



ЛУКІН

Олександр Юхимович — академік НАН України, головний науковий співробітник Інституту геологічних наук НАН України



ОНИЩЕНКО

Володимир Олександрович — доктор економічних наук, професор, ректор Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ЗАГРОЗА ГЕЛІЄВОГО ДЕФІЦИТУ І МОЖЛИВА УЧАСТЬ УКРАЇНИ В ЇЇ ПОДОЛАННІ

У статті проаналізовано гелієносність нафтогазових родовищ, розташованих на території України. Показано, що вміст гелію в зонах інтенсивного газонакопичення в середньому перевищує 0,05–0,1 %. На думку авторів, отримання в Україні гелієвого концентрату з газової суміші вуглеводневих родовищ є економічно доцільним, що особливо важливо в умовах загрози дефіциту гелію у світі.

З гелієм, який іноді ще називають сонячним елементом, оскільки його вперше було виявлено в атмосфері Сонця в 1868 р. і лише в 1881 р. — на Землі, пов'язаний бурхливий розвиток цілої низки науково-технічних напрямів — від повітроплавства та водолазної справи до космосу та ядерної фізики.

Принципово важливе значення для освоєння джерел природного гелію мали концепція «гелієвого дихання Землі» (В.І. Вернадський) та встановлення наявності цього елемента в природних газових сумішах вуглеводневих родовищ, які й стали надалі основним джерелом видобутку гелію. І сьогодні обсяги одержання та використання гелію — це без перебільшення показник науково-технічного розвитку будь-якої країни.

Динаміка використання гелію у світі свідчить про постійне розширення сфери його застосування та експоненціальне зростання обсягів споживання. За останніми даними, світове виробництво гелію збільшується в середньому на 4–6 % в рік і до 2030 р. має перевищити 300 млн м³. Однак, зважаючи на те, що джерелом гелію є природний газ, та враховуючи темпи зростання його споживання, досить реальною постає загроза гелієвого дефіциту у світі. З іншого боку, з огляду на високу вартість гелію на світовому ринку, стає рентабельним його отримання навіть за дуже низьких концентрацій у газовій суміші (для більшості гелієво-вуглеводневих родовищ вміст He в газовій суміші не перевищує 0,02 %).

Наприклад, ще до недавнього часу єдиний в РФ гелієвий завод працював на Оренбурзькому нафтогазоконденсатному родовищі, яке характеризується вмістом гелію у газі 0,053–0,055 %, і цього вистачало як для внутрішніх потреб, так і для

**Родовища вуглеводнів з вмістом гелію
в газовій суміші понад 0,1 %***

(продовження таблиці)

№	Родовище	Продуктивний горизонт	He, % об.
<i>Східний нафтогазоносний регіон</i>			
1	Більське ГК	I-2	0,109
2	Великобубнівське НГК	B-16	0,13
3	Вільхівське ГК	M-3а	0,12
		M-3б	0,12
		M-6—M-7	0,12
		B-1а	0,13
		B-16	0,13
		B-2	0,12
4	Голубівське НГ	B-5	0,12
		C-2	0,117
		C-21	0,61
		C-21	0,61
5	Горобцівське ГК	M-3	0,10
		M-6	0,10
6	Дружелюбівське НГК	B-2	0,10
		B-4	0,11
		B-2	0,18
		B-2	0,16
7	Капітанівське ГК	B-3	0,16
		B-4	0,14
		B-6	0,13
		B-6	0,13
		Г-7-8	0,58
8	Кегичівське ГК	B-1в	0,14
		B-1с, B-1н	0,15
9	Кондрашівське ГК	B-2в	0,16
		B-2н	0,16
		B-3н	0,15
		B-4	0,15
		B-6	0,12
		B-7	0,11
10	Коробочкинське ГК (Коробочкинське скл.)	B-17-24	0,109
		B-14-16	0,20
11	Коробочкинське ГК (Лебяжинське скл.)	B-17-19	0,25
		C-4	0,202
		C-4	0,202
12	Краснопопівське Г	I-2	6,14
		M-7	3,30
		B-1	1,20
		B-12	1,78
13	Кременівське НГК	C-13-14	0,12
		M-2-5	0,21
14	Кружилівське ГК	M-2-5	0,27
		M-6	0,22
		B-1-2	0,23
		T-1	0,25

№	Родовище	Продуктивний горизонт	He, % об.
<i>Східний нафтогазоносний регіон</i>			
15	Лаврентіївське Г (за-консервоване, в балансі запасів України не обліковується)	C-17	0,25
		C-21	0,27
16	Левенцівське ГК	C-4	0,14
		C-16	0,15
17	Лесяківське НГК	B-26	0,143
18	Лиманське НГК Лиманське (Потічанське) НГК	B-16	0,10
		C-19	0,10
19	Лобачівське ГК	B-1	0,13
		B-3—B-4	0,11
20	Марківське ГК	B-1-2	0,13
		B-1-2	0,11
		B-8-9	0,11
		B-8-9	0,11
21	Матвіївське НГК	C-5в	0,30
22	Михайлівське Г	B-16	0,14
23	Радченківське НГ	I-4	0,103
		C-3	0,173
		I-3	0,196
		I-2	0,226
24	Роменське Н (завершено, 1951 р.)	брєкція	0,30
25	Руновщинське Г	I-1	0,50
26	Сагайдацьке Н	I-2	0,112
		I-2	0,115
		I-2	0,12
27	Світличне Н	B-25	1,78
28	Скворцівське НГК	B-19	0,11
29	Солохівське ГК	B-20, B-21	1,50
30	Співаківське Г	A-5	0,103
31	Юліївське НГК	B-20-21	0,27
32	Юрївське НГК	B-25	0,50
<i>Західний нафтогазоносний регіон</i>			
33	Битків-Бабчинське НГК (Бабчинська складка)	P2 + P3	2,5
		P2 + P3	2,5
34	Великомостівське Г	Л-1	0,15
35	Гвіздецьке Н	II	0,25
36	Заводівське Н	II	0,7
		P1jm	0,13
37	Локачинське Г	I	0,281
		II	0,226
		III	0,303
		IV	0,210
		VI	0,170
		VII	0,13
38	Пасічнянське	P3ml	0,10
39	Чечвинське	МЛ-2	0,55
<i>Південний нафтогазоносний регіон</i>			
40	Куйбишівське Г (Мошкарівське ГН)	Блок II	0,4

* Джерело: Атлас родовищ нафти і газу України. Т. I—VI. Львів, 1998.

експорту He на ринок Європи. Важливим європейським експортером гелію була Польща. Гелієвий завод, побудований понад 50 років тому на невеликому газовому родовищі Одолянв (Судетська монокліналь) з вмістом гелію в газі менш як 0,05 %, ще донедавна працював дуже успішно, незважаючи на беззаперечне лідерство на світовому гелієвому ринку США, Канади та Алжиру.

На вартість гелієвого концентрату крім економічних чинників впливає ще низка геологічних (глибина, фільтраційно-ємнісні параметри, літологія колектору, гідрогеологія тощо), геохімічних (вміст CO_2 , H_2S , N_2), промислових (запаси газу, його дебіти), геотермобаричних (пластовий тиск), температурних факторів. До того ж слід враховувати рівень розвитку країни, логістику та інші гео економічні аспекти.

У нафтогазових родовищах, розташованих на території України, вміст гелію в зонах інтенсивного газонакопичення в середньому перевищує 0,05–0,1 % (див. табл.). Отже, в цьому аспекті Україна має певні переваги для розвитку власної гелієвидобувної промисловості, але, на жаль, вона й досі ними не скористалася.

