УДК 553.98(470.6) DOI: 10.69537/VKNIIRAN.2025.22.3.026

ГЛУБИННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ УВ И ФОРМИРОВАНИЕ ИХ СКОПЛЕНИЙ ЗА СЧЕТ ВЕРТИКАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ ФЛЮИДОВ ПО РАЗЛОМАМ НА ПРИМЕРЕ ТКП

© Даукаев Арун Абалханович

Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме глубинного образования УВ рассматриваемой на примере месторождений Терско-Сунженской нефтегазоносной области и других нефтегазоносных регионов России в качестве одного из проявлений процесса дегазации Земли. Приведены краткие сведения о развитии представлений о глубинных процессах нефтегазообразования и формирования месторождений за счет вертикальной миграции флюидных потоков. Перечислены основные показатели глубинного образования УВ. В заключении отмечено о необходимости дальнейшего изучения рассматриваемого региона (Терско-Сунженская нефтегазоносная область), в частности, Старогрозненского и других месторождений, в связи с совершенствованием теоретических основ и практики геолого-разведочных работ на нефть и газ.

Ключевые слова: гипотеза образования нефти, месторождения УВ, скопления нефти и газа, астеносфера, мантия, миграция флюидов, глубинные разломы.

DEEP FORMATION OF HYDROCARBONS AND THE FORMATION OF THEIR ACCUMULATIONS DUE TO VERTICAL MIGRATION OF FLUIDS ALONG FAULTS ON THE TKP EXAMPLE

© Daukaev Arun Abalkhanovich

Ibragimov Research Institute of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The article is devoted to the topical issue of deep hydrocarbon formation, considered using the example fields of the Tersko-Sunzhenskaya oil and gas region and other oil and gas regions of Russia as one of the manifestations of the Earth's degassing process. Brief information is provided on the development of ideas about deep processes of oil and gas formation and the formation of fields due to vertical migration of fluid flows. The main indicators of deep hydrocarbon formation are listed. In conclusion, it is noted that further study of the region under consideration (Tersko-Sunzhenskaya oil and gas region) is necessary, in particular, the Starogroznenskoye and other fields, in connection with the improvement of the theoretical foundations and practice of geological exploration for oil and gas.

***Key words*:** hypothesis of oil formation, hydrocarbon deposits, oil and gas accumulations, asthenosphere, mantle, fluid migration, deep faults**.**

ВВЕДЕНИЕ

Ключевой проблемой для геологии нефти и газа была и остается по сегодняшний день проблема происхождения углеводородов. От ее решения зависят методологические подходы к геолого-поисковым и разведочным работам на нефть и газ, определение запасов УВ, и распределению углеводородов на нашей планете. Несколько веков продолжаются дискуссии по поводу генезиса нефти и газа. В последние годы наметились тенденции сближения основных положений гипотез органического и абиогенного генезиса УВ с появлением концепций полигенезиса нефти, глубинного образования нефтегазовых УВ и других.

Грозненский нефтеносный район относится к одному из старейших нефтегазодобывающих регионов мира. Первое месторождение нефти (Старогрозненское) здесь открыли 1893 г. С этого года и по настоящее время (более 130 лет) данное месторождение находится в разработке. Последовательно здесь были открыты залежи нефти в караганских и чокракских песчаных пластах надвиговой и поднадвиговой зонах, майкопских отложениях, верхнемеловых карбонатных, нижнемеловых аптских и терригенных породах и газовая залежь в валанжинских отложениях. То есть, здесь можно констатировать о выполнении закона Н.А. Кудрявцева. Опираясь на этот закон на данной территории можно прогнозировать залежи нефти и газа и в более глубоких горизонтах юры, триаса и даже в палеозойских отложениях.

МЕТОДОЛОГИЯ

В качестве объекта исследования выбраны длительно разрабатываемые месторождения нефти и газа разных регионов России и зарубежья. При подготовке статьи были использованы публикации разных авторов по рассматриваемой проблеме и фондовые геолого-промысловые материалы по месторождениям разных регионов. Основными методами исследования являлись анализ, синтез и обобщение.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные аргументов и выводы концепций биогенного и минерального генезиса нефти. Как отмечалось выше на протяжении нескольких сотен лет продолжаются споры между сторонниками гипотез органического и абиогенного генезиса нефти и газа, представляемыми как взаимоисключающие концепции, несмотря на то, что обе концепции основывают свои основные положения на современных знаниях в области естественных наук. Неоднозначность в истолковании принципиальных вопросов образования и формирования УВ-скоплений в недрах Земли отрицательно сказывается на эффективности поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа и, соответственно, наращивании ресурсной базы УВ-сырья.

