

Софія МАКСИМУК

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів,
e-mail: igggk@mail.lviv.ua

**ОСОБЛИВОСТІ ВІДОБРАЖЕННЯ ФЛЮІДОНАСИЧЕНОСТІ
ГОРИЗОНТІВ ВИШНЯНСЬКОЇ ПЛОЩІ
ЗОВНІШНЬОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ
В ГЕОХІМІЧНИХ ПОЛЯХ ПРИПОВЕРХНЕВИХ ВІДКЛАДІВ**

Проведено геохімічні дослідження приповерхневих відкладів Вишнянської площі. Вивчено характер відображення флюїдонасиченості розрізу. Над продуктивними горизонтами Вишнянського нафтогазового родовища виявлено ореоли аномальних концентрацій метану та його насичених гомологів у газах, сорбованих породою, і газах вільного простору порід на глибині 1 м. Максимальні значення геохімічних інгредієнтів зафіксовано в межах Вишнянського і Судовишнянського порушень, що свідчить про визначальну роль у формуванні концентраційних вуглеводневих полів диз'юнктивних елементів. Останні, створюючи окремі ослаблені зони, у межах яких розущільнення перекриваючої товщі простежується до денної поверхні, сприяють міграції флюїдного потоку й акумуляції газів-мігрантів в осадових товщах. Наявність ореолів підвищених концентрацій вуглеводневих сполук у приповерхневих відкладах може слугувати критерієм якісної оцінки структурних елементів щодо перспективності їхнього нафтогазонасичення.

Ключові слова: геохімічні дослідження, міграція, флюїдонасиченість, вуглеводневі компоненти, Вишнянська площа.

Вступ. Геохімічні методи пошуків нафти і газу, започатковані В. А. Соколовим 1929 р., отримали широке застосування в комплексному геологічному вивченні надр (Соколов, 1933). Теоретичною основою цих методів є явище вертикальної міграції газоподібних вуглеводнів від покладів до поверхні землі (Соколов, 1966; Старобинец, Ломейко, 1974; Бордовская и др., 1989). Складовими частинами цього процесу є два основні чинники: фільтраційний – за наявності градієнта тисків (гравітаційна складова), і дифузійний – за наявності хімічного потенціалу силового поля (різниці концентрацій). У природних умовах нафтогазоносних басейнів завжди існує різниця вказаних потенціалів, унаслідок чого сліди вуглеводнів, які мігрують, простежуються над покладами нафти і газу всюди: у породах і ґрунтах, підземних і поверхневих водах, сніговому покриві, мікрофлорі і рослинах (Геология..., 1977).

Результати проведених теоретичних досліджень підтвердили правильність ідеї газового поля нафтогазоносності: над покладами нафти і газу завжди формуються та існують ореоли аномальних концентрацій вуглеводнів (Петухов и др., 1981; Зорькин и др., 1984). Більш інтенсивно геохімічні

аномалії проявляються внаслідок міграції нафти, газу і підземних вод розривними порушеннями. Утворення в процесі тектогенезу каналів підвищеної проникності порід, які спрямовують глибинні вуглеводневі струмені в пастки, супроводжується формуванням із тих самих причин окремих ослаблених зон, у межах яких розущільнення товщі, яка перекриває поклади, простежується до денної поверхні (Келеберда, 2001).

Робота ґрунтується на геохімічних дослідженнях газового поля приповерхневих відкладів Глухівсько-Вишнянської площі Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину (Звіт..., 2008). Досвід застосування геохімічних методів пошуків вуглеводнів у Карпатському регіоні, зокрема в Зовнішній зоні, довів їхню ефективність для прогнозу нафтогазоносності розрізу локальних структур, встановивши тісний зв'язок між аномальними величинами геохімічних параметрів і флюїдонасиченістю структур (Полищев и др., 1990; Борковський, 1995; Прогноз..., 2004).

