

УДК 696.2

Дослідження впливу температури на параметри природного паливного газу

В. А. Коновалюк¹, Ю. Й. Франчук²

¹ к.т.н., доц. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, konovaliuk.va@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-5115-7188

² ас. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, franchuk.yy@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7910-8705

Анотація. Проаналізовано розбіжності в нормативних документах щодо визначення поняття «стандартні умови» та параметрів, за яких визначається теплота згоряння природного газу. При визначенні енергетичної цінності природного газу в європейських країнах використовуються відмінні значення кінцевої температури продуктів згоряння, значень вищої та нижчої теплоти згоряння. Це зумовлює відхилення до 19 % значень теплоти згоряння природного газу одного і того ж складу залежно від установлених у конкретній країні стандартних умов. На основі фактичних значень основних параметрів газу на характерних ділянках газотранспортної мережі населеного пункту досліджено вплив температури навколишнього середовища на основні параметри газового середовища. Побудовано графічні залежності густини газу, числа Воббе й об'єму газу від температури. На підставі проведених розрахунків визначено, що при зміні температури в діапазоні від 0 до 40 °С об'єм газу збільшується на величину 0,34 м³ на 1 °С, густина зменшується на 0,002 кг/м³ на 1 °С. Максимальне значення числа Воббе досягається при температурі 10 і 25 °С. Однаковий об'єм газу може мати різну енергетичну цінність, оскільки вона на пряму залежить від складу й відсоткового вмісту компонентів газової суміші. Наявність коректора за температурою та тиском на вузлу обліку газу дозволяє підвищити достовірність обліку, але повністю проблему не вирішує. Виміряна приладами обліку кількість газу обов'язково має бути приведена до стандартних умов та переведена в одиниці енергії.

Ключові слова: температура, надлишковий тиск, система газопостачання, облік газу, стандартні умови

Вступ. На світовому ринку природного газу Україна виконує функції транспортування транзитом через країну для забезпечення потреб споживачів Європейського ринку та видобутку й транспортування природного газу для українських споживачів. У 2019 році обсяг транзиту газу крізь Україну становив 89,6 млрд. м³, в обсяг валового видобутку газу в країні – 20,7 млрд. м³. Загальне використання газу у 2019 році становило 29 925,4 млрд. м³, а споживачами – 25,4 млрд. м³, з яких 9,5 млрд. м³ використало безпосередньо населення та 0,4 млрд. м³ бюджетні та релігійні організації [1]. Загальна довжина газопроводів України становить 283,2 тис. км, довжина розподільних мереж – 246,1 тис. км. При русі газу трубопроводами відбуваються втрати тиску (за довжиною та на місцеві опори), а також зміна його об'єму залежно від температури та періоду року.

Актуальність дослідження. Основна частина газотранспортної системи України побудована в 70-80-х роках минулого століття. Тоді контроль якості газу та його облік у населення та невеликих промислових і комунально-побутових споживачів не передбачався. У 2012 році набув чинності Закон України «Про забезпечення комерційного обліку природного газу», який визначає основні засади забезпе-

ння всіх категорій споживачів вузлами обліку (лічильниками). Пунктом 3 статті 18 Закону України «Про ринок природного газу» встановлено, що постачання природного газу споживачам здійснюється за умови наявності вузла обліку. Результати вимірювань вузла обліку природного газу можуть бути використані за умови забезпечення єдності вимірювань.

Україна стала асоційованим членом Європейського Союзу і взяла на себе зобов'язання імплементувати вимоги європейського законодавства. У країнах ЄС облік газу здійснюється як облік енергії. Поряд з енергетичною цінністю паливо проходить і визначення точного об'єму (приведення до стандартних умов).

Унаслідок інтеграції економіки України до світового простору ціна газу набула залежності від цін на європейському ринку паливних ресурсів. Відбулося суттєве зростання вартості газу. Отже, кількість коштів, що витрачаються на оплату використаного газу, істотно збільшилася, особливо для населення.

Населення та комунально-побутові споживачі використовують приблизно 40 % загально-го газоспоживання країни. Здійснення оплати за спожиту енергію, що враховує енергетичну цінність газу з урахуванням можливих похибок при визначенні його об'єму при зміні

температури, є дуже актуальним питанням. Тому всі параметри, що впливають на об'єктивний облік спожитого газу, повинні бути враховані для отримання реальної вартості використаного ресурсу.

Останні дослідження та публікації. Відомо, що при транспортуванні газу від вузла обліку постачальника до вузла обліку споживача його температура змінюється в результаті взаємодії з трубопровідною мережею газорозподільної організації. Зміна температури носить випадковий характер. Вона залежить від температури, °С, середовища, яке оточує трубопроводи газорозподільної організації і споживача – повітря, підземного ґрунту, наявності підводних дюкерів, наявності опалення в приміщенні тощо.

Об'єми газу, що приведені до стандартних умов, передбачають рівність відпущених і використаних об'ємів газу незалежно від його температури, °С, або тиску, Па. Проте наявність між постачальником і споживачем газу трубопровідної мережі, яка є джерелом або споживачем теплоти, може у звітній період зруйнувати вказаний баланс з причин, що не залежать від постачальника, споживача та від газотранспортної організації.

