

УДК 550.382.3

О. Меньшов, канд. геол. наук, докторант
E-mail: pova@list.ru,О. Карпенко, д-р геол. наук, проф.
E-mail: alexbrig@inbox.ru,Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна

МАГНІТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИ ПОШУКАХ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ НЕТРАДИЦІЙНОГО ТИПУ: ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром фіз.-мат. наук П. О. Міненком)

Розглядаються проблеми, пов'язані з пошуками та видобуванням вуглеводнів нетрадиційного типу. Поняття нетрадиційного газу та нафти включає вуглеводні в ущільнених породах, метан вугільних пластів, сланцевий газ і нафту. Досліджується місце магнітних методів у комплексі геологорозвідувальних робіт і геофізичних методів досліджень нафтогазоперспективних територій з покладами нетрадиційного типу. Виявлено, що для магнітного методу не має значення генезис нафти та газу, адже магнетизм природних об'єктів може виступати як прямопошуковий метод. Водночас аномальний магнітний сигнал від ґрунтів часто може бути зіставним за інтенсивністю та амплітудою з магнітним сигналом від власне покладів вуглеводнів. Досліджується питання розробки технологій прямих пошуків нафти та газу на основі зміни під впливом вуглеводнів магнітних властивостей відповідних літологічних формацій на всьому шляху міграції флюїдного потоку з нижніх геологічних шарів до верхньої частини геологічного розрізу та ґрунтового покриву. На основі наведених результатів підтверджено зв'язок між покладами вуглеводнів і змінами вмісту магнітних мінералів під впливом міграції вуглеводневих флюїдів до верхніх частин геологічного розрізу та ґрунтів. Основними досліджуваними параметрами стають магнітна сприйнятливість, частотно залежна магнітна сприйнятливість, ізотермальна залишкова намагніченість, намагніченості насичення, параметри термоманітного аналізу.

Крім того, під час гідророзриву, який є невід'ємною частиною комплексу робіт при видобуванні вуглеводнів з нетрадиційних покладів, у навоколишнє середовище потрапляє ряд небезпечних для людини хімічних реагентів, вторинні нафтопродукти, піщані фракції. Також небезпеку несе процес транспортування видобутих вуглеводнів і пов'язані з цим технологічні та аварійні витрати речовин – забруднювачів верхньої частини геологічного розрізу, ґрунтових вод, ґрунтових покривів. Виявлено, що при гідророзриві пластів і транспортуванні вуглеводнів відбувається забруднення навоколишнього середовища, яке веде до формування та привнесення вторинних магнітних речовин, які, у свою чергу, фіксуються експресними, високоефективними та низьковартісними магнітними методами.

Ключові слова: магнітні методи, вуглеводні, сланцевий газ, нафта, магнетизм ґрунтів, магнітна сприйнятливість.

Вступ. Серед пріоритетних напрямів розвитку економіки України в контексті подій, які розгорнулися в 2014 р., усе гостріше постає завдання розбудови та оптимізації паливно-енергетичного сектора. При цьому йдеться про налагодження оптимальної схеми функціонування власного ринку вуглеводнів. З цією метою проводиться довивчення вже існуючих родовищ нафти та газу, переінтерпретація матеріалів і перерахунок запасів покладів, досліджуються шляхи розробки нових типів родовищ (у тому числі видобування так званих вуглеводнів з ущільнених порід, сланцевого газу, нафти). Також важливим елементом досліджень є розробка нових низьковартісних, експресних та ефективних технологій власне пошуків вуглеводнів.

Перспективним, але водночас і дискусійним аспектом розвитку паливно-енергетичної промисловості України останнім часом стало завдання розробки нетрадиційних покладів вуглеводнів. Найчастіше йдеться про вуглеводні ущільнених порід-колекторів, які в деяких випадках узагальнено називають сланцевим газом.

