

## МОЖЛИВОСТІ ВИДОБУТКУ МЕТАНУ З ГАЗОВІСНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Л.Б. Чабанович

ВАТ „Укргазпроект”, 04050, Київ-50, вул. Артема, 77, тел. +380 (044) 4840250,  
e-mail: ukrpro@i.kiev.ua

*Рассмотрена возможность получения метана из газосодержащих подземных вод. Проведен анализ ресурсов водорастворимых газов, а также состояния и проблем их промышленной добычи в различных странах и в Украине.*

*The possibility of methane getting was considered from gassy underground waters. The analysis of resources of water-soluble gases was made as well as condition and problems of their industrial production in various countries and in Ukraine.*

Ресурси метану, розчиненого в підземних водах, є, на думку багатьох дослідників і існуючим даним, альтернативою його промислових скупчень-родовищ. В даний час родовища метану є традиційними джерелами його видобутку, а газонасичені підземні води відносяться до нетрадиційних. Видобуток метану з його джерела має поки невеликі масштаби і здійснюється в Японії, Непалу, з 1939 по 1965 рр. здійснювався в Італії.

Експериментальні роботи ведуться в Росії і США. На даний час видобуток водорозчинного газу (ВРГ) економічно виправданий в енергодефіцитних країнах і окремих районах.

Зростання світових цін на природний газ сприяє економічності видобутку метану з газомісних підземних вод. Економічність його видобутку зростає, якщо одночасно використовується теплота цих вод, а також ведеться видобуток, наявних в них йоду, бромю, рубідію, літій, цезію і ін. Так, наприклад, у Японії до 80 % йоду видобувається з газонасичених вод водночас з видобутком метану.

Розглянемо ресурси водорозчинних газів у підземних водах в світі й в Україні.

Вміст водорозчинних газів у підземних водах осадової оболонки Землі вивчався протягом всього 20 століття при розвідці нафтових і газових родовищ.

У 1985 р. фактичний матеріал по газонасиченості підземних вод був узагальнений у «Карти розчинних газів підземних вод нафтогазоносних провінцій СРСР» [1]. В.Н.Корценштейн оцінює об'єм водорозчинних газів у підземних водах осадової оболонки Землі до глибини 10 км у  $34 \times 10^{15} \text{ м}^3$  [2].

Для великих нафтогазоносних провінцій кількість водорозчинного газу оцінюється такими величинами (табл. 1) [3].

Наведені дані свідчать про парагенетичний зв'язок між кількостями водорозчинного газу і вільними покладами (тобто родовищами), який характерний для нафтогазоносних провінцій усіх віків. Оцінка загальних запасів водорозчинного газу в кожній нафтогазоносній провінції або області проведена по фоновому газовому фактору, у той же час для окремих ділянок, зазвичай для переагліблених западин, газові фактори в багато разів перевершують фоніві.

**Таблиця 1 – Кількість водорозчинного газу у різних нафтогазоносних провінціях**

Нафтогазоносна провінція	Геологічний вік порід, що містять	Об'єми розчинених газів, трлн. м <sup>3</sup>
Тунгуська	Pz <sub>3</sub> +Pz <sub>1</sub>	167
Прикаспійська	Pz <sub>2</sub>	980
Західно-Сибірська	Mz	1000
Сахаліно-Охотська	Kz	240
Передкарпатська	Kz	15,2

В США за даними [3] газовий фактор вод, отриманих з глибини 6000 м у штаті Луїзіана, становить  $92 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ; вод Керченського півострова становить  $19-45 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ; а в свердловині № 2 Бриня (Передкарпаття) – до сотень  $\text{м}^3/\text{м}^3$ .

По величинах газового фактора проводять оцінку якості водорозчинних газів [4].

Виділяють чотири градації якості:

- вища  $> 5 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ;
- хороша  $2-5 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ;
- помірна  $1-2 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ;
- погана  $< 1 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .

Розрізняються газонасні води по газовому фактору залежно від глибини залягання. До глибин 2-3 км (а особливо, у першому кілометрі глибин) фонове значення газового фактора зазвичай сягає  $1-3 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .

На невеликих глибинах (5-6 км) газові фактори досягають десятків кубометрів газу на кубометр пластової води. Для цих глибин характерний аномально високий пластовий тиск (АВПТ), температура пластової води досягає  $187^\circ\text{C}$  і мінералізація вища ніж 200 г/л. Запаси газу в таких зонах, названих геопресованими, оцінюються як дуже перспективні. Існує навіть думка, що вони більш економічні для розробки, ніж скупчення вільного газу, які на великих глибинах через сильні ущільнення колекторів, як правило, не бувають великими [5].