У випадку, якщо погодні, кліматичні або інші випадкові умови призводять до того, що температура газу в споживачів вище ніж на газорозподільній станції, утворюються «припливи» газу, а якщо нижче – «втрати». Це не можна віднести на збитки будь-якої певної сторони постачання і транспортування газу.

За статистичними даними організацій, які реалізують природний газ споживачам, відомо, що обсяги поставленого і спожитого газу в холодний і теплий періоди року відрізняються. Визначено, що в холодний період року при транспортуванні від ГРП до споживачів при зниженні температури газу його об'єм, м³, зменшується, а в теплий період року при підвищенні температури – збільшується на 3,4 % [2]. Але розглянутий вплив не враховує супутні чинники, серед яких ефект Джоуля-Томпсона.

Досліджувався вплив температури потоку газу при його обліку у витратомірах змінного перепаду тиску. Визначено чисельні значення додаткових систематичних похибок вимірювання витрати газу при різних температурах. Систематична похибка вимірювання витрати газу в зимовий період становить плюс 0,49 %, а в літній – мінус 1,62 %. Для зменшення впливу температури рекомендовано здійснювати теплоізоляцію вузлів обліку газу. Також розроблено методику для зменшення впливу температурного режиму потоку газу на точність

обліку [4].

Визначено, що при температурі природного газу, нижче за 23,6 °С, при реалізації палива населенню газопостачальні організації отримують збитки. Вони сягають 15 % при температурі мінус 20 °С. При підвищеній температурі постачальники газу мають прибутки. Вони досягають 10 % при температурі 50 °С.

Для абонентів багатоквартирних будинків у холодний період року температура повітря в приміщенні як правило не менша за 18 °С. У теплий період вона встановлюється в межах 25...30 °С. З урахуванням надлишкової теплоти під час приготування їжі фактична температура повітря може сягати 40 °С і більше. Таким чином, додаткова похибка становить не менше 5 %. Відповідно, населення додатково сплачує за неспожитий газ до 3 млрд. грн./рік [5].

Визначено, що при експлуатації газових мереж населених пунктів виникають зони пониженого тиску, у яких пальники побутових газових приладів не можуть працювати в передбаченому заводами-виробниками режимі [6].

Разом з цим треба зазначити, що вплив температури на об'єм та тиск газу ще недостатньо розкритий, особливо, на ділянках, де відсутній приладовий облік газу.

Незважаючи на те, що облік газу відбувається з приведенням кількості газу до стандартних умов, треба враховувати, що поняття «стандартні умови» в різних країнах мають певні розбіжності в чисельних значеннях, що ускладнює достовірність обліку.

Формулювання цілей статті. Задачею дослідження є виявлення впливу зміни температури на об'єм газу на підземних ділянках газових мереж. Також аналіз впливу температури навколишнього середовища на густину газу, число Воббе, якість спалювання та дійсний об'єм в залежності від варіанту трасування ділянок газотранспортної системи.

Основна частина. Економіка України споживала наприкінці 80-х років минулого століття 110 млрд. м³ газу. Об'єм споживання знижувався, і за 2019 рік використано 29,9 млрд. м³. Станом на 2020 р. біля 2 млн. помешкань досі не мають приладів обліку, а більшість встановлених лічильників не мають коректорів за температурою. Отже, у зв'язку зі зміною температури газу, а значить і зміною його об'єму, за таких умов точно визначити кількість спожитого газу (привести використаний об'єм до стандартних умов) неможливо.

Ситуацію ускладнюють певні розбіжності в чинних в Україні нормативних документах щодо однозначного визначення поняття

«стандартні умови». Закон України «Про забезпечення комерційного обліку природного газу» зазначає, що комерційний облік кількості спожитого газу здійснюється проведенням вимірювання та розрахунків об'єму природного газу, зведеного до стандартних умов.

В Україні фізико-хімічні показники (далі – ФХП) природного газу регламентуються ГОСТ 5542 «Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия». У ньому зазначено, що нижча теплота згоряння природного газу повинна бути не нижчою за 31,8 МДж/м³

(7600 ккал/м³) при стандартних умовах.

Поняття «стандартні умови» та «нормальні умови» в різних нормативних документах різняться (табл.). Перерахунки значень об'єму та теплоти згоряння на різні стандартні умови проводяться згідно з ДСТУ ISO 13443:2015 «Природний газ. Стандартні умови».

Як показує аналіз норм, за якими працюють газотранспортні компанії Європи, мінімальні допустимі значення теплоти згоряння природного газу після приведення до стандартних умов України становлять:

Таблиця

Стандартні та нормальні умови в різних нормативних документах

Норматив	Параметр, що визначається	Умови	Температура		Тиск	Вологість, %
			згоряння	вимірювання		
ГОСТ 2939-63 «Газы. Условия для определения объёма», чинний в Україні та Російській федерації	—	стандартні	20 °С (293,15 К)		760 мм рт. ст. (101325 Па)	0
ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання»	—	стандартні	20 °С		101 325 Па	0
«Кодекс газотранспортних систем»	об'єм газу	нормальні	273,15 К (0 °С)		101,325 кПа	—
		стандартні	293,15 К (20 °С)		101,325 кПа	—
	вища теплота згоряння	нормальні	298,15 К (25 °С)	273,15 К (0 °С)	101,325 кПа	—
		стандартні	298,15 К (25 °С)	293,15 К (20 °С)	101,325 кПа	—
«Технічна угода про умови приймання-передачі природного газу» (додаток 2 «Кодексу газотранспортних систем»)	об'єм газу	стандартні	293,15 К (20 °С)		101,325 кПа (760 мм рт. ст)	—
	нижча теплота згоряння		298,15 К (25 °С)	293,15 К (20 °С)	101,325 кПа	—
Проект «Технічного регламенту»	—	нормальні*	273,15 К (0 °С)		101,325 кПа	—
	об'єм газу	стандартні**	293,15 К (20 °С)		101,325 кПа	—
	нижча теплота згоряння		298,15 К	293,15 К	101,325 кПа	—

* Проект визначає, що нормальні умови – умови, які використовують для порівняння газів з різними експлуатаційними характеристиками

** Проект визначає, що стандартні умови – стандартні умови температури, тиску та вологості (стан насичення), що використовують для вимірювань та обчислень властивостей природного газу

- в Угорщині 6530 ккал/м³;
- в Румунії 6950 ккал/м³;
- в Італії 7387 ккал/м³.

Ці значення є меншими, ніж допустимі за ГОСТ 5542. У той же час у Польщі, Словаччині, Австрії, Болгарії та Німеччині вони більші ніж у зазначеному нормативі. Отже цей ГОСТ встановлює вимоги до ФХП природного газу, які в основному не суперечать європейським. Протягом останніх років в Україні природний газ, теплота згоряння якого менша за 7800 ккал/м³, практично не виявлено. [13].

У Польщі, Німеччині та Австрії за стандартної температури 0 °С в одному кубічному метрі знаходиться на 7,2 % більше природного газу, ніж в Україні, де стандартна температура дорівнює 20 °С. В Угорщині та Італії стандартна температура становить 15 °С. тобто кількість природного газу в одному кубічному метрі на 1,7 % більша.

При визначенні теплоти згоряння природного газу (калорійності) в європейських країнах використовуються різні значення кінцевої температури продуктів згоряння, беруться значення вищої або нижчої теплоти згоряння. Це зумовлює відмінність до 19 % значення теплоти згоряння природного газу одного і того ж складу залежно від встановлених у конкретній країні стандартних умов.

За стандартом, що належить Міжнародному союзу фундаментальної й прикладної хімії (IUPAC) стандартними умовами вважається температура 273,15 К (0 °С, 32 °F) і абсолютний тиск 10⁵ Па (1 бар). Оскільки значення тиску за IUPAC менше, ніж в українському стандарті, то і кількість енергії в одиниці об'єму також буде меншою. Облік газу в країнах Європи проходить в одиницях енергії. Враховуючи викладене, одиниця об'єму газу як енергії в різних країнах може відрізнятися, оскільки відрізняються умови вимірювання.

Оскільки Україна на європейському ринку газу виступає як транзитер, зберігач (в підземних газових сховищах), імпортер та споживач, то врахування всіх аспектів визначення обсягів газу як енергії дуже актуальне.

Газотранспортна система України є багатокомпонентною (рис. 1). Температура газу при його русі газотранспортною системою коливається. Досліджувалася динаміка зміни температури на окремих ділянках мережі та її вплив на визначення об'ємів газу на прикладі селища міського типу Ямпіль Хмельницької області (рис. 2).

Джерелом газопостачання є газорозподільна станція, що знаходиться на відстані 1,1 км від селища. Газопровід виконано

переважно з поліетиленових труб, прокладання підземне. Перехід через річку є підводним. Система газопостачання селища прийнята двоступеневою. Зниження тиску відбувається на головному газорегуляторному пункті (ГРП), який живить мережу середнього і низького тисків.

На промислове підприємство (ТОВ «ЯРЗ «Ямпільський ресорний завод») заходить мережа середнього тиску. На ньому встановлено газорегуляторний пункт, в якому здійснюється облік газу. Частина газу, що надходить до підприємства, дроселюється до низького тиску. Промислова мережа газопостачання двоступенева з надземним прокладанням, труби сталеві. У селищі переважна частина газових мереж – це поліетиленові газопроводи середнього тиску. У мережі є й сталеві газопроводи низького тиску, прокладені підземно.

На схемі системи, що розглядається, визначено характерні точки, у яких проводилися вимірювання температури. Точки 2 і 3 розташовано підземно (до й після річки). Точки 1, 4, 5, 6, 9, 10 і 11 розташовано наземно:

- 1, 4, 5 і 9 – на засувках підземного газопроводу, що виведені вище рівня ґрунту,
- 10 і 11 – на засувках надземного газопроводу;
- 6 – на вимикальному пристрої газопроводу вводу в житловий будинок.

Точку 7 розташовано на ввідному газопроводі на фасаді будинку. Точка 8 знаходиться в кухні квартири перед газовою плитою ПГ-4. Точку 12 розміщено в приміщенні цеху ресорного заводу перед пальником. Значення температури газу, °С, визначались упродовж року й усереднювалися (рис. 3).

