

УДК 550.4:551/553

Йосип СВОРЕНЬ

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

**ПРО НОВИЙ ПІДХІД
ДО ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТВОРНОСТІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ,
ЯКИЙ ПОСТАЧАЮТЬ СПОЖИВАЧАМ,
ТА ЙОГО КУБОМЕТРОБАРОМЕТРІЮ**

Показано, що зміною тиску і температури природних газів у сховищах, газгольдерах, різних установках від гідратів вуглеводневих газів у їхньому складі можна відривати воду в потрібній концентрації, що створює її збільшену домішку в трубах і в підсумку впливає на кінцеву теплотворність палива. Запропоновано новий підхід до визначення теплотворності природного газу, який постачають споживачам, шляхом обґрунтування необхідності введення такої одиниці, як кубометробар (м³бар). Це сприятиме встановленню співвідношення теплотворності видобутого природного газу і газу, який постачається споживачам, тобто визначенню якості спожитого газу.

Ключові слова: природний газ, газогідрати, калорійність природного газу, кубометробарометрія, закон Бойля–Маріотта, пара води, газолічильники.

Природний газ – метан і попутні йому насичені вуглеводні (етан, пропан, бутан тощо), використовують як дешеве і зручне паливо та як хімічну сировину.

Термін «природний газ» свідчить, що ця корисна копалина утворилася синтезувалася в надрах Землі за дуже складних фізико-хімічних процесів, відтворених численними теоретичними та експериментальними дослідженнями, зокрема й нашими (Сворень, Наумко, 2006 та ін.), результати яких узагальнено і детально обговорено (Рудько та ін., 2014). Фактично природний газ є сумішшю вуглеводневих газів у різних концентраціях, %: метану – 90–97; етану – 1,50–9; пропану – 0,50–4,0; ізобутану – 0,06; н-бутану – 0,05; пентанів – 0,025; гексанів та вищих – 0,003; азоту – 0,85; діоксиду вуглецю – 0,06; інших відомих газів у малих концентраціях і води, яка в земній корі в значних об'ємах контактує із вказаними газами, які одночасно взаємодіють і цією водою і розчиняються в ній з фактів їхньої специфічної електронної будови та наявного великого тиску.

Теплотворна здатність газу залежить від його складу і домішок. Оскільки природний газ у труби надходить із різних родовищ, його калорійність

© Йосип Сворень, 2019

ISSN 0869-0774. Геологія і геохімія горючих копалин. 2019. № 2 (179)

може коливатися від 9 000 до 13 000 ккал/м³, тому при згоранні виділяється різна кількість тепла, а вода й домішки її різко понижують.

Вуглеводневі гази мають унікальну властивість взаємодіяти з водою і в конкретних термодинамічних умовах синтезувати газогідрати у формах знаходження ($M \cdot nH_2O$): $CH_4 \cdot 5,75H_2O$ – гідрат метану; $C_2H_6 \cdot 5,75H_2O$ – гідрат етану; $C_3H_8 \cdot 5,75H_2O$ – гідрат пентану; $C_4H_{10} \cdot 5,75H_2O$ – гідрат бутану тощо (для спрощення розрахунків використовуємо цифру 6), зокрема, за температури 0 °С гідрат метану синтезується за тиску 30,0 бар; гідрат етану – 5,0 бар; гідрат пропану – 1,5 бара. Для зберігання гідрату метану за кімнатної температури (~20 °С) потрібний тиск у межах 400,0 бар. До відома, 1,0 бар = 0,1 МПа.

Останні кілька років українських споживачів природного газу турбує його якість з точки зору теплотворності. Українські господині впродовж останніх років зауважили, що природний газ, який постачають «облгаз» – «облгазбют», має меншу теплотворність: спекти смачний хліб у духовці їм не вдається?!, він глевкий і не має товарного вигляду. За показами газолічильника, газу для отримання однакової маси хліба вони спожили більше, часу затратили також більше. Полум'я згорання цього газу має не голубе забарвлення, а жовтувате, та інтенсивно шипить.

