

УДК 553.982.061.3

А.В. АРУТЮНЯН

**О МЕХАНИЗМЕ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ
КОМПОНЕНТОВ В СВЯЗИ С ЭВОЛЮЦИЕЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ
(Малый Кавказ)**

Геолого-геофизические данные на Малом Кавказе, а также результаты экспериментальных исследований горных пород при высоких термобарических параметрах позволили охарактеризовать состав, строение и эволюцию земной коры. Частичная дегидратация серпентинизированного слоя, входящего в состав земной коры в регионе, рассматривается как основной источник формирования углеводородов (УВ) в ее глубоких горизонтах. Вследствие дегазации УВ, особенно при сейсмостектонических процессах, возникали доменные структуры и нефтегазовые залежи в различных горизонтах земной коры.

В настоящее время одни исследователи поддерживают концепцию органического происхождения нефти, предложенную еще М.В. Ломоносовым, другие — концепцию ее неорганического генезиса, сформулированную Д.И. Менделеевым, полагавшим вероятным воздействие воды на углеродистые металлы в горячих недрах Земли. Автор не считает необходимым доказывать преимущество той или иной концепции, однако не отрицает возможности формирования УВ органическим путем, поэтому для обоснования последующего изложения целесообразно привести некоторые сведения из литературы, касающиеся формирования УВ неорганическим путем в глубоких горизонтах земной коры.

Геолого-геофизическими исследованиями подтверждено, что нефтегазообразование и формирование нефтяных и газовых месторождений связано с активными зонами коры, которым присущи глубокие разломы, высокая сейсмичность и вулканизм. В этих зонах преобладающие компоненты в составе летучих: пары воды, CO_2 , H_2S , H_2N , УВ [8]. При определенных термобарических условиях в зонах разломов, на больших глубинах, возникают очаги нефтеобразования. Массы синтезированных УВ и другие продукты химических реакций поднимаются по проницаемым зонам земной коры вверх, в область меньших давлений и образуют при благоприятных условиях (наличие пористых и трещиноватых пород, экранов, коллекторских свойств и т.д.) нефтяные и газовые залежи. Теоретическая база — каталитический синтез и конверсия УВ при высоких давлениях и температурах. Очаги нефтеобразо-

вания, согласно этой концепции, уже не представляют собой гипотетическое, непознаваемое явление. Известны температуры синтеза ($400\text{--}800^\circ\text{C}$), характерные для зоны перехода между корой и мантией Земли на глубинах $30\text{--}60$ км. Сеймотектонический процесс обеспечивает необходимую энергию и каналы для миграции флюидов [9], что косвенно подтверждается выделением горючих газов при землетрясениях [19], а также приуроченностью месторождений нефти и газа к зонам крупных активизированных разломов [14]. Предварительные исследования в зоне Спитакского землетрясения привели швейцарского геофизика Бодмера к мысли, что в зоне землетрясения произошел взрыв огромного количества газа и на больших глубинах (до 10 км) в регионе возможны большие скопления горючих газов.