Як правило, проектування та гідравлічний розрахунок газових мереж виконується для системи газопостачання, у якій параметри газу приведено до нормальних умов. Облік газу відбувається при стандартних умовах, а саме тиску 101 325 Па, температурі вимірювання 20 °С, а температурі спалювання 25 °С. При зміні температури об'єм, м³, газу та інші характеристики також змінюються.

У реальних умовах на параметри газу впливає ефект Джоуля-Томпсона. При дроселюванні в бік зменшення тиску відбувається падіння температури, що впливає на умови транспортування й спалювання. Для запобігання утворення рідких фракцій газу та кристалогідратів необхідно підтримувати температуру внутрішнього повітря в будівлях ГРП в межах 5-8 °С, що відповідає вимогам технічних паспортів регуляторів тиску газу.

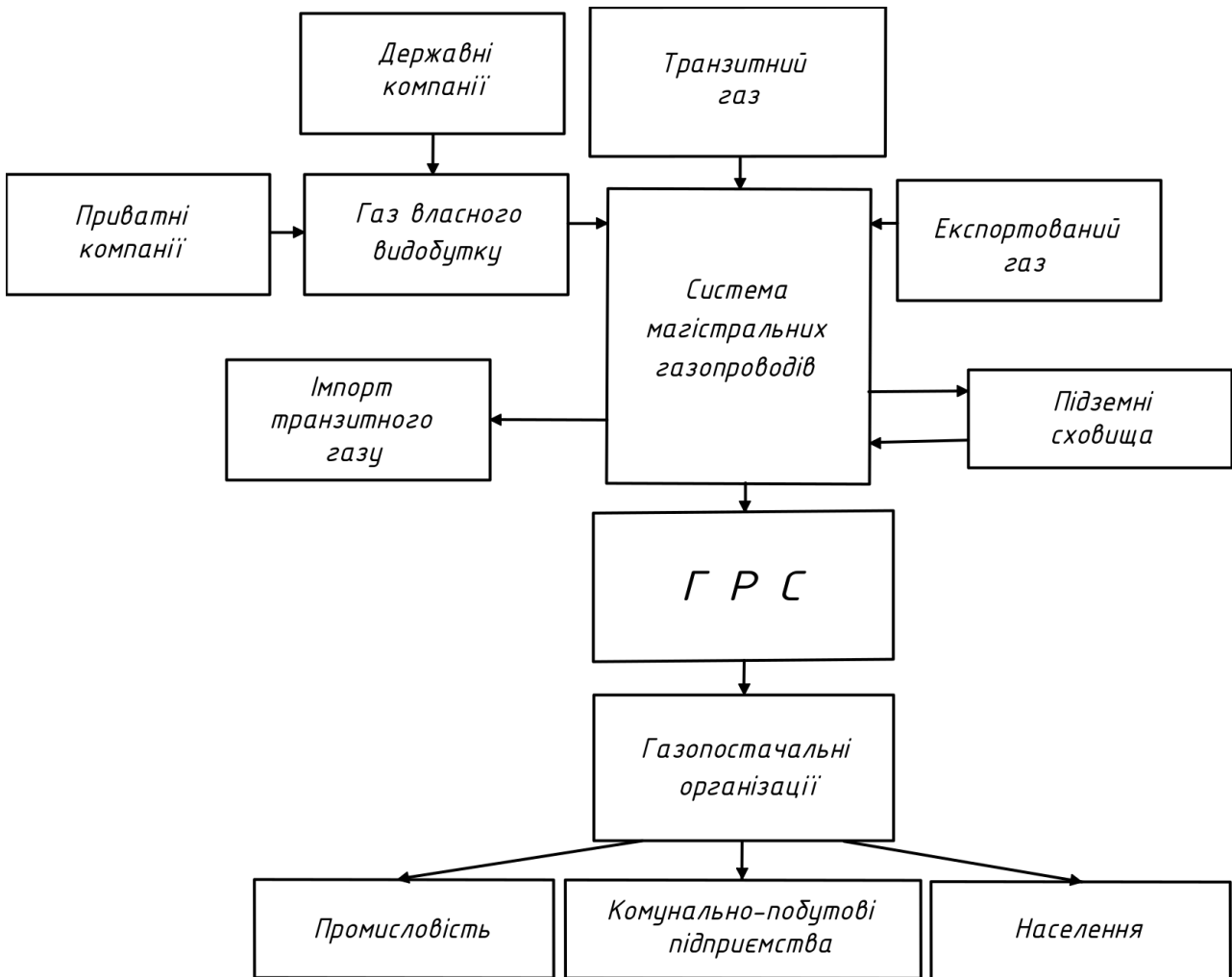


Рис. 1. Схема руху природного газу в газотранспортній системі України згідно з логістичними даними

Визначено залежності основних параметрів газу від зміни температури (рис. 3-6).

На підставі проведених розрахунків можна зробити висновок, що при зміні температури в діапазоні від 0 до 40 °С об'єм газу збільшується на величину 0,34 м³ на 1 град, густина зменшується на 0,002 кг/м³ на 1 град. Число Воббе при зміні температури газу також змінюється. Максимальне значення має місце при значеннях температури 10 і 25 °С.