Гелієність вуглеводневих родовищ України. Дані щодо гелієності природних газів на 335 вуглеводневих родовищах з розподілом за нафтогазоносними регіонами України, які наведено в 6-томному Атласі родовищ нафти і газу (Львів, 1998), а також дані хроматографічного аналізу газів газоконденсатних родовищ Східного регіону (загалом 790), які виконано в лабораторії дослідження газоконденсатних систем Чернігівського відділення Українського державного геологорозвідувального інституту (УкрДГРІ), являють собою великий інформаційний масив. Накопиченої інформації більш ніж достатньо для проведення якісної оцінки гелієвого потенціалу надр України та визначення перспектив розвитку вітчизняної гелієвидобувної промисловості.

Розглянемо детальніше гелієність вуглеводневих родовищ за нафтогазоносними регіонами України.

Східний нафтогазоносний регіон. Тут відкрито понад 100 гелієносних родовищ у газо-

конденсатних, газових і гетерофазних покладах, у яких вміст гелію в газовій суміші варіює від 0,05 до 0,25 % і вище, досягаючи в окремих покладах рівня так званих ураганних концентрацій (див. нижче).

Спіраючись на наявний аналітичний матеріал, можна виокремити родовища з підвищеним вмістом гелію ($\geq 0,1$ %), які утворюють угруповання в різних тектонічних зонах Дніпровсько-Донецького рифтогену (рис. 1).

Для всіх зон підвищеної гелієності характерне поєднання виступів фундаменту і (або) його ступінчастої тектоніки з продуктами руйнування (рифогенні моласоїди та інші ознаки його тектонічної активізації) з карбонатними формаціями. Присутність останніх притаманна всім найбільшим гелієвим родовищам. Гранітоїди та інші породи докембрійського фундаменту в прирозломних зонах тектонічної активізації є джерелом радіогенного гелію¹. Що стосується карбонатних порід, то вони оклюдують легкі гази, зокрема й гелій. З цим пов'язана їхня крихкість, що є важливим фактором формування тріщинно-кавернозних карбонатних колекторів. Про масштаби цього процесу в нафтогазоносних басейнах свідчать гігантські гелієносні газові та газоконденсатні родовища Катару, Ірану, Туркменії, РФ, де саме цей тип природних карбонатних резервуарів містить основні запаси гелієносного газу.

Яскравим прикладом парагенезу виступів кристалічного фундаменту, продуктів його руйнування (washed granites — перем'яті граніти) і рифогенних карбонатів є гігантське нафтогазове родовище Панхандл-Х'югтон (рис. 2) та інші газові родовища Мідконтиненту. Саме завдяки цим родовищам США впродовж багатьох років залишаються світовим лідером з видобування, використання та експорту гелію.

У Дніпровсько-Донецькому авлакогені — тектонотипі континентальних рифтогенів — такі парагенези є однією з типових тектоноформаційних особливостей.

¹ Важливим фактором гелієутворення є базальні верстви осадового чохла та останці кір вивітрювання кристалічних порід, яким властиві підвищені концентрації торію.

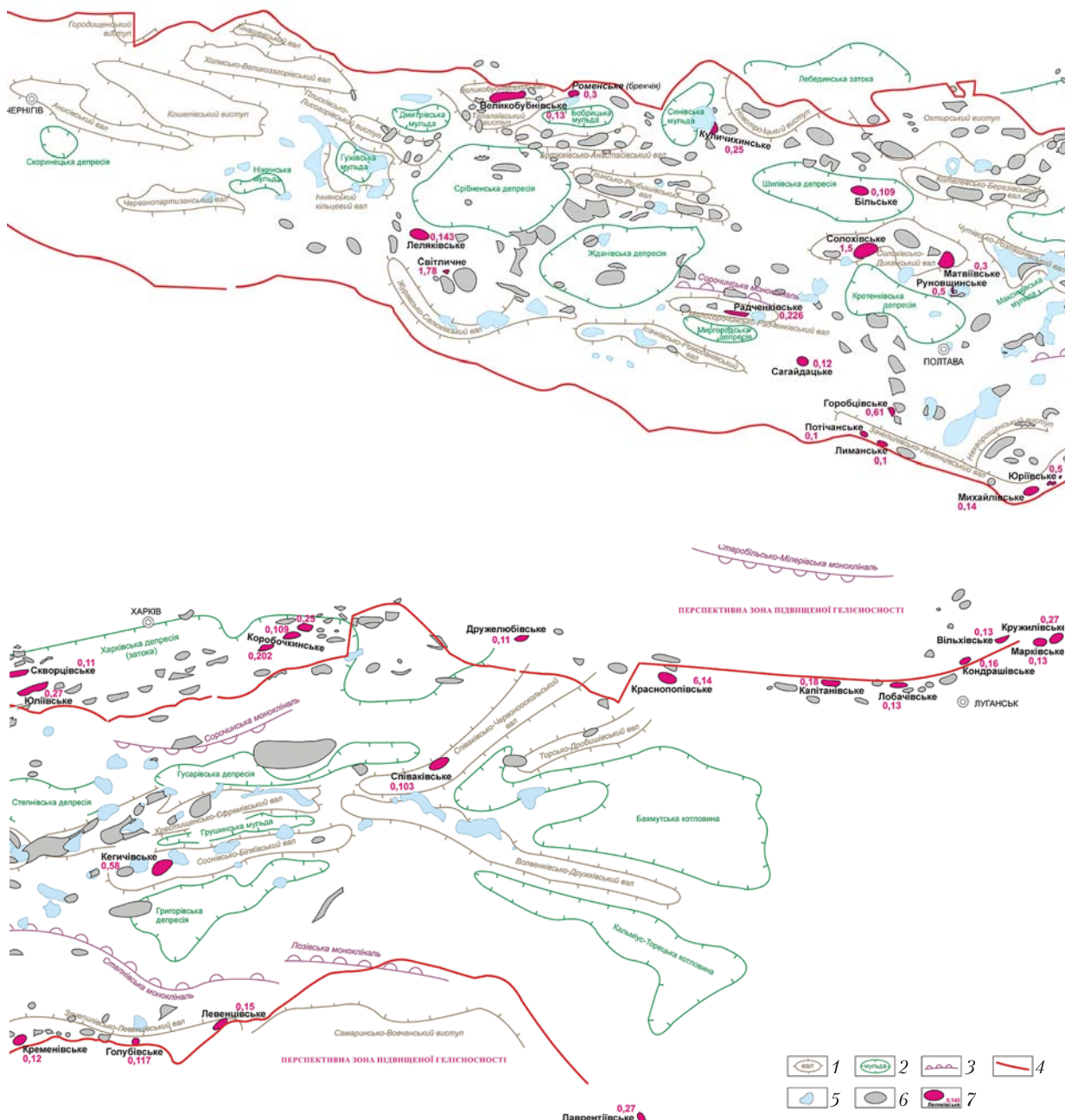
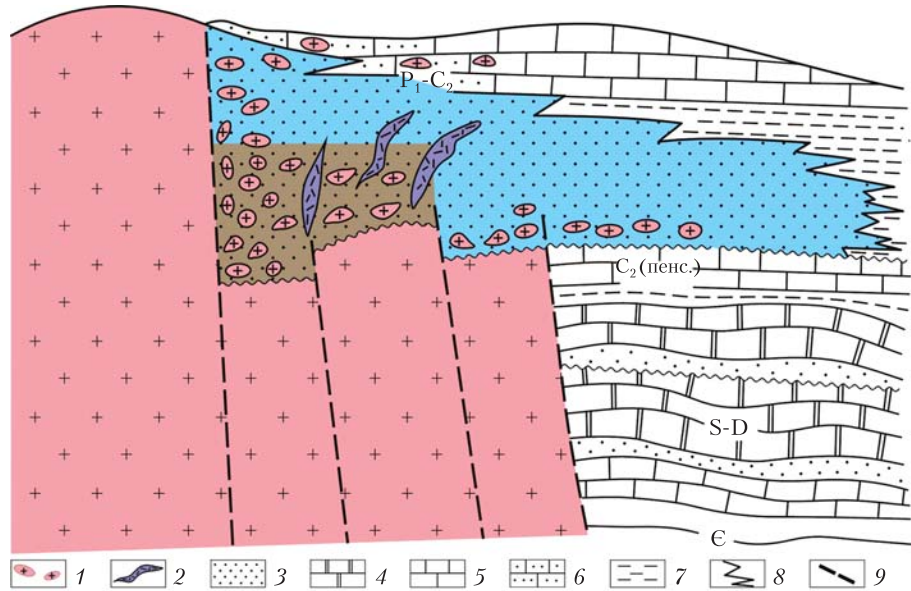