Постановка задачі. Історія видобування газу з ущільнених порід колекторів розпочалася в 70-ті рр. минулого сторіччя в Північній Америці [5]. Хоч, за повідомленнями інших науковців, відповідні дослідження проводилися й значно раніше і в різні періоди розвитку характеризувалися неоднозначністю практичної значимості [13]. США стали законодавцем моди та основною країною – рушієм створення оптимальних технологій пошуків і розробки родовищ сланцевого газу та інших нетрадиційних типів вуглеводнів. Поняття нетрадиційного газу включає газ в ущільнених породах, метан вугільних пластів, сланцевий газ [10]. Але фактично не існує загальноприйнятого визначення поняття "газ ущільнених порід" (tight gas). Звичайним критерієм є пористість газонасної структури менше 10 % і проникність у місці залягання, менша за 0,1 мД, а також необхідність стимулювання свердловини за допомогою гідророзриву.

Останніми роками розглядається все ширше коло теоретичних питань стосовно процесу видобутку, до-

сліджуються різні моделі дифузійних процесів у мережі свердловин, тріщин, процесів гідророзривів [2]. Однією з найгостріших є проблема наслідків гідророзриву порід, закачування в товщі флюїду, що в ряді випадків насичений небезпечними для людини й довкілля хімічними сполуками. Відповідні реагенти справляють негативний і небезпечний вплив на людину, тварин, рослинність і **ґрунтовий покрив**. Постає загроза забруднення ґрунтів і цілих ландшафтів, яке позначається на загальному екологічному зараженні територій, деградації продуктивних сільськогосподарських земель, веде до виникнення ерозійних процесів.

Переходячи до питання пошуків вуглеводнів за допомогою магнітометрії та магнетизму речовини, зауважимо, що для магнітного методу не має значення генезис нафти і газу, адже використання магнетизму природних об'єктів може бути прямопошуковим методом [12]. Основне завдання при цьому – не розвідка відповідних структур, пасток тощо, а вимірювання зміни магнітних характеристик, що відбуваються в гірській породі або ґрунтовому покриві під впливом дії флюїдів вуглеводневого походження. Отже, якщо такий слід від газу чи нафти ущільнених порід існує, тоді стає можливим використання магнітометрії. Водночас слід враховувати й дослідження низькоамплітудних магнітних аномалій, які можуть генеруватися, наприклад, ґрунтовим покривом. Дана інформація необхідна для розбраковки магнітного сигналу ґрунтів і спричиненого іншими геологічними об'єктами.

Із зазначеного вище випливає також й інша можливість залучення магнітних досліджень ґрунтового покриву до розробки родовищ сланцевого газу. Це – екологічний моніторинг забруднення ґрунтового покриву та вивчення ступеня зниження родючості аграрних угідь. Магнітні методи є ефективною, дешевою та експресною технологією картування забруднених ґрунтів і, на нашу думку, убачається можливість екомагнітного картування саме гідророзривно-флюїдного зараження верхньої частини геологічного розрізу. Зауважимо, що нами вже отримано результати використання магнітних методів

для картування вуглеводневого забруднення педосфери та підстиляючих геологічних горизонтів при видобуванні та транспортуванні традиційних вуглеводнів [14].

Магнітні дослідження при пошуках вуглеводнів.

Існуючі матеріали власних досліджень і закордонний досвід показують, що в ряді випадків з'являється можливість (а часто і необхідність) залучення інформації про магнітні властивості природних об'єктів (у тому числі й ґрунтового покриву) при пошуках нафти та газу. На сучасному етапі досліджень, крім відстеження за допомогою ультрадетальної магнітометрії певних геологічних структур на самому високороздільному рівні, актуальним завданням є інтерпретація магнітного поля в сенсі внеску в його аномальну структуру магнітного сигналу від ґрунтового покриву. При цьому, розглядаючи магнетизм ґрунтів у контексті пошуків вуглеводнів, пропонується використовувати отриману інформацію за двома напрямками.

Перший напрям – це вивчення власне магнітних властивостей ґрунтів, які сформувалися внаслідок процесів ґрунтоутворення (педогенний характер магнетизму), при внесенні до структури ґрунтів стороннього літологічного матеріалу (літогенний характер магнетизму), при антропогенному та техногенному впливі на ґрунтовий покрив [6]. Ідеться про зміну магнітності ґрунтового покриву (а отже, і внеску ґрунтів у формування аномального магнітного поля) залежно від типу ґрунтів, ландшафтних і геоморфологічних умов, ґрунтово-кліматичної зони тощо. Аномальний магнітний сигнал від ґрунтів часто може бути зіставним за інтенсивністю та амплітудою з магнітним сигналом від власне покладів вуглеводнів. Інформація про магнітні властивості основних ґрунтів України наведена в публікації [8].

