

УДК 551.72

DOI 10.47148/0016-7894-2024-4-79-86

Гипотезы двух основных путей образования углеводородных скоплений

© 2024 г. | А.А. Ивлев

Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт (ФГБУ «ВНИГНИ»), Москва, Россия; aa.ivlev@list.ru

Поступила 18.03.2024 г.

Доработана 25.04.2024 г.

Принята к печати 19.05.2024 г.

Ключевые слова: движение литосферных плит; орогенный и геосинклинальный периоды; орогенические циклы; гравитационное взаимодействие; биогенный и абиогенный путь синтеза углеводородных скоплений; литосферные плиты; фотосинтез.

Аннотация: В рамках разработанной недавно концепции глобального цикла биосферного углерода рассмотрен вопрос о происхождении углеводородных скоплений на Земле. Предложены гипотезы двух основных путей образования углеводородных скоплений: биогенный путь формирования жидких углеводородных скоплений (нефти) и абиогенный путь образования газообразных углеводородных скоплений. При биогенном пути в качестве источника углерода для жидких углеводородов рассматривается органическое вещество, возникшее за счет фотосинтетического и гетеротрофного синтеза и последующего его преобразования в осадке. После достижения определенного уровня зрелости осадочное органическое вещество выделяет подвижную часть, которая эмигрирует в ловушки, образуя нефтяную залежь. Условия накопления «живого» органического вещества и его характеристики зависят от условий фото- и гетеротрофного синтеза, которые меняются в ходе орогенических циклов, повторяющихся во времени. Динамика орогенических циклов, их деление на разные по длительности периоды, начало и конец циклов зависят от движения литосферных плит и «дыхания» Земли. Особенно важна смена орогенических циклов, сопровождаемая резкими изменениями условий обитания организмов. Большая их часть погибает, обеспечивая условия для накопления осадков с богатым содержанием органического вещества («черных сланцев»). Абиогенный путь образования углеводородных скоплений непосредственно связан с «дыханием» Земли и динамикой глубинных флюидов. Наиболее важен момент рифтогенеза, когда поток водорода и продуктов его взаимодействия с углеродом вместе с потоком магмы прорывают литосферную оболочку и попадают в земную кору, образуя скопление. Водород в силу большой подвижности рассеивается, а продукты его взаимодействия с углеродом (метан и его ближайшие гомологи) образуют газовую залежь. Рассмотрены различия характеристик химического состава соединений углерода нефтяных и газовых скоплений и как гипотезы о биогенном и абиогенном путях образования углеводородных скоплений соотносятся с существующими концепциями органического и неорганического происхождения нефти.

Для цитирования: Ивлев А.А. Гипотезы двух основных путей образования углеводородных скоплений // Геология нефти и газа. – 2024. – № 4. – С. 79–86. DOI: 10.47148/0016-7894-2024-4-79-86.

Благодарности: Автор выражает искреннюю благодарность профессорам В.И. Петерсилье и Н.М. Пржевальскому за полезные замечания и советы.

Hydrocarbon accumulations: hypothesis of two main formation ways

© 2024 | A.A. Ivlev

All-Russian Scientific-Research Geological Oil Institute (VNIIGNI), Moscow, Russia; aa.ivlev@list.ru

Received 18.03.2024

Revised 25.04.2024

Accepted for publication 19.05.2024

Key words: movement of lithosphere plates; orogenic and geosynclinal periods; orogenic cycles; gravitational interaction; biogenic and abiogenic pathways of hydrocarbon accumulation synthesis; lithosphere plates; photosynthesis.

Abstract: Within the framework of the recently developed concept of the global biosphere carbon cycling, the issue of HC accumulation origin on the Earth is considered. A hypothesis is proposed about two main ways of hydrocarbon cluster formation, namely: the biogenic way of liquid hydrocarbon (oil) accumulation and the abiogenic way of gaseous hydrocarbon accumulation. The biogenic pathway is related to Organic Matter formed by photo- and heterotrophic synthesis and subsequent transformation of OM in sediment as the only carbon source for liquid hydrocarbons. After reaching a certain level of maturity, OM releases a mobile part, which emigrates into traps thus forming an oil deposit. The conditions of accumulation of "living" Organic Matter and its characteristics depend on the conditions of photo- and heterotrophic synthesis, which change during orogenic cycles that repeat over time. The dynamics of orogenic cycles, their division into periods of different duration, the beginning and end of the cycles depend on lithosphere plates movement and deep "breathing" of the Earth. The key moment is the orogenic cycles change accompanied by abrupt changes in the living conditions of organisms. Most of them die, providing conditions for the formation of sediments rich in OM ("black shales"). The abiogenic pathway of HC accumulations formation is directly related to deep "breathing" of the Earth associated with of deep fluid dynamics. The most important point is rifting, when the flow of hydrogen and the products of its interaction with carbon, together with the flow of magma, break through the lithosphere shell and enter the earth's crust. Because of its high mobility, hydrogen

dissipates, and products of its interaction with carbon (methane and its closest homologues) form a gas deposit. Characteristics of chemical composition of oil and gas hydrocarbon accumulations are associated with their origin. The hypotheses about biogenic and abiogenic ways of hydrocarbon clusters formation correlate with the existing concepts of "organic" and "inorganic" origin of oil.