Рис. 1. Родовища з підвищеним вмістом гелію в газовій суміші на тектонічній схемі Східного (Дніпровсько-Донецького) нафтогазоносного регіону України. Тектонічні структури третього порядку: 1 – позитивні (вали, виступи); 2 – негативні (котловини, структурні затоки, мульди, депресії); 3 – моноклінали; 4 – крайове порушення; 5 – соляні штоки; 6 – родовища вуглеводнів; 7 – родовища з вмістом гелію понад 0,1 % об. Джерело: *Атлас родовищ нафти і газу України*. Т. I–III. Львів, 1998; зі змінами та доповненнями

Рис. 2. Розріз родовища Панхандл-Х'югтон (за L. Pirrip, 1970, зі змінами):

- 1 – брили кристалічних порід;
- 2 – ріолітові вклучення;
- 3 – аркозові пісковики;
- 4 – доломіти;
- 5 – вапняки;
- 6 – вапняки з аркозовим та піщано-грубоуламковим матеріалом;
- 7 – глини, аргіліти;
- 8 – межа між аркозово-піщаними і глинистими відкладами;
- 9 – розривні порушення



Значний інтерес у цьому контексті становлять природозломні зони бортів, або так звані мобільні схили, Воронезького кристалічного масиву та Українського щита (УЩ), на деяких ділянках яких виявлено ознаки аномально високої гелієносності.

Першочерговим об'єктом зонального прогнозу гелієносності є східний сегмент зони зчленування Воронезької антеклізи з Дніпровсько-Донецькою западиною (ДДЗ) та Донецькою складчасто-орогенною спорудою від Скворцівського і Юліївського родовищ на заході до Кружилівського і Марківського на сході. Численні поклади (понад 30) газоконденсатних, газових і гетерофазних родовищ характеризуються парагенезом продуктивних горизонтів у кристалічному фундаменті, нижньокам'яновугільних карбонатів і теригенних колекторів (структур облягання рифогенно-карбонатних масивів, виступів і уступів фундаменту).

Газові суміші практично на кожному з відкритих тут родовищ характеризуються підвищеною гелієносністю. На деяких родовищах є поклади з вмістом гелію в газі 0,1 % і вище.

На *Юліївському родовищі* в розущільнених кристалічних породах докембрійського фундаменту і в базальних літологічно обмежених

пісковиках нижнього карбону свого часу було відкрито масивний газоконденсатний поклад, у якому вміст гелію сягає 0,27 %. І це, мабуть, не найбільші значення, оскільки геохімія газу з фундаменту є маловивченою. Це стосується й інших родовищ *Харківської депресії* (рис. 1), де встановлено нафтогазоносність фундаменту.

Східний сегмент цього гелієносного тренду, який контролюється *Красноріцькими скидами* та *Міжнасувною зоною*, характеризується чітко вираженим парагенезом уступів фундаменту, рифогенно-карбонатних масивів нижнього карбону та поліфаціальних відкладів середнього карбону, що облягають їх, з численними пластовими газоконденсатними покладами. Найявні дані щодо вмісту гелію в цих покладах мають уривчастий характер, проте їх достатньо, щоб визначити на *Північних окраїнах Донбасу* потужну гелієносну зону.

На особливу увагу заслуговує *Краснопітське газове родовище* (Луганська область, Кременівський район). На відміну від суміжних родовищ ця складно побудована брахіантиклінальна структура посідає особливу тектонічну позицію. Родовище розташоване на стику Північної прибортової зони ДДЗ з перехідною зоною Донецької складчасто-орогенної споруди, схилу Воронезької антеклізи та північно-за-

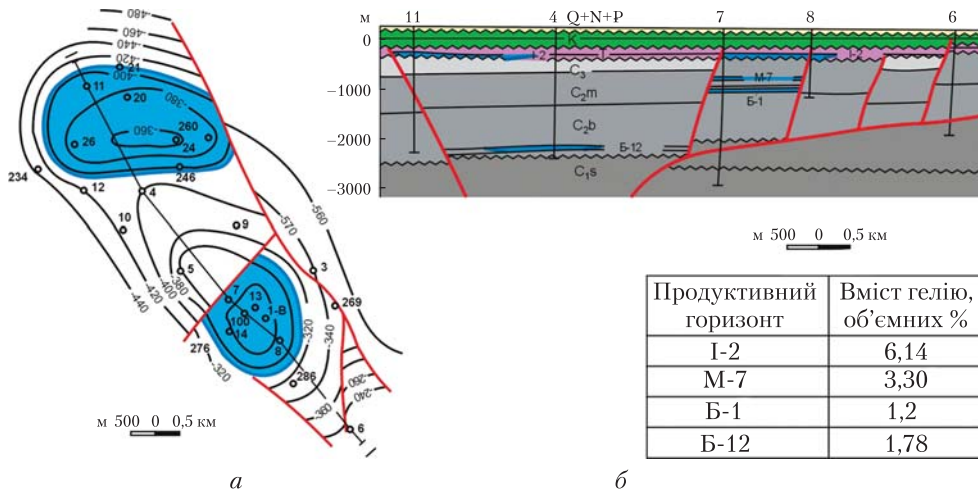


Рис. 3. Краснопопівське газове родовище: *a* – структурна карта покрівлі продуктивного горизонту I-2 (за Е.В. Абражевичем, В.Г. Кириленко); *б* – геологічний розріз по лінії I-I (за В.Г. Кириленко)

хідному кінці Торсько-Дробишівського валу. До цього слід додати підвищену неотектонічну активність цієї структури.

Це багатопластове родовище характеризується найширшим стратиграфічним діапазоном газонасності (рис. 3). Поряд із покладами в пісковиках московського та башкирського ярусів і газопроявами у вапняках нижнього карбону тут встановлено промислову газонасність у теригенних тріасових відкладах. Все це добре узгоджується з наявністю надзвичайно високих концентрацій гелію в усіх газових покладах з максимумом у тріасових відкладах.

Отже, гелієносність цього родовища – це яскрава ілюстрація зв'язку багатопластових гелієво-вуглеводневих родовищ з трубами глибинної дегазації².

Ознаки безпосереднього зв'язку багатопластових родовищ розглянутої зони з трубами дегазації чітко проявляються за розподілом вмісту гелію на деяких інших ділянках цієї зони. Яскравим прикладом є *Дружелобівське, Коро-*

боцькинське, а також *Кондрашівське* родовища, де високий вміст гелію в газі спостерігається в усіх газоконденсатних і газових покладах у піщаних пластах середнього карбону, що свідчить про його наскрізну вертикальну міграцію з глибоких надр. Однаково високий (0,1 %) вміст гелію в газі різних горизонтів з відповідно різними умовами екранування вказує на те, що дегазація має безперервний характер. Гелій у цьому випадку є індикатором підживлення газових покладів.

