

УДК 550.382.3

О. Меньшов, канд. геол. наук, докторант
E-mail: menshov.o@ukr.net

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, Київ, 03022, Україна;

Р. Кудеравець, канд. геол. наук, ст. наук. співроб.
E-mail: romankud@cb-igph.lviv.ua

Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України
вул. Наукова, 3-б, Львів, Україна;

С. Попов, канд. геол. наук
E-mail: sapopovsa@mail.ru;

Р. Хоменко, канд. геол. наук, мол. наук. співроб.
E-mail: hristianin@bigmir.net;

А. Сухорада, канд. геол.-мін. наук, доц.
E-mail: suhorada@univ.kiev.ua

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, Київ, 03022, Україна;

І. Чоботок, мол. наук. співроб.
E-mail: icbt@i.ua

Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України
вул. Наукова, 3-б, Львів, Україна

ТЕРМОМАГНІТНИЙ АНАЛІЗ ҐРУНТІВ ТЕРИТОРІЙ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. О.М. Карпенком)

При дослідженні інформативності магнетизму ґрунтів при пошуках корисних копалин на прикладі покладів вуглеводнів перед нами постають завдання залучення додаткових магнітних параметрів з метою підвищення ефективності інтерпретації отриманих матеріалів. У даній статті розглядається інформативність термомагнітного аналізу ґрунтів, відібраних на території покладів вуглеводнів з метою з'ясування магнітної мінералогії та її температурних змін. Для ілюстрації було обрано територію покладів вуглеводнів "Старуня", де раніше нами та партнерами було проведено вивчення магнітної сприйнятливості ґрунтового покриву, профільну магніторозвідку та геохімічні дослідження у зоні покладів. У даній роботі пропонується зупинитися на термомагнітному аналізі ґрунтів. Для співставлення та інтерпретації результатів було залучено дані термомагнітного аналізу зразків ґрунтів з території покладів нафти і газу у Венесуелі. Термомагнітний аналіз є ефективним та інформативним методом визначення магнітних мінералів, які формують магнітні властивості ґрунтів над покладами вуглеводнів. При цьому феромагнетити найчастіше можуть бути комбінацією педогенних мінералів та аутогенних магнітних фаз, що формувалися під впливом вуглеводневої речовини. На прикладі родовища у межах полігону "Старуня" визначена складна асоціація магнітних мінералів у ґрунтах. Ідентифікуються сульфіди заліза, зокрема піротин. Також, в усіх зразках виявлено магнетит. Крім того, відзначаються температурні зміни магнітної сприйнятливості, що можуть характеризуватися як фазові переходи гагеміт-гематит. Доменний стан впливає на криву температурної залежності, що може бути наслідком переходу ультрадисперсних однодомених (SD) магнітних частинок при зростанні температури у суперпарамагнітний стан (SP). Порівняння із результатами термомагнітного аналізу ґрунтів із родовища вуглеводнів у Венесуелі дозволило дійти висновку, що у них чітко ідентифікований лише магнетит. При цьому, українські ґрунти полігону "Старуня" характеризуються значно більш розмаїтим діагенетичним мінералогічним складом.

Ключові слова: магнітна сприйнятливість, температура Кюрі, ґрунти, вуглеводні.

Вступ. Виклики, що стають перед сучасними науково-дослідницькими колективами визначають актуальним завданням пошук новітніх енергозберігаючих технологій, які мають задовольняти принципи міждисциплінарності та орієнтуватися на спільні міждержавні проекти. Зокрема, такий підхід регламентуються урядом та Міністерством Освіти і Науки України, які визначають першочергові напрямки для фінансування проектів та молодіжних тематик на основі пріоритетів програми Горизонт 2020. Крім того, закінчується законодавче формування єдиних наук про Землю як освітньої та наукової спеціальності, що інтегрує ліву частку геологічних та географічних напрямків досліджень.

Зазначені вище тенденції стосуються і паливної галузі України. Очевидно, що поряд із класичними методами пошуків та розвідки нафти і газу постає завдання залучення на різних етапах до даного процесу новітніх та експресних технологій. Протягом тривалого часу (починаючи з 90-х років минулого століття) на кафедрі геофізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка проводяться дослідження магнетизму ґрунтового покриву. В останні роки вишукування перейшли до стадії вивчення інформативності магнетизму ґрунтів для використання в екології, ґрунтознавстві та геології. Частина досліджень присвячена вивченню інформативності магнітних методів при дослідженні покладів вуглеводнів. У даній статті не будемо зупинятися на історії даної проблеми, оскільки основні результати висвітлені у серії публікацій, наприклад [10].