Еще в 1870-гг. Д.И. Менделеев научно обосновал и подтвердил опытами карбидную гипотезу о глубинном происхождении нефти, суть которой заключалась в том, что нефть формируется в глубинных недрах Земли в результате взаимодействия воды с карбидом железа. Описание данной гипотезы он дал в своей книге, вышедшей в 1877 году [7]. Позже учеником Д.И. Менделеева грозненским химиком К.В. Харичковым была предложена новая теория неорганического происхождения нефти, под названием «асфальтовая теория», в соответствии с которой нефть является производным от асфальта, содержащего в основном циклические соединения. Во второй половине XX в. отечественными и зарубежными исследователями Н.А. Кудрявцевым, В.Б. Порфирьевым, П.Н. Кропоткиным, Г.Н. Доленко, Э.Б. Чекалюком, Ф. Хойлом и др. был выдвинут ряд концепций глубинного образования нефти в рамках органического и абиогенного генезиса УВ.

Нестыковки основных положений концепций минерального и биогенного образования нефти связаны, прежде всего, разными подходами их сторонников к данной проблеме. Д. И. Менделеев рассматривал вопросы образования нефти в контексте естественно-исторического подхода, в учете особенности эволюции геологических и геохимических процессов и Земли в целом, взаимодействия всех ее оболочек, в отличие от сторонников органической гипотезы, основывающих свои положения на сравнении вещественных компонентов нефти и осадочных пород. Отдельные положения биогенной концепции тоже базируются на естественно-историческом подходе. В этом случае происходит сближения позиций сторонников разных концепций.

В целом, многолетние исследования сторонников обеих концепций способствовали выявлению определенных закономерностей распределения и условий формирования УВ-скоплений, и в целом развитию геологии и геохимии нефти.

Основные положения абиогенной концепции - связь скоплений УВ с глубинными разломами, роль внутренней энергии Земли в нефтеобразовании, ведущее значение вертикальной миграции флюидов и другие, опровергавшиеся сторонниками органических гипотез в дальнейшем получили их признание.

У исследователей обеих концепций имеются главные доводы, позволяющие им твердо оставаться в рамках своих концепций. Для сторонников биогенного генезиса главное — химическое сходство нефти с «живым» веществом, а для сторонников минерального генезиса — физическая возможность аккумуляции нефти в крупные скопления только энергоемкими и концентрированными вертикальными потоками, идущими с глубины. Это наиболее узловые и в то же время наиболее противоречивые вопросы всей проблемы происхождения нефти.

Ниже акцентируется внимание, наряду с другими показателями, на основных факторах глубинного образования нефти и газа, основываясь на флюидодинамических процессах в недрах Земли.

Глубинные флюиды в связи с образованием УВ и формированием скоплений нефти и газа

Флюиды представляют собой циркулирующие в глубинных недрах Земли водо-газонасыщенные растворы, переносящие тепло, химические элементы, растворяющие минералы и т.д. Практически все геологические концепции о развитии Земли основываются на представлениях о дегазации и выносе из недр в верхние горизонты земной коры огромных масс веществ. По мнению Ф. А. Летникова и других исследователей флюиды играют существенную роль в процессах формирования литосферы и некоторых видов полезных ископаемых. В частности, есть ряд гипотез об образовании нефти и газа из восходящих глубинных флюидных потоков за счет различных химических реакций.

Согласно гипотезе Э.Б. Чекалюка в качестве нефтепроизводящего слоя мантии предполагалась астеносфера с высокими значениями температуры и давлений. По представлениям Ш.Ф. Мехтиева, который тоже связывает процессы нефтеобразования с глубинными очагами и разломами, основными компонентами для образования являются газопаровая смесь мантии и органическое вещество осадочных слоев. Мигрирующая вверх по глубинным разломам газопаровая смесь ассимилирует органическое вещество и тем самым образует так называемую «первичную нефть». Аналогичные взгляды имеются и у других исследователей. Так, в работе Кучеров В.Г. отмечается: «Глубинный флюид, обладая высокой реакционной способностью при подъеме по зонам разломов и трешин растворяет органические вещества, расположенные на стенках, обогащаясь вторичными компонентами» [12]. Тем самым и объясняется наличие биомаркеров в природных нефтях.