Прикладами генетичного зв'язку багатопластових гелієво-вуглеводневих родовищ з трубами дегазації є такі відомі родовища в межах рифтогенного грабена ДДЗ, як Більське (рис. 4), Качанівське, Рибальське та багато інших. Більшість їх згруповано в тектонічні вали, що контролюють гелієносні зони.

Зачепилівсько-Левенцівський вал розташований у східному сегменті Південної прибортової зони ДДЗ і має вигляд вузької прирозломної смуги. Його будова характеризується тією самою формаційною тріадою (докембрійський кристалічний фундамент – турнейсько-нижньовізейський рифогенно-карбонатний комплекс – поліфаціальні переважно теригенні верхньовізейські, серпуховські, середньокам'яновугільні відклади). Ланцюжки прирозломних газоконденсатних і газових родовищ мають високий ($\geq 0,1$ %) вміст гелію.

Аномально високі концентрації гелію в газовій суміші встановлено на Горобцівському

² Відкрите у 1961 р. Краснопопівське родовище було введено в експлуатацію в 1965 р. Основним об'єктом розробки був поклад у тріасі. Розробку було припинено через 10 років. З 1975 р. до початку воєнних дій на Донбасі родовище використовували як підземне газосховище з однією діючою свердловиною. Поклади в карбоні розробляли лише частково, а перспективи газонасності нижнього карбону, девону та докембрійського фундаменту залишилися нез'ясованими.

(0,61 %), Юріївському (0,5 %), Кременівському (0,12 %), Голубівському (0,17 %), Левенцівському (0,15 %) родовищах. Це дозволяє прогнозувати і східне продовження прирозломної смуги, аж до Самаро-Вовчанського виступу, поки що не охарактеризованого бурінням.

Усі газові, газоконденсатні, а також гетерофазні (і, відповідно, гелієві) родовища цієї зони є багатошаровими, включно з покладами в піщаних пластах верхнього візе, серпухова і середнього карбону. Проте, на відміну від *Скворцівсько-Юліївсько-Кружилівської* зони, тут на деяких родовищах свого часу було отримано промислові припливи з турнейсько-нижньовізейських карбонатних колекторів. Більш того, характерною особливістю цієї зони є наявність нижньовізейських мегаатолів на турнейській рифогенно-карбонатній платформі. Особливо слід відзначити *Новомиколаївсько-Ігнатівський, Кременівсько-Виноградівсько-Богатойсько-Лиманський мегаатолі*, які можуть депонувати великі обсяги гелію, підживлюючи теригенні колектори карбону та мезозою (зокрема тріасу), що лежать вище. Про це, як уже зазначалося, свідчать однакові або близькі значення вмісту гелію в газовій суміші покладів.

Слід відзначити окремі аномалії в деяких покладах Горобцівського, Лиманського, Юріївського, Левенцівського родовищ.

Горобцівське газоконденсатне родовище (Ново-Санжарський район Полтавської області) розташоване на моноклінальному схилі Зачепилівського валу. В покладі С-21 (серпуховський ярус) концентрація гелію в газовій суміші становить 0,61 %, що більш як у 6 разів перевищує прийняті свого часу межі його промислового вмісту. Щодо покладів візейських відкладів дані про вміст гелію відсутні, однак особливості геологічної будови дозволяють передбачати їхню гелієносність.

Юріївське нафтогазоконденсатне родовище (Магдалинівський район Дніпропетровської області) приурочене до брахіантиклінальної структури на східному кінці Зачепилівсько-Левенцівського валу. У пластових покладах у пісковиках серпуховського ярусу вміст гелію в газовій суміші сягає 0,14–0,16 %. Особливий інтерес станов-

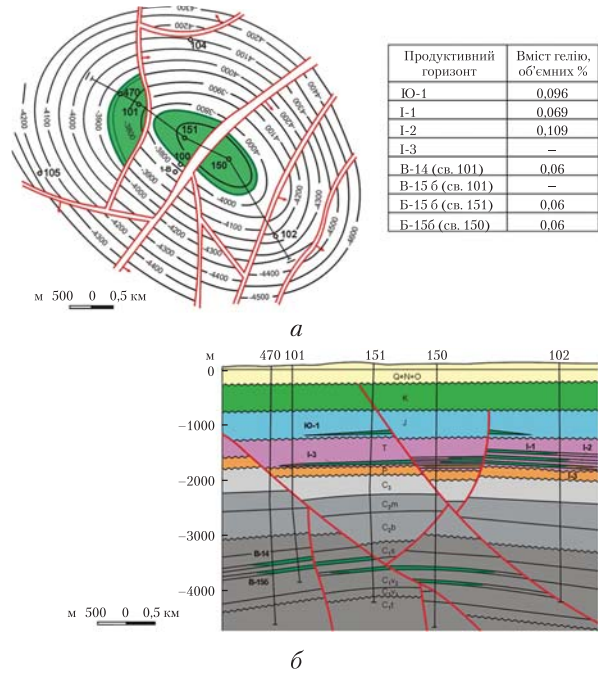


Рис. 4. Більське нафтогазоконденсатне родовище: а — структурна карта покрівлі продуктивного горизонту В-156 (за Г.Б. Куліничем); б — геологічний розріз по лінії I-I (за Г.Б. Куліничем)

лять прогнозні масивні газоконденсатні поклади в турнейському рифогенно-карбонатному масиві, які залягають безпосередньо на тектонічному блоці кристалічного фундаменту.

Левенцівське газоконденсатне родовище (Павлоградський район Дніпропетровської області) розташоване на східному кінці Зачепилівсько-Левенцівського валу і приурочене до типової для нього палеозойської брахіантиклінальної структури, яка розміщується під моноклінально-залягаючими мезозойськими відкладами. Вміст гелію в пластових покладах серпуховського ярусу сягає 0,14 % (С-4). Тут, так само як і на Юріївському та інших родовищах цього прирозломного тектонічного валу, великий інтерес з точки зору гелієносності становлять прогнозні масивні поклади в рифогенних карбонатах (C_{1t} - C_{1v1}) та девоні, а також у розуцільнених блоках фундаменту.

Структурно-тектонічні валоподібні підняття контролюють більшість зон гелієносності в межах грабена Дніпровсько-Донецького риф-

тогену. Як і зона зчленування грабена з Воронезьким кристалічним масивом і УЩ, вони характеризуються вказаною вище тектоноформаційною тріадою. Проте їхній фундамент і нижньокам'яновугільні рифогенно-карбонатні формації здебільшого залягають на глибинах понад 5–6 км. Винятком є *Малосорочинсько-Радченківський вал* у центральній частині ДДЗ, з яким пов'язані однойменні родовища.

Радченківське нафтогазове родовище є сегментом цього валу, розташованого між Гасенківським та Лейківським соляними діапірами. Фактично це ланцюжок брахіантиклінальних підняттяв, які проявляються не лише в докембрійському фундаменті і палеозої (з рифогенно-карбонатними масивами), а й у мезозої. Газові поклади приурочено до тріасових теригенних відкладів. Нафтоносність пов'язана з піщаними пластами серпуховського ярусу нижнього карбону. Всі поклади цього багатопластового нафтогазового родовища є склепінними, тектонічно екранованими. Найбільший нафтовий поклад (С-3) має газову шапку.