Геологічна будова. Вишнянська площа розташована в Більче-Волицькій зоні Передкарпатського прогину. Головними диз'юнктивними тектонічними елементами є Краковецький, Судововишнянський, Вишнянський розломи. Основні структури Зовнішньої зони – ерозійні виступи в мезозойських відкладах і конседиментаційні підняття типу брахіантиклінальних складок у міоценових утвореннях (Нефтегазоносные..., 1985). Локальні ерозійні виступи в межах площі, перекриті непроникними баденськими відкладами, у комплексі із диз'юнктивними елементами утворюють комбіновані пастки для покладів вуглеводнів. Донеогенова основа, складена переважно юрськими карбонатними відкладами, поступово здіймається в північно-західному напрямку від гіпсометричних відміток 1650 м (Орховицька площа) до 930 м (Коханівська структура). Попри ускладнення основи тектонічними порушеннями уздовж центральної частини ділянки виокремлюється припіднята смуга у вигляді гребеня, до якої тяжіють незначні нафтопрояви. Тут були отримані припливи важкої нафти із вапняків юри і пісковиків карпатію (Крупський, 2001). Карпатські пісковики та баденські утворення перебивають породи мезозойського віку. Сарматські відклади в північно-західному напрямку поступово молодшають, зменшуються в потужності. Усі газові поклади приурочені до сарматських відкладів і пов'язані із Краковецьким, Судововишнянським та іншими розломами (Павлюх, 2009). Продуктивними горизонтами в межах Вишнянського газового родовища є: ВД-12, 13, НД-4–8, НД-1–3 (Атлас..., 1998).

Методи досліджень. Геохімічне зондування проводили по сітці профілів, відстань між якими становила 1,0–1,5 км, між точками відбору проб уздовж профілів – 250 м. Усього відібрано 1650 проб. Детальність досліджень відповідала масштабу 1 : 50 000. Об'єкт досліджень – газова складова приповерхневих відкладів, яка включає:

- газу, сорбовані породою;
- газу вільного простору порід;
- природний потік вуглеводневих газів із надр землі в атмосферу.

Відбір проб порід (здебільшого представлених пісками) здійснювали в шурфах глибиною 1 м у скляні банки ємністю 0,5 л із наступною герметизацією металевими кришками. Проби вільних газів відбирали з допомогою спе-

ціального пробовідбірника в пляшки (0,5 л), заповнені розчином хлористого натрію. Величину природного потоку газу із надр Землі в атмосферу вимірювали з допомогою контейнера із сорбентом, на якому селективно адсорбувалися вуглеводневі компоненти. Його закопували на глибину 0,7–1,0 м і витримували 2–3 доби.

Відібрані проби транспортували в газоаналітичну лабораторію Західноукраїнської геофізичної розвідувальної експедиції, де із проб ґрунту й адсорбційних трубок на термовакуумному дегазаторі були десорбовані гази, які разом з газами вільного простору порід методом газової хроматографії аналізували на вміст вуглеводневих компонентів (від метану до пентану включно). Визначення вмісту останніх у проаналізованих пробах проводили методом абсолютної калібровки з допомогою газових сумішей, приготовлених у лабораторії метрологічного центру (м. Київ).

Результати досліджень. Основними геохімічними показниками нафтогазоносності надр вважаються вуглеводні метанового ряду. Домінуючим компонентом вуглеводневих сумішей приповерхневих відкладів площі є метан, який кількісно переважає в усіх пробах, зокрема: у газах, сорбованих породою, – 89 % (рис. 1), у газах вільного простору порід – 99 % (рис. 2). Решта компонентів алканового ряду (насичені вуглеводні) – етан, пропан, бутан, пентан, і ненасичених вуглеводнів (етилен, пропілен) мають підпорядковане значення (див. рис. 1, 2; табл. 1, 2).

За результатами статистичного аналізу всієї сукупності вимірювань (програма Statistica) виявлено, що закон поширення майже всіх газів близький до

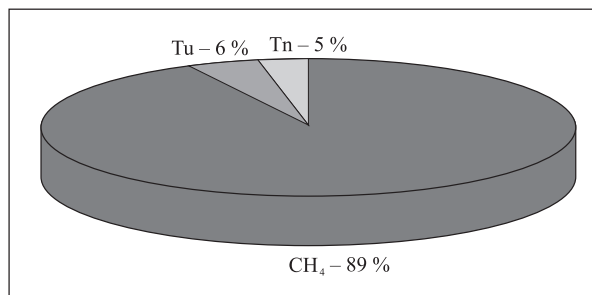


Рис. 1. Розподіл вуглеводневих компонентів у газах, сорбованих породою, на глибині 1 м