Тесная связь зон разгрузки флюидов с ныне живущими глубинными разломами, а также состав многих компонентов рассолов и газов, сопровождающих углеводороды, позволяют предполагать присутствие в осадочных толщах вод современных гидротермальных систем. В составе вод нефтяных месторождений преобладают ионы Na+ и С1-. Кроме них, в водах содержатся рудные элементы (Mn, Cu, Zn, Ti, Al, Fe, Sr, Ba и др.), а также кремний, аммоний, углекислота, сероводород, фтор, что сближает эти воды с гидротермальными растворами.

В некоторые нефтегазоносные регионы, в том числе Терско-Сунженской нефтегазоносной области (ТСНО), среди высокоминерализованных вод в глубоких нефтеносных и газоносных пластах установлено очаговое залегание пресных и маломинерализованных вод. Эти воды обычно приурочены к подошвенным частям залежей и зонам дизъюнктивных нарушений. Происхождение таких вод трактуется по-разному. Отмечается сходство составов глубоких маломинерализованных вод с составом парогидротерм в вулканических районах и связь с ними проявлений УВ (Солопова, 1985). Имеются данные, позволяющие связывать происхождение таких вод с конденсацией средне- и низкотемпературных ювенильных флюидов газопаровой смеси, выносившей из глубинных зон Земли УВ (Козин, 1985).

Формирование крупных высокопродуктивных залежей в пределах ТСНО связано с вертикальной миграцией флюидных потоков из глубинных недр по разломам в стадии активного и кратковременного проявления предплиоценового, и частично антропогенового тектогенеза. Одним из подтверждений этого является негоризонтальное положение (наклонное) водо-нефтяного контакта (ВНК) отдельных залежей УВ ТСНО, Среднего Поволжья и других регионов России., с преимущественным наклоном в сторону крутых крыльев складок. Негоризонтальность ВНК объясняется тем, что нефть не успела ее гравитационно выровнитъ из-за более позднего ее поступления. Поступление нефти со стороны опущенных ВНК подтверждается различиями в плотностях нефти крутых и более пологих крыльев: нефть на крутых крыльях более легкая [1; 2]. Примеры тому имеются по Ромашкинскому и другим месторождениям.

Еще одним подтверждением вертикальной миграции флюидных потоков по разломным зонам служат прослеживающие на отдельных временных сейсмических разрезах субвертикальные зоны потери корреляции и синфазности отраженных волн (зоны дробления пород), отождествляемые со столбобразными каналами миграции флюидов [11]. Последние некоторые исследователи [5; 8] увязывают с газоводяной смесью, поднимающейся из глубинных частей земной коры в периоды тектонической активности. Субвертикальные геологические тела, или как их именуют по другому, «…субвертикальные каналы деструкции горных пород» прослежены по сейсмическим материалам ряда нефтегазоносных регионов. В частности, по данным интерпретации материалов трехмерной сейсморазведки по Западной Сибири на временных разрезах выделены «субвертикальные зоны деструкции горных пород, связанные с каналами глубинной дегазации флюидопотоков, по которым происходит вертикальная миграция УВ и заполнение ловушек во всем интервале геологического разреза» [4]. Внедрившиеся в осадочный чехол под высоким давлением флюиды последовательно заполняли имеющиеся ловушки и создавали новые локальные вместилища для нефти и газа. Флюидодинамическая модель месторождений района характеризуется высокой активностью флюидной системы, многоэтажностью УВ-скоплений (нижний - верхнеюрский подсолевой, средний - меловой и верхний - миоценовый этажи), активным проявлением глиняного диапиризма, наличием АВПД и т.д. [3]. Как отмечает автор геосолитонной концепции Р. М. Бембель, площадь нефтегазоносности месторождений не коррелируется с суммарными запасами УВ. В пределах ограниченных площадей месторождений насчитываются от нескольких десятков до 300 залежей УВ с общими запасами от сотен миллионов до 10 млрд тн (месторождения Гавар и др.).

На основе анализа и обобщения фактических материалов по нефтяным залежам Терско-Каспийского прогиба были отмечены следующие закономерности: максимальные объемы запасов УВ (более 90%) приурочены к высокоамплитудным структурам (Старогрозненская, Октябьская, Брагунская, Эльдаровская, и др.) Терской и Сунженской надразломных антиклинориев, характеризующимся наибольшей интенсивностью развития; анализ характера размещения скоплений УВ показал их концентрации на достаточно ограниченных площадях, контролируюемых зонами расположения разноориентированных глубинных разломов и узлами их пересечения и на совмещенность многочисленных залежей нефти и газа в разрезе отдельных месторождений (Старогрозненское, Октябрьское и др.).