Висновки. Дійсне значення температури газу має істотний вплив на густину газу і кількість енергії, що подається на спалювання, на одиницю об'єму. При експлуатації газових мереж без приладів обліку споживач зацікавлений в понижених температурах газу, оскільки при зниженні температури зростає густина газу і його енергетична цінність. За наявності приладів обліку газу без коректорів за температурою газотранспортне підприємство зацікавлене в підвищенні температури газу, оскільки при цьому зростає об'єм газу, що постачається споживачеві. Слід зазначити, що при цьому енергетична цінність газу знижується. Наявність коректора по температурі та тиску дозволяє отримати більш

достовірний результат вимірювання дійсної витрати газу, але повністю проблему не вирішує. Однаковий об'єм газу може мати різну енергетичну цінність, оскільки вона напряму залежить від складу і відсоткового вмісту компонентів газової суміші. Врахування цього аспекту може бути вирішено за допомогою встановлення спеціальних приладів, що визначають компонентний склад газу. Але внаслідок високої вартості такого обладнання, воно встановлено тільки у великих споживачів. Для підвищення достовірності обліку газу виміряна приладами обліку кількість газу обов'язково має бути приведена до стандартних умов за температурою та тиском. Вона має бути переведена в одиниці енергії [10]. Це дозволить здійснити балансування газу на шляху його руху від місця видобування до кінцевого споживача України, і не враховувати вплив температури на дійсні значення об'єму. Однак, з урахуванням відмінностей одиниці об'єму газу як енергії в різних країнах, при взаєморозрахунках за транспортований газ слід враховувати, що енергетична цінність газу може відрізнятися.

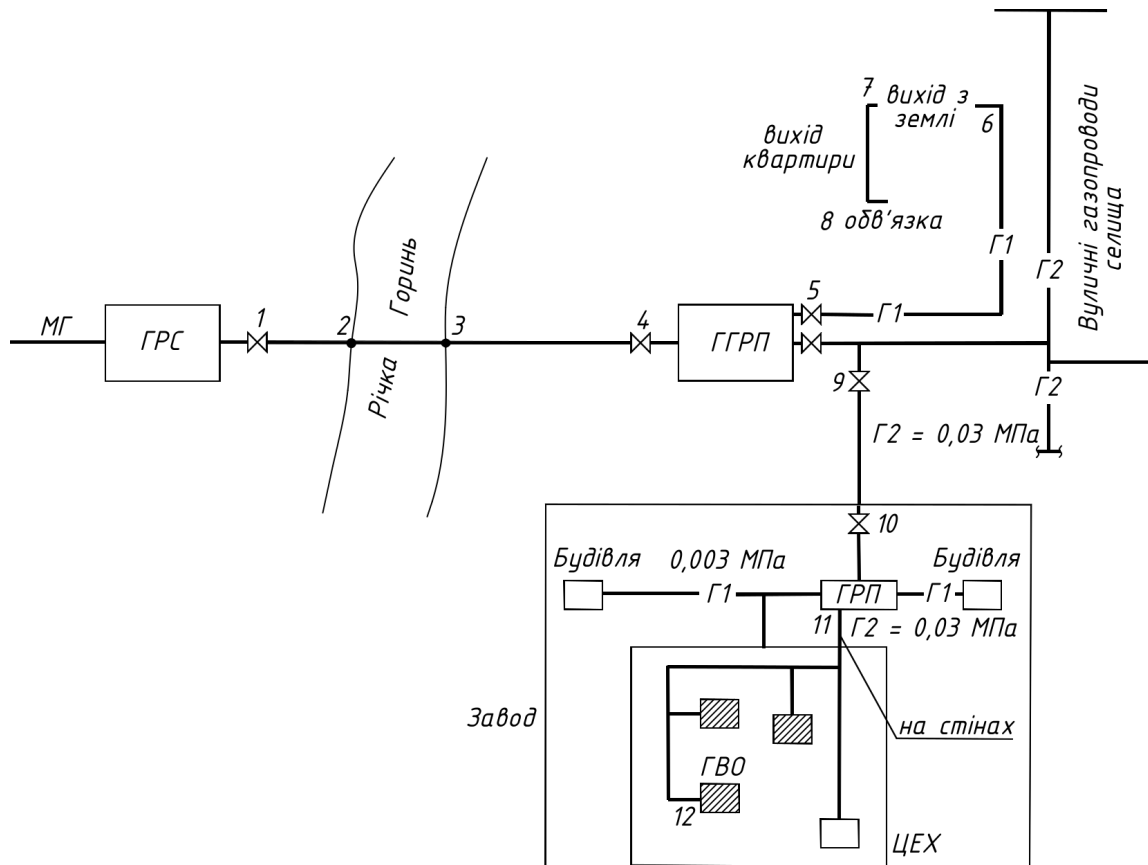


Рис. 2. Фрагмент системи газопостачання селища міського типу Ямпіль Хмельницької області