Економічність розробки газомісних вод великих глибин зростає, якщо попутно використовується їхній геотермальний потенціал для вироблення електроенергії, опалення виробни-

чих і житлових будинків, теплиць, а також для бальнеології і т.п.

Газонасичені води є комплексною сировиною. В них у розчиненому вигляді знаходиться багато елементів, вміст яких економічно доцільний для їхнього промислового видобутку.

У газонасичених водах хлоркальцієвого типу з мінералізацією понад 15-20 г/л зазвичай міститься Li, Rb, Cs, I, Br. Їхній вміст досягає 5 мг/л. У більш мінералізованих водах (більше, ніж 35 г/л) зустрічаються S<sub>2</sub> і Ba із вмістом від 100 до 500 мг/л.

У глибокозалегаючих газонасичених водах містяться метали сидерофільної групи – Cu > 100-150 мг/л, Zn > 300-400 мг/л, Pb > 50 мг/л, Sb > 5 мг/л, Ag > 1-2 мг/л. Не менш важливим і цікавим є вміст літофільних елементів: Cr - 100-150 мг/л, Ti - 200-800 мг/л, V – більш ніж 40 мг/л, Sc – понад 10 мг/л.

В Україні попутний видобуток елементів, які містяться в газовмісних водах, можливий при способі видобутку газу з підйомом води на поверхню. Запаси газу, що містяться у водах нафтогазоносних провінціях (НГП) і областях (НГО) України, наведені в табл. 2 [1].

**Таблиця 2 – Запаси газу, що містяться у водах нафтогазоносних провінціях і областях України**

Назва провінції, області	Запаси газу, трлн. м <sup>3</sup>	Газовий фактор*, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>
Дніпровсько-Прип'ятська НГП	18,0	1-1,5
Передкарпатська НГО	10,8	2-3 і більше
Причорноморсько-Кримська НГО	9,0	0,5

\* наведені газові фактори (ГФ) є фоновими.

В адміністративному відношенні до складу Дніпровсько-Прип'ятської нафтогазононої провінції входять:

- у Білорусії: Гомельська, Могилівська і Мінська області;
- в Україні: Чернігівська, Сумська, Полтавська, Дніпропетровська, Харківська, Донецька і Луганська області;
- у Росії: північна частина Ростовської області.

Передкарпатська нафтогазоносна область займає території Львівської, Івано-Франківської і Чернівецької адміністративних областей.

Причорноморсько-Кримська нафтогазоносна область займає територію автономної республіки Крим.

Загальні запаси водорозчинних газів (в основному метану) в українській частині Дніпровсько-Прип'ятської провінції, Причорноморсько-Кримської НГО і Передкарпатської НГО можуть бути оцінені в 32 трлн. м<sup>3</sup>.

Вище наводилися дані про те, що на окремих ділянках газові фактори різко перевищують фонові: у зоні АВІТ Керченського півост-

рова газовміст вод становить 19-45 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, а в свердловині №2 Бриня (Передкарпаття) – до сотень м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. На таких ділянках варто здійснювати дослідно-промисловий видобуток водорозчинних газів. Для газонасичених вод українських нафтогазоносних басейнів, як і в інших провінціях СНД, характерна наявність корисних компонентів, які супутні вуглеводневим газам. Для Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) – це високий вміст гелію, у Передкарпатському прогині – підвищений вміст у газі важких вуглеводнів (11-12%).

Газовмісні води – це не тільки спадок минулих геологічних часів. Генерація газу, у тому числі метану, відбувається і в даний час. Це відбувається в результаті метаболізму органічної речовини в давніх осадових товщах і утворення, переважно метану, в сучасних торфовищах і лиманних намулах. Метан з торфовищ, за назвою «болотний газ» може добуватись для місцевих потреб. Так у [6] описувався видобуток «болотного газу» у Швеції, поблизу м. Стокгольма. За даними роботи [7] грязьові вулкани Східного Азербайджану тільки за четвертинний час викинув до 350 трильйонів м<sup>3</sup> газу, переважно метану, що порівнюється з промисловими запасами газових родовищ світу.

Враховуючи вище сказане, можна вважати застарілим твердження про закінчення газового палива після відпрацювання традиційних родовищ.

Ряд дослідників вважають, що в майбутньому видобуток метану буде здійснюватись саме з газонасичених вод [4, 5].

Промисловий видобуток водорозчинного газу розпочався в двадцятих роках минулого століття в Японії [9]. Родовища водорозчинного метану малих глибин успішно розробляються також у Непалу, а з 1939 по 1985 рр. відбувався видобуток метану в Італії з газонасичених підземних вод.

