

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
м. Київ

²Північне державне регіональне підприємство
“Північгеологія”, м. Київ

ДО ПИТАННЯ ПРО ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАГНІТОМЕТРІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ

Проблема прямих пошуків вуглеводнів (ВВ) не є новою для геофізичної науки. Протягом тривалого проміжку часу вона поставала перед геологами неодноразово, проте, так і не перейшла в ранг вирішених [1, 2]. Пояснюється це інтегральною складністю задачі, починаючи від нез'ясованості самого генезису вуглеводневої речовини і закінчуючи відсутністю оптимальної методики прямих пошуків вуглеводнів. Водночас дані стосовно природи аномалій типу “поклад” (АТП) засвідчують, що універсального прямопошукового методу не існує. Більше того, один і той самий метод, залежно від формаційного фону, тектоно-гідрогеодинамічного й геотермодинамічного режимів нафтогазоносності, морфогенетичних особливостей пасток, фазово-геохімічних особливостей покладів та їх віку, може мати різне прямопошукове значення [3].

Потреба у нових методах пошуків ВВ, якими мають стати так звані прямі методи, постає і в зв'язі наявності інших структур розвитку відповідної речовини, які суттєво відрізняються від класичних антиклінальних пасток тощо. В таких ситуаціях за наявності зовсім інших фізичних полів часто незначної амплітуди класичні методи пошуків нафти та газу (наприклад, сейсморозвідка) можуть виявитися неінформативними. Крім того, потрібно враховувати і собівартість таких робіт “дорогими” методами. Їх середньосвітова вартість на пошуковому етапі становить від 3 тис. до 5 тис. дол.США/км². На розвідувальному етапі в процесі вибору місця під буріння сейсмічним методом “3D” витрати становлять не менше 10 тис. дол. США/км² [4]. Виконання цих робіт розтягується на роки, і тому застосування традиційних методів виявляється вигідним тільки в умовах розвідки великих і середніх антиклінальних нафтогазоносних структур, що залягають на невеликих глибинах.

У зв'язку з тим, що останнім часом спостерігається перехід до пошуку й освоєння неантиклінальних, нестандартних, малопотужних пасток ВВ, зокрема покладів, що залягають на великих глибинах, традиційні підходи

часто неефективні, нерідко дають збої і призводять до невиправданих витрат. Це доведено світовою статистикою успішності пошукового буріння (обчисленої за часткою з відсотків продуктивних свердловин від загальної кількості пошукових свердловин). У СРСР за 1981–1985 рр. у разі використання традиційної схеми розвідувальних робіт успішність пошукового буріння становила близько 24 %, у США в 1986 р. – 19,8 %, у континентальній Європі в 1986 р – 23,8 %. Таким чином, до реальних витрат на буріння кожної продуктивної свердловини, що становлять звичайно 3–7 млн дол. США, слід додати 10–28 млн дол., витрачених на буріння “сухих” свердловин, у яких ресурси вуглеводневої сировини відсутні [4].

Щодо використання оптимального фізичного підґрунтя і залучення відповідних методик до пошуків нафти та газу, слід відзначити, що на сучасному етапі найбільш вивченими є геохімічні підходи прямих пошуків ВВ [5–7]. Вони ґрунтуються на дослідженні певних висхідних потоків флюїдів, які теоретично перебивають поверхні над імовірними покладами ВВ. При цьому економічно доцільним є дослідження фізичних і хімічних властивостей саме верхніх геологічних горизонтів. За даними вже зазначених вище джерел при використанні геохімічних методів у верхніх шарах породи і ґрунтовому покриві фіксуються аномалії рН, Eh та інших параметрів фізико-хімічних полів [8, 9]. Крім того, в публікації [10] викладено результати багаторічних досліджень проблеми магнітної сприйнятливості ґрунтів, магнітних полів, гамма-поля та геоморфології продуктивних покладів нафти та газу.

