

МІНЕРАЛОГІЯ, ГЕОХІМІЯ ТА ПЕТРОГРАФІЯ

УДК: 553.98

І. Багрій, д-р геол. наук, ст. наук. співроб.

E-mail: bagrid@ukr.net

Інститут геологічних наук НАН України, вул. О. Гончара 55-б, м. Київ, 01054, Україна,

О. Карпенко, д-р геол. наук, проф.

E-mail: alexbrig@inbox.ru,

А. Куліш, асп.

E-mail: kulish.andrii@gmail.com

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська 90, м. Київ, 03022, Україна,

В. Глонь, асп.

E-mail: vitaliyglon@gmail.com

Інститут геологічних наук НАН України, вул. О. Гончара 55-б, м. Київ, 01054, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ПРИПОВЕРХНЕВИХ ГЕОХІМІЧНИХ МЕТОДІВ
ДЛЯ УТОЧНЕННЯ БУДОВИ РОДОВИЩ НАФТИ І ГАЗУ*(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мін. наук, проф. В.М. Гулієм)*

Приповерхневі геохімічні методи пошуків нафти і газу є малозатратними і експресними. Авторами розроблено передумови використання даних приповерхневої геохімічної розвідки для уточнення геологічної будови родовищ вуглеводнів. Розробка нових підходів до інтерпретації даних приповерхневих геохімічних методів дозволить більш ефективно проводити пошуково-розвідувальні роботи в межах родовищ вуглеводнів і перспективних ділянок. Також дані підходи можна буде використовувати у комплексі з геологічними, геофізичними, геохімічними і промисловими методами для покращення якості отриманих результатів. Методика даної роботи полягає в з'ясуванні залежностей між глибинними геологічними параметрами перспективної ділянки і даними газометричної зйомки біля поверхні Землі, що в результаті допоможе отримати нові підходи до інтерпретації геохімічних аномалій.

Для дослідження використано геологічну інформацію Недільної структури, що розташована в межах північного борту Дніпровсько-Донецької западини. Вона являє собою вузьку антикліналь, що ускладнена повздовжними і поперечними розломами. В її межах пробурено п'ять свердловин, в двох з яких було отримано промисловий приплив газу. Ділянка була вивчена традиційними нафтогазопошуковими методами, в тому числі і геофізичними дослідженнями свердловин. Також використано дані методу геолого-структурно-термо-атмосферно-геохімічних досліджень (СТАГД), що являє собою комплексну технологію для пошуку родовищ нафти і газу. Проведено аналіз геологічних і геохімічних даних для виявлення зон з дихаючими і екрануючими розломами. Для цього використано структурні карти даної ділянки з нанесеними розривними порушеннями і дані по вмісту вуглеводневих і неуглеводневих газів біля поверхні Землі. На основі проінтерпретованих даних усі розломи було поділено на екрануючі та провідні. Дослідження проведені з використанням концентрацій різних газів дали схожі результати. Для пошуку тектонічно-екранованих покладів дані про провідність розломів були співставлені з результатами газометричної зйомки по метану.

Наукова новизна роботи полягає в розробці передумов використання приповерхневих геохімічних показників в комплексі з геологічними параметрами для отримання додаткової інформації про нафтогазові родовища, зокрема про типи розломів та наявність тектонічно-екранованих покладів. Результати досліджень можна використовувати при пошуках нафти і газу, як допоміжний інструмент, що дозволяє визначати особливості будови родовищ вуглеводнів.

Ключові слова: приповерхнева геохімічна розвідка, СТАГД, Недільна структура, типи розломів, тектонічно-екрановані поклади.

Вступ. Мета даної роботи полягає у визначенні ролі приповерхневих геохімічних методів при пошуках, розвідці і уточненні будови родовищ вуглеводнів та з'ясуванні залежності між глибинними параметрами родовищ і поверхневими геохімічними показниками. Об'єктом досліджень є Недільна структура північного борту ДДЗ, на якій було вивчено геологічну будову та проведені приповерхневі геохімічні дослідження.