Отож, для нас, споживачів, є особливо актуально встановити якість природного газу, який нам постачають, і що є домішкою в ньому. Зміною тиску і температури природних газів у сховищах, газгольдерах, різних установках з гідратами вуглеводневих газів можна від них відривати воду в потрібній концентрації, яка вже буде збільшеною домішкою, приміром, у трубах, якими транспортують газ до наших осель.

Для встановлення якості природного газу запропоную ті способи, які може застосувати кожен його споживач у своєму житлі.

Процеси горіння різних органічних сполук та їхніх сумішей, зокрема природних газів, обговоримо на прикладі деревини. Якщо в грубку накласти сухих дров так, щоб полум'я їх «облизувало», то можна встановити, що максимально висушені дрова не горять, а тліють. Оскільки деревина складається з целюлози (клітковини) – високомолекулярного вуглеводу, який є головною складовою частиною оболонки рослинних клітин, під час кислотного гідролізу при нагріванні целюлоза утворює множину молекул глюкози: $(C_6H_{12}H_5)n + nH_2O(H^+) \rightarrow nC_6H_{12}H_6$. Домішкова вода, яка виділена із газогідратів термодинамічним впливом, разом із парою води та діоксидом вуглецю – продуктами горіння вуглеводневих газів, потрапляє на зовнішню поверхню деревини і сорбується нею, тобто, блокує процес горіння деревини: вона тліє, а не горить, хоча нагріта до рожевого стану. Якщо газ перекрыти, то майже відразу деревина інтенсивно розгоряється. Цим доведено, що полум'я газового пальника, що є фактично розпеченими продуктами горіння природного газу, містить згадані діоксид вуглецю, пару води, яка ізолює полум'я від твердих тіл у різних формах знаходження, та азот, але водночас – занадто мало кисню, необхідного для горіння.

На теплотворність природного газу істотно впливає його вологість, яка є природною та може бути штучною, коли вміст водяної пари в природному газі чи збільшена концентрація води в газгольдерах задається людиною. Газгольдер – стаціонарне сховище для нагромадження, зберігання та збуту

вуглеводнів, зокрема природного газу. Їх виготовляють з металу і за принципом роботи поділяють на постійного та змінного об'ємів, за формою виготовлення – на циліндричні та об'ємні, працюють під тиском. Регулювання тиску і температури дозволяє утримувати в трубопроводах конкретну концентрацію «водяної пари», сумішей $C_n H_m \cdot 6H_2O$, тобто, у формах знаходження газогідратів, які зі спадом тиску чи ростом температури розпадаються на шість молекул води та одну молекулу, приміром, пропану. Якщо в природному газі є 4 % газогідрату пропану чи інших газогідратів, то зміною тиску та температури у сховищі можна отримати 24 % водяної пари, що призводить до пониження теплотворності природного газу ($7600 \text{ ккал/куб. м} : 1,24 = 6129,0 \text{ ккал/куб. м}$).

Як ми вже зазначали, природний газ без домішок у сховища надходить з різних родовищ із теплотворністю до 13000 ккал/м^3 , населенню ж постачають – у межах 7600 ккал/м^3 , а насправді вона є ще меншою.

Нам, споживачам, природний газ постачають під тиском 0,5 бара. Про цей факт свідчать газові лічильники, які контролюють величину споживання природного газу побутовими споживачами. Зокрема, авторіві, за його кошти, змонтували газовий лічильник марки *Gallus 2000 G4*, який має високу чутливість і точність вимірювання, низькі енергетичні втрати, нечутливий до забруднень, має низький рівень шуму та високу корозостійкість застосованих матеріалів.

При введенні лічильника в експлуатацію необхідно переконатися, що тиск на його вході не перевищує 50 кПа (0,5 бар).

Технічні характеристики цього лічильника: мінімальні витрати – $0,04 \text{ м}^3$; номінальні – $4,0 \text{ м}^3$; максимальні – $6,0 \text{ м}^3$; відносна похибка при витраті від $Q_{\text{ном}}$ до $Q_{\text{макс}}$ – не більше, ніж $\pm 3 \%$; температура навколишнього середовища – від -40 до $+60 \text{ }^\circ\text{C}$.