Другий напрям – це розробка технології прямих пошуків нафти і газу на основі зміни під впливом вуглеводнів магнітних властивостей відповідних горизонтів гірських порід на всьому шляху міграції флюїдного потоку із нижніх геологічних шарів безпосередньо (і включаючи) у ґрунтовий покрив. Фізично даний процес частково описано в роботі [11]. Крім того, існують обнадійливі результати іноземних авторів з даного питання, де поряд зі схемами змін магнетизму природних об'єктів наводяться результати відповідних досліджень, зокрема в Південній Америці [4], Китаї [7], США [3] та в ряді інших країн.

Інформативними в контексті дослідження саме нетрадиційних вуглеводневих родовищ убачаються результати, отримані на прикладі ущільнених пісковиків в Алжирі, Південного Заходу нафтового родовища Хассі Мессаоуд [1]. Досліджувалася магнітна сприйнятливість зразків із шести свердловин в ущільнених пісковиках із кроком відбору 2 см. У більшості випадків контрасти магнітної сприйнятливості відповідали високій щільності тріщин і присутності сланців (підвищення гамма-випромінювання в даних інтервалах). Подальший магнітний аналіз зазначених зразків включав вимірювання ізотермальної залишкової намагніченості, залишкової намагніченості насичення, інших гістерезисних параметрів, термомагнітний аналіз. Результати продемонстрували, що в даних інтервалах підвищений вміст високомагнітних магнетиту та піротину. Отже, тріщини можуть розглядатися як місця осадження магнітних мінералів у резервуарі. Відзначається лінійна залежність між магнітною сприйнятливістю (MS) і основними петрофізичними параметрами (гамма-випромінювання, нейтронна пористість, щільність, нафтонасиченість).

Розглянемо один із прикладів реалізованих нами досліджень на територіях, перспективних на поклади нафти і газу в Україні, у Передкарпатському прогині, родовищі Орховичі. Ґрунтовий покрив даної території

представлено середньо- та слабкомагнітними ґрунтами. Залежно від положення в ландшафті та геоморфологічних умов виділяються дерново-підзолисті, дернові та лучні ґрунти, які характеризуються як найменш магнітні для всієї території України. Водночас у ряді випадків уздовж перетину виокремлюються різновиди сірих лісових ґрунтів, інколи окультурені внаслідок сільськогосподарської діяльності. Аналізуючи всю криву зміни MS уздовж профілю, відзначимо чітке відбивання в її структурі ландшафтних умов. Мінімальні значення характерні болотистим територіям, балкам, низовинам з лучним та часто болотним типом ґрунтового покриву. При переході через схили до вододільних точок спостереження з'являються локальні максимуми MS, що відповідає дерново-підзолистим, а інколи й сірим лісовим ґрунтам. Зауважимо, що дослідна ділянка характеризується горбистою будовою, локальні катени часто представляють дуже незначні відстані. Фактично у складі всього профілю таких мікрокатен зустрічаємо десятки і всі вони відстежуються в магнітній картині.

Нами відмічено деякі особливості поведінки магнітної сприйнятливості верхнього шару ґрунтового покриву при перетині ділянки власне покладів вуглеводнів, де йде їхнє безпосереднє видобування (качалки і т. ін.). Ефективніше аналізувати розподіл магнітної сприйнятливості ґрунтів поблизу зазначених ділянок, виокремлюючи із загального графіку конкретні проміжки. Один із них проаналізуємо на основі рис. 1. Зміни MS уздовж даної катени можуть бути проінтерпретовані у два способи. Перший як ландшафтні аномалії викликані зміною характеру рельєфу і типів ґрунтового покриву. Виділяються ділянки схилів, де відзначається поступове підвищення і відповідно спадання значень MS. Мінімуми фіксуються в низовинній частині катени з лучно-болотним типом ґрунту. Максимум фіксується на вододілі, де розповсюджений сірий лісовий тип ґрунту. Водночас можна говорити й про зміни магнітних показників, що ймовірно спричинені наявністю поруч з розвіданими покладами вуглеводнів і діючим їхнім видобутком. Фактично пік інтенсивності магнетизму збігається з продуктивною свердловиною (рис. 1).