Проте, класичні та геохімічні методи є не одними “прямими” методами для розвідки нафти і газу. В світовій та вітчизняній літературі існує низка робіт, присвячених можливості застосування магнітометрії під час пошуків ВВ [11, 12]. Фізико-геологічними передумовами застосування магнітометрії для пошуків нафти та газу є наявність магнітних мінералів в осадових породах над покладами ВВ. Такими магнітними мінералами можуть бути магнетит, гематит, магеміт та ін. Магеміт часто визначають як основний магнетик ґрунтів, хоча коректніше наголошувати на наявності різних магнітних мінералів у ґрунтових покривах залежно від типу ґрунту, його агрокліматичної та географічної прив’язки [13]. Магнітні властивості природних об’єктів (зокрема, й ґрунтового покриву), які залягають вище покладів ВВ залежать від окисно-відновних процесів у середовищі. У певному середовищі виділяють нижню відновну та верхню окисну зони [14]. Зона окиснення характеризується підвищеним вмістом кисню, азоту, вуглекислоти. Залізо знаходиться у тривалентній формі, а значення магнітної сприйнятливості зростають.

Донован зі співавторами у статті [15], яку (що досить дивно) детально цитовано навіть у довіднику [14], фіксували значні магнітні аномалії над

родовищами ВВ, використовуючи результати аеромагнітної зйомки. Це явище пов'язане з наявністю над покладами ВВ вторинного магнетиту, який генерував пилоподібні магнітні аномалії.

Становлять інтерес також анотовані результати китайських дослідників розглядуваної проблеми [16, 17]. Ліу зі співавторами у своїх дослідженнях переходять від вивчення безпосередньо аномального магнітного поля до вивчення магнітних властивостей природних об'єктів, і зокрема ґрунтового покриву над покладами ВВ. Ці автори за їх даними, досліджували генезис магнетизму, джерел геохімічних та магнітних аномалій. Дослідники зафіксували підвищення значень магнітної сприйнятливості ґрунтів унаслідок впливу на останні певних вуглеводневих сполук.

Корисною уявляється публікація німецьких авторів [18]. Мета їх роботи – дослідити вплив на магнетизм ґрунтів наявної в їх складі вуглеводневої речовини. Дослідження виконували як у природних умовах, так і в лабораторних за рахунок штучного внесення в ґрунт вуглеводнів. Відзначено, що наявні в ґрунті мікроорганізми можуть відігравати суттєву роль у трансформації залізистих мінералів за наявності вуглеводневої речовини [19]. В лабораторних умовах до ґрунтових проб додавали суспензії з різних мікробіологічних організмів та спеціальних вуглеводневих витяжок. Вплив останніх на магнітну мінералогію реєстрували протягом кількох місяців. На час публікації дослід не було завершено, проте вже по закінченні чотирьох тижнів фіксували деяке підвищення значень магнітної сприйнятливості. Польові експерименти проводили на територіях виходів на земну поверхню колишніх нафтових родовищ у Північній Німеччині. Ґрунтовий покрив – піщаний. Дослідження цих ґрунтів, забруднених ВВ, показали підвищення значень магнітної сприйнятливості порівняно із тими самими типами незабруднених ґрунтів.

У зв'язку з окресленим вище очевидними є необхідність та принципова можливість залучення засобів магнітометрії для розв'язання проблеми прямих методів пошуків ВВ.

Для цього доцільно вибрати еталонні ключові ділянки на території України, що являють собою родовища нафти та газу, на яких відбувається або недавно відбувався промисловий видобуток ВВ. В їх межах досліджується поведінка магнітного поля (в першу чергу його вертикального градієнта) та магнітних властивості природних об'єктів (гірських порід, ґрунтового покриву та біоти).

Важливим фактором успішності магнітометричних досліджень родовищ нафти та газу є комплексність зазначених досліджень в силу того, що в умовах проведення робіт вже на діючих родовищах ми стикаємося з цілим рядом додаткових проблем. В першу чергу, це значне навантаження

досліджуваного середовища металевими конструкціями, починаючи від обсадних труб свердловини і закінчуючи наявністю на території дослідження певної транспортної інфраструктури. На даних територіях також спостерігається техногенне забруднення первинними та вторинними нафтопродуктами, забруднення, що привнесені автотранспортом. Необхідним є врахування можливої наявності в безпосередній близькості від родовищ певних переробних підприємств, а також інших промислових підприємств – забруднювачів довкілля.

