

М.І. Орлюк

д-р геол. наук

В.В. Друкаренко

Інститут геофізики НАН України

Вивчення фізичних параметрів порід осадового чохла північно-західної частини ДДЗ у зв'язку з її нафтогазоносністю

УДК 550.382.3 (477)

Досліджено щільність та об'ємну магнітну сприйнятливість порід восьми свердловин, пробурених у північно-західній частині Дніпровсько-Донецької западини, а також вивчено характер зміни цих величин для основних типів порід, представлених у кожній зі свердловин. Виконано дослідження залежності величини магнітної сприйнятливості порід від наявності чи відсутності флюїду під впливом температури.

Исследованы плотность и объемная магнитная восприимчивость пород восьми скважин, пробуренных в северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины, а также изучен характер изменения этих величин для основных типов пород, встречающихся в каждой из скважин. Выполнены исследования зависимости величины магнитной восприимчивости пород от наличия или отсутствия флюида под воздействием температуры.

Density and volume magnetic susceptibility were studied from 8 boreholes drilled in north-western part of Dnipro-Donets Depression. The variations of these parameters were analyzed for the major rock types found in each of the wells. Magnetic susceptibility investigations of dry and fluid-saturated samples in heating process were pursued.

Проблема прогнозування нафтогазоносності земної кори потребує розгляду широкого кола процесів і явищ, які так чи інакше можуть бути пов'язані з різними аспектами походження, міграції та накопичення вуглеводнів. Одним із перспективних регіонів у цьому плані є північно-західна частина Дніпровсько-Донецької западини. Поклади нафти і газу тут пов'язуються з палеозойськими відкладами осадового чохла, а також, ймовірно, з докембрійськими утвореннями фундаменту. Тут пробурено параметричні і пошукові свердловини: 333-Строївську (глибина – 3803 м), 15-Борковську (4776 м), 338-Ніжинську (5337 м), 370-Зорківську (6200 м), 303-Борзнянську (4508 м), 305-Гужівську (5501 м), 361-Савинківську (6005 м) і 1-Петрівську (5501 м), завдяки яким отримано важливу інформацію про склад і структуру осадового чохла, а також його зв'язок зі структурами фундаменту. Магнітна сприйнятливість і щільність порід є важливими параметрами, дуже чутливими до складу і будови геологічного розрізу, а також до процесів, що відбуваються в земній корі в цілому і в осадовому чохлі зокрема. Ці параметри використовують для вивчення умов осадконакопичення, магніостратиграфічного розчленування осадового чохла, а також прогнозування шляхів міграції і скупчення вуглеводнів [1-4 та ін.].

Лабораторні дослідження магнітної сприйнятливості та щільності порід проведено на одному і тому ж керново-

му матеріалі, що, безсумнівно, є важливим для подальшого пояснення аномалій у розподілі щільності та намагніченості порід і з'ясування їх взаємозв'язку.

У цілому розріз кори району досліджень представлений аргілітами, алевролітами, пісковиками, вапняками, мергелями, туфопісковиками, туфоаргілітами, доломітами, сіллю, туфобрекчіями, гнейсами, гранітогнейсами і базальтами. Гнейси і гранітогнейси представляють докембрійський фундамент. Вимірювання щільності та магнітної сприйнятливості порід виконано для близько 900 зразків із усіх свердловин.

Результати досліджень

Магнітну сприйнятливість і щільність зразків вимірювали за стандартною технологією. У результаті було побудовано графіки розподілу щільності та магнітної сприйнятливості порід із глибиною по кожній свердловині [5, 6]. На рис. 1 як приклад наведено розподіл цих величин для розрізу Борковської свердловини.