Газові суміші покладів у тріасі і верхньому серпухові характеризуються підвищеною гелієністю. Вміст гелію перевищує 0,1 %, досягаючи максимуму (0,26 %) у верхньому покладі в пісковиках кореньовської світи (нижній тріас). Розподіл концентрацій гелію по розрізу наочно підтверджує різну газопроникність глинистих покришок і провідну екранувальну роль монтморилонітових глин сребрянської світи тріасу за наявності висхідного гелієносного потоку. В цьому потоці поряд з фундаментом, мабуть, бере участь і гелій, депонований нижньовізейськими (і, можливо, турнейськими) карбонатами, про що свідчить характер нафтогазоносності Малосорочинського нафтогазового родовища.

Одна з найбільш перспективних гелієносних зон пов'язана з *Солохівсько-Диканським валом* у центральному сегменті приосьової частини ДДЗ. Там є принаймні три гелієві родовища.

Солохівське газоконденсатне родовище (Зіньківський район Полтавської області) пов'язане з крипто-соляно-діапіровою брахіантикліналою, похованою під мезозойськими відкладами.

Пластові склепінні тектонічно екрановані газові та газоконденсатні поклади пов'язані з пісковиками середньої юри, серпухова та верхнього візе. Вміст гелію в газовій суміші визначено в серпуховських та верхньовізейських покладах. Привертає увагу аномально висока концентрація гелію в горизонті В-21 (1,50 %). Геологічна будова (відсутність нижньопермської солі, характер диз'юнктивної тектоніки) зумовлює високу гелієносність покладу в середній юрі під бат-байоською глинистою товщею з високими екранувальними властивостями (покришки класу А-В). Отже, тут є всі передумови для формування промислового покладу гелієносного газу в юрі, а також, можливо, в тріасі на невеликих (менш як 1000 м) глибинах. Завдяки аномально підвищеному вмісту гелію в газовій суміші горизонту В-21 Солохівське газоконденсатне родовище можна розглядати (в діапазоні від середньої юри до XIIа м.ф.г. включно) як перспективне родовище гелію. До того ж чорносланцева формація нижнього візе (XIIа м.ф.г.) з підвищеним вмістом урану і торію може бути (поряд з нижньовізейськими і турнейськими карбонатами та фундаментом) додатковим джерелом радіогенного гелію.

Припущення про наявність покладів гелієносних газів у мезозої Солохівсько-Диканського валу підтверджують дані щодо *Руновщинського газового родовища*. Тут у юрських пісковиках під бат-байоськими глинами встановлено тектонічно екранований газовий поклад із вмістом гелію в газовій суміші 0,5 %.

Прояви аномально підвищеної гелієносності встановлено і в північно-західній частині ДДЗ. Зокрема, йдеться про потужну гелієву аномалію на обрамленні Срібненської тектоно-магматичної структури (Срібненської депресії). На її південному сегменті свого часу було відкрито групу досить великих нафтових родовищ (Лемяківське, Гнідинцівське та ін.) з підвищеним вмістом гелію в попутному газі.

Найбільш цікаві дані отримано на *Світличному родовищі*, нафтові поклади якого пов'язані з нижньовізейськими рифогенно-карбонатними колекторами, з яких також отримано приплив газу (інтервал глибин 3791–3819 м).

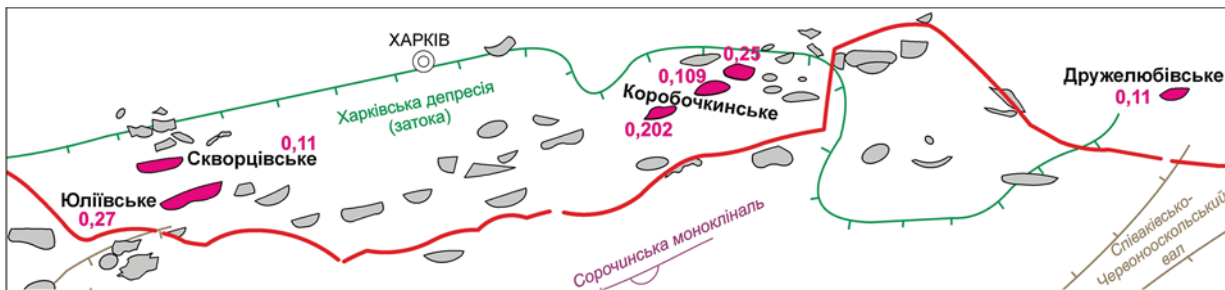


Рис. 5. Харківський гелієносний район

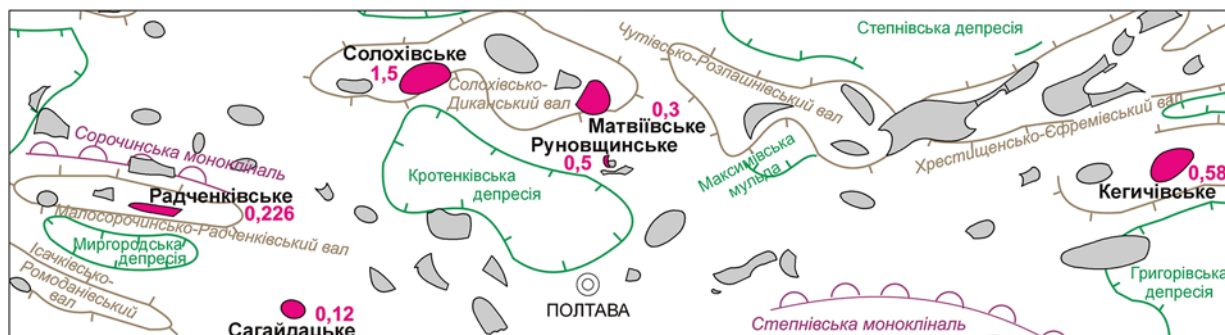


Рис. 6. Полтавський гелієносний район

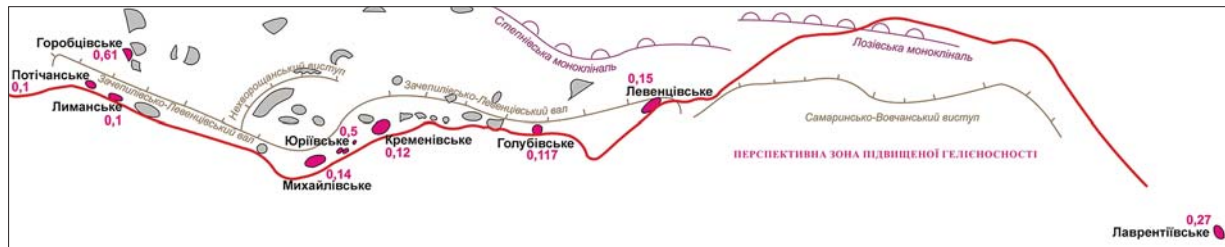


Рис. 7. Дніпровський гелієносний район

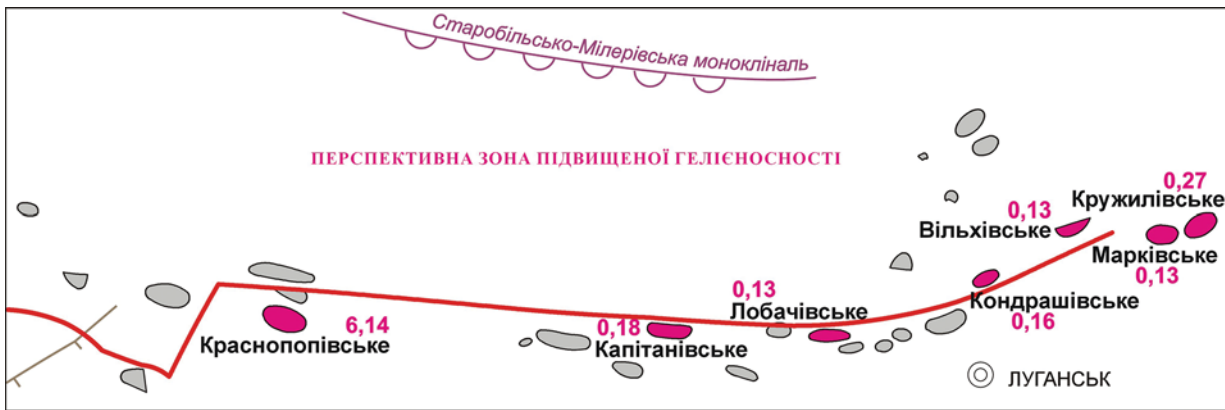


Рис. 8. Луганський гелієносний район

Вміст гелію в його складі становив 10,72 % мол., або 1,78 % мас., що є рекордним для газоконденсатних родовищ. Це дає змогу високо оцінити перспективи гелієносності Срібненської тектоно-магматичної структури як потенційного родовища легких газів.