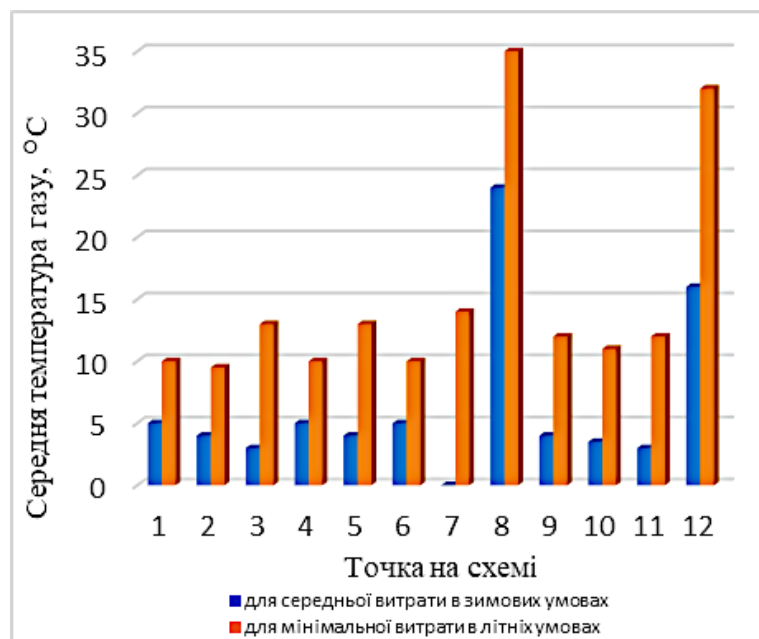


Рис. 3. Середні значення температури газу в характерних точках системи газопостачання селища

Перспективи подальших досліджень. оскільки склад природного паливного газу може істотно змінюватися завдяки перспективам надходження в газову мережу України газу, що

видобувається в Америці, Північній Африці, Норвегії, в т. ч. і сланцевого, бажано було б провести дослідження впливу компонентного складу газу на енергетичну цінність.