For citation: Ivlev A.A. Hydrocarbon accumulations: hypothesis of two main formation ways. *Geologiya nefi i gaza*. 2024;(4):79–86. DOI: 10.47148/0016-7894-2024-4-79-86. In Russ.

Acknowledgments: The author expresses his sincere gratitude to professors Viktor I. Petersilie and Nikolai V. Przhevalsky for their helpful comments and advice.

Глубинное «дыхание» Земли как следствие гравитационного воздействия тел околосолнечной системы

Изучение глобального цикла биосферного углерода [1, 2] выявило неизвестную ранее связь фотосинтеза на Земле с движением литосферных плит, составляющих твердую оболочку Земли. Дрейф литосферных плит неравномерный. В нем выделяют короткую фазу быстрого движения, называемую «орогенным периодом», и длительную фазу медленного спокойного движения, называемую «геосинклинальным периодом» [3]. Было высказано предположение, что неравномерный дрейф плит связан с перемещением подвижных флюидных потоков расплавленной магмы, которая подстигает литосферную оболочку [4]. Ранее геологи [5, 6] обратили внимание на пульсационную динамику потока водорода, идущего от ядра планеты, которая оказалась синхронизированной с тектонической активностью земной коры.

В потоке водорода обнаружены сильнейшие короткие импульсы. В такой момент глубинный поток, включающий расплавленную магму, газообразный поток водорода и продуктов его взаимодействия с углеродом (метан и другие простейшие УВ), а также летучие соединения других элементов, прорывает литосферную оболочку и попадает в пространство земной коры. Этот процесс называют «рифтогенезом». Первым, кто обратил внимание на пульсационную динамику не только глубинных, но и многих геологических процессов, был В.И. Вернадский [7]. Он даже использовал для его обозначения поэтический термин «дыхание» Земли. Термин оказался весьма выразительным и закрепился. Некоторые геологи считали неравномерную ритмичную дегазацию фундаментальной закономерностью Земли, отражающейся в циклах ее развития [8–10]. Было замечено, что пульсационная динамика глубинных процессов хорошо согласуется с проявлениями базальтового вулканизма и биотическими кризисами на Земле [10]. Также высказано предположение, что исходной причиной пульсаций и наблюдаемой динамики «дыхания» Земли является гравитационное воздействие тел околосолнечной системы на Землю [4].

В настоящей статье, основываясь на модели глобального цикла биосферного углерода и вышеизложенных представлениях о «дыхании» Земли, рассмотрены вероятные причины возникновения жидких (нефти) и газообразных УВ-скоплений на Земле. На основании результатов этого рассмотрения сделан вывод о существовании двух незави-

симых путей образования УВ-скоплений, один из которых — биогенный — связан с фотосинтезом и объясняет происхождение нефти, второй — абиогенный — связан с глубинным «дыханием» Земли и объясняет происхождение УВ газовых скоплений. Ниже изложены аргументы, обосновывающие существование упомянутых путей.

Биогенный путь образования жидких УВ-скоплений (нефти)

Биогенный путь является частью биосферного цикла углерода и поэтому начнем рассмотрение с постулата, обосновывающего вероятную связь всех процессов на Земле с непрерывным и неравномерным движением литосферных плит, которое отражает гравитационное влияние тел околосолнечной системы на Землю.

Считается, что литосферная оболочка отделяет пространство земной коры от внутренних слоев, мантии и ядра. Во внутреннем пространстве под литосферой из-за влияния гравитационных сил вращаются подвижные флюиды: расплавленная магма и водородный поток, идущий от ядра. Через определенные промежутки времени под действием гравитации и температурных градиентов происходит прорыв литосферной оболочки и глубинные флюиды устремляются в пространство земной коры.

Глубинные флюиды неоднородны, поэтому при разрыве литосферной оболочки поток разделяется. Основная часть магмы соприкасается с океанической водой, затвердевает и образует новую плиту. Последняя толкает соседние плиты, заставляя их двигаться. Интервал, в течение которого происходит прорыв литосферы, относительно короткий и совпадает с ускоренным движением плит. Этот короткий период называется «орогенным». За ним следует длительный и относительно спокойный геосинклинальный период, в течение которого скорость движения плит замедляется. Неравномерное движение литосферных плит отражается в мощности осадочных отложений [3]. Орогенный и геосинклинальный периоды составляют орогенические циклы [11], контролируемые циклично меняющимися гравитационными силами.

В орогенный период в глубокопогруженной зоне субдукции, где океанические литосферные плиты сталкиваются с плитами континентальных окраин, возникают «активные» коллизии, при которых выделяется огромная энергия, инициирующая термохимическую сульфатредукцию [1]. В этой реакции окисляется ОВ, поступающее с поверхности континентальной плиты, где оно образуется. Угле-

кислый газ, выделяющийся при окислении, поднимается на поверхность Земли, заполняя атмосферу и гидросферу, и распределяется по всей планете, стимулируя фотосинтез.