Постановка задачі та стан проблеми. Вивчаючи інформативність магнетизму ґрунтів при пошуках корисних копалин на прикладі вуглеводнів, перед нами постає низка проблем, розв'язання яких вимагає підвищення ефективності інтерпретації. Нами фіксуються магнітні аномалії поруч із покладами вуглеводнів, які підтверджуються результатами магніторозвідки в Україні [7] та за її межами [3], а також геохімічними методами [6, 14]. При цьому актуальним завданням є з'ясування фізичних процесів, які відбуваються у верхній частині геологічного розрізу і ґрунтах під дією вуглеводнів і ведуть до зміни їх магнітності. Зрозуміло, що основною причиною зміни магнітної сприйнятливості ґрунтового покриву є формування аутогенних магнітних мінералів. При цьому можуть утворюватися як феромагнетити, що призводять до зростання основних магнітних величин, так і менш магнітні сполуки заліза (парамагнітні та антиферомагнітні за природної температури мінерали).

У даній статті пропонується розглянути інформативність термомагнітного аналізу ґрунтів, відібраних на території покладів вуглеводнів, з метою з'ясування магнітної мінералогії та її температурних змін.

Для ілюстрації нами було обрано територію покладів вуглеводнів "Старуня". Результати вивчення магнітної сприйнятливості її ґрунтового покриву та магніторозвідки над відповідними покладами наведено у роботі [11]. Зараз пропонуємо сконцентруватися саме на термомагнітному аналізі відповідних зразків ґрунтів. При обговоренні результатів для порівняння та більш глибо-

кого розуміння процесів, які фіксуються у ґрунтах, було залучено результати термомагнітного аналізу зразків з території покладів нафти і газу у Венесуелі [4].

Термомагнітний аналіз зразків ґрунтів з територій перспективних на поклади вуглеводнів успішно застосовується у Світі. У роботі [13] вивчаються аутогенетичні зміни магнітних мінералів верхньої частини геологічного розрізу та вплив флуктуації ґрунтових вод на магнітну сприйнятливості вуглеводневмісних підстилюючих порід та ґрунтів на прикладі вуглеводневого родовища Ханігсен, Німеччина. Досліджуються точки Кюрі та переходи Вервея (характеристика за від'ємних температур). Ідентифікуються магнітні фази та доменний стан магнетиків, які формують магнітні властивості ґрунтового покриття, що вивчається. У роботі [12] відзначається, що мікроорганізми у середині ґрунтового покриття відіграють визначальну роль у діагенетичних змінах у присутності вуглеводнів.

У роботі [8] відзначається, що термомагнітний аналіз залишкової намагніченості може нести більше інформації щодо вмісту феромагнітних мінералів, оскільки на його результати не впливає вміст парамагнетиків. На прикладі вуглеводневого родовища Капушаліанг у Китаї автори ідентифікували магнітом'яку мультидоменну (MD) фазу, скоріше за все магнетит, а також піротин із точкою Кюрі близькою до 320 °С. Ефективність термомагнітного аналізу для ідентифікації магнітних фаз доводиться ще багатьма роботами, що проводилися на територіях покладів вуглеводнів по усьому Світу [2]. Тому, нижче представимо до розгляду отриманих нами матеріалів для ґрунтів полігону "Старуня".

Матеріали і методи. Термомагнітний аналіз зразків ґрунтів проводився на прикладі нафто-озокеритового родовища "Старуня". Дана територія відноситься до Борислав-Покутської зони Передкарпатського прогину, що є основною нафтогазоносною територією Українських Карпат. Фактично, ландшафтні умови дослідної ділянки більше подібні до сусіднього Полісся. Гірський масив розташовується на відстані 10-20 км від дослідної ділянки. Комплексні магнітні дослідження проводилися уздовж латерального профілю MAG1 [11].