Згідно з вимірами, щільність і магнітна сприйнятливість однотипних порід змінюються у широких межах. За винятком щільності солі і базальтів, що змінюються у незначних межах, щільність решти типів порід перекивається в широкому діапазоні їх значень. У деяких свердловинах зустрічаються зразки з аномальними значеннями щільності: зокрема для аргілітів із Гужівської

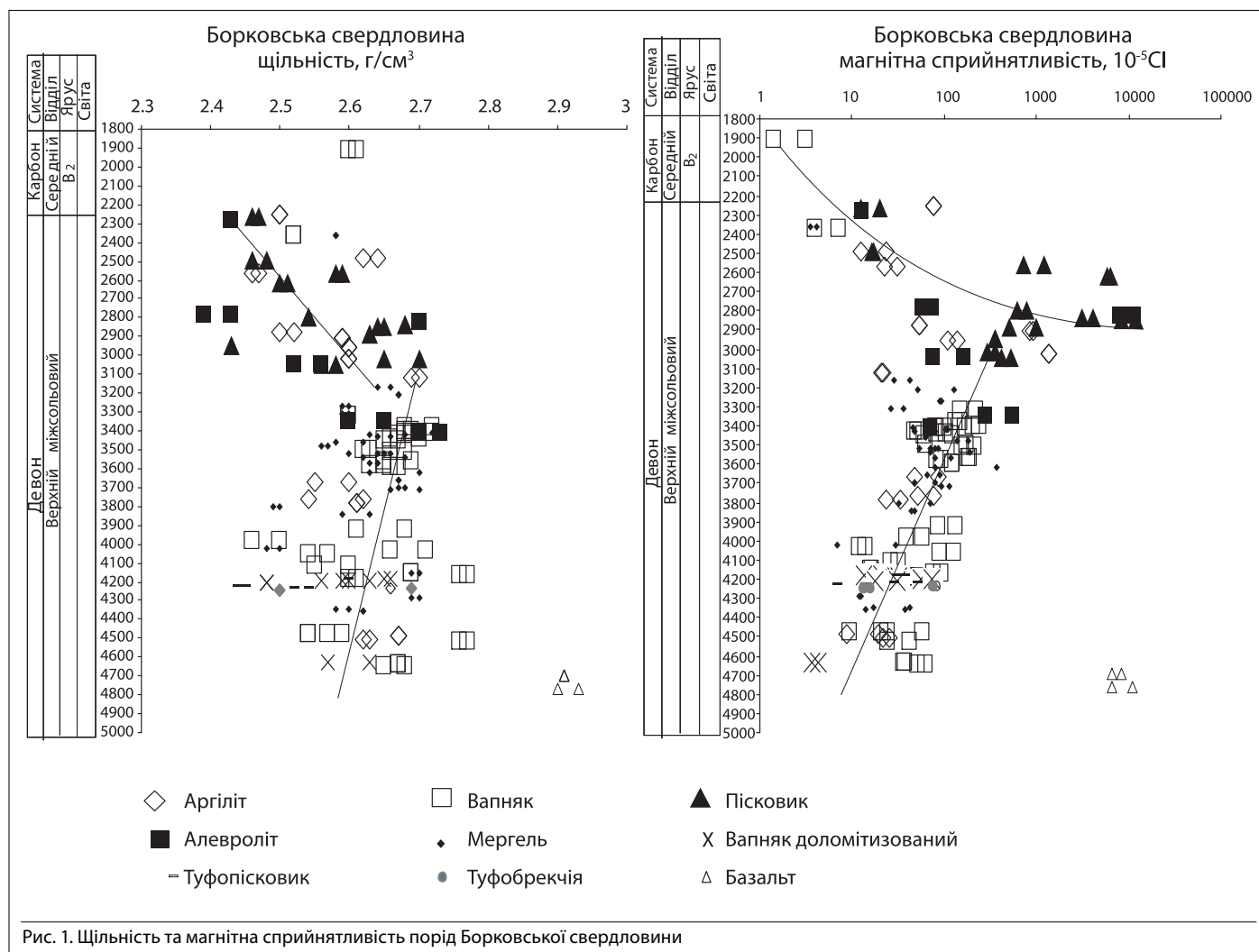


Рис. 1. Щільність та магнітна сприйнятливість порід Борковської свердловини

свердловини $\sigma = 1,78$ г/см³ (3564 м), алевролітів Петрівської свердловини $\sigma = 3,36$ г/см³ (2793 м) і $\sigma = 3,19$ г/см³ (2783 м), вапняку Ніжинської свердловини $\sigma = 3,01$ г/см³ (2992 м). Зауважимо при цьому, що зразки алевролітів Петрівської свердловини з аномальною щільністю характеризуються також і високими значеннями магнітної сприйнятливості. Ймовірно, це можна пояснити підвищенням вмістом магнетиту, який є головним мінералом сучасних природних магнітних пісків [7].

Також для зразків Борковської, Борзнянської та Савинківської свердловин було виміряно залишкову намагніченість. Її значення дуже невеликі (0,003–0,1 А/м) практично для усіх зразків, виняток становлять конкреції Савинківської свердловини з $I_n = 1,1$ А/м і магнітні пісковики Борковської свердловини $I_n = 0,3$ –3,7 А/м.

Для пошуку деяких загальних закономірностей просторової зміни щільності та магнітної сприйнятливості порід виконано побудову деякого зведеного розрізу кори від 1400 до 6400 м по всіх свердловинах для аргілітів, алевролітів, пісковиків та вапняків.

Перш за все зазначимо, що щільність та магнітна сприйнятливість порід змінюються в широких межах, але

якщо не розглядати пісковиків та вапняків Борковської свердловини та нечисленних щільних й магнітних зразків порід з інших свердловин, то можна виявити такі закономірності.

