

## НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЗОГЕОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ГЕРМЕТИЧНОСТІ ПІДЗЕМНИХ СХОВИЩ ГАЗУ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

М.С. Знак, Я.І. Лопушняк, І.М. Моргулець

ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. 095 5386589,  
e-mail: m\_s\_z\_n\_a\_k@u\_k\_r.\_n\_e\_t

*Розглянуто проблемні питання герметичності підземних сховищ газу (ПСГ) та існуючі методи контролю за їх герметичністю. Для цих потреб запропоновано нові види приповерхневих газогеохімічних досліджень, які випробовувалися на різних типах ПСГ та газових родовищах, способи проведення яких захищені патентами на винахід. Наведено окремі результати виконаних досліджень. Даються рекомендації щодо основних напрямків використання запропонованих нових видів приповерхневих газогеохімічних досліджень.*

Ключові слова: підземне сховище газу, герметичність, геохімічні методи, газова зйомка.

*Рассмотрены проблемные вопросы герметичности подземных хранилищ газа (ПХГ) и существующие методы контроля их герметичности. Для указанных целей предложены новые виды приповерхностных газогеохимических исследований, испытывавшихся на различных типах ПХГ и газовых месторождениях, способы проведения которых защищены патентами на изобретение. Приведены отдельные результаты выполненных исследований. Даются рекомендации по основным направлениям использования предложенных новых видов приповерхностных газогеохимических исследований.*

Ключевые слова: подземное хранилище газа, герметичность, геохимические методы, газовая съёмка.

*The issues of integrity of underground gas storage facilities (UGSF) and existing techniques for its control are considered in this article. The new kinds of subsurface gas-geochemical researches, which were tested at different types of underground storage facilities and gas fields, were developed. The methods for carrying them out are patented. Some data of these researches are provided. Recommendations on the main directions of utilization of the suggested new kinds of gas-geochemical researches are made.*

Key words: underground storage facility, integrity, geochemical methods, gas surveying.

**Вступ.** Початком підземного зберігання газу в Україні прийнято вважати 25 травня 1964 року, коли розпочато дослідно-промислове закачування газу в бат-байоський водоносний горизонт Олишівської антиклінальної структури з метою створення в ньому підземного сховища газу [1]. На даний час в Україні експлуатується 13 підземних сховищ газу, із них два - в водоносних пластах антиклінальних структур.

Однією із основних проблем створення та експлуатації ПСГ – це проблема їх герметичності. Вона зумовлена жорстким режимом циклічної експлуатації підземного газосховища. Великі темпи нагнітання та відбору газу, знакоперемінні тиски та температури, що діють на свердловини, покритку та залягаючу вище товщу порід, можуть призвести до «розгерметизації» тектонічних порушень і заколонного простору свердловин. Як зазначає Г.І. Солдаткін [2], важливою повинна бути не герметичність колони свердловини, а герметичність її заколонного простору.

Питання перетоків і витоків газу при експлуатації ПСГ розглянуті Є.В. Левікінін [3]. Ним виділяються перетоки газу – неконтрольований рух газу із одного об'єму в інший, та виток газу – процес безповоротного відходу газу із сховища аж до утворення грифонів на земній поверхні.

Проведений дослідниками аналіз промислового матеріалу та науково-технічної літератури [4] свідчить, що заколонні прояви у період

ОЗЦ та поява міжколонних тисків (МКТ) у процесі експлуатації є на всіх підземних сховищах газу України, їх кількість становить від 10 до 60% діючого фонду свердловин. У 20% фонду свердловин величина МКТ становить 1,0-3,0 МПа при витраті газу 30-50 м<sup>3</sup>/добу, а майже 25% свердловин мають заколонний тиск понад 5,0 МПа з витратою газу понад 200 м<sup>3</sup>/добу.

Інженерно-геодезичними спостереженнями [5] проаналізовано динаміку вертикальних рухів кривлі сховища в часі, а також встановлено співвідношення між величинами цих рухів і вертикальними переміщеннями колон свердловин в кривлі сховища. Так, багаторічні спостереження свідчать, що в процесі експлуатації підземних сховищ газу має місце "дихання" кривлі сховищ, пов'язане з циклами його експлуатації. Амплітуда вертикальних переміщень земної поверхні сягає 30 мм за один цикл.

Порівняльна характеристика вертикальних переміщень робочих реперів, закладених в кривлю сховища, і суміжних з ними колон свердловин, свідчить про те, що колони свердловин не ковзають в кривлі сховища, а рухаються разом із земною поверхнею.