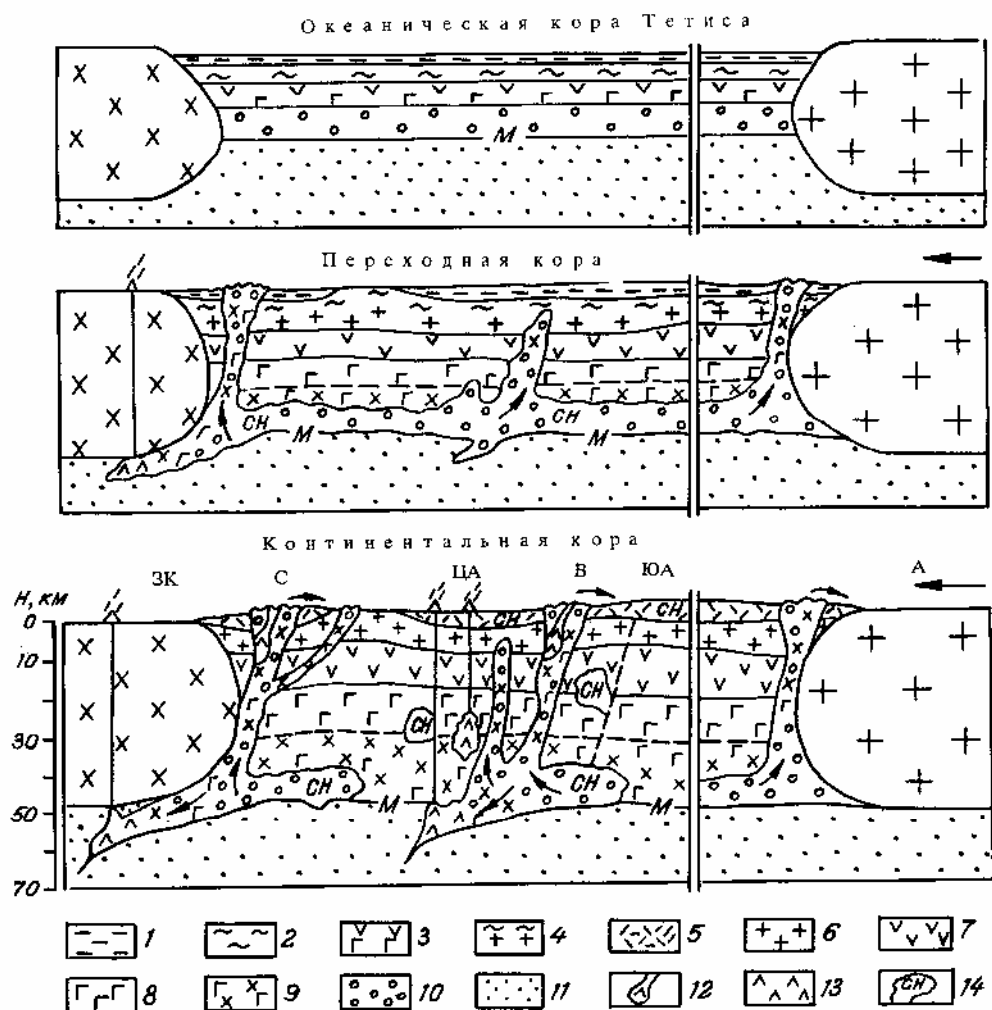
В этой связи интересно мнение [6], что формирование залежей УВ на территории Армении приурочено не к традиционным пластовым ловушкам, а к разрывным нарушениям. Важно также заключение о прямой связи между сейсмичностью и нефтегазоносностью: очаги землетрясений с небольшими (до $10\text{--}15$ км) глубинами залегания могут носить разрушительный и катастрофический характер для промышленных скоплений (залежи или месторождения) нефти и газа.

Исследования математическими методами генезиса УВ также показывают, что основная масса известных скоплений нефти и газа на Земле мигрировала из нижних слоев земной коры [15].

Почти во всех работах по неорганическому происхождению УВ отмечается, что неизвестно, какой именно слой коры является источником основной массы УВ.

Попытаемся коснуться этой проблемы, анализируя предложенные нами разрезы по составу, строению и эволюции земной коры на Малом Кавказе [1—4], основанные на многочисленных геолого-геофизических [11, 13] и экспериментальных данных, полученных при высоких термобарических условиях (рисунок).