Магнітні методи при забрудненні ґрунтових покривів унаслідок гідророзривів пласта та транспортування вуглеводнів. Комплекс завдань і проблем, що виникають при пошуках і розробці нетрадиційних родовищ нафти та газу, включає низку екологічних питань. Природоохоронні дослідження є важливою складовою геологорозвідувальних робіт унаслідок впливу на довкілля. Ідеться про гідророзривні порушення геологічних горизонтів, забруднення ґрунтових вод, ерозію продуктивних аграрних земель. Як відомо, під час гідророзриву в навколишнє середовище потрапляє ряд небезпечних для людини хімічних реагентів, вторинні нафтопродукти, піщані фракції. Крім того, небезпеку несе процес транспортування видобутих вуглеводнів і пов'язані з цим технологічні та аварійні витoki речовин – забруднювачів верхньої частини геологічного розрізу, ґрунтових вод, власне ґрунтового покриву.

На даному етапі у нас є досвід застосування геофізичних методів (у першу чергу магнітометрії та магнітних досліджень речовини) для розв'язання подібних завдань. Одним із шляхів розв'язання проблеми є проведення польових досліджень ґрунтового покриву сучасними експресними методами, що традиційно використовуються геофізиками. У більшості випадків необхідний результат забезпечується аналізом розподілу деяких фізичних властивостей ґрунтів земельної ділянки: вміст гумусу, коефіцієнт ерозійної небезпеки, різні види MS, інших петрофізичних параметрів. Порівняння

картограм ерозійної небезпеки (теоретичні значення) з картограмами розподілу значень вмісту гумусу та MS (лабораторні значення) дозволяє досить точно визначити аномальні ділянки, що зазвичай відповідають проявам ерозійних процесів, які виникли в результаті

некоректного функціонування протиерозійних рубежів або антропогенно-техногенного впливу. У нашому випадку йдеться про гідророзрив пластів при пошуках сланцевого газу та нафти, а також інших нетрадиційних покладів вуглеводнів.

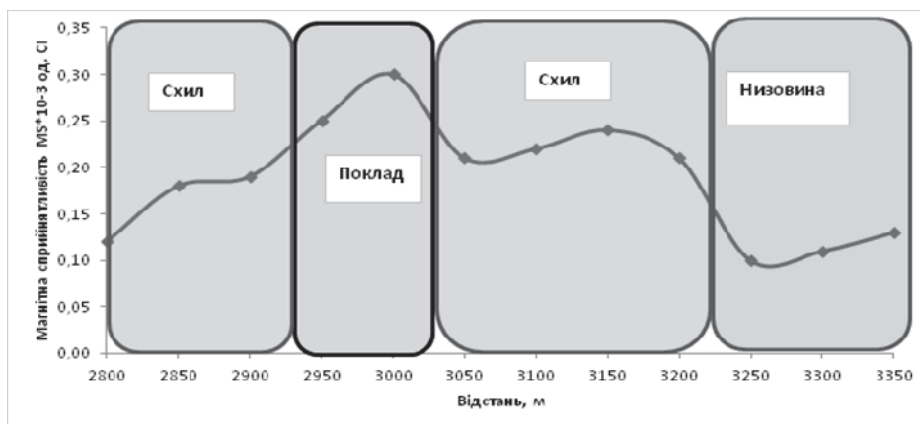


Рис. 1. Розподіл об'ємної магнітної сприйнятливості на частині профілю 6, а, що розташована в околі продуктивної свердловини нафтогазового родовища Орховицьке, Передкарпатський прогин

Забруднення вуглеводнями ґрунтового покриву, підстилаючих гірських порід, палеопедосфери та ґрунтових вод є однією з глобальних проблем дослідження навколишнього природного середовища та його сталого розвитку. При цьому йде пошук оптимальних методик виявлення відповідних забруднень та відновлення заражених природних об'єктів. Мікроорганізми *Comamonas acidovorans*, знайдені в осадових породах, активно взаємодіють з вуглеводнями при додаванні поживних речовин типу азоту та фосфору. Мікроорганізми відіграють визначальну роль у формуванні та переміщенні залістистих мінералів у забруднених вуглеводнями ґрунтах [15].