Наступним етапом під час проведення магнітометричних досліджень нафтогазоперспективних територій є вибір оптимальних об'єктів дослідження, мережі дослідження тощо. У цьому контексті чи не основним об'єктом вивчення стає ґрунтовий покрив, поширений на територіях покладів нафти та газу. Спробуємо пояснити це так. За відповідними теоріями генезису покладів ВВ, а також пов'язаними з ними висхідними потоками вуглеводневих флюїдів, останні можуть накопичуватися у приповерхневих горизонтах геологічного розрізу. А відтак вуглеводневі висхідні потоки можуть формувати підвищений магнетизм ґрунтів. Крім того, за останніми даними, інтенсивність магнітних аномалій від деяких родовищ нафти та газу може становити лише кілька нанотесла. Як відомо з результатів дослідження педомагнітних властивостей ґрунтового покриву України [20, 21], такі й навіть інтенсивніші магнітні аномалії може створювати і сам ґрунтовий покрив. Для розрахунку локальних аномальних магнітних полів потрібно досліджувати сумарну та ефективну намагніченості ґрунтового покриву таких ділянок, які є найважливішими параметрами для педомагнітної інтерпретації [22, 23]. Слід враховувати і наявність так званих ландшафтних аномалій, що при їх формуванні за рахунок зміни ґрунтового-ландшафтних ситуацій на територіях покладів ВВ можуть вносити свій суттєвий вклад в локальне аномальне магнітне поле над покладами нафти та газу.

На цей час ми проводимо рекогносцирувальні роботи, вже отримано перші результати. Зокрема, частина досліджень проведена спільно з Науковим центром аерокосмічних досліджень Землі. Інформацію про магнітні властивості зразків ґрунтів, відібраних на територіях покладів ВВ, передано спеціалістам цього центру для подальшої обробки та інтерпретації. Так, своє бачення даної проблеми представила в своїй дисертаційній роботі Т.О. Архіпова [24]. Зокрема, представлено результати дослідження педомагнетизму Східнорогінцівської та Прокопенківської площ. За даними Т.О. Архіпової [24], що виконала камеральне опрацювання наших результатів вивчення магнітної сприйнятливості ґрунтів, аналіз графіків як для Східнорогінцівського, так і для Прокопенківського родовищ показують наявність збільшення контрастності магнітної сприйнятливості для зразків ґрунтів над покладами ВВ віднос-

но фонових ділянок. Це можна розглядати як аргумент на користь підвищення вмісту магнітних мінералів над родовищами ВВ унаслідок відновлення заліза за рахунок наявності дифузного потоку вуглеводнів.

Наведені вище висновки є обнадійливими, проте, на нашу думку, їх потрібно підкріплювати більшою кількістю фактичного матеріалу з глибшою комплексною інтерпретацією результатів. Саме такі дослідження слід проводити силами державних геологічних підприємств. Останнє може бути реалізоване в комплексі з картувальними та розвідувальними роботами при вирішенні задач рудної геології. Магнітометричні роботи, спрямовані на розв'язання проблем прямих пошуків нафти та газу, вочевидь є перспективними напрямками відповідних державних програм і науково-дослідних робіт, які можуть реалізовуватися виробничими геологічними підприємствами.

Отже, принципова можливість пошуку та розвідки ВВ за допомогою прямих методів і, зокрема, магнітометрії існує. Водночас на цьому етапі досліджень можна говорити лише про вивчення фізичних властивостей об'єктів, що можуть спричинювати певні відхилення відповідних фізичних полів та фізичних властивостей, які в подальшому можна пов'язувати з впливом самих покладів нафти та газу.

1. Лукин А.Е. О происхождении нефти и газа (геосинергетическая концепция природных углеводородно-генерирующих систем) // Геол. журн. – 1999. – № 1. – С. 30–42.
2. Лукин А.Е. О фазах нефтегенеза – нефтегазонакопления // Докл. РАН. – 1999. – **369**, № 2. – С. 238–240.
3. Лукин А.Е. Прямые поиски нефти и газа: причины неудач и пути повышения эффективности // Геолог Украины. – 2004. – № 3. – С.18–43.
4. Архіпова Т.О., Меньшов О.І., Сухорада А.В. Про перспективи застосування прямих методів пошуків вуглеводнів // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції “Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища”. – К, 2006. – С. 229–230.
5. Алукер Э.Д., Кучерук Е.В., Петухов А.В. Геохимические методы поисков нефти и газа в СССР и за рубежом. – М.: ВИНТИ, 1989. – 190 с.
6. Архипов А.Я., Кучерук Е.В., Петухов А.В. Геохимические методы поисков месторождений нефти и газа. Итоги науки и техники // Геологические и геохимические методы поисков полезных ископаемых, разведка и оценка месторождений, разведочная и промысловая геофизика. – М.: ВИНТИ, 1980. – 142 с.
7. Зорькин Л.М., Карус Е.В. Геохимические поиски месторождений нефти и газа // Сов. геология. – 1977. – № 11. – С.127–142.
8. Литогеохимические исследования при поисках месторождений нефти и газа / Под ред. О.Л. Кузнецова. – М.: Недра, 1987. – 184 с.
9. Saunders D., Terry S. Onshore exploration using the new geochemistry and geomorphology / Oil and Gas J. – 1985. – **83**, №.37. – P. 126–130.
10. Saunders, Burson, Thompson. Model for hydrocarbon microseepage and related near-surface alterations // AAPG Bull. – 1999. – **83**, № 1. – P. 170–185.