По данным [10], кора современных океанов состоит из 3-го серпентинизированного, 2-го габбро-диоритового и маломощного осадочного слоев. Актуалистический метод допускает, что кора океана Тетис имела такое же строение. Рассматривая эволюцию серпентинизированного 3-го слоя океанической коры Тетис в течение 200 млн. лет, отметим, что слой мощностью $4\text{--}5$ км «уничтожался», поскольку подвергался пластическим деформациям, частично внедрялся по глубинным разломам, частично сохранился, будучи погруженным на $35\text{--}50$ км [1]. Естественно полагать, что вследствие изменений термобарических условий, начиная с переходного этапа развития земной коры, происходила десерпентинизация, которая при высоких термобарических условиях сопровождалась плавлением пород, высвобождением флюидов и газов, образованием новых минералов, а также скачкообразным изменением объема [2]. Физика таких процессов и химических реакций при высоких термобарических условиях пока что не вполне раскрыта. В связи с этим на установке высоких давлений и температур нами был смонтирован узел, при помощи которого собраны выделяющиеся при дегидратации серпентинитов газы и флюиды. В исследуемой ячейке температура создавалась электричеством через графитовую оболочку, т.е. в общей системе присутствовал углерод. Из $3,5$ г исследуемого образца серпентинита выделялись 1 или 2 капли флюида, который был экстрагирован при комнатной температуре H -гексаном. Выделенную фракцию анализировали



Состав, строение и эволюция земной коры на Малом Кавказе: 1 — вода; 2 — осадочный слой; 3 — вулканогенный слой; 4—6 — комплексы: 4 — слабометаморфизованный докембрия и палеозоя, 5 — вулканогенно-осадочный палеозоя-мезозоя-кайнозоя, 6 — метаморфизованный докембрия и нижнего палеозоя (гранитный слой); 7—10 — слои: 7 — диоритовый, 8 — габброидный, 9 — габбро-амфиболитовый, 10 — серпентинизированный; 11 — ультрабазиты (верхняя мантия); 12 — коллизионные вулканиты офиолитов; 13 — вулканические аппараты; 14 — доменные структуры УВ, связанные с вулканическими аппаратами и глубинными разломами; ЗК, ЦА, ЮА — Закавказские, Центральные и Южно-Армянские микроплиты; С, В — Севанская и Вединская офиолитовые зоны; А — Аравийская плита

на французском хроматографе СС-121-2 в Институте океанологии РАН.

Исследования показали, что в первом образце-флюиде содержатся следы низко молекулярных алканов C_{16} — C_{21} , причем максимум приходится на C_{20} . Во втором образце-флюиде доминирует высокомолекулярные алканы C_{23} — C_{35} со следовым количеством алканов до C_{45} . Однако следует учесть, что суммарная концентрация алканов фракции в пробе была на пределе чувствительности прибора (около 5 мкг), что требует дальнейших дополнительных исследований.

Учитывая литературные данные по формированию УВ неорганическим путем, эволюцию серпентинизированного слоя в Анатолийско-Кавказ-

ско-Иранском регионе с доюрских времен, полученные нами данные по формированию УВ при высоких давлениях и температурах и другие факторы, можно полагать, что именно серпентинизированный слой служит источником неисчерпаемого количества водорода. Неисчерпаемое количество углерода в виде газов и карбидов в недрах Земли является бесспорным фактом [12, 18]. Следовательно, формирование УВ при высоких термобарических условиях в недрах Земли неорганическим путем становится реальным процессом. На больших глубинах УВ или их компоненты скапливаются в виде доменных структур [5]. Их миграция и скопление в верхних горизонтах коры, в толщах, обладающих коллекторскими свойствами, происходят по глубинным разломам, в основном при сейсмотектонических процессах.

Из главных аргументов в пользу происхождения УВ минеральным путем следует отметить их сопровождение азотом, водородом и гелием [14], а также минеральными водами хлоридно-натриево-кальциевого состава. Такие растворы формируются на больших глубинах в высоко температурных зонах земной коры, где имеются очаги неорганического синтеза УВ [17].