Отримані результати досліджень витоків нафтопродуктів у процесі їхнього транспортування на прикладах територій колишніх військових аеродромів Градкани (Чехія) [9] та Прилуки (Україна) [14] показали, що процес забруднення нафтопродуктами ґрунтового покриву, підстилаючих порід і ґрунтових вод характеризується рядом спільних рис. Перша з них – це флуктуація рівня ґрунтових вод, що призводить до інтенсифікації забруднення вуглеводнями верхніх шарів геологічного розрізу (включаючи палеопедосферу та ґрунти). При цьому формується так званий фронт гуміфікації, який характеризується зміною магнітних властивостей досліджуваних об'єктів. Найбільш хімічно враженими виявляються горизонти, що залягають нижче сучасного ґрунтового покриву. У процесі флуктуацій ґрунтових вод і при внесенні відповідних біоактивних речовин формуються вторинні магнітні мінерали. Одним із них може виступати магнетит, що представлений однодоменною фазою. Сумарний вміст новоутвореного магнетиту зростає з підвищенням вмісту вуглеводнів. Контроль і побудова схем відновлення забруднених унаслідок гідророзриву та транспортування видобутої вуглеводневої речовини територій з успіхом може реалізовуватися на основі комплексного ландшафтно-геофізичного аналізу та вивчення магнітної мінералогії. Результати є важливими для розробки нових технологій виявлення витоків нафти з використанням простих і швидкісних магнітних вимірювань, а також можуть застосовуватися при дослідженні зв'язків між міграцією вуглеводнів і магнітними властивостями відповідних горизонтів.

Висновки та перспективи розвитку. Визначено, що для магнітних методів не є важливим генезис нафти та газу, тобто родовище традиційного, чи нетрадиційного типу.

На сьогодні підтверджено зв'язок між покладами вуглеводнів і змінами магнітних мінералів під впливом міграції вуглеводневих флюїдів до верхніх частин геологічного розрізу та ґрунтів.

Виявлено, що при гідророзриві пластів і транспортуванні вуглеводнів відбувається забруднення навколишнього середовища, яке веде до формування та привнесення вторинних магнітних речовин, які, у свою чергу, можуть фіксуватися експресними, ефективними та низьковартісними засобами рок-магнетизму.

Очевидною є необхідність комплексування досліджень з методами, у першу чергу ГДС, геохімії, електророзвідки.

Дослідження нетрадиційних покладів вуглеводнів є новими для українських науковців. Перші спроби дедуктивного аналізу та інтерпретації вже зібраних польових даних з метою знаходження точок дотику між дослідженнями магнітних властивостей природних об'єктів і вивченням нетрадиційних покладів нафти і газу вказують на високу перспективність таких робіт. Тому не виключено, що в процесі подальших досліджень з'являться нові напрямки використання магнетизму при пошуках і розробці нетрадиційних вуглеводневих родовищ.

Список використаних джерел:

1. Magnetic susceptibility and its relation with fractures and petrophysical parameters in the tight sand oil reservoir of Hamra quartzites, southwest of the Hassi Messaoud oil field, Algeria / T. Aifa, A. Zerrouki, K. Baddari, Y. Geraud // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2014. – № 123. – P. 120–137.
2. Civan F. Shale-Gas and Transport Mechanisms Permeability and Diffusivity Inferred by Improved Formulation of Relevant Retention / F. Civan, C. S. Rai, C. H. Sondergeld // Transp Porous Med. – 2011. – P. 925–944.
3. Goldhaber M. B. Relations among hydrocarbon reservoirs, epigenetic sulfidization, and rock magnetization: examples from the South Texas Coastal Plain / M. B. Goldhaber, R. L. Reynolds // Geophysics. – 1991. – № 56. – P. 748–757.
4. An integrated rock magnetic and EPR study in soil samples from a hydrocarbon prospective area / F. Gonzalez, M. Aldana, V. Constanzo-Alvarez, M. Diaz, I. Romero // Physics and Chemistry of the Earth. – 2002. – 27. – P. 1311–1317.
5. Holditch S.A. Fracture Treatments May Unlock Tight Reservoirs / S. A. Holditch, Morse, R. A. Large // Oil and Gas Journal. – 1971. – 29 March and 5 April.
6. Magnetic properties of the profiles of polluted and non-polluted soils. A case study from Ukraine / M. Jeleńska, A. Hasso-Agopsowicz, B. Kopcewicz, A. Sukhorada, K. Tyamina, M. Kądziałko-Hofmokl, Z. Matviishina // Geophys. J. Int. – 2004. – № 159. – P. 104–116.
7. Magnetic enhancement caused by hydrocarbon migration in the Mawangmiao Oil Field, Jiangnan Basin China / Q. Liu, Q. Liu, L. Chan,