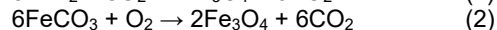
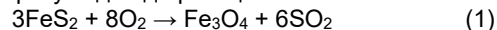
Для термомагнітного аналізу було обрано три зразки: насичений вуглеводнями ґрунт із підвищеними у 10 разів (порівняно із фоновими) значеннями магнітної сприйнятливості; зразок з генетичного горизонту В, що також був просяканий вуглеводнями та характеризувався аномально високою магнітною сприйнятливостю, а також, зразок із верхнього гумусового горизонту А, незміненого фонового лучного ґрунту даної території, що відібраний на відстані 1 км від родовища (слабомагнітний).

Термомагнітний аналіз виконувався за допомогою лабораторного капамістка KLY (Agico, Чехія) із додатковим обладнанням у вигляді печі для нагріву і устаткування для фіксації температури.

Результати та їх обговорення. З метою більш глибокого дослідження магнітних фаз та їх переходів було виконано термомагнітний аналіз зразків території полігону "Старуня". Результати наведено на рис. 1. На ньому представлені криві нагріву та охолодження зразка верхнього шару ґрунту, що насичений вуглеводнями та відібраний поруч із свердловиною Надія-1 (а), зразка із горизонту В, що насичений вуглеводнями (б), фонового зразка верхнього шару лучного ґрунту (в) та окремо крива його нагріву у більшому масштабі для зручнішої візуалізації (г).

Криві нагріву (а, г) демонструють подібну форму, але відрізняються за абсолютними значеннями магнітної сприйнятливості. Насичений вуглеводнями зразок є набагато магнітнішим. Відзначається пік магнітної

сприйнятливості поблизу 200 °С із подальшим спаданням значень при наближенні до 400 °С. Така закономірність може свідчити про присутність сульфідів заліза або магемітової фази [9]. Крім того, зазначена диференціація може викликатися наявністю ультрадисперсних однодомених (SD) магнітних частинок за кімнатної температури із подальшим їх переходом у суперпарамагнітний стан (SP) при зростанні температури [13]. Формування максимумів при наближенні до позначки у 500 °С є індикатором формування нових мінералів магнетиту. Даний процес може бути викликаним окисненням піриту або інших сульфідів вуглеводневого походження до фази магнетиту згідно до механізму запропонованого у роботі [1]. Припускається, що ґрунтового покриття є потужним біогеохімічним бар'єром на шляху міграції вуглеводнів, які спричиняють потужну аутогенну сульфідну мінералізацію генетичних горизонтів. При цьому відбувається активний процес окиснення вуглеводнів із утворенням CO₂ та біогенного H₂S. Останнє призводить до реакцій із залізом та накопичення у ґрунтах ультрадисперсних зерен піриту та сидериту. Під час нагрівання у нашому випадку у процесі термомагнітного аналізу до 450-500 °С пірит та сидерит переходять у магнетитову фазу згідно до реакцій:



Наведені фазові переходи можуть пояснювати формування піків у діапазоні 500 °С. Подальший нагрів однозначно ідентифікує наявність магнетитової фази за точкою Кюрі, що наближається до 580 °С. Слід зауважити, що ґрунти є складними магнітними системами, які часто містять перехідні магнітні фази, що можуть зміщувати точки Кюрі класичних чистих магнітних фаз. Подальший нагрів не ідентифікував наявності гематиту. Однак слід зауважити, що у ряді випадків для його ідентифікації термомагнітним методом необхідні більш високоточні аналізи, залучення дослідження магнітних параметрів при низьких температурах, дослідження залежності намагніченості насичення від температури.

Повертаючись до аналізу отриманих термомагнітних кривих слід зауважити, що зразок, який аналізується на рис. 1б не проявляє максимумів при наближенні до 500 °С. Даний факт є ознакою значно меншого вмісту магнетитової фази. У той же час диференціація його магнітної сприйнятливості у діапазоні 200-400 °С вказує на основні магнітні фази даного зразка – сульфідів та магеміту. При цьому перший пік на позначці у 200 °С може бути проінтерпретований як згорання органічної речовини, а помітний мінімум біля позначки у 400 °С вказує на зв'язок із фазовими переходами магеміт-гематит [5].

Криві охолодження ідентифікують, що після нагріву формуються більш сильно магнітні фази, скоріше за все магнетиту.