**Аналіз сучасних і закордонних досліджень.** При створенні та різних стадіях експлуатації ПСГ для оцінки їх герметичності на початках використовують геологічні, гідродинамічні, гідрохімічні, геофізичні, газодинамічні мето-

ди.[2,7].Всі наведені вище методи мають декілька недоліків. По-перше, виконання досліджень при застосуванні цих методів проводиться через сітку спостережливих свердловин, тому їх детальність залежить від кількості свердловин і їх розташування. По-друге, за межами території ПСГ та на суміжних з ним підняттях дослідження практично не проводяться, так як там відсутні контрольні свердловини або пробурено не більше однієї. По-третє, за допомогою вказаних вище методів не можливо оцінити величину витоків вуглеводневого газу з території ПСГ в атмосферу та забрудненість ним приповерхневих вод, відкладів і атмосфери.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Після певного часу експлуатації підземного сховища газу, вказані вище проблеми, зумовлені особливостями режиму його роботи, можуть призвести до порушення герметичності заколонного простору свердловин всіх типів, а також, можливо, і наявних тектонічних порушень. Це створить додаткові шляхи вертикальної міграції газу як із об'єкта його зберігання, так із залягаючих вище газоносних горизонтів, що призведе до втрат газу та забруднення ним приповерхневих водоносних горизонтів, відкладів і атмосфери.

Характерною особливістю території підземних сховищ газу західних регіонів України є те, що в межах гірничого відводу ПСГ розташовано декілька населених пунктів, які розбудовуються. Тому тут питання стану загазованості приповерхневих вод, відкладів і атмосфери вуглеводневими газами має виняткове значення, як з огляду охорони навколишнього середовища, так і з огляду вибору площадки та видачі гірничо-геологічного обґрунтування під забудову. Таке обґрунтування видається тільки після отримання позитивного "Заключення" про стан загазованості вуглеводневими газами площадки забудови (питні води, приповерхневі відклади та атмосфера).

Для прогнозування герметичності підземних сховищ газу та поточного контролю за їх герметичністю з 1973 р. тодішнім Івано-Франківським інститутом нафти і газу (ІФІНГ) за наукової та фінансової підтримки "УкрНДІгаз" започатковано впровадження в практику приповерхневого геохімічного методу контролю герметичності ПСГ (О.О.Борковський, 1973 р.).

Перші випробування геохімічного методу з використанням приповерхневої ґрунтовогазової зйомки для оцінки герметичності заколонного простору свердловин були проведені на Угерському ПСГ. В результаті виконаних досліджень було виявлено декілька свердловин з порушеною герметичністю заколонного простору та окреслено межі розповсюдження ореолів аномальних концентрацій вуглеводнів у підґрунтових відкладах.

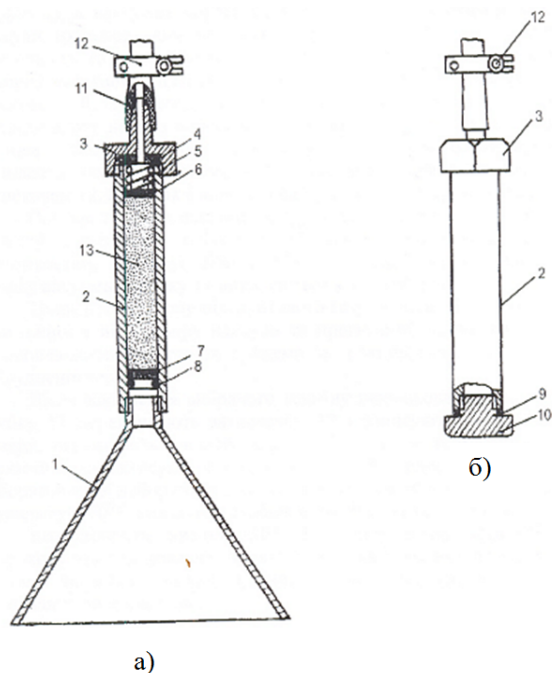
**Формування цілей і постановка задач.**

Основна мета проведених робіт – це удосконалення існуючих і створення нових видів приповерхневих газогеохімічних досліджень для оці-

нки величини втрат вуглеводневих газів з території ПСГ в атмосферу, герметичності заколонного простору свердловин і визначення ступеня збрудненості приповерхневих вод, відкладів і атмосфери вуглеводневими газами для оцінки впливу експлуатації ПСГ на навколишнє середовище, розробки методичних рекомендацій з їх використання.