Дані про розроблювані родовища деяких країн наведені в табл. 3.

Продуктивні горизонти приурочені до добре проникних кайнозойських відкладень, добре витримані за простяганням, потужністю декілька сотень метрів. Глибина залягання не перевищує 1 км, мінералізація підземних вод не більше, ніж 30 г/л. Склад газу майже повністю метановий. Газові фактори 1-2 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Видобуток ведеться через підйом газовмісної води на поверхню з виділенням газу в дегазаторах. Відпрацьовану воду в Японії й Італії скидали в море. В результаті цього в долині р. По (Італія) відбулося осідання денної поверхні на 2,5 м і видобуток газонасичених вод був припинений.

Скидання відпрацьованої води в море приводить до негативних екологічних наслідків, тому ставиться питання про зворотне закачування відпрацьованої води в пласт. На промислах Японії це вже здійснюється. До 60-х років минулого століття видобуток газу з вод забезпечував 30% потреби в ньому країни. Попутно з газовмісних вод видобувався йод (до 80% споживання).

Таблиця 3 - Характеристика родовищ газонасичених підземних вод малих глибин

Басейн (родовище)	Глибина залягання, м	Потужність продуктивних відкладень, м	Пористість, %	Мінералізація води г/л	Газовий фактор підземних вод, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	Склад водорозчинених газів, % об'єм.	Дебіт газу на свердловину, м <sup>3</sup> /добу	Запаси газу, м <sup>3</sup>
	Вік продуктивних відкладень	Площа басейну, км <sup>2</sup>					Проникність продуктивних відкладень, Д	
<b>Японія</b>								
Ніігата	200-800 N - Q	10-40 3000	30 3-50	2-34	0,5-2,7	CH <sub>4</sub> - (90-97) CO <sub>2</sub> - (1-8) N <sub>2</sub> - (0,5-3)	1000-6000 100x10 <sup>5</sup>	100x10 <sup>9</sup>
Південний Конто	400-2000 N <sub>2</sub> - Q	н.с. 600	30 0,03-3	н.с.	н.с.	CH <sub>4</sub> - до 90 CO <sub>2</sub> - 5 N <sub>2</sub> - до 4	н.с. 360x10 <sup>5</sup>	100x10 <sup>9</sup>
Мобара	200-600 до 1000 N	н.с. 200	н.с. 0,03-0,12	н.с.	3-10 і більше	CH <sub>4</sub> - (98-99) CO <sub>2</sub> - (0,2-0,5) N <sub>2</sub> - (0,1-0,5)	1300 2,4x10 <sup>5</sup>	36x10 <sup>9</sup>
<b>Італія</b>								
Полезано-Феррарський	100-600 Q	близько 100 1000	30 1	5-37	1-1,2	н.с.	1400-2400 282x10 <sup>5</sup>	11x10 <sup>10</sup>
<b>Непал</b>								
	180-300 Q	85 100 4	35 н.с.	н.с.	0,2-1,6	CH <sub>4</sub> - (75-80) CO <sub>2</sub> - (14-23) N <sub>2</sub> - (1,5-6)	28-382-самовилив 400-1668-газліфт 1,8x10 <sup>5</sup>	11x10 <sup>10</sup>

Примітка: н.с. – немає свідчень

Видобуток газомісних термальних вод з великих глибин, так званих геопресованих зон, знаходиться в стадії експериментів. У 80-х роках на узбережжі Мексиканської затоки (США) експлуатувалися 13 свердловин, з них 5 були пробурені спеціально, а 8 – непродуктивні свердловини, раніше пробурені для видобутку нафти і газу.

Водоносний горизонт розташовується на глибині 3 км. Дебіт свердловин по воді досягає 1300-3200 м<sup>3</sup>/добу, газові фактори 3,5-5,2 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (в окремих свердловинах ГФ досягає 20-100 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>). Температура пластової води 116-150°C.

Американські геологи на основі експерименту зробили висновок, що видобуток водорозчинного газу в геопресованих зонах економічно вигідний, за умови паралельного використання теплової енергії вод для вироблення електроенергії, опалення і т.п.