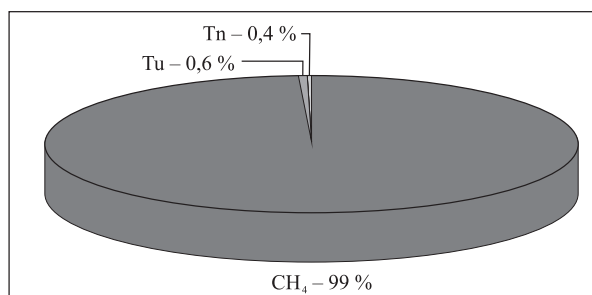


Рис. 2. Розподіл вуглеводневих компонентів у газах вільного простору порід на глибині 1 м

Т а б л и ц я 1. Вміст вуглеводневих компонентів у газах, сорбованих породою, на глибині 1 м

Вуглеводневі компоненти	Вміст компонентів, м ³ /кг · 10 ⁻¹⁰		
	найменший	найбільший	середній
CH ₄	1,46	76,1	18,9
C ₂ H ₆	0,02	3,33	0,38
C ₂ H ₄	0,04	6,93	1,06
C ₃ H ₈	0,02	4,8	0,32
C ₃ H ₆	0,01	3,51	0,31
<i>i</i> -C ₄ H ₁₀	0,001	0,28	0,003
<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	0,02	1,93	0,19
<i>i</i> -C ₅ H ₁₂	0,02	0,79	0,09
<i>n</i> -C ₅ H ₁₂	0,02	5,38	0,41
Tu*	0,14	11,8	1,4
Tn**	0,05	10,94	1,37

* Сума насичених гомологів метану; ** сума ненасичених гомологів метану.

Т а б л и ц я 2. Вміст вуглеводневих компонентів у газах вільного простору порід на глибині 1 м

Вуглеводневі компоненти	Вміст компонентів, об. % · 10 ⁻⁴		
	мінімальний	максимальний	середній
CH ₄	0,36	32	6,61
C ₂ H ₆	0,002	0,12	0,02
C ₂ H ₄	0,001	0,08	0,01
C ₃ H ₈	0,001	0,06	0,01
C ₃ H ₆	0,001	0,07	0,005
<i>i</i> -C ₄ H ₁₀	0,001	0,008	0,001
<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	0,003	0,04	0,008
<i>i</i> -C ₅ H ₁₂	0,002	0,05	0,009
<i>n</i> -C ₅ H ₁₂	0,001	0,03	0,007
Tu*	0,001	0,29	0,06
Tn*	0,001	0,12	0,02

* Див. табл. 1.

логарифмічного, тобто, вибірка даних відповідала нормальному закону розподілу. Межі фонових й аномальних значень встановлювали з урахуванням середніх значень геохімічних параметрів ($X_{\text{сер}}$) і середньоквадратичного відхилення (δ) (Девис, 1990) (табл. 3).

На основі статистичного оброблення результатів досліджень у програмі “Surfer” були побудовані карти розподілу показників геохімічного поля із виділенням зон аномальних концентрацій вуглеводневих компонентів. Найбільш інформативними є карти розподілу метану і його насичених гомологів у газах, сорбованих породою, і газах вільного простору порід, на яких достатньо чітко відображено диференціацію інтенсивності вертикального масопереносу. Кореляція між трьома, як мінімум, параметрами, яку ми спостерігаємо на площі, свідчить про спільні шляхи міграції вуглеводневих сполук; наявність у розрізі вищих молекулярних форм метану, зокрема етану, – про

Т а б л и ц я 3. Статистичні параметри, за якими визначалася межа між фоновими й аномальними значеннями

Геохімічні параметри	$X_{\text{сер}}$	δ	$X_{\text{сер}} + \delta$	$X_{\text{сер}} + 2\delta$	$X_{\text{сер}} + 3\delta$
$\text{CH}_4_{\text{сорб}}$	17,04	4,49	21,53	26,02	30,51
$\text{Tu}_{\text{сорб}}$	0,93	0,54	1,47	2,01	2,55
$\text{CH}_4_{\text{в.г}}$	5,63	2,95	8,58	11,53	14,48
$\text{Tu}_{\text{в.г}}$	0,057	0,03	0,087	0,117	0,147