Для підтвердження та більш глибокого аналізу результатів наших досліджень, які обговорені вище, звернемося до результатів вивчення термомагнітних залежностей для ґрунтів перспективної на поклади вуглеводнів території Венесуели (рис. 2) [4]. Продемонстровані два приклади нагрівання та охолодження зразків ґрунтів з родовища. Відзначається підвищення значень магнітної сприйнятливості для зразка 15 із нагрівом, а також різке спадання магнетизму при температурі близько 580 °С, що вказує на наявність магнетиту як основного магнітного мінералу. Також і зразок 3 характеризується зменшенням величини магнітної сприйнятливості при наближенні до 580 °С, що ідентифікує магнетитову фазу. Інші точки Кюрі є слабо візуалізованими і важко піддаються інтерпретації.

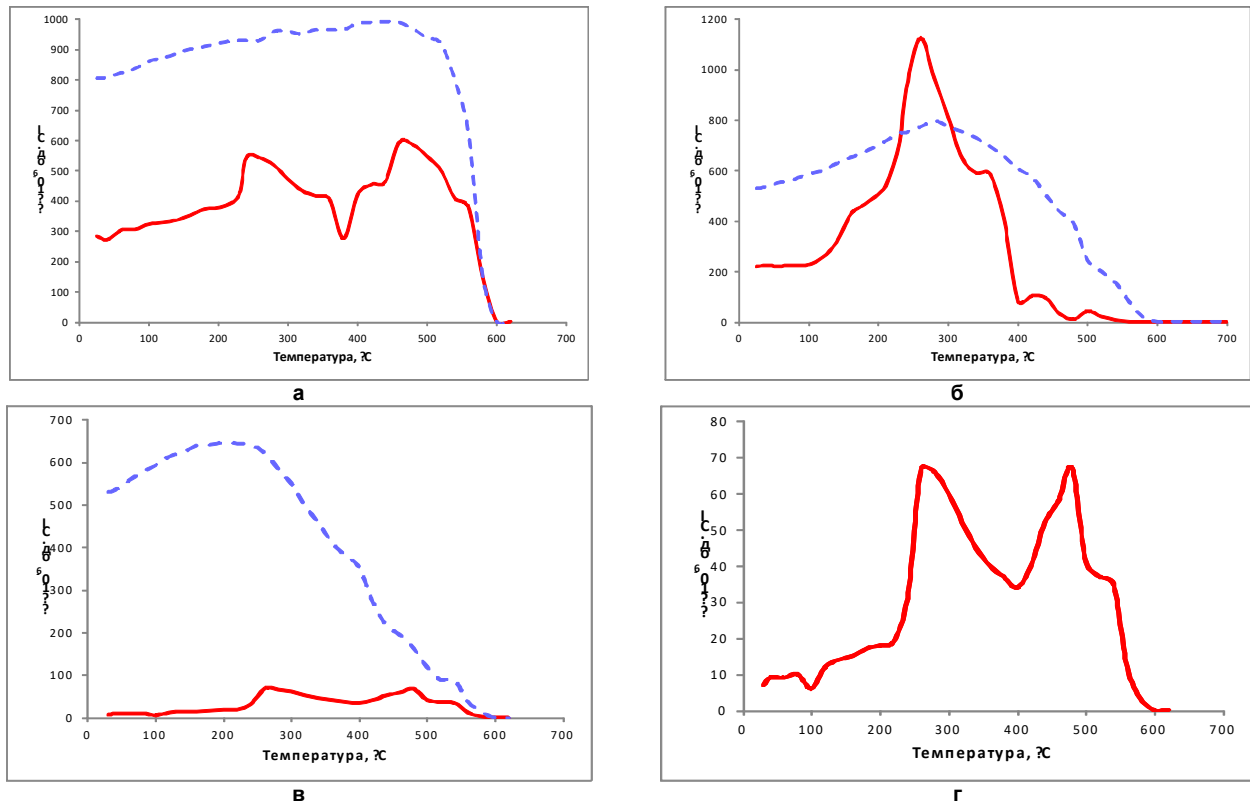


Рис. 1. Результати термомагнітного аналізу зразків ґрунтів полігону "Старуня":

а – зразок насичений вуглеводнями та відібраний поруч із свердловиною Надія-1, б – зразок із генетичного горизонту В, що насичений вуглеводнями, в – фоновий зразок верхнього шару лучного ґрунту, г – крива нагріву зразка (в) у збільшеному масштабі. Суцільна лінія – крива нагріву, пунктирна лінія – крива охолодження