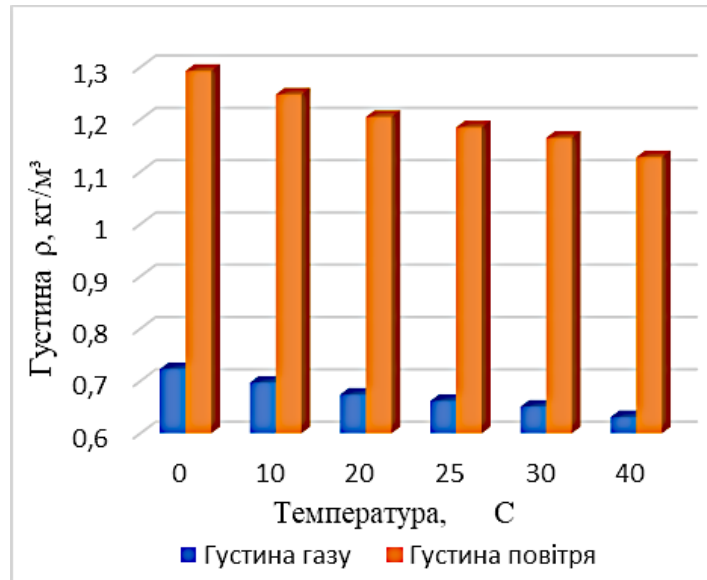


Рис. 4. Залежність густини газового середовища від зміни температури

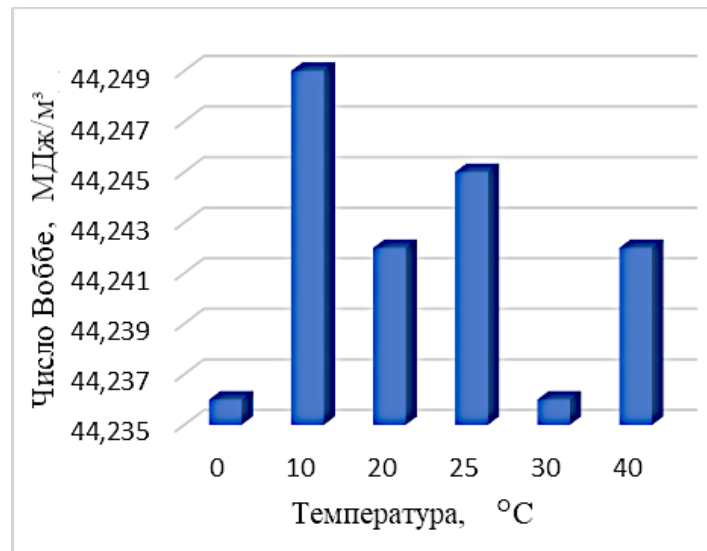


Рис. 5. Залежність числа Воббе газового середовища від зміни температури

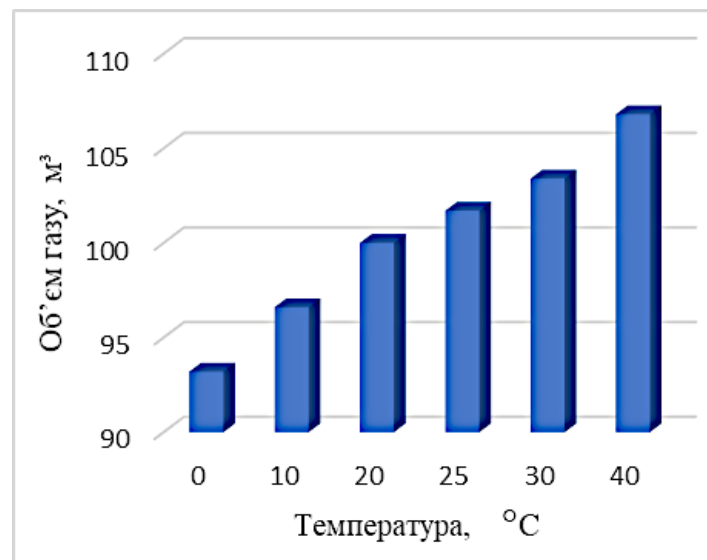


Рис. 6. Залежність об'єму газового середовища від зміни температури

Література

1. Річний звіт за 2019 рік - НАК «Нафтогаз України». Офіційний сайт АТ «Національна акціонерна компанія «Нафтогаз України». URL: <https://www.naftogaz.com/files/Zvity/Annual-Report-2018-ukr.pdf>.
2. Небаланс газа. Влияние температуры и давления газа на приведение объема к стандартным условиям. URL: <https://alfaopt.ru/a200997-nebalans-gaza-vliyanie.html>
3. Белов Д. Б. Анализ влияния температуры природного газа в трубопроводе на его объем / Д. Б. Белов // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2013. – Вып. 6. – Ч. 1. – с. 25-31.
4. Матіко Д. Ф. Проектування теплоізоляції вузлів обліку природного газу з метою усунення додаткових похибок вимірювання витрати / Д. Ф. Матіко, Р. М. Федоришин // Вісник Національного університету "Львівська політехніка", 2009. – № 639. – с. 152-157.
5. Предун К. М. Достовірність обліку природного газу абонентами житлових будинків / К. М. Предун, Ю. Й. Франчук // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/4343>.
6. Коновалюк В. А. Дослідження проблеми забезпечення оптимального тиску в розподільчих мережах газопостачання перед побутовими газовими приладами / В. А. Коновалюк, Ю. Й. Франчук // Вентиляція, освітлення і теплогазопостачання. – 2020. – Вип. 33. – С.32-38.
7. ГОСТ 5542-87. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия. – Чинні від 01.01.1988. – Москва: Изд.-во стандартов, 1987.
8. ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання. – Чинні від 01.07.2019. – Київ: Укрархбудінформ, 2019. – IV, 109 с.
9. НПАОП 0.00-1.76-15. Правила безпеки систем газопостачання. – Київ: Основа, 2015. – 179 с.
10. Кодекс газорозподільних систем. Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 30.09.2015 №2494. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1379-15#Text>
11. Петришин І. Аналіз показників якості природного газу, які впливають на процес горіння / І. Петришин, В. Соколовський, Н. Петришин, І. Дарвай // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2012. – №3. – с. 51-56.
12. ГОСТ 22667-82. Газы горючие природные. Расчетный метод определения теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе. – Москва: Издательство стандартов, 1982. – 3 с.
13. Якість газу. НАФТОГАЗ. URL: http://utg.ua/utg/business_info/yakist-gazu.html
14. DSTU ISO 15112:2009. Природний газ. Визначення енергії. – Чинні від 01.01.2011. – Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 29 с.

References

1. Richnyi zvit za 2019 rik - NAK «Naftohaz Ukrainy». Ofitsiyniy sait AT «Natsionalna aktsionerna kompaniia «Naftohaz Ukrainy». URL: <https://www.naftogaz.com/files/Zvity/Annual-Report-2018-ukr.pdf>.
2. Nebalans gaza. Vliianie temperatury i davleniia gaza na privedenie obema k standartnym usloviiam. URL: <https://alfaopt.ru/a200997-nebalans-gaza-vliyanie.html>
3. Belov D. B. "Analiz vliianiia temperatury prirodnogo gaza v truboprovode na ego obem". *Izvestiia TulGU. Tekhnicheskie nauki*. 2013. Vyp. №6, Ch. 1. P. 25-31.
4. Matiko D. F., Fedoryshyn R. M. "Proektuvannia teploizoliatsii vuzliv obliku pryrodnogo hazu z metoiu usunennia dodatkovykh pokhybok vymiriuvannia vytraty". *Visnyk Nacionalnogo universytetu «Lvivska politekhnikha»*, 2009. P. 152-158.
5. Predun K. M., Franchuk Yu. Y. "Dostovirmist obliku pryrodnogo hazu abonentamy zhytlovykh budynkiv". *Materialy XLVII naukovo-tekhnichnoi konferentsii pidrozdiliv VNTU, Vinnytsia, 14-23 bereznia 2018 r.* URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/4343>.
6. Konovaliuk V. A., Franchuk Yu. Y. "Doslidzhennia problemy zabezpechennia optymalnogo tysku v rozpodilchikh merezhakh hazopostachannia pered pobutovymy hazovymy pryladamy". *Ventyliatsiia, osvittleniia i teplohazopostachannia*. 2020. Vyp. 33. P.3 2-38.
7. *Gazy goriuchie prirodnye dlia promyshlennogo i kommunalno-bytovogo naznacheniia. Tekhnicheskie usloviia*. GOST 5542-87. Izd.-vo standartov, 1987.
8. *Hazopostachannia*. DBN V.2.5-20-2018. Ukrarkhbudinform, 2019.
9. *Pravyla bezpeky system hazopostachannia*. NPAOP 0.00-1.76-15. Osнова, 2015.
10. *Kodeks hazorozpodilnykh system. Postanova Nacionalnoi komisii, shcho zdiisniue derzhavne reguliuvannia u sferakh energetyky ta komunalnykh poslug vid 30.09.2015 №2494*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1379-15#Text>
11. Petryshyn I., Sokolovskiy V., Petryshyn N., Darvai I. "Analiz pokaznykiv yakosti pryrodnogo hazu, yaki vplyvaiut na protses horinnia". *Standartyzatsiia, sertyfikatsiia, yakist*. 2012. №3. P. 51-56.
12. *Gazy goriuchie prirodnye. Raschetnyi metod opredeleniia teploty sgoraniia, otnositelnoi plotnosti i chisla Vobbe*. GOST 22667-82. Izd.-vo standartov, 1982.
13. *Yakist hazu. NAFTOHAZ*. URL: http://utg.ua/utg/business_info/yakist-gazu.html
14. *Pryrodnyi haz. Vyznachennia enerhii*. DSTU ISO 15112:2009. Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2010.