Актуальність теми полягає у потребі прирощення власних запасів вуглеводнів, використовуючи малозатратні, легкодоступні і експресні методи. Питаннями приповерхневої геохімічної розвідки займалися вітчизняні і закордонні спеціалісти І.Д. Багрій, В.А. Соколов, П.Ф. Гожик, Л.М. Зорькін, Ю.І. Коробков, П.Н. Кропоткін, Д. Шумахер, М. Лейборн, Б. Бернард, А. Абрамс та інші [1-6]. Ними були розроблені теоретичні основи формування геохімічних аномалій над родовищами вуглеводнів. Згідно з запропонованою гіпотезою, в земній корі відбувається постійне просточування газів до поверхні Землі, в основному за рахунок зміни тисків з глибиною, в тому числі і над родовищами вуглеводнів. Таким чином, результати вимірювання концентрації газів глибинного походження біля поверхні Землі дозволяють отримати корисну інформацію про вуглеводневі родовища, зокрема наявність розломів і територіальне розміщення покладів. Незважаючи на це, не було досліджено можливість використання газометричної

зйомки разом з геологічними параметрами для уточнення будови родовищ вуглеводнів. В статті розглянуто передумови використання даних приповерхневої геохімічної розвідки для уточнення геологічної будови нафтогазових родовищ.

Виклад основного матеріалу. Приповерхневі геохімічні методи пошуків нафти і газу – це прямі методи пошуків вуглеводнів, вони є малозатратними і експресними. Застосування приповерхневих геохімічних методів для пошуків нафти і газу показує позитивні результати [6], хоча іноді трапляються невдачі. Ці методи дозволяють картувати геохімічні аномалії по підвищеному вмісту метану та інших газоподібних компонентів. Аномалії виникають внаслідок просочування газів з нижче-залегаючих порід до поверхні в підземні води, приповерхневий шар ґрунту та навіть в атмосферу. Міграція відбувається по проникних зонах і має в основному вертикальне спрямування. Тим не менше, аномалії можуть бути зміщені латерально під впливом певних геологічних чинників. В додаток до цього, величина концентрації газів у ґрунті залежить не тільки від кількості покладів, ефективної потужності, об'єму колекторів і глибини їх залягання, а й від тектонічної активності над родовищем. Про наявність вуглеводневих покладів може свідчити підвищена концентрація як вуглеводнів, так і інших газів, накопичення яких пов'язане з геологічними процесами, які відбуваються поблизу покладів.

Виділяються два типи просочування: активне і пасивне [6]. Активне просочування відбувається в місцях з високою проникністю, де значні маси газів мігрують на поверхню. Зони їх фільтрації можна визначити за допомогою сейсмічних методів, так як пружні хвилі рухаються там повільніше. Зони, де гази рухаються значно повільніше, характеризуються пасивним просочуванням. Швидкість руху і кількість газів в цих зонах значно менша. Більш інтенсивні геохімічні аномалії спостерігаються саме над активними розломами, менші – прямо

над покладами. Це вказує на те, що дифузія по розломах займає головне місце при міграції газів на поверхню (Рис. 1). Було встановлено, що обидва типи міграції – горизонтальна і вертикальна, мають місце. Переважає саме вертикальна міграція, через те, що зміна тисків з глибиною відбувається у вертикальному напрямку. Горизонтальна міграція відбувається при просочуванні вуглеводнів по нахиленим розломам і біля поверхні, внаслідок руху підземних вод.

