

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫМ РАБОТАМ

И. Р. Захария¹⁾, В. Н. Силуянов¹⁾, Р. В. Асвинов²⁾

¹⁾Государственное предприятие «НПЦ по геологии», Филиал «Институт геологии»
ул. Академика Купревича, 7, 220084, г. Минск, Беларусь, oil_ig@geologiya.by

²⁾РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», ул. Рогачевская, 9, 246003,
г. Гомель, Беларусь, r.asvinov@beloil.by

Приведена аргументация необходимости изменения подходов к проведению геологоразведочных работ (ГРР) на нефть и газ с учетом возможности их глубинного происхождения, рассмотрена роль тектонических дислокаций и трещинообразования в процессе миграции флюидов. Приведены ключевые моменты, поставленные в основу новых подходов к ГРР.

Ключевые слова: кристаллический фундамент; глубинная концепция; тектонический разлом; трещиноватость; миграция; стратегия геологоразведочных работ.

NEW APPROACHES TO GEOLOGICAL EXPLORATION

I. R. Zakharia¹⁾, V. N. Siluyanov¹⁾, R. V. Asvinov²⁾

¹⁾State Enterprise «Research and Production Center for Geology»,
Branch «Institute of Geology», Akademik Kuprevich St., 7, 220084, Minsk, Belarus,
oil_ig@geologiya.by

²⁾State Production Association Belorusneft
Rogachevskaya St., 9, 246003, Gomel, Belarus, r.asvinov@beloil.by

Arguments are given for the need to change approaches to conducting geological exploration for oil and gas, taking into account the possibility of their deep origin, and considers the role of tectonic dislocations and fracturing in the process of fluid migration. Key points are presented, which are the basis of new approaches to exploration.

Keywords: crystalline foundation; deep concept; tectonic fault; fracturing; exploration strategy.

Существуют две основные концепции происхождения нефти: биогенная и глубинная. Биогенная концепция, известная как «осадочно-миграционная теория» [1], которая долгое время считалась доминирующей, объясняет формирование нефтяных скоплений за счет различных процессов трансформации и миграции экзогенного органического вещества биотического генезиса.

Однако глубинная концепция, основанная на неорганическом, глубинном происхождении нефти, к настоящему времени подтверждается

большим количеством фактов и получает все больше поддержки в среде геологов-нефтяников. Ее принятие требует пересмотра подходов к геологоразведочным работам, ведет к пониманию того, что значительное внимание необходимо уделять изучению разломной тектоники, вопросам миграции углеводородов (УВ), методам высокоточных геохимических и геотермических исследований для обнаружения ореолов рассеяния над скоплениями УВ и др.

Сейсморазведка является основным и практически единственным методом выявления перспективных на УВ объектов, но успешность поисковых работ на нефть и газ по всем изученным бассейнам мира в настоящее время составляет по разным оценкам в среднем 0,2–0,3 [2, 3]. То есть порядка 70–80 % разбуренных структур по разным причинам оказываются «пустыми». Принятие глубинной концепции и перестройка в связи с этим принципов ГРП может повысить успешность поисковых работ, увеличив глубинность исследований за счёт пород кристаллического фундамента (КФ), и сконцентрировав поиски в приразломных зонах и зонах развития тектонической трещиноватости как в КФ, так и в осадочном чехле (ОЧ).

Обе концепции — биогенная и глубинная — имеют одинаковые базовые критерии нефтегазоносности, но существенно различаются в трактовке процессов образования и миграции УВ. Глубинная концепция подчеркивает роль разломной тектоники в процессах субвертикальной миграции УВ и отвергает возможность их концентрации за счет поступления из нефтесборных площадей по латерали, как это предполагает биогенная концепция. Поэтому для поисков глубинной нефти необходимо всестороннее изучение разломной сети как путей миграции и процессов разломообразования, изучение глубинных эманаций и ареалов рассеяния УВ и их компонентов, изучение плотности теплового потока.

Тектонические разломы как объект изучения в свете глубинной концепции происхождения нефти приобретают важнейшее значение как пути поступления УВ в места их возможной аккумуляции. В Припятском прогибе, как и в ряде других нефтегазоносных бассейнов (НГБ) мира, большинство нефтяных залежей связано с разломами и контролируется ними: зоны нефтенакопления приурочены к основным региональным ступенеобразующим тектоническим разломам [4, 5]. Необходимо детально изучать глубинность разломов, их проводимость, активность и ее длительность, время активации/затухания, а также узлы (пересечения) разломов, так как эти показатели в целом влияют на формирование скоплений УВ глубинного генезиса. Также важно выяснение связи всех уже открытых месторождений с разломной тектоникой, оценка реальных расстояний возможного смещения скоплений нефти от разломов (путей глубинного

поступления), поиск зон развития трещиноватых пород и изучение генезиса трещинообразования.

Одной из важных особенностей скоплений нефти в КФ является то, что они, как правило, имеют неопределенные размеры и форму – то есть отсутствует как таковая ловушка в традиционном ее понимании. Поэтому для установления контуров таких аккумулятивных форм — объектов поиска — необходимо применение различных современных методов сейсморазведки и другие способы, позволяющие установить границы зон разуплотнения в теле КФ.