Для вирішення поставленої мети потрібно було вирішити наступні задачі: розробити способи та пристрої для проведення приповерхневої газодобірної зйомки та зйомки по підґрунтовому газу вільного стану, оскільки не весь вуглеводневий газ, що мігрує до денної поверхні, сорбується породою.

В 1974 році розпочато впровадження способу визначення інтенсивності витоків вуглеводневих газів (ВВГ) із підґрунтових відкладів у атмосферу за допомогою пристрою, розробленого в ІФІНГ, для проведення приповерхневої газодобірної зйомки (рис. 1). У 2008 році цей спосіб захищений патентом на винахід [6]. Розроблений пристрій дає можливість визначити кількість вуглеводневих газів, які виділяються з поверхні території ПСГ в атмосферу та визначити їх компонентний склад. Характеристичну пристрою та методику виконання робіт при проведенні приповерхневої газодобірної зйомки наведено в роботах [8, 9].



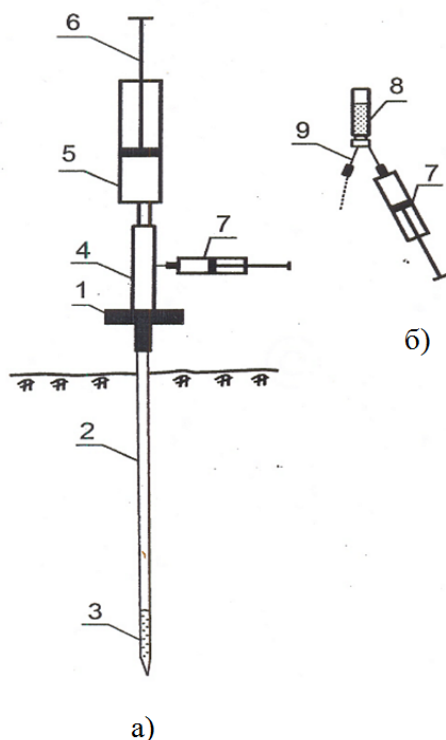
1 – газозбірник; 2 – капсула; 3 – гайка-кришка із штуцером; 4, 9 – ущільнювач; 5 – пружина; 6, 7 – сітка; 8 – упорне кільце; 10 – заглушка; 11 – вакуумна трубка; 12 – затискач; 13 – адсорбент  
а) – при встановленні на пункті заміру;  
б) – при дегазації адсорбента

**Рисунок 1 – Схема пристрою для проведення газодобірної зйомки**

За період 1974-1994 рр. на ряді підземних сховищ газу, створених у виснажених пластах газових покладів і водоносних пластах куполо-

подібних структур України (Угерське, Дашавське, Опарське, Більче-Волицьке, Богородчанське, Глівівське, Червонопартизанське, Олишівське), Білорусі (Осиповичське), Латвії (Инчукалнське) виконано великий об'єм приповерхневих газогеохімічних досліджень з використанням водногазової, ґрунтовогазової, газодобітної та повітряногазової зйомок. Вказані дослідження виконувалися з метою розробки моніторингу та регламенту застосування для контролю герметичності ПСГ і стану навколишнього середовища на їх території, та територіях прилеглих населених пунктів. За результатами вказаних досліджень розроблено методичні рекомендації щодо використання геохімічних методів для контролю герметичності ПСГ [10].

В 1994 році в ІФДТУНГ розроблено спосіб відбору проб підґрунтового газу [11] та пристрій для нього (рис.2) і випробувано нову технологію зйомки по вільному підґрунтовому газу, яка на відміну від ґрунтової зйомки дає можливість більш ефективно проводити дослідження з вивчення загазованості приповерхневих відкладів вуглеводневими газами і прогнозувати зони утворення небезпечних концентрацій вуглеводнів [12].