11. Максимчук В.Ю., Орлюк М.І. Застосування магніторозвідки при пошуках родовищ нафти та газу // Нафта і газ України – 2004. Матеріали 8-ї Міжнар. наук.-практ. конф. Судак, 29 верес. – 1 жовт. 2004 р. Т. 1. – К., 2004.
12. Магнитометрические исследования при региональном и локальном прогнозе нефтегазоносности земной коры Днепровско-Донецкой впадины / М.И. Орлюк, В.Е. Максимчук, Г.И. Вакарчук. и др. // Геофиз. журн. – 1998. – **20**, № 3. – С. 92–101.
13. Jelenska M., Hasso-Agopsowicz A., Kadzialko-Hofmokl M., Sukhorada A., Tyamina K., Matviishina Zh. Magnetic iron oxides occurring in soil as indicators of pedogenic processes // Travaux Geophysiques. – 2006. – **27**. – P. 58.
14. Магниторазведка: Справочник геофизика / Под. ред. В.Е. Никитского, Ю.С. Глебовского. – М.: Недра, 1990. – 470 с.
15. Donovan T.J., Forgey R.L., Roberts A.A. Aeromagnetic detection of diagenetic magnetite over oil fields // AAPG Bull. – 1979. – **6**, № 2.
16. Liu. A study for relationship between hydrocarbon migration and soil magnetism above oil and gas fields in China // Chinese J. of Geophysics. – 1997. – **40**, № 1. – P. 93–101.
17. Liu, Cheng. Comprehensive evaluation of mechanism of “chimney-effect” using principles of magnetism, geochemistry and mineralogy // Chinese Sci. Bull. – 1998. – **43**, № 9. – P. 743–748.
18. Rijal M., Appel E., Bayer M., Binder B., Blaha U., Kappler A., Porsch K., Rosler W., Straub K., Wehland F. Magnetic properties of hydrocarbon contaminated soils: first data laboratory and field studies // Travaux Geophysiques. – 2006. – **27**. – P. 98.
19. Lovley D. R., Baedeker M. J., Lonergan D. J., Cozzarelli J. M., Philips E. J. P., Siegel D. J. Oxidation of aromatic contaminants coupled to microbial iron detection // Nature. – 1989. – **339**. – P. 297–300.
20. Sukhorada A, Menshov A. Magnetic properties of the typical Ukraine soils. Results of the investigations // J. Balkan Geophys. Soc. – 2005. – **8**. – P. 533–537.
21. Menshov A., Sukhorada A. The magnetism of typomorphic Ukraine soils in connection with the increase the efficiency of the magnetometry investigations // Travaux Geophysiques. Abstr. of the 10th “Castle Meeting” New Trends in Geomagnetism Paleo, Rock and Environmental Magnetism. – 2006. – **27**. – P. 83.
22. Сухорада А.В., Бондар К.М., Меньшов О.І. Про сумарну та ефективну намагніченість деяких ґрунтів України // Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища. – К., 2003. – С. 142–143.
23. Сухорада А.В., Меньшов А.І. Суммарная и эффективная намагниченность почвенного покрова Украины и ее роль в магнитных съемках будущего // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К. – 2005. – С. 278–280.
24. Архіпова Т.О. Обґрунтування методики прогнозування покладів вуглеводнів на суходолі з використанням матеріалів аерокосмічних та геохімічних досліджень (на прикладі нафтогазоносних площ Дніпровсько-Донецької западини): Дис. канд. геол. наук: 05.07.12 / ЦАКДЗ. – К., 2006. – 197 с.