

О. С. Ступка

Походження нафти в контексті мобілістичної концепції тектогенезу

(Представлено членом-кореспондентом НАН України Ю. М. Сеньковським)

Утворення нафти у таких великих кількостях мало місце тільки один раз в історії планети — в неогені, що не мало аналогів у минулі геологічні періоди. Це було пов'язане з післяпермським розколом Гондвани. Деструкція цього монолітного масиву, в якому було зосереджено 2/3 докембрійської сіалічної кори Пангеї з потужною (500–700 км) літосферою, привела до утворення рифтових зон. Її характерною рисою було те, що вони проявилися у внутрішніх плитових областях, не підпорядковувалися границям літосферних плит і не обумовлювалися їх взаємодією. Ці зони забезпечили глибокий дренаж “первозданної” недеплетованої нижньої мантії. Саме вона, а не деплетована верхня мантія, була джерелом флюїдних систем, насичених донаторами хімічних елементів, необхідних для синтезу нафти.

150-літній період розробки проблеми походження нафти так і не позначився виробленням єдиної обгрунтованої концепції. Вона й надалі залишається предметом дискусії послідовників двох напрямів — органічного та неорганічного. Поряд з традиційними в останні десятиріччя з'явилася низка нових гіпотез (“геолого-геохімічна модель” Г. Н. Доленка; “ідея рециклінгу” Х. Хедберга, О. Г. Сорохтіна; “осадово-міграційна теорія нафтидогенезу” А. Е. Конторовича; “геосинергетична концепція природних вуглеводнево-генеруючих систем” О. Ю. Лукіна; “осадово-флюїдодинамічна” Б. П. Кабишева; “флюїдодинамічна концепція нафтоутворення” Б. А. Соколова; “осадово-неорганічна” І. І. Чебаненка; “гібридна” Л. А. Анісімова; “геодинамічна (мікст-генетична, полігенна)” В. П. Гаврилова). Не зняла протиріч між уявленнями про біогенний та глибинний генезис вуглеводнів концепція змішаного біогенно-мінерального синтезу нафти.

Поширеним і до того ж таким, яке не ставилося під сумнів та вважається цілком очевидним, є уявлення про те, що процес нафтоутворення не обмежений часовими рамками. Прихильники органічного синтезу декларують, що генерація вуглеводнів почалася з моменту виникнення життя на Землі, а неорганічного — розширюють цей діапазон: перші до границь всього геологічного періоду існування планети, інші обмежують цей процес герцинською, кімерійською і альпійською епохами тектогенезу. До того ж, прихильники і неорганічного, і органічного синтезу вважають, що нафта утворюється й зараз. Якщо б такий сценарій мав дійсно місце, то це свідчило би про те, що протягом 4,6 млрд років тому в житті Землі не відбувалося ніяких змін. Проте такий спрощений погляд заперечують матеріали досліджень еволюції геологічних процесів в історії планети [1].

Формування її глибинних геосфер і земної кори — це результат диференціації мантійної речовини, глобальних геодинамічних змін Землі, які привели її від стану космічного матеріалу до сучасного вигляду. З цими процесами, які тривають й сьогодні, пов'язані незворотні зміни ендеогенних, екзогенних, палеокліматичних і тектонічних процесів, які до того ж, зазнавали впливу глибинних нелінійних геодинамічних факторів. Одночасно еволюціонували і якісно змінювалися процеси седиментогенезу і літогенезу, змінювалися об'єм

осадової оболонки Землі, положення її верхньої і нижньої границь, а її склад як системи визначався динамікою обміну речовини між окремими її компонентами і глибинними зонами планети. Вже не викликає сумніву, що ні власні, ні набуті енергетичні ресурси осадових басейнів не можуть трансформувати їх у нафтогазоносні басейни, що осадові басейни — не “батьківщина” нафти і газу, а тільки місце їх нагромадження [2]. Можна погодитися з Е. Б. Чекалюком (1980, с. 13), який стверджував, що “. . . теорія походження нафти не може вважатися завершеною доти, доки вона не впишеться як поодинокий випадок у загальну схему еволюції Землі”.