1 – головка з ручками; 2 – трубка металева;  
3 – фільтр; 4 – гумова вакуумна трубка;  
5 – шприц Жане на 200 мл; 7 – шприц медичний на 20мл; 8 – флакончик з розчином солі;  
9 – голка для випуску розчину солі;  
а) - пристрій для відбору проб;  
б) - спосіб консервації проб

**Рисунок 2 – Схема пристрою для проведення зйомки по вільному підґрунтовому газу**

При використанні зйомки по вільному підґрунтовому газу для оцінки герметичності заколонного простору свердловин запропоновано

двоколову (на відміну від існуючої хрестоподібної) систему розташування пунктів відбору проб з радіусами кіл 2 і 5 метрів і шістьма пунктами відбору проб на кожному колі (рис. 3). Для просторової прив'язки пунктів відносно гирла свердловини перший пункт ближнього кола завжди розташовується у північному напрямку. Решта п'ять пунктів – за годинниковою стрілкою у вершинах вписаного в коло шестикутника. Пункти 7-12 більшого кола радіально зміщуються відносно меншого кола на 30° за годинниковою стрілкою, що дає змогу збільшити площинну густоту досліджень.



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:

- ⊙ свердловина
- пункт відбору проби підґрунтового газу
- 4 номер пункту

**Рисунок 3 – Схема розташування пунктів відбору проб підґрунтового газу біля устя свердловини**

**Висвітлення основного матеріалу досліджень.** Деякі результати застосування зйомки по вільному підґрунтовому газу для оцінки герметичності заколонного простору свердловин підземних сховищ газу, створених у водоносних структурах (Олишівське, Червонопартизанське, Осиповичське) і виробленому газовому родовищі (Глівівське) наведено в таблицях 1-4.

Результати виконаних досліджень свідчать, що найбільш герметичні заколонні простори обстежених свердловин Червонопартизанського ПСГ (табл. 1). Тут підґрунтовий газ представлено, в основному, тільки метаном. Вміст метану складає десятитисячні долі відсотка та є менший його вмісту у повітряному просторі.

На Олишівському ПСГ (табл. 2) у підґрунтових відкладах навколо свердловин, крім метану, виявлено етан і пропан. Вміст метану складає тут тисячні долі відсотка, в окремих пунктах – соті долі та цілі відсотки.

**Таблиця 1 – Вміст вуглеводневих газів у повітрі та підґрунтовій атмосфері, відібраних біля гирла свердловин Червонопартизанського ПСГ**

Номер пункта відбору проби	Вміст вуглеводневих газів, % об'ємні		
	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
Свердловина № 45			
1	0,0008	0	0
2	0,0007	0	0
3	0,0008	0	0
4	0,0004	0	0
5	0,0008	0	0
6	0,0007	0	0
Повітря	0,0008	0	0
Свердловина № 53			
1	0,0008	0	0
2	0,0004	0	0
3	0,0005	0	0
4	0,0007	0	0
5	0,0005	0	0
6	0,0004	0	0
Повітря	0,0008	0	0
Свердловина № 54			
1	0,0008	0	0
2	0,0006	0	0
3	0,0007	0	0
4	0,0002	0	0
5	0,0004	0	0
6	0,0007	0	0
Повітря	0,0006	0	0
Свердловина № 55			
1	0,0009	0	0
2	0,0007	0	0
3	0,0008	0	0
4	0,0007	0	0
5	0,0003	0	0
6	0,0006	0	0
Повітря	0,0007	0	0
Свердловина № 78			
1	0,0015	0	0
2	0,0015	0	0
3	0,0055	0,0001	0
4	0,0078	0,0001	0
5	0,0021	0	0
6	0,0016	0	0
Повітря	0,0011	0	0

У підґрунтовій атмосфері Глібівського ПСГ (табл. 3) у підґрунтовій атмосфері, крім метану, виявлено і його гомологи до C<sub>4</sub> включно, а біля свердловини № 88, де вміст метану на два порядки більший, ніж у повітрі, в окремих пунктах виявлено і пентан.

**Таблиця 2 – Вміст вуглеводневих газів у повітрі та підґрунтовій атмосфері, відібраних біля гирла свердловин Олишівського ПСГ**