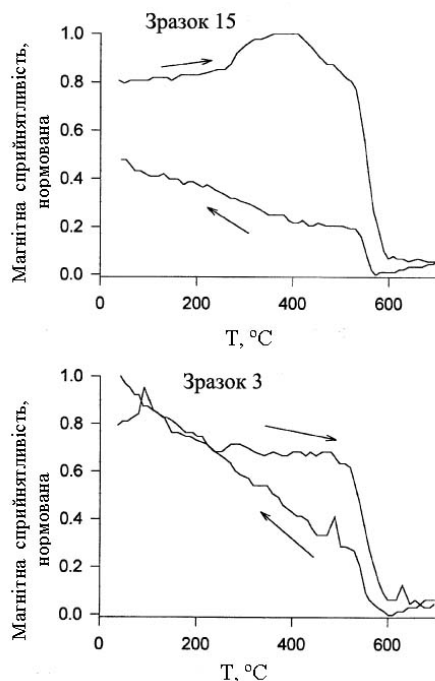


Рис. 2. Нормовані криві температурної залежності магнітної сприйнятливості (нагрів та охолодження) для двох зразків репрезентативних ділянок покладів вуглеводнів Венесуели (південна частина Venezuelan Andean Range) [4]

Таким чином, аналізуючи спільно матеріали термомагнітного аналізу для території родовища "Старуня" Україна та Венесуели слід відзначити, що фіксуються як спільні риси, так і суттєві розбіжності. В усіх випадках

ідентифікований вміст магнетиту. Це не є дивним, оскільки магнетитова фаза є найбільш розповсюдженою з інших магнетиків у ґрунтах. Крім того, під час високотемпературних фізико-хімічних процесів відбувається вторинне поступове перетворення усіх магнітних фаз у магнетит, що успішно підтверджується кривими охолодження. Можливо, додаткову інформацію надасть серія нагрівів та охолоджень зразка до температури піротитової та магемітової фази (перехід магеміт-гематит), що планується у якості подальших досліджень.

Явною відмінністю зразків полігону "Старуня" є фіксація при нагрівах першого максимуму у діапазоні 200-300°C, другого максимуму для вміщуючих вуглеводні зразків поряд із 500°C, а також мінімуми близько 400°C, про що йшлося вище. Це може свідчити про різний генезис формування аутогенних мінералів ґрунтів, що пояснюється їх різноманітністю за класифікацією WRB, відмінностями у будові нафтогазових геологічних структур, літології та географічному розташування дослідних ділянок.

Висновки. Термомагнітний аналіз є ефективним та інформативним методом визначення магнітних мінералів, які формують магнітні властивості ґрунтів над покладами вуглеводнів. При цьому феромагнетика найчастіше можуть бути комбінацією педогенних мінералів та аутогенних магнітних фаз, що формувалися під впливом вуглеводневої речовини. На прикладі родовища у межах полігону "Старуня" визначена складна асоціація магнітних мінералів у ґрунтах. Ідентифікуються сульфіди заліза, зокрема піротин як їх феромагнітний представник. Також, в усіх зразках виявлено магнетит. Крім того, відзначаються температурні зміни, що можуть характеризуватися як переходи магеміт-гематит. Доменний стан впливає на криву температурної залежності, що є наслідком переходу ультрадисперсних однодомених (SD) магнітних частинок при зростанні темпе-

ратури у суперпарамагнітний стан (SP), що призводить до підвищення значень магнітної сприйнятливості.

Співставлення із термомагнітним аналізом ґрунтів із родовища вуглеводнів у Венесуелі дозволило дійти висновку, що порівняно із закордонними ґрунтами, у яких чітко ідентифікований лише магнетит, українські ґрунти характеризуються значно більш розноманітним діагенетичним мінералогічним складом.