глибинне походження, оскільки їхня генерація в неконсолідованому чохлаї вважається неможливою (Келеберда, 2001). Високий ступінь взаємозв'язку між усіма вуглеводневими параметрами (понад 90 %) підтвердив і кореляційний метод, що вказує на єдине джерело походження наявних у пробах вуглеводневих сполук (табл. 4).

Аномальні поля концентрацій метану в газах, сорбованих породою, відокремлені від фонових на рівні однієї сигми ізолінією 20, поля його насичених гомологів є більш диференційованими і виділяються на рівні двох сигм ізолінією 2 (рис. 3). Вони мають значну площинну кореляцію з аномальними полями метану і його насичених гомологів у газах вільного простору порід, відокремлених від фонових на рівні трьох сигм ізолініями 15 і 0,15 відповідно. Присутній тут апікальний прояв геохімічних інгредієнтів зумовлений своєрідністю геологічної еволюції відповідної ділянки і засвідчує визначальну роль тектонічного чинника у формуванні параметрів геохімічного поля.

На сейсмо-геолого-геохімічному розрізі 29₅₇₀₈ бачимо відображення процесу міграції флюїдного потоку диз'юнктивними елементами різного рангу (рис. 4). Починаючи від зони Краковецького розлому, спостерігається зростання концентрацій метану і його насичених гомологів у газах, сорбованих породою, та газах вільного простору порід. Максимальні значення вуглеводневих сполук зафіксовані в межах Вишнянського і Судововишнянського порушень, які екранують газоносні горизонти Вишнянського родовища. Оскільки аномальна зона вуглеводневих сполук за площею поширення є більшою від контура родовища, це може вказувати на флюїдонасичення інших потенційних нафтогазоносних горизонтів, зокрема верхньоюрських, із яких при бурінні свердловин 10- і 15-Судововишнянська отримано припливи нафти.

Площа характеризується тим, що відклади сармату залягають безпосередньо над ядром верхньоюрського бар'єрного рифу. Осадонагромадження тут відбувалося в умовах мілкого шельфу, де море перемивало осад, місцями утворюючи лінзоподібні тіла, незакономірно поширені по латералі. Кожен з горизонтів нижньосарматських відкладів на ділянках, де вони насичені пісковиками, є окремим резервуаром і може бути флюїдонасиченим, тому всі комплексні геохімічні аномалії на площі можуть мати важливе пошукове значення.

Висновки.

1. Продуктивні горизонти Вишнянського газового родовища знайшли своє відображення в геохімічних полях приповерхневих відкладів у вигляді

Таблиця 4. Матриця кореляційного аналізу

Вуглеводневі компоненти*	СН ₄	С ₂ Н ₆	С ₂ Н ₄	С ₃ Н ₈	С ₃ Н ₆	і-С ₄ Н ₁₀	н-С ₄ Н ₁₀	і-С ₅ Н ₁₂	н-С ₅ Н ₁₂	Tu	Tn
СН ₄	1										
С ₂ Н ₆	0,99	1									
С ₂ Н ₄	0,88	0,91	1								
С ₃ Н ₈	0,97	0,98	0,93	1							
С ₃ Н ₆	0,98	0,99	0,93	0,99	1						
і-С ₄ Н ₁₀	0,71	0,76	0,93	0,79	0,77	1					
н-С ₄ Н ₁₀	0,99	0,99	0,88	0,98	0,99	0,69	1				
і-С ₅ Н ₁₂	0,99	0,99	0,89	0,97	0,98	0,72	0,98	1			
н-С ₅ Н ₁₂	0,97	0,99	0,95	0,99	0,99	0,81	0,98	0,98	1		
Tu	0,98	0,99	0,93	0,99	0,99	0,77	0,99	0,98	0,99	1	
Tn	0,89	0,92	0,99	0,94	0,94	0,92	0,89	0,90	0,96	0,94	1