Щільність більшої частини зразків аргілітів змінюється в межах $\sigma = (2,45 \div 2,7)$ г/см³, а магнітна сприйнятливість $\chi = (8 \div 120) \cdot 10^{-5}$ од. СІ. Значення χ дещо зростає, тоді як щільність різко збільшується до глибини 4500 м, а починаючи з 5000 м зменшується (рис. 2). Щільність та магнітна сприйнятливість більшості зразків пісковиків знаходяться у межах $\sigma = (2,3 \div 2,7)$ г/см³ і $\chi = (8 \div 100) \cdot 10^{-5}$ од. СІ. Для обох параметрів характерне незначне їх зростання з глибиною. Подібна залежність спостерігається у алевролітів і вапняків. Велика кількість зразків алевролітів має щільність $\sigma = (2,4 \div 2,72)$ г/см³ і магнітну сприйнятливість $\chi = (12 \div 120) \cdot 10^{-5}$ од. СІ. Щільність вапняків знаходиться у межах $\sigma = (2,5 \div 2,75)$ г/см³, $\chi = (5 \div 50) \cdot 10^{-5}$ од. СІ.

Зміна магнітної сприйнятливості порід під впливом вуглеводню і температури

Для виявлення можливого генетичного зв'язку між магнітною сприйнятливістю різних типів порід і місця-

ми скупчення або проходження вуглеводнів вивчено зміну χ для насичених і ненасичених зразків гірських порід під впливом температури для Строївської, Зорківської, Борковської та Ніжинської свердловин [6]. Уперше такий експеримент було проведено на прикладі осадових і кристалічних порід Передкарпатського прогину [4]. У результаті – магнітна сприйнятливості усіх типів порід, насичених флюїдом, істотно збільшувалася, а новоутворення магнетиту було доведено за допомогою рентгеноструктурного аналізу. Істотне збільшення величин магнітної сприйнятливості осадових порід експериментально встановлено і для утворень осадового чохла Центральної депресії ДДА [2].

Аналіз результатів за досліджуваними свердловинами показав, що не в усіх породах виявлено утворення нових магнітних мінералів, що проявляється в підвищенні магнітної сприйнятливості порід, насичених вуглеводнем, тобто за рахунок процесів відновлення. Породи з новоутвореними мінералами після нагрівання до 350 °С представлені аргілітами, алевролітами, мергелем, туфобрекчією, пісковиком. Однак для ряду насичених вуглеводнем зразків не спостерігалось аномального зростання значень χ , а в деяких випадках відбувалося навіть їх зменшення.