T. Yang, X. Xia, T. Cheng // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2006. – № 53. – P. 25–33.

8. Menshov O. Magnetic Properties of Ukraine Soils and Their Informational Content / O. Menshov, A. Sukhorada // 72th EAGE Conference & Exhibition. – 2010. <http://www.earthdoc.org/detail.php?pubid=39881>.

9. Change of magnetic properties due to fluctuation of hydrocarbon contaminated groundwater in unconsolidated sediments / M. L. Rijal, E. Appel, E. Petrovsky, U. Blaha // Environmental Pollution. – 2009. – P. 1–7.

10. Settari A. Reservoir and fracturing engineering challenges in tight gas development / A. Settari, R. C. Bachman // First break. – 2009. – № 27. – P. 59–64.

11. Surface Loess Susceptibility Anomalies Directly Indicating Oil and Gas Reservoirs / G. Shao, Z. Liang, Z. Wang, G. Liu, W. Wang // Applied Geophysics. – 2005. – 1–2, 4.

12. Архіпова Т. О. Про перспективи застосування прямих методів пошуків вуглеводнів / Т. О. Архіпова, О. І. Меньшов, А. В. Сухорада // Матеріали Всеукр. наук. конф. "Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища". – 2006. – С. 229–230.

Arhipova T.O., Menshov O.I., Sukhorada A.V., (2006). Pro perspektivy zastosuvannya pramykh metodiv poshukiv vuglevodniv. Materialy Vseukrainskoi naukivoi konferencii "Monitorinh nebezpechnykh geologichnykh procesiv ta ekologichnogo stanu seredovisha, 229-230. (In Ukrainian)

13. Богданович Н. М. Огляд умов розробки аргілітоподібних колекторів газонафтових родовищ в Росії та за кордоном / Н. М. Богданович // Геоінформатика. – 2013. – К., Диск CD.

Bogdanovich N.M., (2013). Oglad umov rozrobki argylitopodobnykh kolektoriv gazonaftovykh rodovishch v Rosii ta za kordonom. Geoinformatika 2013, Kyiv, Disk CD. (In Ukrainian)

14. Меньшов О., Сухорада А., Круглов О., Хоменко Р. Грунтовий покрив військових аеродромів України та їхня можлива екологічна санація (на прикладі аеродрому в м. Прилуки) // Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Т. Г. Шевченка. Сер. Геологія. – 2009. – № 47. – С. 36–38.

Menshov O., Sukhorada A., Kruglov O., Homenko R., (2009). Gruntoviy pokryv viyskovykh aerodromiv Ukrainy ta ih mojliha ekologichna sanacia (na priklyadi aerodromu v m. Priluki). Visnyk KNU Tarasa Shevchenka: Geologia, 47, 36-38. (In Ukrainian)

15. Основы изучения загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами / Н. С. Огняник, Н. К. Парамонова, А. Л. Брикс, И. С. Пашковский, Д. В. Коннов : моногр. Ин-т геолог. наук НАН Украины. – 2006. – 278 с.

Ognianyk N.S., Paramonova N.K., Briks A.L., Pashkovskiy I.S., Konnov D.V., (2006). Osnovy izucheniya zagrazneniya geologicheskoy sredy legkimi nefteproduktami. Monogr. I-t geolog. Nauk NAN Ukrainy, 278 p. (In Russian)