Номер пункта відбору проби	Вміст вуглеводнів, % об'ємні		
	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
Свердловина № 21			
1	0,0033	0,0003	0
2	0,0008	0,0004	0
3	0,0006	0	0
4	0,0007	0	0
5	0,0008	0	0
6	0,0024	0,0001	Сл.
Повітря	0,0014	0	0
Свердловина № 22			
1	0,0308	0,0020	0,0021
2	0,0072	0,0003	0,0004
3	0,0027	0,0003	0,0002
4	0,0019	0,0001	0,0002
5	0,0021	0,0001	0,0002
6	0,0019	0,0001	0
Повітря	0,0012	Сл.	0
Свердловина № 24			
1	0,0074	0,0005	0,0004
2	0,0071	0,0004	0,0008
3	0,0038	0,0001	0,0001
4	0,0067	0,0003	0,0010
5	0,0587	0,0518	0,0238
6	5,6945	0,0089	0,1105
Повітря	0,0058	0,0014	0,0007
Свердловина № 42			
1	0,0030	0,0002	0,0002
2	0,0027	0,0001	Сл.
3	0,0010	0	0
4	0,0011	0	0
5	0,0016	Сл.	0
6	0,0011	0	0
Повітря	0,0011	0	0
Свердловина № 43			
1	0,0032	0,0003	0,0003
2	0,0028	0,0001	0,0001
3	0,0021	0,0001	0,0001
4	0,0012	0,0002	Сл.
5	0,0012	Сл.	0
6	0,0014	0,0001	Сл.
Повітря	0,0050	0,0001	Сл.

На Осиповицькому ПСГ (табл. 4) біля свердловин № 32 і №129 в окремих пунктах підґрунтових відкладів виявлено вміст метану, що складає декілька десятків відсотків, а також його гомологи до C<sub>5</sub> включно.

Таблиця 3 – Вміст вуглеводневих газів у підгрунтовій атмосфері та повітрі пригирлової частини свердловин Глібівського ПСГ

Номер пункта відбору проби	Вміст вуглеводневих газів, % об'ємні						
	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>
Свердловина № 1							
1	0,1047	0,0085	0,0045	0,0009	0,0014	0	0
2	0,0310	0,0043	0,0006	0,0002	0,0003	0	0
3	0,0358	0,0032	0,0014	0,0004	0,0009	0	0
4	0,0241	0,0027	0,0011	0,0003	0,0005	0	0
5	0,0192	0,0015	0,0006	0,0001	0,0002	0	0
6	0,0021	0,0002	0,0002	0	0	0	0
Повітря	0,0008	0	0	0	0	0	0
Свердловина № 7							
1	0,0234	0,0079	0,0026	0,0006	0,0010	0	0
2	0,0058	0,0068	0,0033	0,0005	0,0007-	0	0
3	0,0028	0,0042	0,0023	0,0006	0,0007	0	0
4	0,0018	0,0015	0,0008	0,0001	0,0002	0	0
5	0,0057	0,0038	0,0016	0,0002	0,0005	0	0
6	0,0008	Сл.	0	0	0	0	0
Повітря	0,0048	0,0003	0,0001	0	0	0	0
Свердловина №20							
1	0,0019	0	0	0	0	0	0
2	0,0024	0	0	0	0	0	0
3	0,0028	0	0	0	0	0	0
4	0,0074	0,0001	0	0	0	0	0
5	0,0066	0,0183	0,0095	0,0022	0,0027	0	0
6	0,7686	0,0331	0,0370	0,0064	0,0084	0	0
Повітря	0,0059	0,0003	0	0	0	0	0
Свердловина № 88							
1	0,6564	0,0224	0,0043	0	0	0	0
2	0,0007		0	0	0	0	0
3	0,3015	0,0544	0,0024	0	0	0	0
4	0,2973	0,0320	0,0018	0,00030	0	0	0
5	0,8696	0,0241	0,0264	0,0865	0,0222	Сл.	0,0198
6	0,9072	0,0813	0,0313	0,0222	Сл.	0	0
7	0,9199	0,0130	0,0031	0,0587	0,0077	0,0019	0,0219
8	0,8345		0,0051	0,0380	Сл.	0,0018	0,0155
9	0,4768	0,0116	0,0044	0,0023	0,0013	0	0
10	0,3085	0,0068	0,0009	0	0	0	0
11	0,6339	0,0017	0,0003	0	0	0	0
12	0,0645	0,0001	0	0	0	0	0
Повітря	0,0018	0,0001	0	0	0	0	0

Наведені вище результати досліджень свідчать, що запропонований метод завдяки високій чутливості газохроматографічних аналізів ( $n \cdot 10^{-6}$  % об'ємн.) володіє високою розподільною здатністю, дозволяє визначати концентрації вуглеводневих газів у широких діапазонах, що дає можливість виявити газові свердловини з порушеною герметичністю заколонного простору на ранніх стадіях проявлення.

У 1995 році в Україні прийнято Закон "Про екологічну експертизу", який є законодавчим

базисом проведення оцінок екологічних впливів господарської діяльності. Процес ОБНС в Україні вимагає комплексний прогноз змін стану навколишнього середовища на підставах аналізу можливих впливів запланованої діяльності з встановленням основних джерел впливів на навколишнє середовище та розробкою компенсаційних, охоронних, відновлювальних та захисних заходів [13].