Список використаних джерел

1. Решетников М.В. Магнитная индикация почв городских территорий (на примере г. Саратова) / М.В. Решетников // Монография. – Саратов: Саратов. гос. тех. ун-т., 2011. – 152 с.
2. Aldana M. Identification of magnetic minerals related to hydrocarbon authigenesis in venezuelan oil fields using an alternative decomposition of isothermal remanence curves / M. Aldana, V. Costanzo-Álvarez, L. Gómez et al. // *Studia Geophysica et Geodaetica*. – 2011. – № 55(2). – P. 343-358.
3. Aydemir A. Evaluation of gravity and aeromagnetic anomalies for the deep structure and possibility of hydrocarbon potential of the region surrounding Lake Van, Eastern Anatolia, Turkey / A. Aydemir, A. Ates, F. Bilim et al. // *Surveys in Geophysics*. – 2014. – № 35(2). – P. 431-448.
4. Gonzalez F. An integrated rock magnetic and EPR study in soil samples from a hydrocarbon prospective area / F. Gonzalez, M. Aldana, V. Costanzo-Álvarez et al. // *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. – 2002. – № 27(25). – P. 1311-1317.
5. Jordanova D. Thermomagnetic behavior of magnetic susceptibility – heating rate and sample size effects / D. Jordanova, N. Jordanova // *Front. Earth Sci.* – 2016. – № 3, 90 p.
6. Kotarba M.J. Distribution and origin of gaseous hydrocarbons and carbon dioxide in the Quaternary sediments at Starunia palaeontological site and vicinity (Carpathian region, Ukraine) / M.J. Kotarba, H. Sechman, M. Dzieniewicz // *Annales Societatis Geologorum Poloniae*. – 2009. – № 79. – P. 403-419.
7. Kuderavets R.S. Geomagnetic models of hydrocarbon deposits and perspective structures of central part of Dnipro-Donets depression / R.S. Kuderavets, V.Yu. Maksymchuk, Yu.M. Horodys'kyi // *Scientific Bulletin of Ivan-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*. – 2009. – № 1(19). – P. 73-81.
8. Liu Q. Magnetic and mineralogical characteristics of reservoir rocks in the Yakela oil field, northern Tarim Basin and their implications for magnetic detection of oil and gas accumulations / Q. Liu, S. Liu // *Chinese science bulletin*. – 1999. – № 44 (2). – P. 174-177.
9. Mathé V. Trace magnetic minerals to detect redox boundaries and drainage effects in a marshland soil in western France / V. Mathé, F. Lévêque // *European journal of soil science*. – 2005. – № 56, 6. – P. 737-751.
10. Menshov O. Magnetic mapping and soil magnetometry of hydrocarbon prospective areas in western Ukraine / O. Menshov, R. Kuderavets, S. Vyzhva et al. // *Studia Geophysica et Geodaetica*. – 2015. – № 59, 4. – P. 614-627.
11. Menshov O. Preliminary results of magnetic investigations at Starunia oil-ozokerite deposit (Carpathian Region, Ukraine) [Електронний ресурс] / O. Menshov, R. Kuderavets, I. Chobotok // 15th EAGE International Conference on Geoinformatics-Theoretical and Applied Aspects, May 2016, Kiev, Ukraine. – 2016.
12. Porsch K. Impact of organic carbon and iron bioavailability on the magnetic susceptibility of soils / K. Porsch, M. Rijal, T. Borch et al. // *Geoch. Cosmoch. Acta*. – 2014. – № 128. – P. 44-57.

13. Rijal M. Magnetic signature of hydrocarbon-contaminated soils and sediments at the former oil field Hänigsen, Germany / M. Rijal, K. Porsch, E. Appel, A. Kappler // *Stud. Geophys. Geod.* – 2012. – № 56. – P. 889-908.
14. Sechman H. Surface geochemical survey at Starunia palaeontological site and vicinity (Carpathian region, Ukraine) / H. Sechman, M.J. Kotarba, M. Dzieniewicz // *Annales Societatis Geologorum Poloniae*. – 2009. – № 79. – P. 375-390.