За орогенным наступает длительный и тектонически спокойный геосинклинальный период взаимодействия плит. Но, поскольку плиты движутся медленнее, выделяющейся энергии недостаточно для инициирования термохимической сульфатредукции. Поэтому окисления ОВ не происходит и углекислый газ на поверхность Земли не поступает. В системе атмосфера – гидросфера в этот период происходит истощение углекислого газа за счет продолжающегося фотосинтеза, начавшегося в орогенный период. Океанические плиты, будучи более мелкими по размерам, после столкновения с окраиной континентальной плиты погружаются в расплав магмы и растворяются в ней. Континентальная плита после столкновения воздымается и участвует в горообразовании.

Как следует из модели биосферного цикла, истощение углерода на поверхности континентальной плиты в геосинклинальный период приводит к определенной последовательности климатических и биотических событий в биосфере, что подтверждается геологическими, палеонтологическими и изотопными данными [2].

Фотосинтезируемая биомасса является основой для гетеротрофной ассимиляции и образования «живого вещества», после отмирания которого и попадания в осадок формируется осадочное ОВ. Осадочное ОВ, опускаясь и преобразуясь, в конце концов достигает зоны субдукции, где в орогенный период ОВ окисляется, завершая цикл биосферного углерода.

Наиболее важным этапом в накоплении осадочного ОВ и в последующем генезисе нефтяных УВ является смена орогенических циклов, когда геосинклинальный период предыдущего цикла сменяется на орогенный период следующего. В связи со значительными изменениями условий обитания «живого вещества», вызванными резкими вариациями температуры и содержания кислорода, при смене орогенических циклов происходит массовая гибель организмов, которая поставляется в осадок большое количество биогенного материала, создавая тем самым условия для образования пород, обогащенных ОВ («черных сланцев»). Последние становятся основой для генерации нефти при последующих преобразованиях в осадке [12].

Описанная последовательность биосферных событий представляет биогенный путь синтеза «живого вещества», которое после отмирания переходит в осадочное ОВ. При определенном уровне преобразованности осадочного вещества в нем образуются консолидированная (кероген) и подвижная части (битумоид). Часть битумоида отделяется и в виде нефтяных УВ скапливается в ловушках, образуя залежь. Таким образом, гравитационное

воздействие на Землю тел околосолнечной системы и глубинное «дыхание» Земли сказываются еще на стадии фотосинтеза и образования «живого вещества» и, в конечном счете, приводят к формированию скоплений нефтяных УВ. Сказанное подтверждается обнаруженной синхронностью следов массового вымирания организмов, появлением «горючих сланцев» и стадий рифтогенеза (прорыва литосферной оболочки) [10], которые в точности соответствуют описанной ранее последовательности биосферных событий на биогенном пути формирования нефтяных месторождений [2].

Необходимо отметить, что нефтяные УВ, конечно, могут образовываться и при термической деструкции молекул ОВ, за пределами орогенного периода, т. е. за счет пород значительно менее обогащенных ОВ, но при этом количество образовавшихся УВ будет гораздо меньше того содержания, которое генерируется ОВ, образованным при массовой гибели организмов. Достаточно сказать, что на 1 м^3 породы соленосных отложений приходится буквально граммы УВ, в глинах — 0,5 кг, в алевролитах — 200 г, в известняках — 250 г, а в горючих сланцах на тот же 1 м^3 осадочных отложений может приходиться до 6 кг [13, 14]. Различия вполне очевидны.

Абиогенный путь образования газовых УВ-скоплений

Абиогенный путь образования УВ-скоплений связан с той частью флюида, в основе которой находится водородный поток, идущий от ядра планеты и возникший еще во время ее формирования [15, 3]. В пользу справедливости предположения, что водород являлся первоначальной основой потока, свидетельствует единственная в мире водородная скв. Бугу-1 возле Буракебугу (Мали) с выходом 98 % водорода, которая эксплуатируется с 2011 г. [16]. В пользу этого свидетельствует и присутствие водорода в газовой фракции выбрасываемых вулканами веществ, доля которого составляет до 3 % у Везувия, до 22,3 % у Мон-Пеле, а в Исландии вулканические источники выбрасывают струи газа, содержащие 54 % водорода.

Благодаря высокой подвижности молекул водорода, в большинстве случаев после прорыва литосферной оболочки он рассеивается и к моменту исследования в УВ-скопления доходит лишь газовая смесь, в которой сохраняются только наиболее устойчивые продукты взаимодействия водорода с углеродом. Это метан и ближайшие гомологи. Водород в свободном виде сохраняется лишь в редких случаях, когда имеется хорошая крышка. Образование более сложных углеводородных соединений, типичных для нефти, с точки зрения химии, в условиях потока магмы вряд ли возможно, потому что для их синтеза требуются многоступенчатые реакции и присутствие катализаторов, которых в предполагаемых условиях нет. Образование нефтяных УВ может происходить при деструкции еще более сложных биогенных молекул, синтез которых осу-

ществляется в ферментативных цепях в условиях «живой» клетки. Помимо газообразного водорода для генерации простейших УВ-соединений необходим углерод, которого в магме, как было показано в работах А.П. Виноградова, достаточно со времени образования Земли, когда происходила агломерация метеоритов [17–19].