Тектонічний контроль гелієносності вуглеводневих родовищ Східного регіону і зумовлений ним просторовий розподіл аномально підвищеного вмісту гелію в газових та газоконденсатних покладах дозволяє виділити чотири гелієносні райони: Харківський (рис. 5), Полтавський (рис. 6), Дніпровський (рис. 7), Луганський (рис. 8). Саме в них доцільно зосередити пошуково-розвідувальні роботи на гелієносні газові (газоконденсатні) поклади, що передбачають гелієву зйомку, моніторинг вмісту гелію в покладах, які перебувають на стадії розробки, та буріння оціночних свердловин на перспективних ділянках.

Західний нафтогазоносний регіон. Фаза диференціація вуглеводневих скупчень у надрах Західного регіону чітко контролюється його тектоноформаційною зональністю (рис. 9). Зони домінуючого газонакопичення пов'язані з Львівським палеозойським прогином Волино-Подільського перикратону Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину та Закарпатським прогином.

Подібно до перикратонних сегментів Східного регіону *Волино-Подільська область* характеризується блоковою тектонікою докембрійського фундаменту (який залягає тут на невеликих та помірних глибинах) і наявністю карбонатних формацій (зокрема, бар'єрно-рифових силурійських комплексів) в осадовому чохла. Отже, тут є сприятливі передумови як для генерації гелію, так і для його депонування, що підтверджено досить давнім відкриттям двох родовищ у межах цієї великої, майже не вивченої глибоким бурінням території.

Великомостівське газове родовище (Сокальський район Львівської області) (рис. 10) розташоване у внутрішньому сегменті Львівського палеозойського прогину Волино-Подільської окраїни Східно-Європейської платформи. Воно пов'язане зі складнопобудованим

тектонічним вузлом на перетині валоподібної зони (Белз-Милятинської лінії антиклінальних підняття), ускладненої насупом амплітудою близько 1 км із субмеридіональною зоною скидів по поверхні автохтона. Тут близько 60 років тому було закартовано велику Куличківську антикліналь північно-західного простягання. Поклад склепінний, літологічно обмежений у пісковиках та алевролітах середнього девону. Газ метановий (93 %) з підвищеним вмістом азоту (3,19 %) і гелію (0,15 %). Слід зауважити, що гелієносність родовища не отримала належної оцінки. Залишаються нерозвіданими нижньопалеозойські відклади і кристалічні породи докембрійського фундаменту, які мають бути нерівномірно розущільненими.

Локачинське газове родовище (Локачинський район Волинської області) (рис. 11) розташоване в Зовнішній зоні (східний борт) Львівського палеозойського прогину. Воно приурочене до однойменного тектонічного валу (з ним пов'язані бар'єрно-рифові силурійські зони) північно-східного простягання. Це багатопластове родовище (поверх газонасності 182 м). Розвідано 7 покладів у пісковиках і вапняках середнього та нижнього девону. Газові поклади екрануються глинистими, карбонатними та сульфатно-карбонатними породами завтовшки понад 20 м. Дебіти свердловин сягають 165 тис. м³/добу.

Суто метановий (92,5–95,7) газ характеризується підвищеним вмістом етану, азоту і гелію. Варіації вмісту гелію в газових покладах, ймовірно, контролюються екранувальними властивостями покришок (ізолювальних прошарків).

Тут насамперед доцільно провести регіональну гелієву та геотермічну зйомки з наступним зональним (зокрема, з картуванням силурійських рифогенно-карбонатних зон) та локальним прогнозом нафтогазоносності. Слід підкреслити, що пошуково-розвідувальні роботи на перспективних ділянках мають бути орієнтовані на оцінку гелієносності газових покладів.

Отже, Волино-Подільська газонасна область і зокрема Львівський палеозойський прогин є першочерговими в Західному регіоні на пошуки вуглеводнево-гелієвих родовищ.

Рис. 9. Схематична карта нафтогазогеологічного районування Західного регіону України; межі: 1 – нафтогазоносних областей, 2 – нафтогазоносних районів, 3 – кордони України; родовища: 4 – нафтові, 5 – газові, 6 – газоконденсатні, 7 – нафтогазові; 8 – нафтогазоносні області: ВП – Волино-Подільська, ПК – Прикарпатська, К – Карпатська, ЗК – Закарпатська