References

1. Reshetnikov M.V. (2011). Magnetic identification of the city soils (on an example of Saratov). Monograph, Saratov, 152 p.
2. Aldana M., Costanzo-Álvarez V., Gómez L., González C., Díaz M., Silva P., Rada M. (2011). Identification of magnetic minerals related to hydrocarbon authigenesis in venezuelan oil fields using an alternative decomposition of isothermal remanence curves. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 55, 2, 343-358.
3. Aydemir A., Ates A., Bilim F., Buyuksarac A., Bektas O. (2014). Evaluation of gravity and aeromagnetic anomalies for the deep structure and possibility of hydrocarbon potential of the region surrounding Lake Van, Eastern Anatolia, Turkey. *Surveys in Geophysics*, 35, 2, 431-448.
4. Gonzalez F., Aldana M., Costanzo-Álvarez V., Díaz M., Romero I. (2002). An integrated rock magnetic and EPR study in soil samples from a hydrocarbon prospective area. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 27, 25, 1311-1317.
5. Jordanova D., Jordanova N. (2016). Thermomagnetic behavior of magnetic susceptibility – heating rate and sample size effects. *Front. Earth Sci.*, 3, 90.
6. Kotarba M.J., Sechman H., Dzieniewicz M. (2009). Distribution and origin of gaseous hydrocarbons and carbon dioxide in the Quaternary sediments at Starunia palaeontological site and vicinity (Carpathian region, Ukraine). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 79, 403-419.
7. Kuderavets R.S., Maksymchuk V.Yu., Horodys'kyi Yu.M. (2009). Geomagnetic models of hydrocarbon deposits and perspective structures of central part of Dnipro-Donets depression. (In Ukrainian). *Scientific Bulletin of Ivan-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*, 1, 19, 73-81.
8. Liu Q., Liu S. (1999). Magnetic and mineralogical characteristics of reservoir rocks in the Yakela oil field, northern Tarim Basin and their implications for magnetic detection of oil and gas accumulations. *Chinese science bulletin*, 44, 2, 174-177.
9. Mathé V., Lévêque F. (2005). Trace magnetic minerals to detect redox boundaries and drainage effects in a marshland soil in western France. *European journal of soil science*, 56, 6, 737-751.
10. Menshov O., Kuderavets R., Vyzhva S., Chobotok I., Pastushenko T. (2015). Magnetic mapping and soil magnetometry of hydrocarbon prospective areas in western Ukraine. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 59, 4, 614-627.
11. Menshov O., Kuderavets R., Chobotok I. (2016). Preliminary results of magnetic investigations at Starunia oil-ozokerite deposit (Carpathian Region, Ukraine). 15th EAGE International Conference on Geoinformatics-Theoretical and Applied Aspects. May 2016, Kiev, Ukraine.
12. Porsch K., Rijal M., Borch T., Troyer L., Behrens S., Wehland F., Appel E., Kappler A. (2014). Impact of organic carbon and iron bioavailability on the magnetic susceptibility of soils. *Geoch. Cosmoch. Acta*, 128, 44-57.
13. Rijal M., Porsch K., Appel E., Kappler A. (2012). Magnetic signature of hydrocarbon-contaminated soils and sediments at the former oil field Hänigsen, Germany. *Stud. Geophys. Geod.*, 56, 889-908.
14. Sechman H., Kotarba M.J., Dzieniewicz M. (2009). Surface geochemical survey at Starunia palaeontological site and vicinity (Carpathian region, Ukraine). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 79, 375-390.

Надійшла до редколегії 25.05.16

O. Menshov, Cand. Sci. (Geol.), Postdoctoral Student
E-mail: menshov.o@ukr.net
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of Geology
90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine

R. Kuderavets, Cand. Sci. (Geol.), Tenured Researcher
E-mail: romankud@cb-igph.lviv.ua,
Carpathian Branch of Subbotin Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine,
3-B Naukova, Lviv, Ukraine

S. Popov Cand. Sci. (Geol.)
E-mail: sapopovsa@mail.ru,

R. Homenko, Cand. Sci. (Geol.), Junior Researcher
E-mail: hrstianin@bigmir.net,

A. Sukhorada, Cand. Sci. (Geol.), Professor Associate
E-mail: suhorada@univ.kiev.ua
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of Geology
90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine

I. Chobotok, Junior Researcher
E-mail: icbt@i.ua
Carpathian Branch of Subbotin Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine,
3-B Naukova, Lviv, Ukraine

THERMOMAGNETIC ANALYZES OF SOILS FROM THE HYDROCARBON FIELDS

In this paper we continue the studying of possible usage of the soil magnetism at the hydrocarbon prospecting. It is occurred that more additional soil magnetic data should be used to improve the interpretation of material obtained. This paper discusses the application of the thermomagnetic analysis of soil samples from the territory of hydrocarbon deposits to clarify the magnetic mineralogy and its temperature changes. Starunia