Что касается метана, являющегося главным продуктом взаимодействия водорода с углеродом, то он вполне устойчив в условиях глубинного потока. Об этом говорят данные по бурению глубоких и сверхглубоких скважин, в частности в Тюмени, что дает основание предполагать глубинные эманации (истечения) метана в осадочный чехол [20]. Это же подтверждают и результаты термодинамических расчетов, указывающие на возможность существования метана в условиях мантии Земли при температурах до 1300–1500 °С [21].

Сопоставление основных особенностей биогенного и абиогенного путей образования УВ-скоплений

С точки зрения химии, в условиях магмы могут образоваться метан и его простейшие гомологи. Относительную простоту состава глубинных газов, содержащих в большинстве случаев метан, гелий и азот, отмечал еще В.И. Вернадский [7]. В пользу простого состава свидетельствует газ гигантских газовых месторождений, таких как Уренгойское (6300 км³), Бованенковское (4600 км³), Штокмановское (3100 км³) и др. (табл. 1).

Как видно из табл. 1, практически во всех случаях доминирующим компонентом является метан (с содержанием более 90 %) с небольшой примесью ближайших гомологов. Из углеводородных газов чаще всего присутствует азот.

Автор статьи выбрал наиболее крупные УВ-скопления, поскольку на них меньше всего должны сказаться примеси газов другого происхождения. Сам размер скопления позволяет предположить, что оно сформировалось в результате рифтогенеза при прорыве литосферной оболочки под громадным давлением. В пользу этого свидетельствует и простой химический состав газа, согласующийся с тем, который мог бы образоваться в магме астеносферы.

Газы, которые накапливаются при термической деструкции ОБ и нефти, т. е. на биогенном пути преобразования ОБ, лучше всего аппроксимировать попутными нефтяными газами. Состав попутных газов сильно отличается от газов абиогенного происхождения (табл. 2). В них заметно снижено содержание метана. Появилось ощутимое количество гомологов, в том числе высших ($> \Sigma C_4H_{10+}$, включая изомеры).

Поэтому в случае значительного смешения газов биогенного происхождения с газами абиогенного генезиса можно было бы ожидать смещения химического состава в сторону газов (см. табл. 2).

Содержание метана должно снизиться, а гомологов — ощутимо вырасти.

В химических справочниках, посвященных месторождениям нефти и газа, имеется множество примеров, которые можно рассматривать как свидетельства смешения газов разного происхождения. Чтобы объяснить это, следует напомнить, что согласно представлениям сторонников органического происхождения нефти, газы биогенного образования, как и газы абиогенного генезиса возникают в орогенные периоды орогенических циклов, когда происходит рифтогенез. Если к этому добавить, что в эти же интервалы геологического времени, согласно представлениям ряда геологов [8–10], формируются структуры нефтегазовых бассейнов (ловушки, флюидоупоры и др.), то, принимая во внимание высокую подвижность газов, становится очевидной возможность смешивания газов разного генезиса в пределах нефтегазоносных бассейнов.

Кроме того, альтернативное объяснение формирования громадных УВ газовых скоплений с позиции их биогенного происхождения невозможно еще и потому, что для образования столь высокого содержания метана в крупных залежах нельзя подобрать потенциальную материнскую породу.

Подытожим некоторые главные особенности биогенного и абиогенного путей образования УВ-скоплений. Особенностью биогенного пути является то, что он начинается не с образования «живого вещества» при фотосинтезе и гетеротрофном синтезе на земной поверхности и последующего преобразования в осадке, как принято считать, а с «активных» столкновений литосферных плит в зоне субдукции в орогенный период орогенических циклов, которые инициируют сульфатредукцию, где окисляется ОБ, и CO₂, поднимаясь на поверхность, стимулирует фотосинтез, а затем начинается гетеротрофный синтез «живого вещества». Все последующие стадии преобразования биогенного материала в осадке в целом известны, а детали продолжают изучаться.

В отличие от абиогенного пути, состав и структуры молекул, входящих в УВ-смесь и образующихся при биогенном преобразовании, кардинально отличаются своей сложностью от простого состава УВ, образующихся при синтезе с участием водорода и углерода в условиях температур и давлений, характерных для глубинных газовых потоков. В них доминирующим компонентом является метан.

Косвенно биогенный и абиогенный пути происхождения УВ-скоплений подтверждаются существованием аномальных геохимических ассоциаций «черных сланцев» с рудами редких металлов U, Mo, V, Re, Se, Zn, Cu, Hg и ряда других редких элементов [12].

Действительно, было показано [2, 4], что образование «черных сланцев» связано с биогенным путем их синтеза и происходит при смене орогенических циклов, когда вымирает значительная часть

Табл. 1. Состав газа в крупнейших газовых месторождениях России и СНГ

Tab. 1. Gas composition in the major gas fields of Russia and CIS

Месторождение	Объемное содержание, %					
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	Σ C ₄ H ₁₀₊	N ₂	Запасы, км ³ · 10 ³
Уренгойское	96,31	0,09	0,01	0,1	3,41	3,5
Ямбургское	95,2	0,04	0,02	0,1	4,64	2
Штокмановское	96,24	1,33	0,37	0,19	1,87	3,9
Медвежье	98,56	0,01	0,01	0,6	0,82	1,9
Газлинское	94,6	2,06	0,27	0,3	2,77	2,2
Усть-Вилуйское	90	4,5	0,9	1,4	3	0,5
Шатлыкское, Туркменистан	95,05	1,63	0,2	0,04	1,4	2,5
Карадагское, Азербайжан	96,45	1,5	0,2	0,1	1,75	1,3
Бованенковское	90,83	4,76	1,63	2,22	0,56	4,6
Шебелиновское, Украина	92,95	3,85	1,05	0,31	1,5	0,7
Северо-Ставро- польское	98,90	0,29	0,16	0,05	0,6	0,9

Примечание. Численные данные взяты из справочников [22, 23]. По отдельным месторождениям данные дополнены из Интернета.