ВЫВОДЫ

Таким образом, к главным факторам глубинного образования нефти и формирования залежей за счет вертикальной миграции по глубинным разломам можно отнести: естественные источники нефти и термоминеральных вод ювенильного происхождения на поверхности в пределах многих районов континентов и дна океанов; нахождение очагов образования нефти и газа в глубинных подкоровых зонах; формирование скоплений УВ за счет миграции УВ флюидов из глубинных зон по разломам и трещинным зонами и внедрением их в осадочные слои; негоризонтальное положение ВНК залежей УВ; наличие слабоминерализованных вод в подошвенной части залежей нефти; многоэтажность и многопластовость месторождений; АВПД в залежах УВ.

Основываясь на глубинной концепции образования УВ можно сделать некоторые выводы: скопление нефти и газа могут быть связаны с любыми горными породами обладающими емкостно-фильтрационными свойствами; аккумулированные в породах углеводородное скопление могут быть значительно моложе, чем сами горные породы; в разных регионах мира открыты месторождения крупных и гигантских размеров в пределах которых имеются нефтегазовые залежи с АВПД [13].

Проблема поисков и разведки месторождений нефти и газа, контролируемых дегазацией Земли, особо актуальна сегодня и требует детального изучения возможностей более рентабельных поисков, разведки и разработки месторождений подобного типа. При этом должно быть уделено внимание каналам дегазации, вторжения глубинных источников газов по ним и локализации флюидных потоков при формировании залежей УВ на путях миграции глубинных газов в Земле.

В связи с вышеизложенным в практику нефтегазового освоения территорий следует внести некоторые корректировки. Учитывая факт выраженной неравномерности распределения скоплений УВ, связанный с концентрированным поступлением флюидов из глубин при нефтегазогеологическом изучении территории необходимо: оценить потенциальные возможности по производству УВ очагов нефтегазообразования; проводить работы с использованием комплекса методов по выявлению и локализации путей миграции флюидных потоков и месторождений находящиеся вблизи них и соответственно имеющих современную подпитку УВ [10;14] в практику разработки месторождений «вводить специальные реабилитационные периоды, когда залежь или месторождение выводится из эксплуатации и пополняет свои ресурсы за счет естественной энергии пласта и подтока УВ флюидов»[6;9]; организация мониторинга динамики запасов нефти месторождений и объемов добычи нефти и изменении некоторых физических параметров, химического состава и свойств нефтей по площади и глубине; проведение комплексных геолого-геофизических, структурно-геоморфологических и геодинамических исследований, направленные на поиски и разведку новых нефтегазоперспективных объектов небольших размеров в зонах пересечения разноориентированных глубинных разломов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аширов К.Б. О времени формирования нефтяных месторождений Среднего Поволжья. М.: Недра, 1967. С. 576-582.
2. Аширов К.Б. О геологическом времени формирования месторождений Урало-Поволжья // Геология нефти и газа, № 9, 1990.
3. Багдасарова М.В. Особенности флюидных систем зон нефтегазонакопления и геодинамические типы месторождений // Геология нефти и газа. 2001. № 3. С. 50–56
4. Бембель С. Р., Федоров М.Ю., Шубина М.А. и др. Перспективы нефтегазоносности ачимовских резервуаров на участках развития аномального разреза верхнеюрских отложений по данным сейсморазведки в западной Сибири / Нефтяное хозяйство, № 12, 2024. С. 76-81.
5. Валяев Б.М. Углеводородная дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений // Геология нефти и газа. 1997. № 9. С. 30-37.
6. Гаврилов В.П. Возможные механизмы естественного восполнения запасов на нефтяных и газовых месторождениях // Геология нефти и газа, №1, 2008. С. 57-65.
7. Даукаев А.А. История и перспективы развития геологоразведочных и научно-исследовательских работ на нефть и газ на Северном Кавказе (XIX-XXI вв). М.: Спутник, 2018. 224 с.
8. Дмитриевский А.Н., Валяев Б.М., Родкин М.В. Изотопно -геохимические показатели глубинности процессов нефтегазообразования и нефтегазонакопления //Актуальные проблемы нефти и газа, № 4(27), 2019. С.21