За часів Радянського Союзу експерименти по видобутку водорозчинного газу глибоких горизонтів з АВПТ здійснювалися у вісімдесятих роках у Передкавказзі. Було обстежено ряд площ і виділено дві перспективні ділянки. Найбільшу цікавість являють верхньокрейдіві від-

кладення Таманського півострова. При випробуванні свердловин, які розкрили ці відкладення, були отримані потужні самовиливи газово-газної суміші з аномально високими газовими факторами: 9–67 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Дебіт води від 400 до 2000 м<sup>3</sup>/добу. Температура води 120-130°C. На основі проведеної роботи дослідники зробили висновок про економічну доцільність видобутку водорозчинних газів з паралельним використанням теплової енергії вод крейдового горизонту на Таманському півострові [9].

Перспективні ділянки для видобутку водорозчинного газу знаходяться в кожній нафтогазонасній провінції України – Передкарпатській, Передчорноморсько-Кримській та в Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ).

У Дніпровсько-Донецькій провінції (українська частина Прип'ятсько-Дніпровської НПП) продуктивними основними комплексами є: теригенний верхньокам'яновугільно-нижньопермський, теригенний нижньокам'яновугільний і підсолевий девонський. Всього в провінції виявлено близько 100 нафтових, газонафтових і 41 газове родовище.

У газонасиченості підземних вод визначаються горизонтальна і вертикальна зональність. Вона полягає в послідовній зміні слабо газомісних (переважно азотом) пластових вод бортових частин западини і її периклінальних обрамлень на сильно газонасичені (головним чином вуглеводнями) пластових вод осьової зони западини. Прояв зональності підсилюється з глибиною. При цьому загальна площа контуру слабо газомісних азотом вод від комплексу до комплексу зверху вниз суттєво скорочується аж до повного зникнення в середньо- і нижньокам'яновугільних водоносних комплексах.

У межах западини найбільш перспективні ділянки розташовані поблизу газових родовищ, особливо, таких як Шебелинське, Крестищенське і т.п.

Передкарпатська нафтогазоносна область розташована в однойменному крайовому прогині. В адміністративному відношенні вона займає частину Львівської, Івано-Франківської і Чернівецької областей. Площа НГО – 21 тис. км<sup>2</sup>. У її межах відкрито близько 50 родовищ нафти і газу (дані на 1985 р.). Максимальна потужність осадового чохла в прогині досягає 5,5 км. Основний продуктивний комплекс приурочений до неогенових крейдових і юрських відкладень.

У палеогенових відкладеннях виділяють два водоносних комплекси, води яких характеризуються високою газонасиченістю до 2-3 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> і більш. Газонасиченість вод у сарматських відкладеннях досягає 3,3 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Зустрічаються ділянки з аномально високим газовим фактором як, наприклад, ділянка свердловини Бриня №2. Саме на таких ділянках варто провести дослідний видобуток водорозчинних газів. З огляду на широкий розвиток пластів кам'яної солі, які перекривають газоносні горизонти, можна використовувати метод «висолування».

Причорноморсько-Кримська НГО розташована в південній частині Східно-Європейської платформи і західній частині Скіфської плити. В адміністративному відношенні це Одеська, Херсонська і Запорізька області, Кримська АР і Молдова. НГО захоплює також північно-західну частину шельфу Чорного моря. Площа області 40 тис. м<sup>3</sup>, потужність осадового чохла 3,75 км. Основні продуктивні комплекси приурочені до нижньокрейдових і палеогенових відкладень. Кількість газових родовищ (на 1985 р.) близько 15. Фоновий газовий фактор 0,5 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, однак, є ділянки з аномальними його значеннями. Це, насамперед, Керченський півострів, де розвинений грязьовий вулканізм. Тут пластові води мають газовий фактор у кілька десятків метрів кубічних на метр кубічний.

Саме тут, в першу чергу, варто організувати дослідні роботи з видобутку водорозчинного газу, з огляду на самовиливи газомісних вод.

Про економічну ефективність видобутку водорозчинного газу дають уявлення як собівартість видобутку 1000 м<sup>3</sup> у тих країнах, де видобуток ведеться у промислових масштабах,

так і оцінка такої собівартості в районах експериментального видобутку.

За даними на 1990 р. собівартість видобутку 1000 м<sup>3</sup> водорозчинного газу в Японії становила 100-140 доларів, в Італії – 100 доларів і Непалу – 75 доларів [8]. Видобуток водорозчинних елементів газів на Таманському півострові є економічно доцільним при одночасному використанні теплової енергії газомісних вод [9].

Розрахунки, які виконані для окремих типових об'єктів (Кримська АР, Передкавказзя), засвідчили їх рентабельність навіть у цінах 1990 р., особливо для паливо-дефіцитних районів, які не забезпечені трубопровідним газопостачанням».

## Висновки

У світі водорозчинні гази є потужною сировинною базою, що частково використовується в даний час у деяких енергозалежних країнах. Розширення видобутку даного виду нетрадиційної сировини буде наростати в міру відпрацювання традиційних газових родовищ.