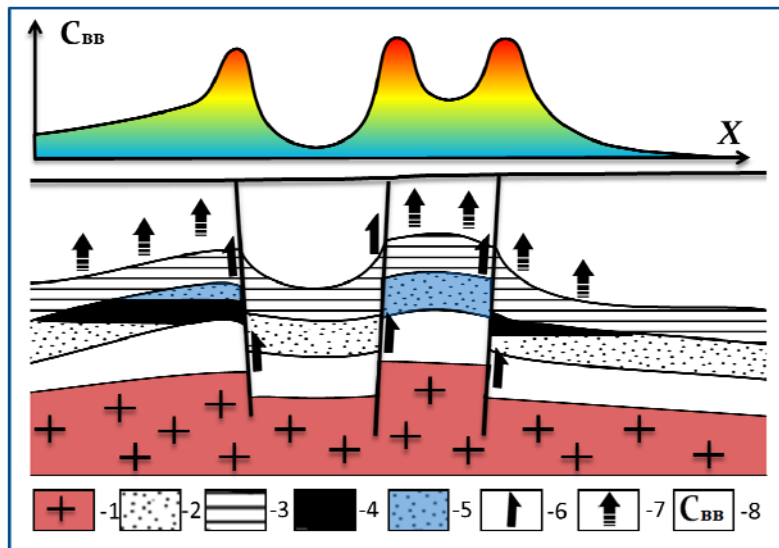


Рис. 1. Схема формування геохімічних аномалій над покладами вуглеводнів (склав А.П. Куліш):
 1 – кристалічний фундамент; 2 – водонасичений колектор; 3 – флюїдопор; 4 – нафтонасичений колектор;
 5 – газонасичений колектор; 6 – активне просочування; 7 – пасивне просочування;
 8 – рафік концентрації вуглеводнів на поверхні Землі

Існування процесу просочування підтверджується багатьма фактами, зокрема підвищеним вмістом вуглеводнів над родовищами нафти і газу, різкі зміни в концентрації по латералі біля контурів родовищ, однакове відношення ізотопів карбону в приповерхневих зразках газів і в тих, що були відібрані на родовищі, зменшення концентрації вуглеводневих газів над родовищами при їх виснаженні. Аномалії можуть виражатись в різних формах: високі концентрації газів у відкладах, ґрунті, воді, атмосфері; мікробіологічні аномалії; підвищений вміст гелію і радону; утворення нових мінералів; геотермальні аномалії. Форма і розміщення аномалій часто не співпадають з нижчезалягаючими родовищами, тому потрібно з уважністю підходити до інтерпретації геохімічних даних. Для зменшення ризиків при розвідці також використовують структурні, геофізичні, термометричні, геоморфологічні та інші дані.

Способи уточнення будови родовищ вуглеводнів. В даному аспекті доцільно використовувати комплексні методики для пошуку нафти і газу. Однією із найбільш ефективних є технологія геолого-структурно-термоатмогеохімічних досліджень (СТАГД). Вона являє собою систему методів, принципів, критеріїв, що пояснюють процеси формування, концентрації, закономірності розподілу вуглеводнів в осадовому чохла, вирішують проблеми прогнозування пошуків, розвідки та розробки вуглеводневих родовищ на суходолі та в акваторіях морів. Основними функціональними складовими технології є термо-атмогеохімічні полігонні дослідження, що включають геотермічні, радіометричні та газогеохімічні (за вільними вуглеводнями – метан, етан, пропан, бутан, ізобутан, етилен, пропілен, а також – радон, торон, гелій, водень, вуглекислий газ) дослідження, побудову

структурно-тектонічних, стратиграфічних (сейсмолітофаціальних), седиментаційних моделей [2].

Для дослідження розподілу геохімічних параметрів на поверхні Землі було використано дані Недільної структури, що розташована на північному борті ДДЗ. Структура являє собою вузьку антикліналь, ускладнену поперечними і повздовжніми розломами. В її межах пробурено 5 свердловин, дві з яких дали промисловий приплив газу (Рис. 2). Вона знаходиться на північ від Скворцівського родовища, на якому встановлені продуктивні горизонти у башкирському ярусі середнього карбону, верхньосерпуховському під'ярусі і візейському ярусі нижнього карбону, а також корі вивітрювання порід кристалічного фундаменту. За даними ГДС виділено перспективні у нафтогазонасному відношенні пласти башкирського ярусу (горизонти Б-2, Б-3-4-5) загальною ефективною газонасиченою товщиною 7,6 м з пористістю 15-20 %, газонасиченістю 50-72 %. Ділянка навколо структури була досліджена за допомогою технології СТАГД [1]. Комплекс досліджень включає вимірювання концентрації вуглеводневих та неуглеводневих газів поблизу поверхні Землі. Серед цих газів було визначено вміст радону та метану, що є важливими індикаторами при пошуках вуглеводнів.

Було проведено аналіз геологічних і геохімічних [1] даних для виявлення зон з дихаючими і екрануючими розломами, а також для пошуку тектонічно-екранованих покладів. Використано геологічну інформацію, зокрема структурні карти різних горизонтів з нанесеними на них розривними порушеннями, що були складені на основі даних сейсморозвідки та буріння. Серед геохімічних показників було обрано вміст метану та радону, як найбільш летких компонентів, що утворюють чітко виражені аномалії.