Так, из пробуренной на территории Армении скважины Шорахбюр-1, на глубине 4500—4600 м, приток азотно-метанового газа имел состав: азот 58,51; метан 9,08; этан + тяжелые УВ 2,88; CO_2 4,15; водород 16,12; гелий 0,18 %. В скважине Октемберян-1 в состав газов на глубине 4300—4400 м входили: азот 43 %, гелий 0,14. Соляные воды хлоридно-натриево-сульфатного состава обнаружены на Мхчянской площади в Армении на глубинах от 800 м до 3120 м. Эти данные также свидетельствуют о минеральном происхождении УВ на территории Армении.

Предложенная схема формирования УВ, по нашим представлениям, приемлема не только для территории Армении и Анатолийско-Кавказско-Иранского региона, но также для Аравийской плиты и некоторых платформенных областей Земли.

На территории Аравии выделяют пять микроплит, которые разделены четырьмя офиолитовыми поясами [21]. Однако пододвигание микроплит, формирование офиолитовых зон, следовательно, частичная дегидратация и выжимание серпентинизированных масс, а также легких компонентов УВ и их накопление в верхних горизонтах земной коры, в отличие от Анатолийско-Кавказско-Иранского региона, завершено. Микроплиты составляют единую целую плиту, осадочный комплекс которой богат УВ. В [5] отмечено, что 60 % мировых запасов нефти накоплены на Ближнем и Среднем Востоке, на площади, которая составляет 1 % суши. Ясно, что должны быть выявлены какие-то общие черты строения, которые могли бы объяснить такую уникальную концентрацию. Пока не отмечено общих черт в строении этих месторождений. Одни из них связаны со складчатыми отложениями горного пояса Ирана, другие — со спокойно залегающими породами Аравийской пустыни. Авторы работы [20], детально изучившие геологическое строение рассматриваемой территории, отмечают, что самый богатый нефтегазоносный район характеризуется недостатком нефтематеринских пород в общепринятом смысле. Нефть распределена в отложениях от среднеюрского до миоценового возраста. Несмотря на широкий диапазон возрастов и типов резервуаров, отмечается однородность химического состава нефтей.

Данные сейсмического, электрического и магнитного методов исследований свидетельствуют о трехслойном строении консолидированной коры платформ. Физические свойства различаются по всем трем методам. В последние годы появились сведения о существовании в земной коре платформ (южная часть Сибирской платформы, Африканская и Северо-Американские платформы) слоев, характеризующихся повышенной электропроводностью и высокой намагниченностью. Серпентинизированные ультрабазиты как породы, слагающие средний слой коры платформ, удовлетворяют сейсмической, электрической и магнитной моделям [16]. Модель с серпентинитовым средним слоем предполагает постепенное снижение с глубиной степени серпентинизации, вплоть до полного ее исчезновения на границе Мохо. В Тюменской области известны 30 газогидратных месторождений. Результаты исследований изотопного состава углерода, природного газа, нефти и газоконденсата на 100 месторождениях Западной Сибири свидетельствуют о поступлении УВ из одного общего источника нефтегазообразования в Западной Сибири. Наличие же залежей нефти и газа в породах фундамента показывает, что этот источник был глубинным, вероятнее всего, подкоровым [7]. Анализ результатов изучения состава и строения земной коры и распределения по возрасту и изотопному составу УВ как на Ближнем и Среднем Востоке [5, 20, 21], так и в Западной Сибири [7, 16] позволяет считать предложенный нами механизм формирования УВ — дегидратация серпентинизированных слоев на больших глубинах — приемлемым и для указанных регионов.

Материалы по строению, составу и эволюции земной коры в пределах Малого Кавказа дают возможность изменить подходы и к нефтеразведочным работам на территории Армении. Эти работы в региональном плане не завершены. Их следует продолжать и в глубь земной коры, охватывая интервалы разреза, доступные для современной буровой техники.

При решении практических вопросов по поиску и разведке нефтяных и газовых залежей на территории Армении в Анатолийско-Кавказско-Иранском регионе целесообразно учитывать данные по формированию и распределению УВ по всему разрезу земной коры.