Україна має досить значний ресурс водорозчинного газу (близько 32 трильйона м<sup>3</sup>), використання якого збільшить власний видобуток природного газу і зменшить імпорт російського газу для потреб України.

В ряді нафтогазових областей доцільне і економічно ефективно комплексне видобування з підземних вод метану і різних елементів з використанням теплоти цих вод.

Як першочергові ділянки для дослідно-промислового видобутку в Україні можуть бути рекомендовані: район Керченського півострова, ділянка «Бриня» і території, що прилягають до великих газових родовищ ДДЗ. При цьому варто максимально використовувати існуючий фонд свердловин.

## Література

1 Объяснительная записка к «Карте растворимых газов подземных вод нефтегазоносных провинций СССР м-ба 1:5000000». – М.: ротопринт ВНИИгаза, 1985. – 82 с.

2 Корцепштейн В. Н. Принципы районирования перспективных территорий, представляющих интерес для утилизации растворимых газов пластовых вод / В сб. «Ресурсы нетрадиционного газового сырья и проблемы его освоения». – Л.: ротопринт ВНИГРИ, 1990. – С. 116-123.

3 Зоркин Л.М., Стадник Е.В., Юрик Г.А. Растворимые газы подземных вод возможный источник углеводородного сырья / В сб. «Ресурсы нетрадиционного газового сырья и проблемы его освоения». – Л., 1990. – С. 109-115.

4 Лагунова И.А., Кругликов Н.М., Якуцени В.П. Методические основы оценки промышленной значимости газонасыщенных пластовых вод / В сб. «Ресурсы нетрадиционного газового сырья и проблемы его освоения». – Л.: ротопринт ВНИГРИ, 1990. – С.123-130.

5 Баркан Е.С., Тихомиров В.В., Лебедев Б.А., Астафьев В.П. Новые данные о перспективах поисков водорастворимого газа на больших глубинах // Советская геология. – 1984. – № 2. – С. 11-20.

6 Реферат 2Т40-80. Использование метана, образующегося в торфяниках // Энергетика. – 1985.

7 Якуцени В.П. Высокогазонасыщенные геотермальные воды больших глубин и проблема их комплексного освоения / В сб. «Ресурсы нетрадиционного газового сырья и проблемы его освоения». – Л.: ротапринт ВНИГРИ, 1990. – С. 130-132.

8 Каплан Е.М. Современное состояние промышленного освоения газонасыщенных вод за рубежом / В сб. «Ресурсы нетрадиционного газового сырья и проблемы его освоения». – Л.: ротапринт ВНИГРИ, 1990. – С. 138-143.

9 Акулиничев Б.П., Панченко А.С., Пугачева М.Ф. Водорастворимые газы Предкавказья и проблемы их использования в народном хозяйстве / В сб. «Ресурсы нетрадиционного газового сырья и проблемы его освоения». – Л.: ротапринт ВНИГРИ, 1990. – С. 138-144.

10 Тер-Саркисов Р.М., Амурский Г.И., Степанов Н.Г. Классификация извлекаемых остаточных запасов газа // Газовая промышленность. – 2000. – № 12. – С. 32, 33.

### Всеукраїнська науково-практична конференція

## СУЧАСНІ МЕТОДИ РОЗРОБКИ І ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ПРОМИСЛОВОСТІ ТА СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

м. Кіровоград (25 – 26 жовтня 2007 р.)

#### Оргкомітет конференції

Кіровоградський національний технічний університет, 25006, м. Кіровоград, просп. Університетський, 8

#### Напрямок 1

**Трушаков Д.В.**

Тел.: (0522) 390420

e-mail: [app@kdtu.kr.ua](mailto:app@kdtu.kr.ua)

#### Напрямок 2

**Переверзєв І.О.**

Тел.: (0522) 390461

e-mail: [erp@kdtu.kr.ua](mailto:erp@kdtu.kr.ua)

#### Тематика конференції:

Напрямок 1 Комп'ютеризовані системи, автоматики і управління

Секція 1 Автоматизація виробничих процесів в промисловості та сільському господарстві

Секція 2 Аналіз інформаційних систем та технологій

Секція 3 Автоматизація контролю в промисловості та сільському господарстві

Напрямок 2 Електротехнічні системи електроспоживання та енергозбереження

Секція 4 Енергозбереження в системах електропостачання промислових підприємств і в сільському господарстві

Секція 5 Електромагнітна сумісність електрообладнання та контроль якості електроенергії