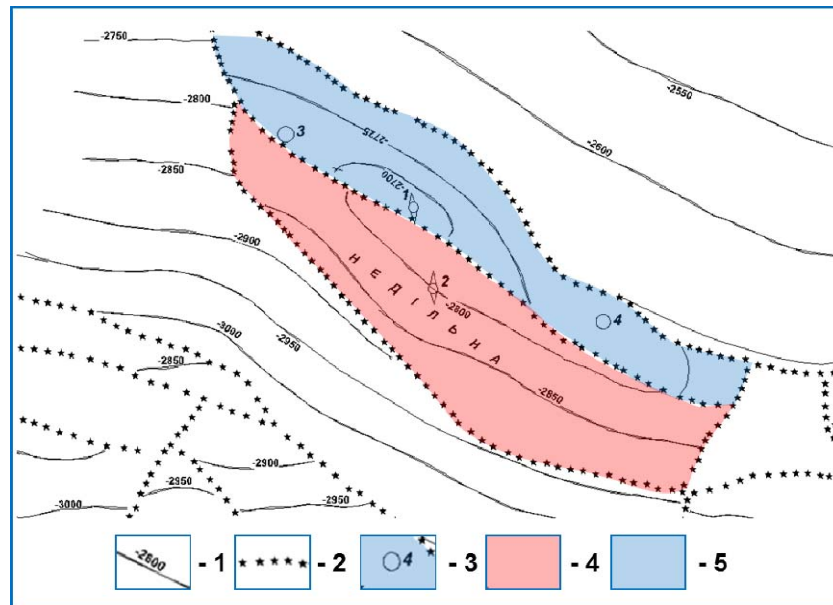


Рис. 2. Структурна карта поверхні S1v2, Недільна структура (склав А.П. Куліш):
1 – стратоізогіпси; 2 – розломи; 3 – пробурені свердловини; 4 – південно-західний опущений блок;
5 – північно-східний піднятий блок

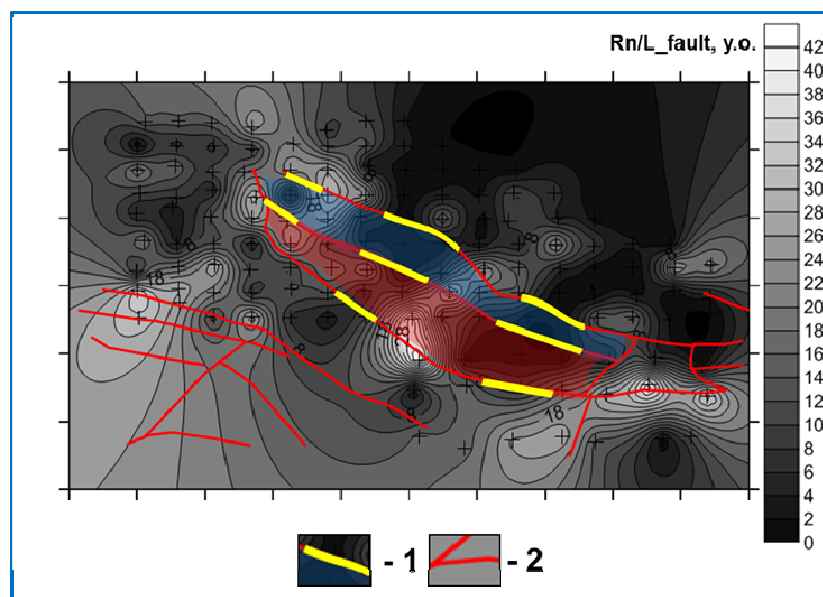


Рис. 3. Карта-схема розподілу відношення вмісту радону до відстані до розломів
з виділеними провідними розломами (склав В.А. Глонь):
1 – ділянки з провідними розломами, 2 – розломи