В 1998-1999 роках ІФДТУНГ провів на замовлення НГВУ "Надвірнанафтогаз" (ВАТ

Таблиця 4 – Вміст вуглеводневих газів у підгрунтовій атмосфері та повітрі пригрислої частини свердловин Осиповичського ПСГ

Номер пункту відбору проби	Вміст вуглеводневих газів, % об'ємні						
	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	i C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	n C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	i C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	n C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>
<b>Свердловина № 13</b>							
1	0,01488	0,00014	сл	0	0	0	0
2	0,00193	0	0	0	0	0	0
3	0,03087	0	0	0	0	0	0
4	0,00331	0	0	0	0	0	0
Повітря	2,10390	0,03745	0,01175	0,00080	0,00094	0	0
<b>Свердловина № 32</b>							
1	30,99746	0,01838	0,09628	0,02743	0,02719	0,01231	0,00271
2	3,78702	0,05195	0,01019	0,00160	0,00271	0	0
3	0,92572	0,00725	0,00294	0,00053	0,00027	0	0
4	0,67886	0,00304	0,00063	0	0	0	0
Повітря	0,00573	0	0	0	0	0	0
<b>Свердловина № 125</b>							
1	0,03693	0,00022	0,00019	0	0	0	0
2	0,00165	0	0	0	0	0	0
3	0,00248	0	0	0	0	0	0
4	0,00083	0	0	0	0	0	0
5	0,00066	0	0	0	0	0	0
6	0,00152	0	0	0	0	0	0
7	0,00165	0	0	0	0	0	0
8	0,32260	0,00039	0,00047	сл	0,00011	0	0
Повітря	0,00116	0	0	0	0	0	0
<b>Свердловина № 129</b>							
1	0,05843	0,00299	0,00058	0	0	0	0
2	4,27793	0,00021	0,00018	0	0	0	0
3	42,91956	0,02373	0,00038	0,00015	0	0	0
4	8,69612	0,00155	0,00006	0	0	0	0
Повітря	0,03555	0	0	0	0	0	0
<b>Свердловина № 130</b>							
1	0,00689	0,00008	0,00008	0	0	0	0
2	0,00193	0	0	0	0	0	0
3	0,00152	0	0	0	0	0	0
4	0,00099	0	0	0	0	0	0
Повітря	0,00063	0	0	0	0	0	0
<b>Свердловина № 132</b>							
1	0,12904	0,00271	0,00073	0,00016	0,00011	0	0
2	0,03280	0,00041	0,00012	0	0	0	0
3	0,01791	0,00034	0,00009	0	0	0	0
4	0,09439	0,00019	0,00025	сл	0	0	0
Повітря	0,00096	0	0	0	0	0	0

"Укрнафта") Демонстраційний для України проект з оцінювання впливів на навколишнє середовище розробки Пасічянського нафтогазоконденсатного родовища (Івано-Франківська область) [14]. Одною з основних частин Демонстраційного проекту ОВНС було вивчення сучасного екологічного стану навколишнього середовища в районі проектованої діяльності – Битківський нафтовий промисел. Серед бага-

тьох чинників навколишнього середовища, що вивчалися та оцінювалися, важливе місце займає фактор загазованості приповерхневих вод, четвертинних відкладів і атмосферного повітря вуглеводневими газами.

Для вивчення сучасного стану емісії вуглеводнів у приповерхневій шарі ґрунту та проблем загазованості території Битківського нафтового промислу використовувалися новітні технології

Таблиця 5 – Результати гаездебітної зйомки району  
с. Битків, с. Битківчик і с. Пасічна Надвірнянського району