Істотне збільшення магнітної сприйнятливості спостерігається для аргілітів із Борковської свердловини з глибини 2250,8–2260,7 м, де значення χ зразка, насиченого газоліном, значно перевищують відповідні показники для чистого зразка (рис. 3). Те ж саме можна сказати і про алевроліт із глибини 3348,7–3355 м, хоча в цьому випадку χ насиченого зразка зростає не набагато більше, ніж ненасиченого.

У Ніжинській свердловині утворення нових мінералів зі збільшенням температури спостерігається в аргіліті з глибини 2620–2626 м, де магнітна сприйнятливості насиченого зразка зростає в 5 разів при 350 °С, (χ ненасиченого зразка – лише в 2,3 раза), і в аргіліті з глибини 3288–3295 м, де χ насиченого зразка зростає більше ніж у 32 рази. Таке ж можна сказати і про пісковик з глибини 2986–2993 м, де χ насиченого зразка збільшується у понад 13 разів.

У Зорківській свердловині утворення нових мінералів зі збільшенням температури відбувається в глині (збільшення χ насиченого зразка в 3 рази), в пісковикі (в 1,22 раза), в алевроліті (магнітна сприйнятливості насиченого зразка збільшується в 14, а ненасиченого – в 9 разів).

У всіх інших зразках досліджуваних порід збільшення значень χ насиченого зразка майже не відбувається (як у гнейсах Строївської свердловини) або зростає менш інтен-