Для підсилення аномалій радону, що має глибинне походження, карта з головними розломами була спроектована на денну поверхню і в кожному пікеті визначено горизонтальну відстань до найближчого розлому. Для коректності подальших розрахунків до визначеної відстані було додано одиницю і отримано параметр L_{fault} . На основі цих даних було побудовано карту відношення вмісту радону (R_n) до відстані до розломів (R_n/L_{fault}), що показує зони активного просочування глибинних газів. Після накладення на неї карти головних розломів, було зроблено висновки про провідність розривних порушень в межах досліджуваної ділянки. Розломи, що потрапляють в зони з підвищеними значеннями параметра, можна інтерпретувати як дихаючі, решта розломів, що не знаходяться в аномальних зонах, – екрануючі (Рис. 3). До-

слідження було повторене з використанням даних про вміст метану в приповерхневих шарах. Як і у варіанті з радоном, усі розломи були віднесені до провідних, або екрануючих. В результаті було отримано аналогічні висновки щодо типу розломів за метаном і радоном.

Для пошуку тектонічно-екранованих покладів були використані дані про провідність розломів і вміст метану в приповерхневих шарах. В межах структури виділено зони, які відповідають двом умовам: слабкі або середні значення концентрації метану та наявність екрануючих розломів, що прилягають до цих зон. Для цього, на основі даних випробування свердловин, шляхом підбору були відібрані два критерії, а саме $R_n/L_{\text{fault}} < 1,5$ і концентрація метану (CH_4) $> 5 \cdot 10^{-5}$, об.%. Кожному пікету, що відповідав цим умовам, було присвоєно

цифрове значення (n) 1, решті точок – 0. По цих даних побудовано карту-схему; на ній в межах структури було виділено зони, які відповідають обом критеріям. Шкала n показує ступінь відповідності критеріям тектонічно-екранованих покладів. В результаті проведених досліджень можна зробити припущення, що в межах виділе-

них ділянок існують тектонічно-екрановані поклади (Рис. 4). В цих зонах спостерігається вміст метану вищий за фонові значення, але нижчий ніж над провідними розломами. Це вказує на переважання пасивного просочування газів вхрест залягання гірських порід по шарах з низькою проникністю.

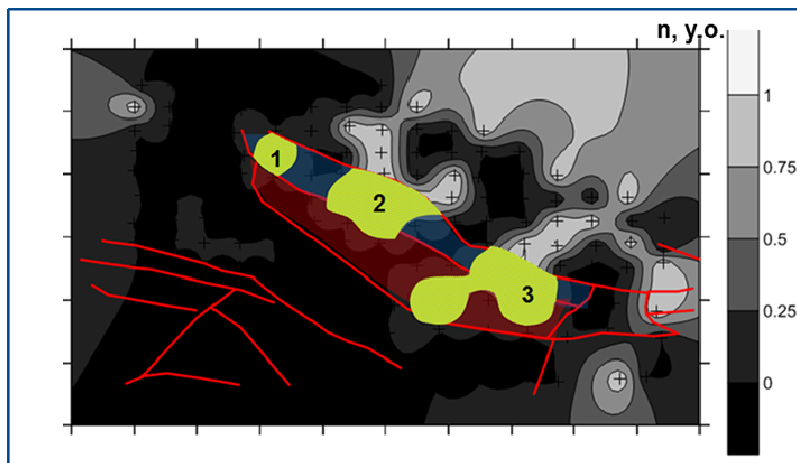


Рис. 4. Карта-схема наявності тектонічно-екранованих покладів в межах Недільної структури (склав В.А. Глонь): 1-3 – ділянки покладів тектонічно-екранованого типу

Висновки. Приповерхневі геохімічні методи можна ефективно використовувати при пошуках та розвідці родовищ вуглеводнів. Вони надають достовірну інформацію про наявність флюїдів в межах досліджуваних територій. Технологія СТАГД є одним з цих методів і дозволяє значно ширше вивчати перспективні ділянки. Розроблені передумови використання геохімічних методів дають підґрунтя для подальшого вивчення залежностей між приповерхневими геохімічними показниками і геологічними параметрами покладів. Встановлено, що шляхом інтерпретації даних геохімічних і геологічних досліджень можливо визначити типи розривних порушень в межах досліджуваної ділянки. Використовуючи цю інформацію і дані геохімічної зйомки, можна побудувати карту імовірного розміщення тектонічно-екранованих покладів – саме такі ділянки є найбільш перспективними для подальшого вивчення.