Розпочаті в кінці 1980-х років глобальні сейсмотомографічні дослідження [3] внесли значні корективи в класичну схему глибинної будови Землі, виявили геолого-геофізичні неоднорідності від глибини 670 км до границі мантії з ядром [4, 5], сприяли розчленуванню мантії на шість сейсмотомографічних геосфер [6], показали, що астеносфера — не суцільний шар у межах певного інтервалу (100 — 200 км), вона має переривчастий характер і розташована на різних глибинах від 80–90 до 250–300 км, а під кратонами з їх “коріннями”, які досягають глибини 400–500 км, а іноді 700 км і трактуються як зони деплетованої мантії, астеносфера простежується у вигляді дуже тонкого шару (перші десятки кілометрів), або взагалі не простежується [6, 7]. Зазначене вище дає змогу намітити нові підходи у дослідженні проблеми походження нафти.

У геологічному літописі Землі відомі генетичні типи порід і явища, які документують неповторність геодинамічних ситуацій і хімічних перетворень та не мали аналогів у порівнянних масштабах у подальших геологічних періодах. Це — коматити (архей), родовища золота і свинцево-цинкових руд (друга половина архею), кордієритові грануліти (2,6–1,9 млрд років тому), джеспіліти (2,6–1,9 млрд років тому), “калієвий вибух” (2,5–2,0 млрд років тому), граніти рапаківі (1,7–1,6 млрд років тому), анортозити (1,6–1,3 млрд років тому), кам’яне вугілля (320–260 млн років тому), писальна крейда (160–130 млн років тому), залізомарганцеві конкреції. Така одноразовість і масштабність формування цих порід у земній корі безумовно підпорядковувалася загальним законам розвитку самої кори, еволюція сумарного складу якої відбувалася за еволюцією складу верхньої мантії.

Належне місце в цьому списку повинна зайняти, на нашу думку, і нафта. Її надходження в осадову оболонку в таких величезних кількостях, як це обгрунтував В. Б. Порфір’єв у 1980 р., мало місце тільки один раз в історії планети, а саме — у міоцені, але автор одночасно зазначає: “. . . ми не розглядаємо питання про **умови утворення** власне нафти. . . В міоцені, коли сформувалися всі її родовища, нафта *не утворилася*, а як готова первозданна субстанція “вилилася” з верхньої мантії в земну кору по диз’юнктивних порушеннях”* [8]. У пізнішій роботі В. Б. Порфір’єв висловив припущення, що ця фаза міграції “. . . мабуть співпадає з найінтенсивнішим діастрофізмом, який розколов Пангею” [9]. Але вегенерівська Пангея не була першим та єдиним суперконтинентом у тектонічній еволюції Землі. Сьогодні встановлено існування чотирьох суперконтинентів: Пангея — 0 (2,6–2,2 млрд років тому), Пангея — 1 (1,65–1,35 млрд років тому), Пангея — 2 (“Родінія”, 1,0–0,8 млрд років тому) і Пангея — 3 (вегенерівська, 320–200 млн років тому) [7]. Як відомо, В. Б. Порфір’єв висловив думку про ще одну фазу міграції, яка відбулася 2 млрд р. тому [8]. Її можна було б пов’язати із розпадом Пангеї — 0, але є обставини, які накладають суттєві обмеження на адекватність ранньодокембрійської і міоценової міграції. Ранній докембрій був епохою, коли в ході геохімічної диференціації верхньої мантії домінували процеси, направлені на

*Позначено курсивом О. Ступкою.

формування земної кори і її сіалічної компоненти, а сама верхня мантія зазнавала прогресуючої деплетації [6]. А тому, враховуючи ще й високий геотермічний градієнт, донатори хімічних елементів, необхідні для синтезу вуглеводнів, якщо б і вивільнилися з первісних, ще недеплетованих верхньомантійних осередків, то в умовах надзвичайно несприятливих для формування і збереження покладів нафти.

Не позначився нафтоутворенням розпад Пангея 1 і 2. Палеомагнітні дані свідчать, що дезінтеграція Пангея 0, 1 й 2 хоча і прогресувала, але не призводила до їх повної деструкції і не супроводжувалася великомасштабними горизонтальними переміщеннями [10, 11]. Це може бути аргументом на користь того, що деструкцією була охоплена тільки літосфера. Але на той час верхня мантія і астеносфера були вже деплетовані і не могли постійно, від докембрію до кайнозою включно, постачати у земну кору у великих кількостях одні і ті самі хімічні елементи і одного, і того ж складу флюїдні системи, в тому числі нафтоутворювальні, а відповідно, не могли бути материнськими осередками синтезу нафти.