№ з/п	Місце зміру	Номер пункту заміру	Дебіт вуглеводневих газів, (м <sup>3</sup> /с, м <sup>2</sup> ) * 10 <sup>-11</sup>					
			CH <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
1	с. Пасічна, вул. Л.Українки, будинок, № 20	1	11,29	-	-	-	-	-
2	с. Пасічна, вул. Л.Українки, будинок, № 20	Св.№ 13	6,65	0,15	0,02	0,03	-	-
3	с. Пасічна, вул. Л.Українки, будинок, № 20	Св.№ 8	3,33	0,06	0,01	0,01	-	-
4	Заплава р. Бистриці Надвірнянської в районі будинку № 20	2	13,91	0,01	0,01	-	-	-
5	с. Пасічна, район буд. № 25 вул. Л.Українки	11	1,69	0,08	-	0,03	-	-
6	с. Пасічна, район буд. № 25 вул. Л.Українки	17	1545,	20,1	-	4,52	0,70	1,25
7	с. Пасічна, район буд. № 25 вул. Л.Українки	10	6,65	0,15	0,02	0,03	-	-
8	с. Пасічна, район свердловини № 340	4	0,02	-	-	-	-	-
9	с. Пасічна, район свердловини № 340	3	0,13	0,01	0,02	-	-	-
10	с. Пасічна, район свердловини № 340	5	4,80	0,06	-	-	-	-
11	Південно-західна частина с. Пасічна	18	54,28	2,13	-	0,5	-	-
12	с. Битківчик, зона розлому	9	16,15	0,33	0,06	0,04	-	-
13	с. Битківчик, біля моста через р. Битківчик	11	13,19	-	-	-	-	-
14	с. Битків, центральна частина	5	1,82	0,01	0,04	0,01	-	-
15	с. Битків, західна частина (зона розломів)	6	532,1	4,45	-	1,82	0,64	0,87
16	Зона розломів в районі свердловини № 81	14	14,08	0,22	0,14	0,09	-	-

приповерхневих газометричних досліджень, розроблених в ІФДТУНГ.

Для визначення сучасного стану загазованості та проведення контрольних газометричних досліджень були вибрані встановлені раніше чотири ділянки інтенсивного виходу газу на денну поверхню. Визначення сучасного стану загазованості проводилося за допомогою газової зйомки по підґрунтовому газу вільного стану, гаездебітної зйомки в пунктах з підвищеним вмістом вуглеводневих газів вільного стану та повітряногазової зйомки в населених пунктах Битків, Битківчик і Пасічна для визначення вмісту вуглеводневих газів у повітрі)

Заміри дебіту вуглеводневих газів з приповерхневих відкладів в атмосферу відображено в таблиці 5. З даних табл. 5 видно, що з приповерхневих відкладів в атмосферу розсіюється, в основному, метан і незначна кількість етану та пропану. Дебіт метану (за винятком зони розломів) змінюється від  $3.33 \times 10^{-11}$  до  $54.28 \times 10^{-11}$  м<sup>3</sup>/(с · м<sup>2</sup>) і знаходиться на рівні середніх фонових значень. Порівняння сучасних і попередніх результатів вимірювань свідчить, що спостерігається значне зменшення дебіту метану з приповерхневих відкладів в атмосферу з аномальної зони в районі будинку № 20 орієнтовно у 15000 разів. Таким чином, результати проведених газометричних досліджень свідчать, що загальна загазованість території Битківського нафтового промислу значно зменшилась.

#### Наукова новизна та практична цінність.

Винайдені, описані вище, два нових способи, а саме спосіб визначення інтенсивності витоку вуглеводневих газів із підґрунтових відкладів у атмосферу та спосіб відбору проб підґрунтового газу, а також розроблені для них пристрої, дозволили запровадити дві нові модифікації приповерхневої газової зйомки. Розроблено методичні рекомендації з проведення гаездебітної зйомки та зйомки по підґрунтовому газу вільного стану. Запропонована нова схема розташування пунктів відбору проб підґрунтового газу при оцінюванні герметичності заклонного простору свердловин. Розширена сфера застосування запропонованих зйонок. Крім контролю за герметичністю підземних сховищ газу, нові модифікації газової зйомки можуть ефективно використовуватися на об'єктах нафтогазовидобувної галузі в процесі оцінювання впливів на навколишнє середовище, визначенні ступеня забрудненості питних вод, приповерхневих відкладів і приземної атмосфери вуглеводневими газами, виявленні ділянок можливого створення вибухонебезпечних концентрацій вуглеводневих газів, що має важливе значення при забудові територій в межах гірничого відводу. Також запропоновані зйомки можуть використовуватися при проведенні нафтогазопишукових робіт.



## Висновки

Застосування нових методів приповерхневих газогеохімічних досліджень на різноманітних підземних сховищах газу України показали їх високу розподільну здатність і ефективність при оцінці герметичності за колонного простору свердловин і можуть використовуватися, як доповнюючі до існуючих методів контролю герметичності підземних сховищ газу. Весь комплекс приповерхневих газогеохімічних досліджень, до складу якого входить ще водногазова та ґрунтовогазова зйомки, може ефективно застосовуватися для виявлення ділянок посиленої міграції газу до денної поверхні з об'єкта його зберігання за певний період циклічної роботи ПСГ через порушення герметичності покриття ПСГ, тектонічних розривів порід і порушення герметичності за колонного простору свердловин.