Список використаних джерел

1. Багрий І.Д. Ефективність прогнозування приповерхневими методами родовищ вуглеводнів (Дніпровсько-Донецький авлакоген, Північно-Скворцівська площа – структура Недільна) / І.Д. Багрий // Геофизический журнал. – 2010. – Т. 32, № 5. – С. 142-152.
2. Багрий І.Д. Розробка геолого-структурно-термо-атмогеохімічної технології прогнозування пошуків корисних копалин та оцінки геологічного стану докілья / І.Д. Багрий. – К.: Логос, 2013. – 511 с.
3. Abrams A.M. Surface sediment hydrocarbons as indicators of subsurface hydrocarbons: Field calibration of existing and new surface geochemistry methods in the Marco Polo area, Gulf of Mexico /

A.M. Abrams, F.N. Dahdah // AAPG Bulletin. – 2011. – № 95(11). – P. 1907-1935.

4. Jones V.T. Predictions of oil or gas potential by near surface geochemistry / V.T. Jones, R.J. Drozd // AAPG Bulletin. – 1983. – № 67(6). – P. 932-952.

5. Khattak N.U. Radon monitoring for geological exploration: a review / N.U. Khattak, A.M. Khan, A. Nawab, M.S. Abbas // Journal of Himalay a nEarth Sciences. – 2011. – № 44(2). – P. 91-102.

6. Schumacher D. Surface geochemical exploration for oil and gas: New life for an old technology / D. Schumacher // TheLeading Edge. – 2003. – № 22(3). – P. 258-261.

References

1. Bagriy I.D. (2010). Efektyvnist prognozuvannya prypoverhnevymy mymetodamy rodovysch vuglevodniv (Dniprovsko-Donetskiy avlakogen, Pivnichno-Skvortsivska ploscha – struktura Nedilna). Geofizicheskiy zhurnal, 32, 5, 142-152. [in Ukrainian].
2. Bagriy I.D. (2013). Rozrobka geologo-strukturno-termo-atmogeohimichnoy tehnologiyi prognozuvannya poshukiv korysnykh kopalyn ta otsinky geologichnogo stanu dovkillya. K.: Logos, 511 p. [in Ukrainian].
3. Abrams A.M., Dahdah F.N. (2011). Surface sediment hydrocarbons as indicators of subsurface hydrocarbons: Field calibration of existing and new surface geochemistry methods in the Marco Polo area, Gulf of Mexico. AAPG Bulletin, 95(11), 1907-1935.
4. Jones V.T., Drozd R.J. (1983). Predictions of oil or gas potential by near surface geochemistry. AAPG Bulletin, 67(6), 932-952.
5. Khattak N.U., Khan A.M., Nawab A., Abbas M.S. (2011). Radon monitoring for geological exploration: a review. Journal of Himalay a nEarth Sciences, 44(2), 91-102.
6. Schumacher D. (2003). Surface geochemical exploration for oil and gas: New life for an old technology. TheLeading Edge, 22(3), 258-261.

Надійшла до редколегії 09.02.17

I. Bagriy, Dr. Sci. (Geol.), senior researcher

E-mail: bagrid@ukr.net

Institute of geological sciences, NAS of Ukraine, 55-b, Gonchara Str., Kyiv, 01054 Ukraine,

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

E-mail: alexbrig@inbox.ru,

A. Kulish, PhD student

E-mail: kulish.andrii@gmail.com

Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv

90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022 Ukraine,

V. Glon, PhD student.

E-mail: vitaliyglon@gmail.com

Institute of geological sciences, NAS of Ukraine, 55-b, Gonchara Str., Kyiv, 01054 Ukraine

NEAR-SURFACE GEOCHEMICAL METHODS FOR PETROLEUM FIELDS' STRUCTURE ELABORATION

Near-surface geochemical exploration is a direct method of finding hydrocarbon deposits. It is low-cost and express-method determination. Developing of new approaches to data interpretation of subsurface geochemical exploration will allow to carry out exploration within the prospective sites more effectively. Also, these techniques can be used in combination with geological, geophysical, geochemical and production

methods to improve the quality of the results. Prerequisites using data with surface geochemical exploration were developed for refining geological structures of hydrocarbon deposits. The method of this study is to identify the relationships between the deep geological settings of prospective areas and gas recording survey near the Earth's surface. As a result, new approaches to the interpretation of geochemical anomalies will be developed.