Газовий лічильник марки *Gallus 2000 G4* призначений для комерційного обліку об'єму використуваного природного і зрідженого газу в комунальних та побутових господарствах, які вимагають обліку спожитого газу.

Подібні характеристики мають українські газові лічильники: ВІЗАР G 2,5 (Vizar G 2,5), які виготовляються українським державним підприємством «Жулянський машинобудівний завод «ВІЗАР» та зареєстровані в державному реєстрі засобів вимірювальної техніки.

Газові лічильники, вимірявши споживання побутовим споживачем $1,0 \text{ куб. м}$ природного газу за тиску 0,5 бара, фактично зафіксували: $1,0 \text{ кубометр} \cdot 0,5 \text{ бара} = 0,5 \text{ кубометробара}$. Уведена нами одиниця вимірювання кубометробар ($\text{м}^3\text{бар}$) знадобиться нам далі.

У такому випадку в природному газі, який постачають під тиском до 0,5 бара, 0,38 бара (0,5 мінус 0,12) задається природним газом теплотворністю $7600,0 \text{ ккал/куб. м}$, та 0,12 бара – водяною парою, концентрація якої задається людиною. Споживачі вимушено, замість 0,38 кубометробара, оплачують удвічі більше: за $1,0 \text{ кубометробар}$ газу та за додатково збільшені на $0,24 \text{ куб. м}$ покази газолічильника?!

Така схема має місце і на заправках автомобілів зрідженими пропанбутановими сумішами, повної заправки бака якими тепер вистачає на меншу кількість кілометрів через зниження якості пального.

Європейський природний газ насправді є сумішшю російського, туркменського та узбецького газів, яка транспортується до українського кордону через російське містечко Суджа в Курській області, розташоване на відстані 9 км до кордону. Там «Газпром» має газовимірювальну станцію (ГВС) «Суджа» транзитних магістральних газопроводів, яка контролює контрактні тиски 60–65 атм (бар), хоча, як свідчить аналіз даних про тиск на ГВС «Суджа» упродовж, до прикладу, 2017 р. (рисунок), Російська Федерація не завжди дотримується технічних зобов'язань за контрактом (<http://www.naftogaz.com/www/3/nakweb.nsf/0/81B247FC18EA8444C22581C500240D23?OpenDocument&year=2017&month>).



Тиск на газовимірювальній станції «Суджа» упродовж 2017 р. (січень–жовтень)

Цей газ українськими трубами транспортується до словацького містечка Вельке Капушани, де юридично стає «європейським», відтак його перепродують Україні. У країнах Європи теплотворність цього природного газу коливається від 9 000 до 12 000 ккал/м³, тобто середньорічно 10 500 ккал/м³. Європейські споживачі цього газу мають газові лічильники, які вимірюють кілокалорії. Українцям же цей європейський природний газ з українських газосховищ-газгольдерів постачають із теплотворністю 7 600 ккал/м³ та нижче.

Надалі застосуємо закон Бойля–Маріотта: $V_1 p_1 = V_2 p_2$, де V_1 – об'єм природного газу у вхідних трубах будинків споживачів, м³; p_1 – тиск у цих трубах, бари; V_2 – об'єм природного газу в сховищах-газгольдерах газопостачальника, м³; p_2 – тиск у цьому сховищі-газгольдері, бари.

Практично контрактний природний газ, який надходить від сусідів, контролюється манометрами високого тиску в межах 60 бар і нагромаджується в сховищах-газгольдерах, з яких пізніше подається в домівки споживачів на входи їхніх газолічильників під тиском 0,5 бара.

Отож, $V_1 = V_2 p_2 / p_1 = 1,0 \text{ м}^3 \cdot 60,0 \text{ бар} / 0,50 \text{ бара} = 120,0 \text{ м}^3$. 6,9579 грн (вартість 1,0 м³ газу станом на 2018 р. до листопада) · 120,0 м³ = 834,95 грн.

Показано, що на 1,0 куб. м імпортованого природного газу наші посадовці заробляють 834,95 грн, відповідно $834,95 \text{ грн} \cdot 1\,000 \text{ м}^3 = 834\,950,0 \text{ грн}$ – 834,95 грн = 834 115,05 гривень використовують без відома держави.