hydrocarbon field is lected for studying as an example, because of previous investigations of magnetic susceptibility of soils available as well as magnetic and geochemical survey works carried out in this area. The new results of thermomagnetic soil analysis are presented in this paper. For possible comparative discussion and interpretation we also used the results of the thermomagnetic analysis of soil samples from the oil and gas deposit of Venezuela. Thermomagnetic analysis is important method for determining the magnetic minerals, which form the magnetic properties of soils over the hydrocarbon field. We suggested that the ferrimagnetics are often the combination of the pedogenic minerals and authigenic magnetic phases, which are formed under the influence of hydrocarbons. Complex association of magnetic minerals are identified in the soils of oil and gas field Starunia. The iron sulphides like pyrrhotite phase are occurred in all soil samples, with magnetite being commonly found in all sample varieties. Moreover, temperature changes of magnetic susceptibility, which can be interpreted as a phase transitions of maghemite-hematite are also observed. The domain state has an apparent influence onto the thermomagnetic curves too, that could be the result of transition from the ultrafine single domain state (SD) under the room temperature to the superparamagnetic state (SP) at heating. Comparison between results of investigations of Ukrainian and Venezuela soil samples made it possible to conclude about the presence of the magnetite phase in both areas. At the same time, if the magnetite is the only ferromagnetic mineral identified in Venezuela, the Ukrainian soils are characterized by much more various authigenic mineralogical composition.

Keywords: magnetic susceptibility, Curie temperature, soil, hydrocarbons

А. Меньшов, канд. геол. наук, докторант

E-mail: menshov.o@ukr.net,

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

УНИ "Институт Геологии", ул. Васильковская, 90, Киев, 03022, Украина;

Р. Кудеравец, канд. геол. наук, ст. науч. сотруд.

E-mail: romankud@cb-igph.lviv.ua

Карпатское отделение Института геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины

ул. Научная, 3-б, Львов, Украина;

С. Попов, канд. геол. наук

E-mail: saporovsa@mail.ru;

Р. Хоменко, канд. геол. наук, мл. науч. сотруд.

E-mail: hristianin@bigmir.net;

А. Сухорада, канд. геол.-мин. наук, доц.

E-mail: suhorada@univ.kiev.ua

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

УНИ "Институт Геологии", ул. Васильковская, 90, Киев, 03022, Украина;

И. Чоботок, мл. науч. сотрудник

E-mail: icbt@i.ua

Карпатское отделение Института геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины,

ул. Научная, 3-б, Львов, Украина

ТЕРМОМАГНИТНЫЙ АНАЛИЗ ПОЧВ ТЕРРИТОРИЙ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

При исследовании информативности магнетизма почвы при поисках полезных ископаемых на примере залежей углеводородов перед нами стоят задачи привлечения дополнительных магнитных параметров с целью повышения эффективности интерпретации полученных материалов. В данной статье рассматривается информативность термомагнитного анализа почвы, отобранных на территории залежей углеводородов с целью выяснения магнитной минералогии, а также ее температурных изменений. Для иллюстрации была выбрана территория залежей углеводородов "Старуня", где ранее нами было проведено изучение магнитной восприимчивости почвенного покрова, магниторазведка, а нашими партнерами геохимические исследования в зоне залежей. В данной работе предлагается рассмотреть результаты термомагнитного анализа почвы. Для обсуждения и интерпретации результатов были привлечены данные термомагнитного анализа образцов почвы территории залежей нефти и газа в Венесуэле. Термомагнитный анализ является эффективным и информативным методом определения магнитных минералов, которые формируют магнитные свойства почвы над залежами углеводородов. При этом ферромагнетики зачастую могут быть комбинацией педогенных минералов и аутогенных магнитных фаз, которые формировались под влиянием углеводородного вещества. На примере месторождения в пределах полигона "Старуня" определена сложная ассоциация магнитных минералов в почвах. Идентифицируются сульфиды железа и пирротин. Также, во всех образцах обнаружен магнетит. Кроме того, отмечаются температурные изменения, которые могут характеризоваться как фазовые переходы маггемит-гематит. Доменное состояние влияет на кривую температурной зависимости, что является следствием перехода ультрадисперсных однодоменных (SD) магнитных частиц при росте температуры в суперпарамагнитное состояние (SP). Сравнение с термомагнитным анализом почвы месторождения углеводородов в Венесуэле позволило прийти к выводу, что в них четко идентифицирован только магнетит. При этом, украинские почвы характеризуются значительно более разнообразным диагенетическим минералогическим составом.

Ключевые слова: магнитная восприимчивость, температура Кюри, почвы, углеводороды