Надійшла до редколегії 15.09.14

O. Menshov, PhD (Geol.), Postdoc

E-mail: pova@list.ru,

O. Karpenko, Dr. Sci. (Geol.), Prof.

E-mail: alexbrig@inbox.ru

Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv,

90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022 Ukraine

MAGNETIC METHODS IN UNCONVENTIONAL HYDROCARBON EXPLORATION: SETTING THE OBJECTIVES

This paper deals with unconventional hydrocarbons exploration and production. Unconventional gas and oil include hydrocarbons in tight rocks, coal bed methane, shale gas and oil. The focus is on magnetic methods in geological exploration and geophysical research on unconventional oil and gas deposits. Oil and gas genesis has no direct bearing on the use of magnetic methods, with the latter being applied directly in hydrocarbon prospecting. On the other hand, an anomalous magnetic signal from soils is comparable in its intensity and amplitude with magnetic signals from hydrocarbon deposits. We have assessed the prospects of developing a direct method of oil and gas exploration based on the assumption that hydrocarbon migration brings about changes in magnetic minerals within the lithological formations of a hydrocarbon halo along the entire oil travel path from the lower geological layers up to the near surface geological section and soils. A correlation has been found between hydrocarbon deposits and changes in magnetic mineralogy caused by hydrocarbon fluid migration. The main magnetic attributes under study include magnetic susceptibility, frequency dependence magnetic susceptibility, isothermal remanent magnetization, saturation magnetization, and the parameters of thermomagnetic analysis.

Hydraulic fracturing, which is commonly used to extract hydrocarbons from unconventional reservoirs, often results in emitting environmental pollutants, such as toxic chemical reagents, petroleum derivatives and sand fraction. Furthermore, hydrocarbon handling entails the risk of accidental release of pollutants and contaminating the subsurface, geologic sections, groundwater and soil. It has been shown that environmental pollution caused by hydraulic fracturing and hydrocarbon handling is associated with formation and introduction of secondary magnetic minerals. Magnetic methods used to detect autogenic magnetic substances are rapid, highly efficient and economically sound.

Keywords: magnetic methods, hydrocarbons, shale gas, oil, soil magnetism, magnetic susceptibility.

А. Меньшов, канд. геол. наук, докторант

E-mail: pova@list.ru,

А. Карпенко, д-р геол. наук, проф.

E-mail: alexbrig@inbox.ru

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

УНІ "Інститут геології", ул. Васильківська, 90, г. Київ, 03022, Україна

МАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ НЕТРАДИЦИОННОГО ТИПА. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассматриваются проблемы, связанные с поисками и добычей углеводородов нетрадиционного типа. Понятие нетрадиционного газа и нефти включает углеводороды в уплотненных породах, метан угольных пластов, сланцевый газ и нефть. Определяется место магнитных методов в комплексе геологоразведочных работ и геофизических методов исследований нефтегазоперспективных территорий с залежами нетрадиционного типа. Выявлено, что для магнитного метода не имеет значения генезис нефти и газа, поскольку изучение магнетизма природных объектов может выступать в качестве прямого поискового метода. В то же время аномальный магнитный сигнал от почвы часто может быть сопоставимым по интенсивности и амплитуде с магнитным сигналом от собственно залежей углеводородов. Исследуется вопрос разработки технологии прямых поисков нефти и газа на основе изменения под влиянием углеводородов магнитных свойств соответствующих геологических толщ на всем пути миграции флюидного потока из нижних геологических слоев в верхнюю часть геологического разреза и почвенный покров. На основе приведенных результатов подтверждена связь между залежами углеводородов и изменениями магнитных минералов под влиянием миграции углеводородных флюидов в верхнюю часть геологического разреза и почву. Основными исследуемыми параметрами являются магнитная восприимчивость, частотно зависящая магнитная восприимчивость, изотермальная остаточная намагниченность, намагниченность насыщения, параметры термомагнитного анализа.

Кроме того, во время гидроразрыва, который является неотъемлемой частью комплекса работ при добыче углеводородов из нетрадиционных залежей, в окружающую среду попадает ряд опасных для человека химических реагентов, вторичные нефтепродукты, песчаные фракции. Также, опасность несет процесс транспортировки добытых углеводородов и связанные с этим технологические и аварийные утечки веществ загрязнителей верхней части геологического разреза, грунтовых вод, почвенного покрова. Выявлено, что при гидроразрыве пластов и транспортировке углеводородов происходит загрязнение окружающей среды, которое ведет к формированию и привнесению вторичных магнитных веществ, что, в свою очередь, может фиксироваться экспрессными, высокоэффективными и дешевыми магнитными методами.

Ключевые слова: магнитные методы, углеводороды, сланцевый газ, нефть, магнетизм почвы, магнитная восприимчивость.