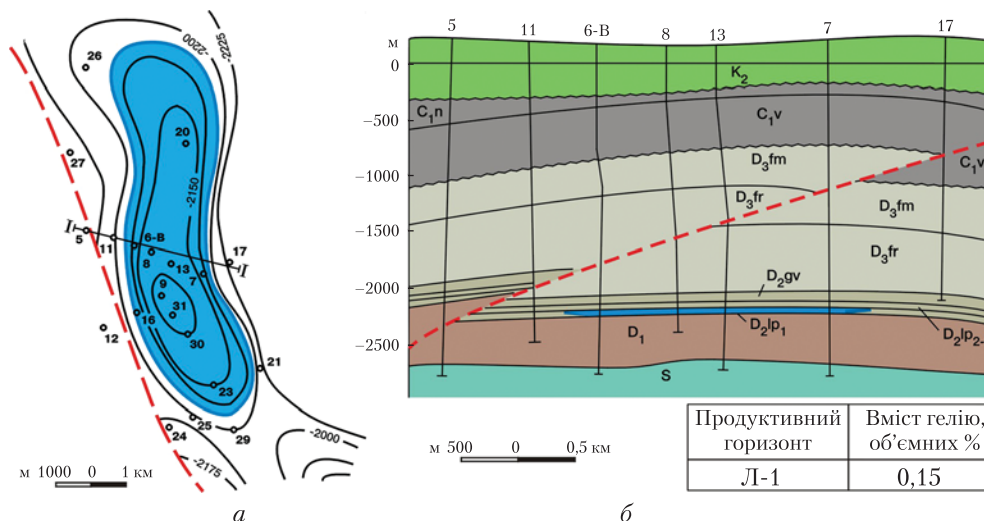
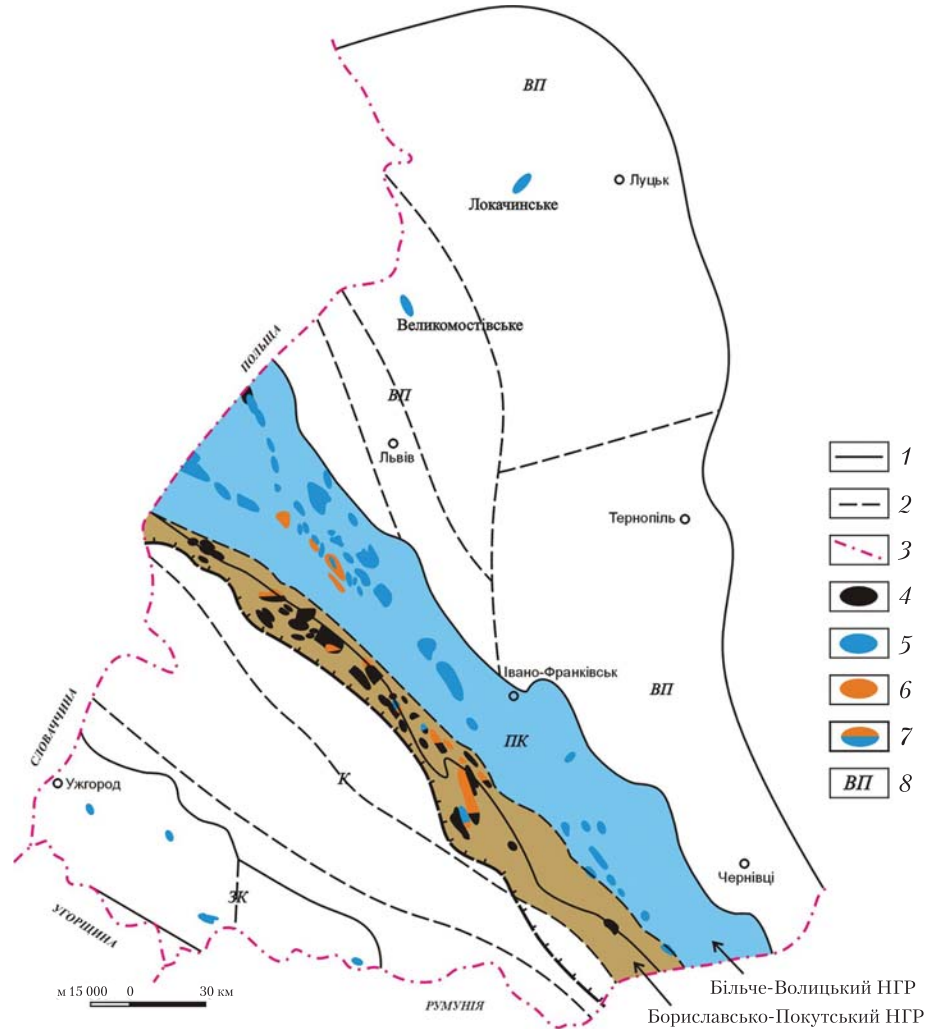


Рис. 10. Великомоствське газове родовище: а – структурна карта покрівлі нижньолопушанської підсвіти (за М.М. Андрейчуком); б – геологічний розріз по лінії І-І (за В.О. Котиком)

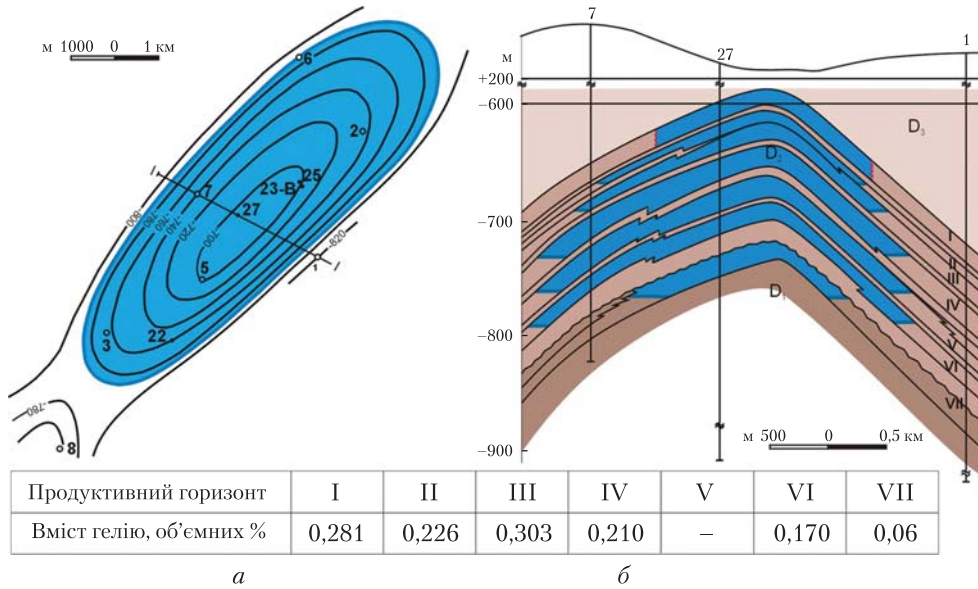


Рис. 11. Локачинське газове родовище: *a* – структурна карта покрівлі VI продуктивного горизонту (лопушанська світа) (за В.М. Рудниченком і Н.М. Смирною); *б* – розріз продуктивної товщі девону по лінії I-I (за Н.М. Смирною)

Перспективи пошуків гелієносних газових родовищ у Передкарпатському прогині значно скромніші. Зокрема, слід підкреслити низьку гелієносність родовищ потужної газоносної *Більче-Волицької зони*. Вміст гелію в численних газових покладках не перевищує 0,05 %, а в більшості покладів – значно нижчий. Як приклад доцільно навести *Пинянське газове родовище* (Самбірський район, Львівська область), яке приурочене до Крукеницької підзони Більче-Волицької зони. Тут відкрито 5 газових покладів у пісковиках стебницької світи (неоген), вміст гелію в яких варіює від 0 до 0,058 %. Низький вміст гелію встановлено й в інших багатопластових родовищах газоносної Більче-Волицької зони.

Водночас слід відзначити аномально високу гелієносність попутних (розчинених у нафті) газів на численних нафтових родовищах *Бориславсько-Покутської зони* Передкарпатського прогину. Так, на *Гвіздецькому нафтовому родовищі* (Богородчанський район, Івано-Франківська область) у нафторозчиненому (попутному) газі одного з покладів вміст гелію становить 0,25 %. На *Заводівському нафтовому родовищі* вміст гелію в попутному газі сягає 0,7 %. На *Довбушанському нафтогазовому родовищі* (Надвірнянський район, Івано-Фран-

ківська область) концентрація гелію в газі сягає 0,9 %. На *Чечвинському нафтовому родовищі* (Рожнятівський район, Івано-Франківська область), яке розташоване в першому ярусі складок центральної частини Бориславсько-Покутської зони, вміст гелію в попутному газі нафтового покладу М-2 становить 0,5 %³.

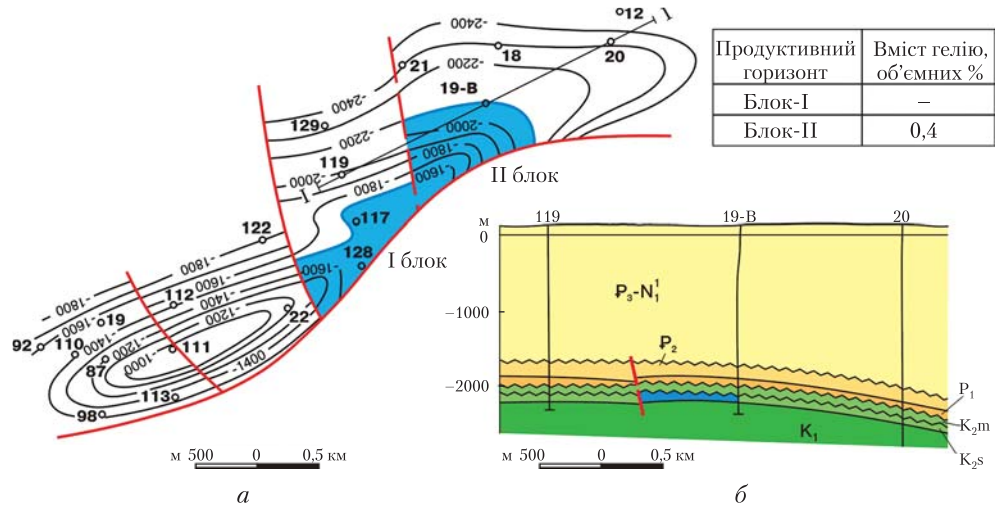
Ймовірним джерелом радіогенного гелію в попутному газі нафтових родовищ Бориславсько-Покутської зони є менілітові чорні сланці з підвищеним вмістом урану та інших радіоактивних елементів.