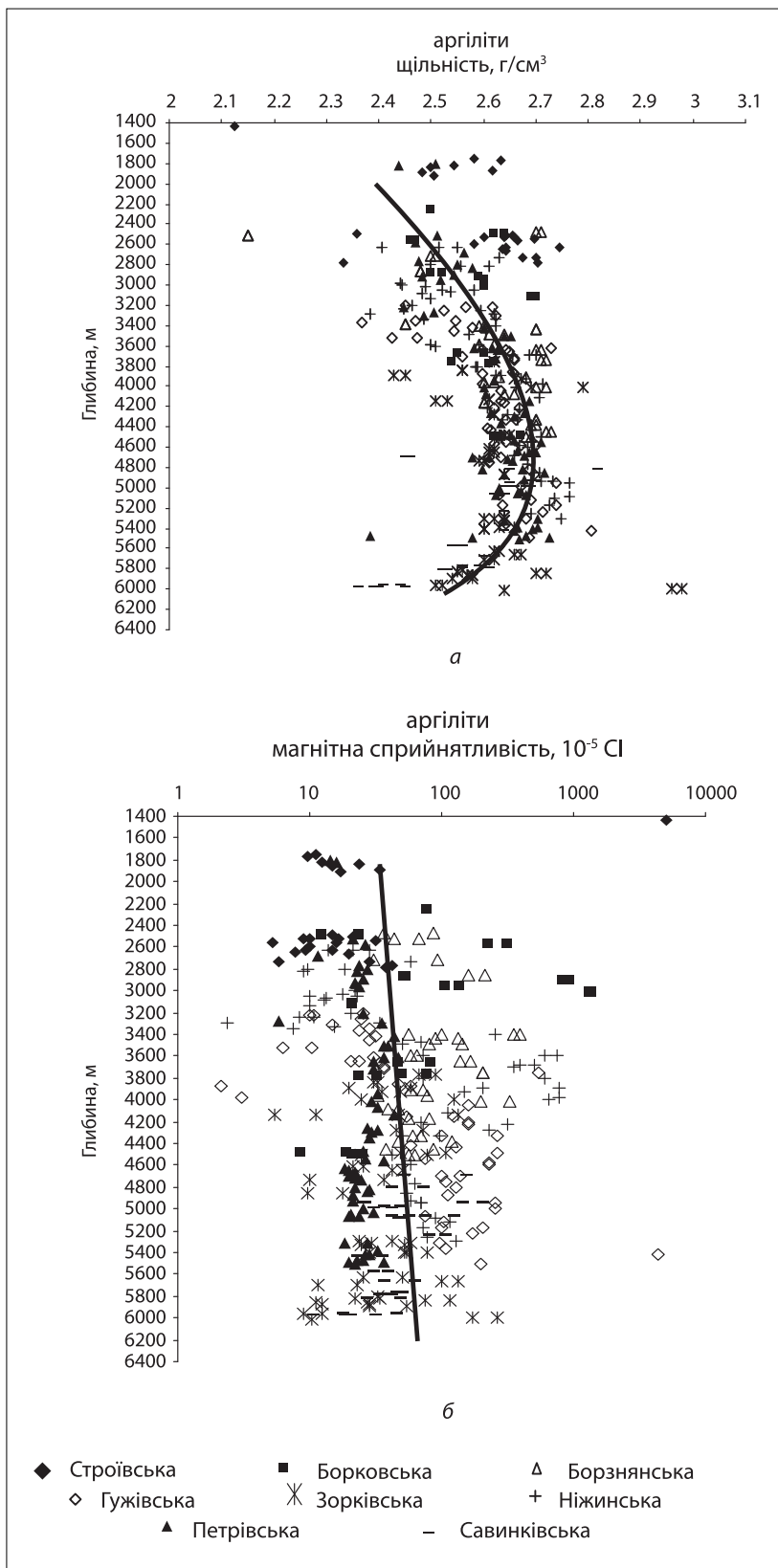
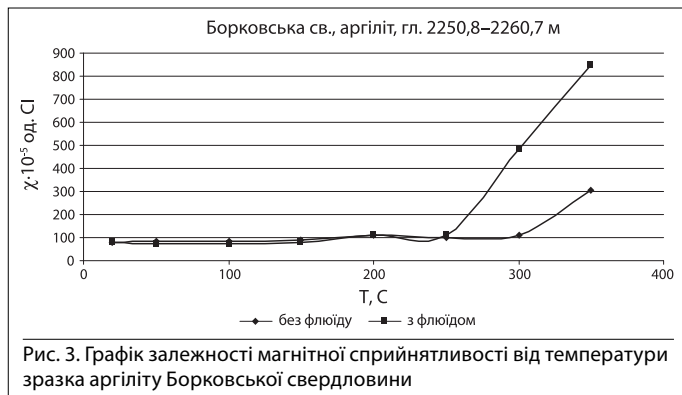


Рис. 2. Загальна щільність (а) та магнітна сприйнятливості (б) аргілітів по 8 свердловинах



сивно, ніж у ненасичених. Дуже слабкі зміни магнітної сприйнятливості алеволітів і аргілітів із Борковської свердловини в процесі нагрівання можна пояснити аномально високими значеннями χ ще до експерименту ($\chi = 11450 \cdot 10^{-5}$ од. СІ у алеволітів із глибини 2832 м).

У цілому ж можна відзначити різний характер зміни магнітної сприйнятливості насичених зразків порід під впливом температури, а також наявність досить великої їх кількості без новоутворених магнітних мінералів. Скоріше за все, отримані закономірності можна пояснити відсутністю в деяких породах заліза в тій чи іншій формі, що здатне відновлюватися до магнетиту, або ж тим, що процес відновлення заліза з тих чи інших причин уже пройшов.

Отже, збагачення магнітними і щільними мінералами може бути пов'язане з магматичною і вулканічною діяльністю, що широко розвинена в цьому регіоні, а також можливе за рахунок взаємодії порід із флюїдами [2, 4].

