М 1: 1000000. Ред. Зарицкий А.И. — Киев: Госкомгеология Украины, 1992.
4. Кучма В.Г. Перспективная оценка нефтегазоносности центральной части Днепро-Донецкого авлакогена (статистический анализ) // Докл. НАН Украины, 2001. — 4. — С.110-114.
5. Чекунов А.В., Кучма В.Г. Глубинная структура разломов // Геотектоника, 1979, № 5. — С. 24-37.
6. Чекунов А.В., Кучма В.Г. О тектонической раздробленности земной коры // Доклады АН СССР, 1977. — Т. 232, № 6. — С. 1407-1409.
7. Чекунов А.В., Кучма В.Г. Тектоническая раздробленность земной коры и сейсмическая активность (на примере Украины) // Доклады АН СССР, 1979. — Т. 245, № 6. — С. 1472-1473.
8. Чекунов А.В., Хебаненко И.К., Кавеев И.К., Кучма В.Г. и др. Неоднородности земной коры, нефтегазоносность кристаллических пород фундамента (на примере Днепро-Донецкого и Серноводско-Абдулинского авлакогенов) // Геофиз. журн., 1990. — Т. 12, № 2. — С. 3-19.

Кучма В.Г. ОСОБЛИВОСТІ ГЛИБИНОЇ БУДОВИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОГО АВЛАКОГЕНУ, ЩО Є ЗНАЧНИМ ДЛЯ СКУПЧЕННЯ ВУГЛЕВОДНІВ.

Статистичний аналіз даних по глибині залягання границь в земній корі Дніпровсько-Донецького авлакогену дозволяє відзначити області розміщення вуглеводнів і виділити ділянки перспективні для розвідки нафти і газу.

Kuchma V.G. FEATURES OF DEEP STRUCTURE OF DNIEPER-DONETS AULACOGEN ESSENTIAL FOR HYDROCARBON ACCUMULATION.

The statistical analysis of data about depth borders in earth crust for the Dnieper-Donets aulacogen gives possibility to define areas with hydrocarbons and perspective territories for oil deposits.