УДК 696.2

Исследование влияния температуры на параметры природный топливного газа

В. А. Коновалюк¹, Ю. Й. Франчук²

¹ к.т.н., доц. Киевский национальный университет строительства и архитектуры, viktorija.konovalyuk@gmail.com,
ORCID: 0000-0001-5115-7188

² ас. Киевский национальный университет строительства и архитектуры, franchuk196405@gmail.com,
ORCID: 0000-0002-7910-8705

Аннотация. Проанализированы различия в нормативных документах в определении понятия «стандартные условия» и параметров, при которых определяется теплота сгорания природного газа. При определении энергетической ценности природного газа в европейских странах используются отличающиеся значения конечной температуры продуктов сгорания, значение высшей или низшей теплоты сгорания. Это приводит к отклонению до 19 % значений теплоты сгорания природного газа одного и того же состава в зависимости от установленных в конкретной стране стандартных условий. На основе фактических значений основных параметров газа на характерных участках газотранспортной сети населённого пункта исследовано влияние температуры окружающей среды на основные параметры газа. Построены графические зависимости плотности газа, числа Воббе и объёма газа от температуры. На основании проведённых расчётов определено, что при изменении температуры в диапазоне от 0 до 40 °С объём газа увеличивается на величину 0,34 м³ на 1 °С, а плотность уменьшается на 0,002 кг/м³ на 1 °С. Максимальное значение числа Воббе достигается при температуре 10 и 25 °С. Одинаковый объём газа может иметь разную энергетическую ценность, так как она напрямую зависит от состава и процентного содержания компонентов газовой смеси. Наличие корректора по температуре и давлению на узле учёта газа позволяет повысить достоверность учёта, но полностью проблему не решает. Измеренное приборами учёта количество газа обязательно должно быть приведено к стандартным условиям и переведено в единицы энергии.

Ключевые слова: температура, избыточное давление, система газоснабжения, учёт газа, стандартные условия

УДК 696.2

Study of the influence of temperature on the parameters of natural fuel gas

V. Konovaliuk¹, Yu. Franchuk²

¹PhD, associate professor. Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, viktorija.konovalyuk@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5115-7188

²Assistant. Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, franchuk196405@gmail.com,
ORCID: 0000-0002-7910-8705

Abstract. Differences in normative documents on the definition of "standard conditions" and parameters at which the heat of combustion of natural gas is determined are analyzed. When determining the energy value of natural gas in European countries, different values of the final temperature of combustion products, values of higher or lower heat of combustion are used. This causes a deviation of up to 19 % of the values of the heat of combustion of natural gas of the same composition, depending on the standard conditions established in a particular country. The dynamics of temperature change in some sections of the network and its influence on the determination of gas volumes were studied on the example of the urban-type settlement of Yampil, Khmelnytsky region. On the basis of actual values of the basic gas parameters in characteristic points of the settlement network, influence of ambient temperature on the basic parameters of the gas is investigated. Graphical dependences of gas density, Wobbe index, and gas volume on temperature are constructed. Based on the calculations, it was determined that when the temperature changes in the range from 0 to 40 °C, the volume of gas increases by 0.34 m³ per 1 °C. The density decreases by 0.002 kg/m³ per 1 °C. The maximum value of the Wobbe index is reached at temperatures of 10 and 25 °C. The same volume of gas can have different energy value, as it directly depends on the composition and percentage of the components of the gas mixture. There are special meters, which analyze the gas components. But they are installed only at large consumers. The presence of a corrector for temperature and pressure at the gas metering unit allows to increase the reliability of metering, but does not completely solves the problem. The amount of gas measured by the meters must be brought to standard conditions and converted into units of energy.

Keywords: temperature, excess pressure, gas supply system, gas metering, standard conditions

Надійшла до редакції / Received 23.01.2021