Миграцию, движение нефти в пустотном пространстве горных пород обуславливают три силы: сила всплытия (разность плотностей нефти и пластовой воды), гидродинамическая разгрузка эманаций глубинных процессов и конвективный тепломассоперенос. Все три силы направлены вертикально вверх. В то же время сила межмолекулярного взаимодействия между нефтью и поверхностью пустот породы – это основная сила, препятствующая движению нефти, и в латеральном, и в вертикальном направлениях [6, 7]. Силы энергетического взаимодействия УВ с твёрдой фазой, то есть сорбционные силы, весьма значительны и с учетом высокой дисперсности пустот могут вызвать связывание вплоть до 70 % нефти на нефтяных месторождениях, что снижает коэффициент вытеснения и извлечения. Такое влияние поверхностных явлений на сам процесс миграции нефти в пласте обосновывает невозможность эмиграции так называемой микронепти из глинистых пород и ее аккумуляции в породах-коллекторах. Миграция нефти как отдельной жидкой фазы происходит в основном за счет сил всплытия, вектор направленности которых и определяет вертикальный характер миграции как преобладающий [6]. Латеральная миграция нефти детально не изучена и вряд ли окажет существенное влияние на формирование скоплений УВ. Поступление нефти в ловушки происходит в результате тектонического разуплотнения пород и разломов из глубинных источников или разрушающихся скоплений.

Закон Н. А. Кудрявцева (1973) гласит, что если «...нефть или газ имеются в каком-либо горизонте разреза, в том или ином количестве они найдутся и во всех нижележащих горизонтах (хотя бы в виде следов миграции по трещинам)» [8, с. 140]. Из данного закона вытекает, что под уже открытыми месторождениями в осадочном чехле высока вероятность наличия УВ в нижележащих горизонтах как в ОЧ, так и в КФ при наличии ловушек – пород-коллекторов и флюидоупоров. И чем выше этажность уже установленной нефтеносности, тем больше вероятность обнаружения скоплений в нижних интервалах разреза.

Таким образом, закон Кудрявцева позволяет решать и обратную поисковую задачу: при прогнозировании и поисках нефти в КФ искать как

под уже открытыми/разрабатываемыми месторождениями, так и рядом в аналогичных структурно-тектонических условиях.

Геохимические исследования также являются весьма важным поисковым инструментом и должны быть направлены на поиск ореолов рассеивания УВ, геохимических аномалий, изучение состава эманаций над месторождениями и над разломами, на изучение различий геохимических полей в условиях активных и неактивных разломов, на изучение связи содержания органического углерода в породах с их нефтеносностью в свете глубинной концепции происхождения нефти. Современные технологии газогеохимической съемки высокоточной аппаратурой позволяют обнаружить глубинный водород и другие глубинные эманации, которые могут быть индикаторами УВ скоплений.

Новые подходы к геологоразведочным работам на нефть и газ, несмотря на то, что учитывают возможность и реальность глубинного генезиса УВ, в целом не отрицают роль структурного фактора при поиске скоплений УВ в ОЧ и наличия ловушки как необходимого атрибута аккумуляции УВ. Основа новых подходов – привязка поисков к сети тектонических нарушений и отрицание латеральной миграции нефти.

Ключевые моменты нового подхода к ГРП на основании глубинной концепции происхождения УВ, следующие:

- приуроченность возможных ловушек к основным глубинным разломам и их ответвлениям;
- сейсмические работы направлены как на детальное изучение разломной сети ОЧ и ее прослеживание в КФ, так и поиск зон разуплотнения и дезинтеграции в теле КФ, исследование коры выветривания;
- процесс ГРП включает всестороннее изучение разломов, их активность, градацию и возможную нефтегазоносность;
- невозможность сколь-нибудь значимой латеральной миграции УВ;
- возможность нефтегазоносности как осадочного чехла, так и кристаллического фундамента, что увеличивает потенциал региона;
- этажность нефтегазонакопления — согласно закону Кудрявцева, под уже открытыми месторождениями в осадочном чехле высока вероятность наличия скоплений УВ в нижележащих горизонтах;
- этажность скоплений в осадочном чехле как поисковый критерий для кристаллического фундамента: чем выше этаж нефтегазоносности чехла, тем более вероятны скопления в нижележающих горизонтах при наличии коллекторов и флюидоупоров для них;
- изучение теплового потока, теплового поля бассейна как показателя глубинных процессов и индикатора активных разломов;

- изучение ореолов рассеяния УВ и/или их компонентов, а также сопутствующих элементов – геохимических аномалий, прямыми методами как показателей наличия скоплений УВ и индикаторов активных разломов;
- как поисковый критерий выступает и состав пород КФ – большинство открытых месторождений мира в фундаменте приурочено к кислым породам – гранитам и гранитоидам.

Библиографические ссылки

1. *Вассоевич Н. Б.* Теория осадочно-миграционного происхождения нефти (исторический обзор и современное состояние) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1967. № 11. С. 135–156.
2. *Прищеп О. М., Отмас А. А., Куранов А. В.* Достоверность оценок перспективных ресурсов углеводородного сырья на подготовленных к бурению объектах // Минеральные ресурсы России. 2011. № 1. С. 21–26.
3. *Галкин С. В.* Методология учета геологических рисков на этапе поисков и разведки нефтяных месторождений // Вестн. ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2012. № 4. С. 23–32.
4. Геология и нефтегазоносность запада Восточно-Европейской платформы: К 70-летию БелНИГРИ. Минск : Беларус. навука, 1997.
5. Залежи углеводородов неантиклинального типа Припятско-Донецкого авлакогена / И. М. Шахновский [и др.]. Минск : Наука, 1986.
6. *Захария И. Р.* Миграция нефти в пустотном пространстве горных пород: латеральная или восходящая? // Литосфера. 2022. № 2(57). С. 76–87.
7. *Захария И. Р., Цагельник А. А.* Поверхностные явления на границе раздела фаз и нефтеотдача // Поиски и освоение нефтяных ресурсов Республики Беларусь: Сб. науч. тр. БелНИПИнефть, вып. 9. Минск : Экоперспектива, 2017. С. 50–58.
8. *Кудрявцев Н. А.* Генезис нефти и газа. Ленинград : Недра, 1973.