Виконані дослідження дають підстави зробити декілька висновків, а саме:

підвищені значення щільності та магнітної сприйнятливості багатьох зразків Борковської свердловини, а також деяких порід із інших свердловин можна пояснити їх насиченістю залізовмісними мінералами, зокрема магнетитом;

експериментально показано можливість новоутворення магнітних мінералів у разі дії температури на насичені вуглеводневим флюїдом породи, тобто виявлено генетичний зв'язок областей підвищених значень намагніченості зі шляхами міграції і накопичення вуглеводнів;

важливою особливістю є виявлення в окремих свердловинах інтервалів із розущільненими породами, які супроводжуються також підвищеними значеннями магнітної сприйнятливості. Такі інтервали виділяються на різних глибинах у Борзнянській, Ніжинській, Зорківській, Петрівській, Гужівській і Савинківській свердловинах. Згідно з роботами [1, 8], такі ділянки можуть бути потенційно нафтогазоносними;

великий інтерес представляє виявлення області розущільнення аргілітів глибше 5000 м, поблизу кристалічного фундаменту, з одночасним підвищенням їх магнітної сприйнятливості, що створює передумови для прогнозування та пошуку тут вуглеводнів глибинного походження.

Список літератури

1. Орлюк М.І. Нафтогазоносність земної кори України у зв'язку з її намагніченістю // Нафт. і газова пром-сть. – 1994. – № 3. – С. 16–19.
2. Орлюк М.І. Магнітна характеристика порід осадового чохла Центральної депресії Дніпровсько-Донецького авлакогена / М.І. Орлюк, С.М. Кравченко, В.А. Єнтін // Нафта і газ України. 36. наук. праць: Мат. VI Міжнар. наук.-практ. конф. – Івано-Франківськ, 2000. – Т.1. – С. 303.
3. LeSchak L.A. and Van Alstine D.R. High-resolution ground-magnetic (HRGM) and radiometric surveys for hydrocarbon exploration: Six case histories in Western Canada, in Surface exploration case histories: Applications of geochemistry, magnetic, and remote sensing // AAPG Studies in Geology. – 2002. – № 48; and SEG Geophys. – Ref. Series № 11. – P. 67–156.
4. Bucha V. Geomagnetism of the external flysch special czechoslovakian Carpathians and the possible causes of anomalous geophysical manifestations // Stud. Geophys. Et geod. – 1984. – Т. 24. – P. 227–251.
5. Orliuk M. Magnetic susceptibility and density of the rocks from north-western part of Dnieper-Donets Depression / M. Orliuk, V. Drukarenko // Travaux Geophysiques XXXIX: Abstracts of the 12th «Castle Meeting» New Trends in Geomagnetism Paleo, Rock and Environmental Magnetism / Institute of Geophysics, Acad. Sci. Czech Republic. – 2010. – P. 56–57.
6. Орлюк М.І. Магнітна восприимчивость пород северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины / М.І. Орлюк, В.В. Друкаренко // Геофиз. журн. – 2010. – Т. 32. – № 1. – С. 78–91.
7. Курников Ю.А. Магнитно-минералогическая характеристика, классификация и использование природных магнитных песков / Ю.А. Курников, М.І. Орлюк // Геоф. журн. – 2011. – Т. 33. – № 1. – С. 39–53.
8. Слепак З.М. Гравитационное моделирование гетерогенных структур при поисках нефти и газа: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. / З.М. Слепак. – Киев, 1985. – 35 с.

Автори статті



Орлюк Михайло Іванович

Доктор геологічних наук, академік УНГА, завідувач відділу геомагнетизму Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАНУ. Закінчив КНУ ім. Тараса Шевченка за спеціальністю інженер-геофізик. Напрями наукової діяльності – аналіз геомагнітного поля та розробка просторово-часових магнітних моделей земної кори у зв'язку з прогнозуванням її нафтогазоносності.

Друкаренко Вікторія Володимирівна
Провідний геофізик відділу геомагнетизму Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАНУ, закінчила КНУ ім. Тараса Шевченка за спеціальністю геофізик. Напрям наукової діяльності – вивчення магнітних властивостей порід земної кори у зв'язку з прогнозуванням її нафтогазоносності.