Вуглеводневі компоненти**	СН ₄	С ₂ Н ₆	С ₂ Н ₄	С ₃ Н ₈	С ₃ Н ₆	і-С ₄ Н ₁₀	н-С ₄ Н ₁₀	і-С ₅ Н ₁₂	н-С ₅ Н ₁₂	Tu	Tn
СН ₄	1										
С ₂ Н ₆	0,99	1									
С ₂ Н ₄	0,98	0,99	1								
С ₃ Н ₈	0,99	0,99	0,98	1							
С ₃ Н ₆	0,98	0,96	0,94	0,97	1						
і-С ₄ Н ₁₀	0,33	0,29	0,27	0,29	0,44	1					
н-С ₄ Н ₁₀	0,97	0,98	0,98	0,98	0,23	0,23	1				
і-С ₅ Н ₁₂	0,99	0,99	0,98	0,99	0,95	0,98	0,97	1			
н-С ₅ Н ₁₂	0,99	0,99	0,98	0,99	0,96	0,97	0,98	0,98	1		
Tu	0,99	0,99	0,98	0,99	0,97	0,30	0,98	0,99	0,99	1	
Tn	0,99	0,99	0,99	0,99	0,96	0,29	0,98	0,99	0,98	0,99	1

* Газів, сорбованих породою; ** газів вільного простору порід.