Note. Numerical data are taken from handbooks [22, 23]. Data for certain fields are supplemented from the Internet.

Табл. 2. Состав нефтяных (попутных) газов некоторых месторождений

Tab. 2. Composition of petroleum (associated) gas in a number of fields

Месторождение	Объемное содержание, %						
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	Σ C ₄ H ₁₀	Σ C ₅ H ₁₂₊	Σ C ₆ H ₁₄₊	N ₂
Самотлорское	68	4,4	9,6	7,8	1,05	3,5	1,7
Правдинское, Ханты-Мансийский АО	58,4	11,65	14,53	9,2	3,62	0,57	0,66
Ромашкинское, Татарстан	49,41	20,38	16,23	6,39	1,64	0,43	11,23
Коробковское, Нижнее Поволжье	76,25	8,13	8,96	3,54	1,04	–	1,25
Месторождение Юж- но-Балыкское, Ханты-Мансийский АО	68,16	9,43	15,98	4,5	0,51	0,66	0,64
Бавлинское, Татарстан	35	20,7	19,9	9,8	5,8	–	8,4
Узеньское, Казахстан	50,2	20,2	16,8	7,7	3	–	2,3

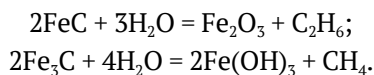
живущих организмов, которые обеспечивают накопление осадков, обогащенных ОВ. В то же время показано, что ассоциация минералов редких металлов, как правило, сопутствующая отложениям «черных сланцев», имеет вулканическое происхождение [24]. Это указывает на то, что редкие металлы, как и «черные сланцы» попали на поверхность Земли при рифтогенезе вместе с потоком лавы и флюидами, сопровождающими этот поток. Это и свидетельствует о связи редких металлов с потоком флюидов абиогенного происхождения.

Соотнесение гипотез биогенного и абиогенного происхождения УВ нефтяных и газовых скоплений с существующими концепциями органического и неорганического происхождения нефти

Интересно посмотреть, как соотносятся изложенные автором статьи представления с известными геологическими концепциями органического и неорганического происхождения нефти. Отметим, что органическая концепция [25], как и изложенный биогенный путь синтеза УВ-скоплений, предполагают, что осадочное ОВ, образовавшееся из «живого

вещества», претерпевает ту же последовательность превращений, которая в конце концов приводит к появлению нефти. Неорганическая концепция происхождения нефти [26–28] просто предполагает, что синтез нефти происходит в астеносфере из водородного потока, возникшего при «дыхании» Земли, и углерода, присутствующего в магме, а детальный химизм образования заменен гипотезой о том, что органическая химия потенциально может объяснить появление любого органического соединения с помощью многоступенчатого синтеза, полагая что такой синтез возможен в условиях астеносферы (при $T > 1500$ °C). Это весьма спорное утверждение никто не проверял. При этом в качестве аргументов в пользу неорганической концепции приводились малоизученные факты, такие как формирование осадочных нефтегазоносных бассейнов, образование флюидоупоров, появление взрывных кольцевых разномасштабных структур разных диаметров и т. д. [10].

Основоположителем абиогенного пути образования УВ-скоплений был выдающийся русский химик, ученый-энциклопедист Д.И. Менделеев [29]. Выступая 1837 г. в Русском химическом обществе, он изложил гипотезу абиогенного происхождения нефти, опираясь на предложенную карбидную концепцию образования УВ со следующими ключевыми реакциями:



Показав возможность образования предельных и непредельных УВ и их взаимодействия между собой, Д.И. Менделеев обобщил этот результат и распространил его на реальность дальнейшего синтеза нефтяных УВ из первичных продуктов синтеза. Трудности с абиогенной концепцией начались при попытке совместить ее выводы с геологическими условиями. По Д.И. Менделееву, через разломы вглубь Земли попадает вода и вступает в реакцию с карбидами металлов, таким образом способствуя возникновению нефти. Химическая часть карбидной гипотезы, по крайней мере ее начальная часть, основанная на очевидном фактическом материале, сразу стала популярной.

Вначале и геологическая часть казалась неоспоримой. Судя по предъявленным доказательствам, все открытые на тот момент месторождения, сконцентрированные на краях горно-складчатых образований, были вытянуты вдоль зон крупных разломов. Из концепции следовал важный практический вывод: что процесс образования нефти происходит непрерывно, в том числе сейчас, а не только в далекие геологические периоды. Однако впоследствии появилось много фактов, которые не укладывались в органическую концепцию.