ЛИТЕРАТУРА

1. А р у т ю н я н А. В. О петрофизическом разрезе верхней литосферы территории Армении // Докл. АН Армении. 1992. Т. 92. № 4.
2. А р у т ю н я н А. В., А б о в я н С. Б., Б д о я н А. А., Б а б а я н Г. Б. Исследование процессов дегидратации и минералообразования в ассоциациях горных пород Малого Кавказа при высоких термобарических параметрах // Изв. НАН Армении. Науки о Земле. 1997. № 1.
3. А с л а н я н А. Т., В о л а р о в и ч М. П., А р у т ю н я н А. В., Л е в ы к и н А. И. О составе, строении и упругих характеристиках земной коры и верхней мантии на территории Армении // Докл. АН АрмССР. 1975. Т. 61. № 8.
4. А с л а н я н А. Т., А р у т ю н я н А. В. К вопросу о глубинном строении офиолитовых зон Малого Кавказа // Изв. АН АрмССР. Науки о Земле. 1988. № 5.
5. Г о л д Т. Ж. Происхождение природного газа и нефти // Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева. 1986. Т. 31. № 5.
6. Г р и г о р я н ц Б. В. Возможности нефтегазоаккумуляции на территории Армении // Геология нефти и газа. 1996. № 11.
7. К р а ю ш к и н В. А. Месторождения нефти и газа глубинного генезиса // Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева. 1986. Т. 31. № 5.

8. Кропоткин П. Н. Дегазация Земли и генезис углеводородов // Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева. 1986. Т. 31. № 6.
9. Лепецкий В. Ф. Миграция нефти и газа на больших глубинах. Киев.: Наук. думка, 1974.
10. Лобковский Л. И. Геодинамика зон спрединга, субдукции и двухярусная тектоника плит. М.: Наука, 1988.
11. Михальцев А. В. и др. Глубинные геофизические исследования в сейсмически опасных зонах // Разведка и охрана недр. 1990. № 11.
12. Новгородова М. И. Карбиды в земной коре // Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д. И. Менделеева. 1986. Т. 31. № 5.
13. Осипова И. Б., Арменакиан К. Х., Аракалян А. Р. О тектоническом строении Ширакского полигона в свете новых данных станций «Черепаша» // Изв. АН АрмССР. Науки о Земле. 1989. № 4.
14. Пиковский Ю. И. Две концепции происхождения нефти: нерешенные проблемы // Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева. 1986. Т. 31. № 5.
15. Раевский В. Ю. Математические решения трудно формулируемых геологических задач. М.: Наука, 1987.
16. Резанов И. А. Эволюция земной коры. М.: Наука, 1985.
17. Флоровская В. Н. и др. Роль гидротермальных факторов в эволюции углеродистых веществ и формирование скоплений нефти и газа // Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева. 1986. Т. 31. № 5.
18. Штейнберг Д. С., Лагутин М. В. Углерод в ультрабазитах и базитах. М.: Наука, 1984.
19. Gold T. J. Petrol Geol. 1979. V. 1. № 3.
20. Kent P. E., Warman H. R. In 24-th International Geological Congress Section 5, 1972.
21. Stoesser D., Camp V. Pan-African microplate accretion of the Arabian Shield-Geological society of America Bul. 1985. V. 96.

Государственный инженерный университет Армении

Arutyunyan A. V. On the mechanism of formation of hydrocarbons as related to Earth's crust evolution (case: the Little Caucasus)

Geology-geophysical data on the Little Caucasus area were analyzed in combination with experimental data on the behaviour of rocks at high PT in order to obtain essential compositional and structural characteristics of the Earth's crust in this area and to gain insight into its evolution. Partial dehydration of the serpentinized layer in the regional lithosphere is considered the major source of hydrocarbon (HC) species in deep crust horizons. It is believed that domain structures and oil-and-gas pools formed in different crust horizons as a result of HC degazation, especially owing to seismotectonic processes.