Запропоновані нові технології газових зйомок і весь комплекс приповерхневих газогеохімічних досліджень рекомендується до широкого впровадження на об'єктах нафтогазовидобувної галузі України.

## Література

1 Савків Б. Підземне зберігання газу в Україні – основні віхи, досягнення, перспективи [Текст] / Богдан Савків // Науковий вісник. – 2004. – Спецвипуск № 2(8). – С. 16-21.

2 Солдаткин Г. К вопросу о герметичности скважин для подземного хранения [Текст] / Григорий Солдаткин // Газовая промышленность. – 1960. – № 5. – С. 41-43.

3 Левыкин Е.В. Технологическое проектирование хранения газа в водоносных пластах [Текст] / Е. Левыкин. – М. : Недра, 1973. – 208 с.

4 Сухін Є. Елементи створення, формування та експлуатації підземних газових сховищ газу [Текст] / Є.І. Сухін, Б.І. Навроцький. – К. : ПННВ, 2004. – 528 с.

5 Дослідження деформацій земної поверхні на підземних сховищах газу [Текст] // Матеріали науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу інституту нафти і газу, Івано-Франківськ, 1992. – Івано-Франківськ: ІФІНГ, 1992. – 148 с.

6 Пат.82277 Україна, МПК (2006) G01V 9/00 E21B 47/00. Спосіб визначення інтенсивності витоку вуглеводневих газів із підґрунтових відкладів у атмосферу [Текст] / Борковський О.О. (UA), Знак М.С. (UA), Аронський Д.І. (UA), Лопушняк Я.І. (UA); заявник і патенто-власник ІФНТУНГ. – № а 2006 06705; заявл. 16.06.06; опуб. 25.03.08, Бюл. № 6. – 4 с.

7 Гідрогеолого-газогеохімічний моніторинг з метою контролю за циклічною експлуатацією підземних газосховищ [Текст] / О.П. Заріцький, І.І. Зіненко, Є.Д. Бєлих [та ін.] // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 1998. – Вип. 35 (Том 5). – С. 62-68.

8 Знак М. Устройство для контроля за утечками газа из подземных хранилищ / Мирослав Знак, Александр Борковский // Транспорт, хра-

нение и использование газа в народном хозяйстве. – 1978. – № 29. – С. 3-5.

9 Знак М. Газодебитная съемка и устройство для ее выполнения / Мирослав Знак, Василий Кучак // Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 1985. – Вып. 22. – С. 98-99.

10 Методичні рекомендації до використання газогеохімічних методів для контролю герметичності підземних сховищ газу [Текст] // Матеріали науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу інституту нафти і газу, ч. 1, Івано-Франківськ, 1994. – Івано-Франківськ: ІФІНГ, 1994. – 136 с.

11 Пат.75835МПК (2006) G01N 1/22. Спосіб відбору проб підґрунтового газу [Текст] / Аронський Д.І. (UA), Знак М.С. (UA), Лопушняк Я.І. (UA), Омельченко В.Г. (UA); заявник і патенто-власник ІФНТУНГ. – № 20041210155; заявл.10.12.04; опуб.15.05.06, Бюл. № 5. – 4 с.

12 Нова методика газогеохімічних досліджень для супроводження екологічних і технологічних потреб [Текст] // Матеріали науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу інституту нафти і газу, ч.1, Івано-Франківськ, 1994. – Івано-Франківськ: ІФІНГ, 1994. – 136 с.

13 Адаменко Я. До процесу оцінки впливів на навколишнє середовище / Ярослав Адаменко, Олександр Калінкін // Нафтова і газова промисловість. – 1999. – № 1. – С. 60-62.

14. Застосування газогеохімічних досліджень при оцінці впливів на навколишнє середовище процесу розробки нафтогазових родовищ / Я.О. Адаменко, М.С. Знак, Я.І. Лопушняк // Нафтова і газова промисловість. – 2001. – № 2. – С. 58-62.

*Стаття надійшла до редакційної колегії  
29.05.15*

*Рекомендована до друку  
професором Середюк М.Д.  
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)  
професором Рудим М.І.*

*(НДПІ ПАТ «Укрнафта», м. Івано-Франківськ)*