Geological information was used for exploration of the Nedilna structure. The structure is located within the northern edge of the Dnieper-Donets depression. It is a narrow anticline that is complicated with longitudinal and transverse faults. Five wells were drilled; two of them were gas productive. The area was studied with traditional oil and gas methods, including geophysical well surveys. The results of structural-thermal-atmospheric-geochemical method were used; the survey is a complex technology for oil and gas prospecting. The analysis of geological and geochemical data was conducted in order to identify areas with conductive and screening faults. Structural maps of the area coated with faults and data of hydrocarbon and non-hydrocarbon gases content near the Earth's surface were used. Faults were divided into screening or conductive ones using interpreted data. The surveys which were conducted using concentrations of various gases gave similar results. The data of faults conductivity were compared with the results of the methane survey in order to determine tectonically-shielded deposits.

Scientific novelty of the research is that the preconditions of using surface geochemical indicators in conjunction with geological parameters for oil and gas fields' structure determination were developed. The research results can be used for oil and gas prospecting as a supplementary tool to determine the structural features of hydrocarbon deposits.

Keywords: near-surface geochemical exploration, STAGR, Nedilna structure, types of faults, tectonically-shielded deposits.

И. Багрий, д-р геол. наук, ст. науч. сотрудник

E-mail: bagrid@ukr.net

Институт геологических наук НАН Украины, вул. О. Гончара 55-б, Киев, 01054 Украина,

А. Карпенко, д-р геол. наук, проф.

E-mail: alexbrig@inbox.ru,

А. Кулиш, асп.

E-mail: kulish.andrii@gmail.com

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина,

В. Глонь, асп.

E-mail: vitaliyglon@gmail.com

Институт геологических наук НАН Украины, вул. О. Гончара 55-б, м. Киев, 01054 Украина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Приповерхностные геохимические методы – прямые методы поиска месторождений углеводородов, являются малозатратными и экспрессными. Авторами были разработаны предпосылки использования данных приповерхностной геохимической разведки для уточнения геологического строения месторождений углеводородов. Разработка новых подходов к интерпретации данных приповерхностной геохимической разведки позволит более эффективно проводить поисково-разведочные работы в пределах перспективных участков. Также, данные методики можно использовать в комплексе с геологическими, геофизическими, геохимическими и промышленными методами для улучшения качества полученных результатов. Методика данной работы заключается в выяснении зависимостей между глубинными геологическими параметрами перспективного участка и данными газометрической съемки у поверхности Земли, что, в результате, поможет создать новые подходы к интерпретации геохимических аномалий.

Для исследования была использована геологическая информация Недильной структуры, расположенной в пределах северного борта Днепровско-Донецкой впадины. Она представляет собой узкую антиклиналь усложненную продольными и поперечными разломами. В ее границах пробурено пять скважин, в двух из которых был получен промышленный приток газа. Участок был изучен традиционными нефтегазопроисловыми методами, в том числе и геофизическими исследованиями скважин. Также использованы данные метода геолого-структурно-термо-атмогеохимических исследований (СТАГИ), являющегося комплексной технологией для поиска месторождений нефти и газа. Проведен анализ геологических и геохимических данных для выявления зон с дышащими и экранирующими разломами. С этой целью использованы структурные карты данного участка с нанесенными разрывными нарушениями и данные по содержанию углеводородных и неуглеводородных газов у поверхности Земли. На основе проинтерпретированных данных все разломы были разделены на экранирующие и проводящие. Исследования проведенные с использованием концентраций различных газов дали схожие результаты. Для поиска тектонически-экранированных залежей, данные о проводимости разломов были сопоставлены с результатами газометрической съемки по метану.

Научная новизна работы заключается в том, что были разработаны предпосылки использования приповерхностных геохимических показателей в комплексе с геологическими параметрами для получения дополнительной информации о нефтегазовых месторождениях, в том числе, о типах разломов и наличии тектонически-экранированных залежей. Результаты данных исследований можно использовать при поисках нефти и газа в качестве вспомогательной информации, способствующей уточнению особенностей строения месторождений углеводородов.

Ключевые слова: приповерхностная геохимическая разведка, СТАГИ, Недильная структура, типы разломов, тектонически-экранированные залежи.