Сторонником противоположной точки зрения был известный геолог-нефтяник, академик И.М. Губкин [25], который повсеместно критико-

вал карбидную теорию, указывая на ее геологическую несостоятельность. Нефть, как утверждал И.М. Губкин, вполне прекрасно образовалась и там, где вообще нет никаких разломов, проводящих воду к карбидам, а трещин — от ядра Земли к поверхности — просто не существует в природе. Базальтовый пояс не дает ни воде проникнуть вглубь, ни готовой нефти подняться наружу. Аргументом И.М. Губкину служил еще и тот факт, что нефть, образованная неорганическим путем, оптически неактивна, а вот природная — активна, даже способна вращать плоскость поляризации света, что являлось неоспоримым признаком биогенности.

Основная масса нефтяных залежей имеет признаки, отражающие все стадии образования нефти именно органическим путем. В нефти содержится много реликтовых молекул, углеродный скелет которых однозначно свидетельствует об участии биологически образованного ОВ. Изотопные данные по углероду однозначно подчеркивают связь изотопного состава углерода нефтей с изменениями условий фотосинтеза в ходе орогенных циклов. Однако до сих пор обсуждение этой проблемы происходит с такими же спорами и отсутствием согласия.

Сторонников органической гипотезы происхождения нефти могут примирить обе точки зрения, поскольку биогенный путь образования УВ-скоплений по существу совпадает с основными положениями органической гипотезы, а абиогенный путь согласуется с неорганической точкой зрения, только отрицает возможность синтеза нефти в условиях астеносферы. В процессе подготовки данной статьи опубликована другая статья А.А. Ивлева по рассматриваемому вопросу [30].

Заключение

Знание происхождения УВ-скоплений позволяет определять направление поиска месторождений нефти и газа. Месторождения нефти, сформированные или образованные биогенным путем, следует связывать с осадочными отложениями, тогда как поиск крупных газовых месторождений связывают с выявлением глубинных разломов и сверхглубоким бурением.

При этом следует иметь в виду, что знания происхождения УВ-скоплений недостаточно для определения направления поиска месторождений. Необходимо учитывать возможность смешения газов разного происхождения и альтернативные пути образования. Важную информацию об этом дает анализ химического и изотопного состава УВ-скоплений. Поэтому учет вероятной природы УВ-скопления не замещает, а дает важную дополнительную информацию о направлении их поиска.

Литература

1. Ivlev A.A. The Global Carbon Cycle and the Evolution of Photosynthesis. – Ньюкасл-апон-Тайн : Cambridge Scholars Publishing, 2019. – 168 с.
2. Ivlev A.A. A New View on the Global Redox-Cycle of Biosphere Carbon // *C-Journal of Carbon Research*. – 2023. – Т. 53. – № 9. – С. 1–21. DOI: 10.3390/c9020053.
3. Руттен М.Г. Происхождение жизни. – М. : Мир. – 1973. – 471 с.
4. Ivlev A.A. Dynamic Interplay: Unveiling the Biosphere-Geosphere Nexus in Carbon Cycling // *Global Journal of Human-Social Science*. – 2024. – Т. 24. – № 1. – 23–37. DOI: 10.34257/GJHSSBVOL24IS1PG23.
5. Кропоткин П.Н., Валяев Б.М. Тектонический контроль процессов дегазации Земли и генезис углеводородов // Месторождения нефти и газа : труды XVII Международного геологического конгресса. – Т.13. – М. : Наука, 1984. – С. 13–25.
6. Ларин Н.В. Наша Земля (происхождение, строение, состав и развитие изначально гидридной Земли). – М. : Агар, 2005. – 242 с.
7. Вернадский В.И. Очерки геохимии. – М. : Наука, 1983. – 422 с.