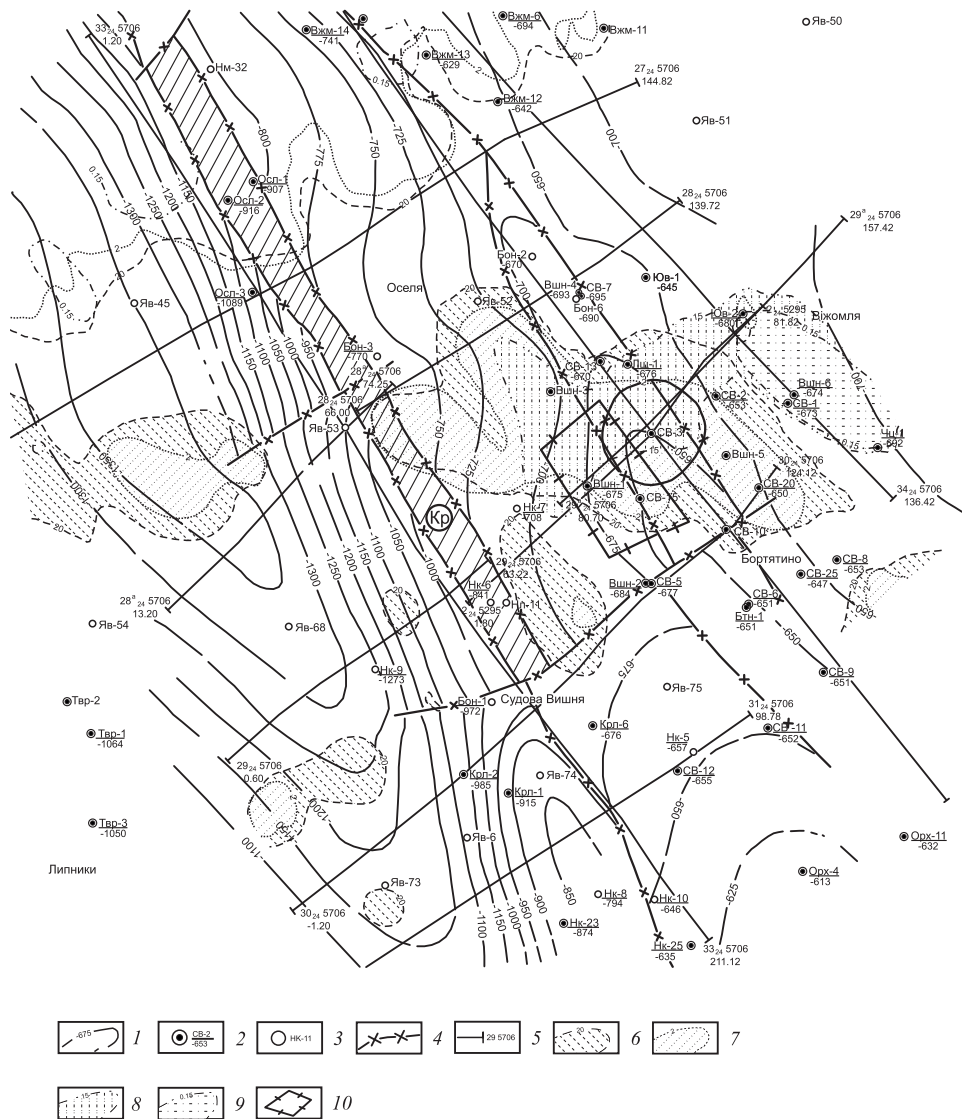


Рис. 3. Карта зіставлення даних сейсмозвідки НД-2 (нижньодашавська підсвіта, сармат) із комплексними геохімічними даними (Звіт..., 2008): 1 – ізогіпси сейсмічного горизонту НД-2; 2 – свердловини глибокого буріння; 3 – структурно-пошукові свердловини; 4 – розломи; 5 – сейсмічні профілі. Ізолінії вмісту в газах, сорбованих породою ($\text{м}^3/\text{кг} \cdot 10^{-10}$): 6 – метану, 7 – насичених гомологів; у газах вільного простору порід (об. % $\cdot 10^{-4}$): 8 – метану, 9 – насичених гомологів; 10 – контури родовища.

підвищених концентрацій метану та його насичених гомологів у газах, сорбованих породою, і газах вільного простору порід.

2. Основним чинником прояву апікальних значень вуглеводнів є тектонічний фактор, який зумовив розущільнення осадової товщі, створивши сприятливі умови для флюїдопереносу й акумуляції газів-мігрантів.

3. Наявність ореолів підвищених концентрацій вуглеводневих сполук у приповерхневих відкладах може слугувати критерієм якісної оцінки струк-