У кінці венду панафрикансько-бразильським тектогенезом завершилося формування Гондвани. Як єдиний самостійний масив, в якому було зосереджено 2/3 докембрійської сіалічної кори, Гондвана існувала до середини карбону в південній півкулі. Зміщуючись у північні широти, вона в середині карбону злилася з Лавразією у класичну вегенерівську Пангею. Її розкол почався у пізньому тріасі — ранній юрі в умовах регіонального розтягнення, яким була охоплена в першу чергу Гондвана. Це була деструкція континентальної літосфери гондванського типу [12] із властивими їй потужними “коріннями континентів”. Вона ознаменувалася інтенсивним рифтогенезом, характерною рисою якого було те, що він проявився у внутрішньо плитових областях, не підпорядковувався границям літосферних плит і не зумовлювався їх взаємодією. Такий розтяг міг бути зумовлений тільки глобальними глибинними підлітосферними процесами. Основним джерелом енергії у глобальній геодинамічній системі розігріву були процеси диференціації речовини, які відбувалися на границі ядра і нижньої мантії. Вони зумовлювали виділення потужної енергії і формування висхідних потоків розігрітої речовини, які реалізувалися у вигляді суперплюмів і приводили до нагромадження “надлишкового” тепла під суперконтинентом. Показником підйому речовини і енергії нижньої мантії на поверхні Землі є “гарячі поля”, які локалізуються в екваторіальному поясі, обмеженого широтами $\pm 35^\circ$ і стабільно існують протягом всієї геологічної історії планети [13]. У цьому поясі створюються умови найактивнішої флюїдної і термічної активності. Сьогодні у цій зоні, як відомо, зосереджено 70% усіх гарячих точок Землі.

Але для розпаду суперконтинента недостатньо тільки його “теплограничного” ефекту [12]. Важливе значення мали процеси, пов’язані з переміщенням у фанерозої материкових мас з Південної у Північну півкулі. У пізній юрі в екваторіальну зону зміщується північна частина Гондвани, де рифтогенезом були охоплені величезні площі по обидва боки майбутньої Центральної Атлантики.

Розсуви, які розчленували Гондвану, були сіткою глобальних серединно-континентальних рифтів. Із врахуванням нових даних про жорсткі “корені” кратонів цей процес можна трактувати як виникнення не просто зон глибинних розломів, а, саме, зон рифтогенезу, які проникали у глибину Землі і дренували нижню мантію. Це вже була тектонічно відкрита система, яка забезпечувала вивільнення глибинної енергії і речовини у вигляді надходження високомобільних мантійних флюїдів. Для них, як єдиної транспортної системи, насиченої до того ж компонентами рудних і вуглеводневих розчинів, у якій здійснюється тепло- і масопереміщення, фізико-хімічні процеси і мінералоутворення і які привносять у земну кору і її осадову оболонку енергію й тепло, не існувало ніяких заборон і для привнесення туди ж

глибинних вуглеводнів. Реальність існування нижньомантіїних вуглеводнів як і відновний характер глибинних мантіїних флюїдних систем сьогодні вже не викликає сумнівів [6, 14]. Загальновідомо, що складні системи далекі від термодинамічної рівноваги. Саме такими і є флюїдодинамічні системи. Піднімаючись від внутрішніх геосферних оболонок до зовнішніх верхніх, флюїди будуть зазнавати значних перетворень, а їх взаємодія із субстратом буде зумовлювати паралельну зміну як субстрату, так і флюїду, буде порушуватися рівновага між компонентами. Той інтервал глибин (100–200 км) з відповідними параметрами ($P = 40\text{--}80$ кбар, $T = 1200\text{--}1800$ К), які Е. Б. Чекалюк [15] визначив як оптимальну зону утворення нафти, логічніше буде трактувати, на нашу думку, як термобаричний рівень, на якому відбувається відщеплення нафтоутворювальної субстанції (не нафти!) від решти флюїдної системи. Перед тим як потрапити в земну кору, ця субстанція, досягаючи певних термодинамічних рівнів, і надалі буде зазнавати додаткової сепарації, а в процесі міграції через земну кору і контактуючи з її осадовою оболонкою, забрудненою біогенною речовиною, не залишиться стерильною. Кінцевим продуктом цих складних процесів буде нафта.