9. Доценко В.В. Геохимия и происхождение нефти и газа: Учебное пособие для вузов / под ред. А.Н. Резникова. Ростов-на-Дону: Изд-во ООО «ЦВВР», 2007. С. 188-195.
10. Запивалов Н П, Попов И П. *Флюидодинамические модели залежей нефти и газа.* Новосибирск: Издательство СО РАН, филиал "Гео", 2003. 198 с.
11. Керимов И.А., Моллаев З.Х., Доценко В.В. Состояние изученности, особенности геологического развития, строения и перспективы нефтегазоносности Таманской части Керченско-Таманского прогиба // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Том XI / Под ред. И.А. Керимова, В. А. Широковой, В.Б. Заалишвили, В.И. Черкашина. М.: ИИЕТ РАН, 2021. С. 75-86.
12. Кучеров В.Г. Генезис углеводородов и образование залежей нефти и природного газа // Научно-технический сборник Вести газовой науки. №1(12), 2013. С. 86-91.
13. Пиковский Ю. И. Минеральная нефть: развитие представлений о неорганическом происхождении месторождений нефти и газа». Москва: НИЦ «ИНФРА-М», 2024. 350 с.
14. Савина Ю.А, Зашихин В.В, Степанов А.Н. Экспериментальные, термодинамические и механические аспекты изучения механизмов формирования тяжелых нефтей //Геология и недропользование, № 5(9), 2022. С 88-99.

REFERENCES

1. Ashirov K.B. On the time of formation of oil fields in the Middle Volga region. Moscow: Nedra, 1967. pp. 576-582.
2. Ashirov K.B. On the geological time of formation of deposits in the Ural-Volga region // Geology of Oil and Gas, No. 9, 1990.
3. Bagdasarova M.V. Features of fluid systems of oil and gas accumulation zones and geodynamic types of deposits // The geology of oil and gas. 2001. No. 3. pp. 50-56
4. Bembel S. R., Fedorov M.Yu., Shubina M.A. and others. Prospects for the oil and gas potential of the Achimov reservoirs in the development areas of the anomalous section of the Upper Jurassic deposits according to seismic survey data in Western Siberia / Oil Industry, No. 12, 2024. pp. 76-81.
5. Valyaev B.M. Hydrocarbon degassing of the Earth and the genesis of oil and gas deposits // The geology of oil and gas. 1997. No. 9. pp. 30-37.
6. Gavrilov V.P. Possible mechanisms of natural replenishment of reserves in oil and gas fields // Geology of oil and gas, No. 1, 2008. pp. 57-65.
7. Daukaev A.A. History and prospects of development of geological exploration and scientific research for oil and gas in the North Caucasus (XIX-XXI centuries). Moscow: Sputnik, 2018. 224 p.
8. Dmitrievsky A.N., Valyaev B.M., Rodkin M.V. Isotope-geochemical indicators of the depth of oil and gas formation and accumulation processes //Actual Problems of Oil and Gas, No. 4(27), 2019. pp.
9. 219. Dotsenko V.V. Geochemistry and the origin of oil and gas: A textbook for universities / edited by A.N. Reznikov. Rostov-on-Don: Publishing house of TSVVR LLC, 2007. pp. 188-195.

10. Zapivalov N. P., Popov and P. Fluid dynamic models of oil and gas deposits. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Geo, 2003. 198 p.
11. Kerimov I.A., Mollaev Z.Kh., Dotsenko V.V. The state of exploration, features of geological development, structures and prospects of oil and gas potential of the Taman part of the Kerch-Taman trough // Modern problems of geology, geophysics and geoecology of the North Caucasus. Volume XI / Edited by I.A. Kerimov, V. A. Shirokova, V.B. Zaalishvili, V.I. Cherkashin. Moscow: IIET RAS, 2021. pp. 75-86.
12. Kucherov V.G. The genesis of hydrocarbons and the formation of oil and natural gas deposits // Scientific and technical collection of News of gas science. No. 1(12), 2013. pp. 86-91.
13. Pikovsky Yu. I. Mineral oil: the development of ideas about the inorganic origin of oil and gas deposits."Moscow: SIC "INFRA-M", 2024. 350 p.
14. Savina Yu.A., Zashikhin V.V., Stepanov A.N. Experimental, thermodynamic and mechanical aspects of studying the mechanisms of formation of heavy oils //Geology and Subsoil Use, No. 5(9), 2022. pp. 88-99.