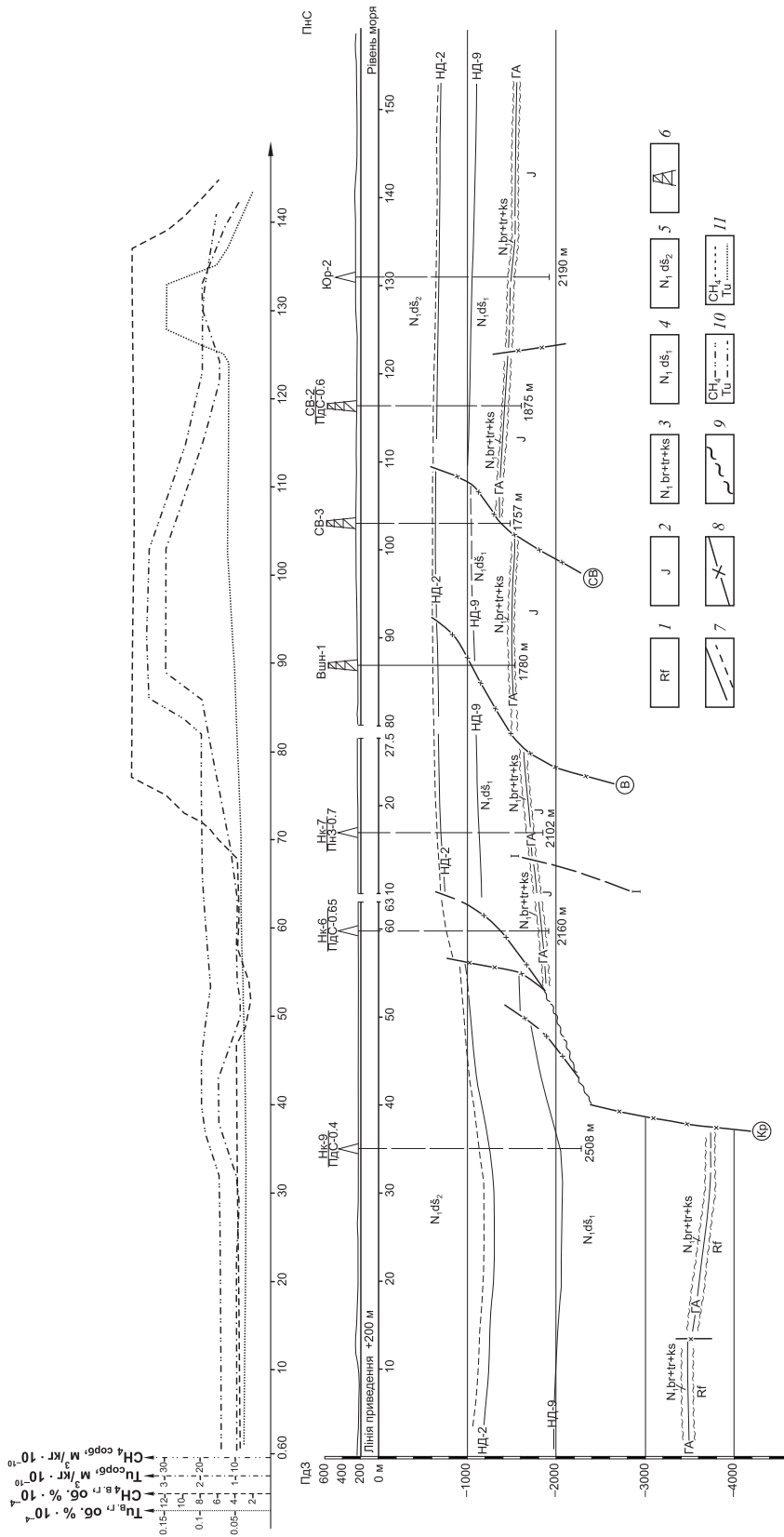


Рис. 4. Сейсмо-геолого-геохімічний розріз по лінії сейсмічного профілю 29₅₇₀₈ (Звіт..., 2008).
 Відклади: 1 – рифто, 2 – юри, 3 – баранівські шари + тираська світа, 4 – нижньодашавської підсвіти, 5 – верхньодашавської підсвіти; 6 – свердловинні; 7 – відбивальні горизонти; 8 – розломи (Кр – Краковецький; В – Вишнянський; СВ – Судовишнянський); 9 – неузгоджене залягання; 10 – вміст метану і насичених гомологів у газах, сорбованих породою; 11 – вміст метану і насичених гомологів у газах вільного простору порід.

турних елементів щодо перспективності їхнього нафтогазонасичення, а також при пошуках пасток стратиграфічного і літологічного типів покладів.

4. Інформативність отриманих результатів підтверджує ефективність застосування методу в комплексних пошукових роботах на нафту і газ.

Атлас родовищ нафти і газу України : у 6 т. / Гол. ред. М. М. Іванюта. – Львів : Центр Європи, 1998. – Т. 4. – 329 с.

Бордовская В. М., Гаджи-Касумов А. С., Карцев А. А. Основы геохимии, геохимические методы поисков, разведки и контроля за разработкой месторождений нефти и газа. – М. : Недра, 1989. – 246 с.

Борковський О. О. Досвід застосування геохімічних методів пошуків вуглеводнів у Карпатському регіоні // Стан, проблеми і перспективи розвитку нафтогазового комплексу Західного регіону України : тези доп. наук.-практ. конф. (Львів, 28–30 берез. 1995 р.). – Львів, 1995. – С. 51–52.

Геология, методы поисков и разведки месторождений нефти и газа / Л. М. Зорькин, В. Ф. Крымов, О. В. Барташевич и др. – М. : ВИЭМС, 1977. – 53 с.

Девид Дж. Статистический анализ данных в геологии : в 2 т. – М. : Недра, 1990. – Т. 2. – 742 с.

Звіт про пошукові сейсморозвідувальні дослідження на Глухівсько-Вишнянській площі Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину / ЗУГРЕ ; Відп. викон. Л. М. Антонюк. – Інв. № 2213. – Львів, 2008. – 108 с.

Зорькин Л. М., Старобинец И. С., Стадник Е. В. Геохимия природных газов нефтегазоносных бассейнов. – М. : Недра, 1984. – 54 с.

Келеберда В. С. Геохімічні пошуки нафти і газу. Історичний аспект. – Х., 2001. – 46 с.