8. Маракушев А.А., Маракушев С.А. Образование нефтяных и газовых месторождений // *Литология и полезные ископаемые*. – 2008. – № 5. – С. 505–521.
9. Маракушев А.А., Маракушев С.А. Водородное дыхание Земли — его происхождение, геологические и биологические следствия // *Альтернативная энергетика и биология*. – 2008. – Т. 57. – № 1. – С. 156–174.
10. Харахинов В.В. Глубинное дыхание Земли и нефтегазоносность // *Геология нефти и газа*. – 2024. – № 2. – С. 87–104. DOI: 10.47148/0016-7894-2024-2-87-104.
11. Ivlev A.A. Global redox cycle of biospheric carbon: interaction of photosynthesis and earth crust process // *BioSystems*. – 2015. – Т. 137. – С. 1–11 DOI: 10.1016/j.biosystems.2015.10.001.
12. Ivlev A.A. On the Origin of “Black Shales” in the Framework of the Global Redox Cycle Model of Biosphere Carbon. *Geology, Earth and Marine Sciences*. – 2022. – Т. 5. – № 2. – 1–4.
13. Успенский В.А. Введение в геохимию нефти. – Л. : Недра, 1970. – 389 с.
14. Вассоевич Н.Б. Избранные труды. Геохимия органического вещества и происхождение нефти. – М. : Наука, 1986. – 368 с.
15. Ларин В.Н. Гипотеза изначально гидридной Земли. – М. : Недра, 1975. – 100 с.
16. Prinzhofer A.A., Huc A.Y. Genetic and post-genetic molecular and isotopic fractionations in natural gases. // *Chemical Geology*. – 1995. – Т. 126. – № 3–4. – Р. 281–290. DOI: 10.1016/0009-2541(95)00123-9.
17. Виноградов А.П. Метеориты и земная кора // *Изв. АН СССР. Сер. Геологическая*. – 1959. – № 10. – С. 122–129.
18. Виноградов А.П. О происхождении вещества земной коры // *Геохимия*. – 1961. – № 1.
19. Виноградов А.П. Происхождение оболочек Земли // *Изв. АН СССР. Сер. Геологическая*. – 1962. – № 11. – С. 127–134.
20. Белоконов Т.В. Строение и нефтегазоносность рифейско-вендских отложений востока Русской платформы. – Пермь : Звезда, 2001. – 157 с.
21. Бескровный Н.С., Гемп С.Д., Шварц Т.В. Глубинные разломы Западной Туркмении и их роль в формировании нефтяных залежей. – Л. : Гостоптехиздат, 1963. – 106 с.
22. *Справочник химика 21 века*. Химия и химическая технология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chem21.info/map/> (дата обращения 01.02.2024 г.).
23. *Справочник химика*. Общие сведения. Строение вещества. Свойства важнейших веществ. 2-е изд. – 1966. – Т. 1.
24. Twenhofel W.H. Environments of origin black shales // *AAPG Bulletin*. – 1939. – Т. 23. – № 8. – С. 1178–1198. DOI: 10.1306/3D9330EE-16B1-11D7-8645000102C1865D.
25. Губкин И.М. Геология нефти и газа. Избранные сочинения. – М. : Изд-во Юрайт, 2024. – 405 с.
26. Кропоткин П.Н. Проблемы происхождения нефти // *Советская геология*. – 1955. – № 47. – С. 104–125.
27. Летников Ф.А. Углеводородная ветвь глубинной дегазации // *Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды, нефть и газ, углеводороды и жизнь : мат-лы всероссийской конференции (18–22 октября 2010 г., Москва)*. – М. : Геос, 2010. – 89 с.
28. Лукин А.Е. О происхождении нефти и газа (геосинергетическая концепция природных углеводородно-генерационных систем // *Геологический журнал*. – 1999. – № 1. – С. 40–42.
29. Менделеев Д.И. Карбидная гипотеза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.ru/9_85935_karbidnaya-kontseptsiya.html (дата обращения 19.02.2024 г.).
30. Ivlev A.A. The Influence of Gravity on the Frequency of Processes in Various Geospheres of the Earth. Biogenic and Abiogenic Pathways of Formation of HC Accumulations // *Ann. Civil Environm. Eng.* – 2024. – Т. 8. – № 1. – С. 52–56. DOI: 10.29328/journal.acee.1001067.