Станом на січень 2019 року на території України проживає орієнтовно 40 мільйонів громадян або в середньому $10 \cdot 10^6$ сімей з чотирьох осіб кожна, які протягом року споживають до 2 500,0 м³ природного газу. Тож $2\,500,0 \times 10 \cdot 10^6 = 2,5 \cdot 10^{10}$ м³/рік газу за тиску 0,50 бара, калорійністю 10 500 ккал/м³.

2017 року Україна імпортувала з Європи $14,1 \cdot 10^9$ м³ природного газу за тиску 60,0 бар.

Відповідно до закону Бойля–Маріотта:

$$V_1 p_1 = V_2 p_2,$$

де V_1 – об'єм імпортованого газу, м³; p_1 – тиск цього газу у сховищі, бари.

Звідси $V_2 = V_1 p_1 / p_2 = 14,1 \cdot 10^9 \text{ м}^3 \cdot 60,0 \text{ бар} / 0,50 \text{ бара} = 1,692 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$.

У підсумку: $1,692 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 : 2,5 \cdot 10^{10} = 67,68$ років українські сім'ї можуть бути забезпечені природним газом.

Тобто, якщо для споживачів природного газу в Україні виділити окреме герметичне газосховище природного газу об'ємом у межах $14,1 \cdot 10^9$ м³ за тиску 60,0 бар, то українські сім'ї будуть забезпечені цим газом до 67,68 років із врахуванням послуг на газопостачання.

Видані різним компаніям доволі часто недосить обґрунтовані дозволи призвели до того, що українські родовища нафти і газу розробляються недостатньо, відповідно нафтогазова галузь розвивається слабо. Необхідно зробити ревізію цих спецдозволів і, у випадку їхнього отримання з порушенням чинного законодавства, нафтогазові та інші родовища повертати в державну власність.

Відповідно весь видобутий з українських надр природний газ повинен бути використаний для розвитку української економіки, науки, освіти тощо.

На цьому наголошує і Конституція України:

«Земля, її надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси, які знаходяться в межах території України, природні ресурси її континентального шельфу, виключної (морської) економічної зони є об'єктами права власності Українського народу. Від імені Українського народу права власника здійснюють органи державної влади та органи місцевого самоврядування в межах, визначених цією Конституцією. Власність зобов'язує. Власність не повинна використовуватися на шкоду людині і суспільству» (Конституція України, 2006, с. 13).

Конституція України. Із змінами, внесеними згідно з Законом № 2222-ІУ від 8 грудня 2004 року. (2006). Київ: Велес, с. 13.

Рудько, Г. І., Бондар, О. І., Ловинюков, В. І., Бакаржієв, А. Х., Григіль, В. Г., Хомин, В. Р. ... Лагода, О. А. (2014). *Енергетичні ресурси геологічного середовища України (стан та перспективи)* (Т. 1–2). Чернівці: Букрек.

Сворень, Й. М., Наумко, І. М. (2006). Нова теорія синтезу і генезису природних вуглеводнів: абіогенно-біогенний дуалізм. *Доп. НАН України*, 2, 111–116.

Стаття надійшла:
23.05.2019

Yosyp SVOREN

**ON NEW APPROACH TO DETERMINING HEAT-PRODUCING
OF NATURAL GAS SUPPLIED TO CONSUMERS
AND ITS CUBIC METROBAROMETRY**

It is shown that with the change in pressure and temperature of natural gases in storages gas-holders, different installations one can separate water in necessary concentration from hydrates of hydrocarbon gases in their composition that forms its increased admixture in pipes and in the long run it influences the final heat-producing of the fuel. New approach was proposed as to the determining of heat-producing of natural gas supplied to consumers by the way of substantiation of the necessity to introduce such a unit as cubic metrobar ($\text{m}^3 \text{ bar}$). This would be conducive to determination of the correlation between heat-producing of produced natural gas and gas supplied to consumers, that is to say, determination of quality of consumed gas.

Keywords: cubic metrobarometry, natural gas, gas hydrates, water steam, process of burning.