Найбільшу концентрацію гелію в газовій суміші зафіксовано на великому *Битків-Бабчинському нафтогазоконденсатному родовищі*. Вона є майже рекордною для України (за винятком Краснопопівського газового родовища та Світличного нафтового родовища у ДДЗ) – 2,5 %. На жаль, це родовище, як і більшість інших у цій зоні, перебуває на завершальній стадії розробки.

Отже, доцільно розглянути перспективи освоєння гелієносного попутного газу на родовищах Бориславсько-Покутської зони.

³ Цікаво, що в покладі горизонту М-1 гелій відсутній, що свідчить про ізолювальні властивості менілітових сланців.

Рис. 12. Куйбишівське газове родовище: *а* — структурна карта покривлі сеноманського продуктивного горизонту (за І.М. Удутом, Ф.І. Шаповалом); *б* — геологічний розріз по лінії I-I (за Ф.І. Шаповалом)



Південний нафтогазоносний регіон. На відміну від Східного та Західного регіонів Південний (Азово-Чорноморський) регіон — це складний тектонічний колаж, зумовлений геодинамічною взаємодією докембрійської Східно-Європейської платформи, герцинської Скіфської плити з системи альпійських складчастих споруд та систем піднятих і прогинів, на які накладено Чорноморську глибоководну западину. Все це зумовлює складну формацийну систему осадового чохла і, відповідно, ускладнює фазову диференціацію вуглеводневих скупчень.

Наявні дані дають змогу виокремити трансрегіональну зону газонакопичення, що простягається від північно-західного шельфу Чорного моря через Північний (Рівнинний) Крим до Азовського моря, охоплюючи Каркінітсько-Північно-Кримський прогин, Середньо-Азовське підняття та Індоло-Кубанський прогин. Тут зосереджено основну частину газових та газоконденсатних родовищ Південного регіону⁴.

Усі ці родовища (за одиничним винятком; див. нижче) характеризуються дуже низьким (аж до повної відсутності) вмістом гелію. Проте з цих даних не слід робити висновок про безперспективність пошуків гелієво-вуглевод-

невих родовищ на великій території Південного регіону.

По-перше, слід враховувати різко виражену нерівномірність вивченості регіону щодо нафтогазоносності. Це стосується, зокрема, і Південно-Української монокліналі, яка є продовженням Волино-Подільської газонасної області (див. вище).

По-друге, безсумнівними геологічними передумовами гелієносності характеризується палеозойський Придобруджинський прогин, що являє собою палеозойський рифогенно-карбонатний мегаатол.

По-третє, (і це головне) необхідно звернути особливу увагу на великі перспективи пошуків гелієвно-вуглеводневих газових систем, зумовлених зв'язком нафтогазоносності з грязьовим вулканізмом. Це стосується насамперед Керченського півострова. Тут у безпосередній близькості від Булганацьких грязьових вулканів розташоване Куйбишівське газове родовище⁵, приурочене до брахіантикліналі північно-східного простягання. Ця структура, виявлена ще в 1935 р. за даними геологічної зйомки, розбита поперечними субмеридіональними скидами амплітудою 150–200 м (рис. 12).

⁴ Всього станом на 01.01.2022 р. в регіоні відкрито 47 родовищ, у яких зосереджено майже 150 покладів, 100 з яких — газові та газоконденсатні.

⁵ Зараз Куйбишівське газове родовище є ділянкою суміжного Мошкарівського газонафтового родовища.

Пластовий, двосклепінний, тектонічно екранований газовий поклад пов'язаний з верхньокрейдяними пісковиками і тріщинно-поровими вапняками. Газ характеризується підвищеним вмістом етану, пропану, бутану, а також CO_2 і N_2 . Вміст гелію сягає 0,4 %, що значно перевищує його концентрацію в усіх відомих газових покладах родовищ Південного регіону. Однак слід зауважити, що вміст гелію в газах грязьових вулканів (за даними академіка Є.Ф. Шнюкова) має пульсуючий характер, зумовлений сейсмічними факторами. Це дозволяє припустити наявність «накачування» гелію в пластовий тектонічно екранований газовий поклад.

Висновки. Усе викладене вище свідчить про те, що надра України мають потужний гелієносний потенціал. Передусім це стосується Східного нафтогазоносного регіону. Фактично весь Дніпровсько-Донецький авлакоген — тектонотип континентальних рифтогенів — є мегазоною підвищеної гелієносності. Підвищений вміст гелію в газовій суміші вуглеводневих покладів деяких родовищ тут перевищує 0,1 % (граничні значення його промислової концентрації).

Особливо варто відзначити гелієносні зони, пов'язані з Харківською депресією Північного борту ДДЗ, та окремі сегменти тектонічного валу, що простягається вздовж Північного крайового розлому від Краснопопівського газового до Кружилівського газоконденсатного родовищ. Це першочергові об'єкти для розвідки гелію

(проведення гелієвої зйомки, буріння оціночних свердловин тощо). В перспективі саме поблизу Харкова доцільним є створення гелієвого заводу. Нагадаємо, що саме в Харкові розташований всесвітньо відомий Фізико-технічний інститут низьких температур НАН України.

Великі перспективи гелієносності слід пов'язувати і з іншими тектонічно-валоподібними зонами (Диканьсько-Солохівська, Зачепилівсько-Левенцівська та ін.).

У Західному нафтогазоносному регіоні перспективи гелієносності пов'язані з Волино-Подільською окраїною Східно-Європейської платформи, але її газонасність, незважаючи на давно відкриті два газові родовища з аномально підвищеною гелієносністю, дуже мало вивчена.

Що стосується аномально підвищеного вмісту гелію в нафторозчиненому газі нафтових родовищ Бориславсько-Покутської зони, то цей феномен слід розглядати як важливий аргумент на користь утилізації попутного газу, який утворюється в процесі розробки нафтових родовищ.

Отже, на нашу думку, отримання гелієвого концентрату з газової суміші родовищ України є економічно доцільним. З метою більш детального вивчення цього питання в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» створено робочу групу під керівництвом доктора економічних наук В.О. Онищенко, до складу якої входять фахівці з економіки.

Alexander E. Lukin

Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6475-9073>

Volodymyr O. Onyshchenko

National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic", Poltava, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3486-1223>

THE THREAT OF HELIUM DEFICIT AND UKRAINE'S POSSIBLE PARTICIPATION IN OVERCOMING IT

The article analyzes the helium content of oil and gas fields located in Ukraine. It is shown that the helium content in the zones of intensive gas accumulation exceeds 0.05–0.1 % on average. According to the authors, the production of helium concentrate in Ukraine from the gas mixture of hydrocarbon fields is economically feasible, which is especially important in the face of the threat of helium shortage in the world.

Cite this article: Lukin A.E., Onyshchenko V.O. The threat of helium deficit and Ukraine's possible participation in overcoming it. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2024. (8): 37–50. <https://doi.org/10.15407/visn2024.08.037>