References

1. Ivlev A.A. The Global Carbon Cycle and the Evolution of Photosynthesis. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing; 2019. 168 p.
2. Ivlev A.A. A New View on the Global Redox-Cycle of Biosphere Carbon. *C-Journal of Carbon Research*. 2023;53(9):1–21. DOI: 10.3390/c9020053.
3. Rutten M.G. Proiskhozhdenie zhizni [Origin of life]. Moscow: Mir; 1973. 471 p. In Russ.
4. Ivlev A.A. Dynamic Interplay: Unveiling the Biosphere-Geosphere Nexus in Carbon Cycling. *Global Journal of Human-Social Science*. 2024;24(1):23–37. DOI: 10.34257/GJHSSBVOL24IS1PG23.

5. Kropotkin P.N., Valyaev B.M. Tektonicheskii kontrol' protsessov degazatsii Zemli i genezis uglevodorodov [Tectonic control of Earth degassing processes and the genesis of hydrocarbons]. In: Mestorozhdeniya nefi i gaza : trudy XVII Mezhdunarodnogo geologicheskogo kongressa. V.13. Moscow : Nauka; 1984. pp. 13–25. In Russ.
6. Larin N.V. Nasha Zemlya (proiskhozhdenie, stroenie, sostav i razvitie iznachal'no gidridnoi Zemli) [Our Earth (origin, structure, composition and development of the initially hydride Earth)]. Moscow: Agar; 2005. 242 p. In Russ.
7. Vernadskii V.I. Ocherki geokhimii [Essays on Geochemistry]. Moscow: Nauka; 1983. 422 p. In Russ.
8. Marakushev A.A., Marakushev S.A. Formation of oil and gas fields. *Lithology and mineral resources*. 2008;(5):454–469. DOI: 10.1134/S0024490208050039. In Russ.
9. Marakushev A.A., Marakushev S.A. Vodorodnoe dykhanie Zemli — ego proiskhozhdenie, geologicheskie i biologicheskie sledstviya [Hydrogen breath of the Earth — its origin, geological and biological effects]. *Al'ternativnaya energetika i biologiya*. 2008;57(1):156–174. In Russ.
10. Kharakhinov V.V. Abyssal breathing of Earth and hydrocarbon potential. *Geologiya nefi i gaza*. 2024;(2):87–104. DOI: 10.47148/0016-7894-2024-2-87-104. In Russ.
11. Ivlev A.A. Global redox cycle of biospheric carbon: interaction of photosynthesis and earth crust process. *BioSystems*. 2015;137:1–11 DOI: 10.1016/j.biosystems.2015.10.001.
12. Ivlev A.A. On the Origin of “Black Shales” in the Framework of the Global Redox Cycle Model of Biosphere Carbon. *Geology, Earth and Marine Sciences*. 2022;5(2):1–4.
13. Uspenskiy V.A. Vvedenie v geokhimiyu nefi [Introduction to the Geochemistry of oil]. Leningrad: Nedra; 1970. 389 p. In Russ.
14. Vassoevich N.B. Selected works. Geochemistry of organic matter and origin of petroleum. Moscow: Nauka; 1986. 368 p. In Russ.
15. Larin V.N. Gipoteza iznachal'no gidridnoi Zemli [Initially hydride Earth hypothesis]. Moscow: Nedra, 1975. 100 p. In Russ.
16. Prinzhofer A.A., Huc A.Y. Genetic and post-genetic molecular and isotopic fractionations in natural gases. *Chemical Geology*. 1995;126(3–4):281–290. DOI: 10.1016/0009-2541(95)00123-9.
17. Vinogradov A.P. Meteority i zemnaya kora [Meteorites and the earth's crust] *Izv. AN SSSR. Ser. Geologicheskaya*. 1959;(10):122–129. In Russ.
18. Vinogradov A.P. O proiskhozhdenii veshchestva zemnoi kory [On the origin of the earth's crust substance]. *Geokhimiya*. 1961;(1). In Russ.
19. Vinogradov A.P. Proiskhozhdenie obolochek Zemli [Origin of the Earth's shells]. *Izv. AN SSSR. Ser. geologicheskaya*. 1962;(11):127–134. In Russ.
20. Belokon' T.V. Stroenie i neftegazonosnost' rifeisko-vendskikh otlozhenii vostoka Russkoi platform [Structure and oil and gas potential of the Riphean-Vendian deposits of the eastern Russian Platform]. Perm': Zvezda; 2001. 157 p. In Russ.
21. Beskrovnyi N.S., Gemp S.D., Shvarts T.V. Glubinnye razlomy Zapadnoi Turkmenii i ikh rol' v formirovanii neftyanykh zalezhei [Deep faults of Western Turkmenistan and their role in oil deposits formation]. Leningrad: Gostoptekhizdat; 1963. 106 p. In Russ.
22. *Spravochnik khimika 21 veka. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [The 21st Century Chemist's Handbook. Chemistry and chemical technology]. Available at: <https://www.chem21.info/map/> (accessed on 01.02.2024). In Russ.
23. *Spravochnik khimika. Obshchie svedeniya. Stroenie veshchestva. Svoistva vazhneishikh veshchestv* [Chemist's Handbook. General information. Structure of matter. Properties of the most important substances]. 1966. V.1. In Russ.
24. Twenhofel W.H. Environments of origin black shales. *AAPG Bulletin*. 1939;23(8):1178–1198. DOI: 10.1306/3D9330EE-16B1-11D7-8645000102C1865D.
25. Gubkin I.M. Geologiya nefi i gaza. Izbrannye sochineniya [Oil and gas geology. Selected Works]. Moscow: Izdatel'stvo Yurait; 2024. 405 p. In Russ.
26. Kropotkin P.N. Problemy proiskhozhdeniya nefi [Problems of oil origin]. *Sovetskaya geologiya*. 1955;47:104–125. In Russ.
27. Letnikov F.A. Uglevodorodnaya vetv' glubinnoi degazatsii [Hydrocarbon branch of deep degassing]. In: Degazatsiya Zemli: geotektonika, geodinamika, geofluidy, nef' i gaz, uglevodorody i zhizn' (18–22 October, 2010, Moscow). Moscow: GEOS; 2010. 89 p. In Russ.
28. Lukin A.E. O proiskhozhdenii nefi i gaza (geosinergeticheskaya kontseptsiya prirodnykh uglevodorodno-generatsionnykh system [On the origin of oil and gas (geosynergetic concept of natural hydrocarbon generation systems)]. *Geologicheskii zhurnal*. 1999;1:30–42. In Russ.
29. Mendelev D.I. Karbidnaya gipoteza [Carbide hypothesis]. Available at: https://studopedia.ru/9_85935_karbidnaya-kontseptsiya.html (accessed on 19.02.2024). In Russ.
30. Ivlev A.A. The Influence of Gravity on the Frequency of Processes in Various Geospheres of the Earth. Biogenic and Abiogenic Pathways of Formation of HC Accumulations. *Ann. Civil Environm. Eng.* 2024;8(1):052–056. DOI: 10.29328/journal.acee.1001067.

Информация об авторе

Ивлев Александр Андреевич

Ведущий научный сотрудник

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»,

143360 Апрелевка, 1-я ул. Кетрица

e-mail: aa.ivlev@list.ru

ORCID ID: 0000-0001-7966-2266

Scopus: 7004502262

Information about author

Aleksandr A. Ivlev

Leading researcher

All-Russian Scientific-Research Geological Oil Institute (VNIGNI),

1st Ketritsa ul., Aprelevka, 143360, Russia

e-mail: aa.ivlev@list.ru

ORCID ID: 0000-0001-7966-2266

Scopus: 7004502262