Крупський Ю. З. Геодинамічні умови формування і нафтогазоносність Карпатського та Волино-Подільського регіонів України. – К. : УкрДГРІ, 2001. – 144 с.

Нефтегазоносные провинции Украины / Г. Н. Доленко, Л. Т. Бойчевская, М. В. Бойчук и др. – Киев : Наук. думка, 1985. – 172 с.

Павлюх О. Й. Особливості геологічної будови та формування покладів газу в Зовнішній зоні Передкарпатського прогину // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2009. – № 3–4 (148–149). – С. 31–42.

Петухов А. В., Ванюшин В. А., Сиротюк В. А. Комплексный анализ данных геохимических поисков месторождений нефти и газа. – М. : Недра, 1981. – 262 с.

Поливецев А. В., Поморцев Г. П., Борковский А. А. Газогеохимические поиски полезных ископаемых в Карпатском регионе. – Киев : Наук. думка, 1990. – 196 с.

Прогноз нафтогазонасності надр Східнодолинської ділянки Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину (за результатами приповерхневих геохімічних досліджень) / В. І. Туревич, О. Г. Яронтовський, Н. В. Бекеша, В. В. Барчук // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2004. – № 2. – С. 73–80.

Соколов В. А. Новый метод поисков нефтяных и газовых месторождений // Бюл. НГРИ. – М., 1933. – № 1. – С. 5–9.

Соколов В. А. Геохимия газов земной коры и атмосферы. – М. : Недра, 1966. – 301 с.

Старобинец И. С., Ломейко Н. Н. Извлечение и анализ рассеянных газов при геохимических поисках залежей углеводородов. – М. : Недра, 1974. – 143 с.

Стаття надійшла
28.02.12

Sofia MAKSYMUK

**CHARACTERISTIC PROPERTIES OF REFLECTION
OF FLUID SATURATION OF HORIZONS OF THE VISHNYA AREA
OF THE OUTER ZONE OF THE CARPATHIAN FOREDEEP
IN GEOCHEMICAL FIELDS OF NEAR-SURFACE DEPOSITS**

Geochemical studies were carried out for near-surface deposits of the Vishnya area of the Bilche-Volytsya zone of the Carpathian Foredeep. A reflection character of fluid saturation of the section in geochemical fields of near-surface deposits was studied. The gas constituent of deposits at a depth of 1 m was taken as an object of studies.

The samples of three types of gas were collected, namely:

- rock absorbed gases;
- gases from rock's free space;
- gases that form contemporaneous natural hydrocarbon flow from the Earth's depths to atmosphere.

Totally, 1650 samples were collected.

Samples selected by using the method of gas chromatography were analysed for concentration and composition of hydrocarbon components (from methane to pentane inclusive). The main component of hydrocarbon admixtures from near-surface deposits is methane, which dominates quantitatively in all samples. The content of saturated and unsaturated homologues of methane is significantly lower.

Results of investigation were used for compilation of the maps of the distribution of hydrocarbon components with singling out of zones of displaying of their apical values. The observed by us correlation between all geochemical parameters testifies to the common migration ways of hydrocarbons, and the presence of higher molecular forms of methane in rock sequence testifies to their deep origin.

Over producing horizons of the Vishnya oil and gas field (deposits of Jurassic, Karpatian, Lower and Upper Dastava subsuites) in near-surface deposits at a depth of 1 m we have revealed haloes of anomalous concentrations of methane and its homologues in gases absorbed by the rock and in gases of free space of rocks. Maximum values of geochemical ingredients were fixed within the limits of the Vishnya and Sudova Vishnya dislocation that testifies to determination of hydrocarbon fields of disjunctive elements. The latter, forming separate weakened zones within the limits of which disconsolidation of overburden thickness is traced upwards the day surface, promote migrating of fluid flows and accumulating of gases-migrants in the sedimentary series.

The availability of haloes of increased concentration of hydrocarbon compounds in near-surface deposits can serve as a criterion of the qualitative assessment of revealed local structures as to the prospects of their oil and gas saturation, as well as the traps of deposits of lithological and stratigraphical types.

The informative value of obtained results confirms the efficiency of the using of this method in integrated prospecting works for oil and gas.