Резюмуючи можна констатувати: утворення (саме утворення!) нафти у таких великих кількостях було одноразовим і мало місце тільки один раз в історії планети — в неогені. Це явище є наслідком післяпермського розколу Гондвани, що привело до утворення рифтових зон, які забезпечили глибокий дренаж “первозданних” недеплетованих нижньомантіїних геосфер. Саме вони, а не деплетована верхня мантія і не її делетований поліастеносферний шар, були джерелом флюїдних систем, насичених донаторами хімічних елементів, необхідних для мінерального синтезу нафти.

За станом на 1.01.2007 р. 73% (131 711 млн т) світових запасів нафти зосереджені у двох районах планети — Аравійсько-Іранському і Венесуелі. Саме тут у тріас-юрський період фіксуються перші стадії розколу Гондвани. Останні 15 років позначилися відкриттям великих скупчень нафти у глибоководних континентальних окраїнах Бразилії, Західної Африки, Західної Австралії і Південно-Східної Індії. Всі вони, як показує аналіз геологічних матеріалів, збігаються з розколами Гондвани, що привели до розкриття Індійського океану та Південної Атлантики і сконцентровані у межах “гарячого” поясу.

1. Яншин А. Л. Эволюция геологических процессов в истории Земли. – Ленинград: Наука, 1988. – 39 с.
2. Генезис нефти и газа / Ред. А. Н. Дмитриевский, А. Э. Конторович. – Москва: ГЕОС, 2003. – 461 с.
3. Dzierwonski A. M., Woodhouse J. H. Global images of the Earth's interior // Science. – 1987. – **236**. – Р. 37–48.
4. Пуцаровский Ю. М., Новиков В. Л., Савельев А. А., Фадеев В. Е. Гетерогенность мантии и конвекция // Геотектоника. – 1985. – № 5. – С. 3–13.
5. Чекунов А. В. На путях развития геотектоники // Там же. – 1990. – № 3. – С. 102–104.
6. Лобковский Л. И., Никишин А. М., Хаин В. Е. Современные проблемы геотектоники и геодинамики. – Москва: Науч. мир, 2004. – 612 с.
7. Левин Л. Э. Строение термической литосферы и астеносферы в океанах и на континентах // Геотектоника. – 2006. – № 5. – С. 39–49.
8. Порфирьев В. Б. До питання про умови формування промислових нафтових скупчень // Геол. журн. – 1968. – № 4. – С. 3–31.
9. Порфирьев В. Б. Природа нефти и газа и ископаемых углей. Т. 2. Абиогенная нефть. – Киев: Наук. думка, 1987. – 216 с.
10. Ранняя история Земли. – Москва: Мир, 1980. – 621 с.
11. Хаин В. Е., Божко Н. А. Историческая геотектоника. Докембрий. – Москва: Недра, 1988. – 382 с.
12. Самойлов В. С., Ярмолюк В. В. Континентальный рифтогенез: типизация, магматизм, геодинамика // Геотектоника. – 1992. – № 1. – С. 3–20.
13. Глуховский М. З., Моралев В. М., Кузьмин М. И. Горячий пояс ранней Земли и его эволюция // Там же. – 1994. – № 5. – С. 3–15.

14. Лукін О. Ю., Піковський Ю. І. Про роль глибинних і надглибинних флюїдів у нафтогазоутворенні // Геол. журн. – 2004. – № 2. – С. 21–33.
15. Чекалюк Э. Б. Проблема генезиса нефти с позиций геотермодинамики // Теоретические вопросы нефтегазовой геологии. – Киев: Наук. думка, 1980. – С. 13–20.

Інститут геології і геохімії горючих
копалин НАН України, Львів

Надійшло до редакції 01.12.2008

O. S. Stupka

Oil origin in the context of the mobilistic conception of tectonogenesis

The origin of oil in great amounts took place in the history of the Earth only once: in the Neogene, which had no analogs during the last geological periods. This was related to the Post-Permian destruction of the Gondwana. Destruction of this monolith massif, which 2/3 of the Pre-Cambrian sialic crust of the Pangea, which a thick (500–700 km) lithosphere was concentrated in, has led to the formation of riftzones. They are characterized by the occurrence in the inner plate areas without subordination to the boundaries of lithospheric plates and not dependent on the interaction between them. These zones have provided a deep drainage of the “initial” nondepleted lower mantle. It was just the lower mantle, but not the depleted upper one, that was a source of fluidal systems saturated with donators of chemical elements which are necessary for the synthesis of oil.