

тиску P : $f = 0,037718 \text{ г/м}^3$, маса водяної пари в газі $F_{\text{ен}}^m = 1,8859 \text{ кг}$, об'єм водяної пари в газі $F_{\text{ен}}^o = 389,1 \text{ м}^3$, відносна вологість природного газу $\varphi = 0,78 \%$.

Для даних розрахунку природний газ є сухим, оскільки $\varphi < 10\%$ [1].

1. РД 50-213-80. Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. – М.: Изд-во стандартов, 1982. 2. ГОСТ 20060-83 Газы горючие природные. Методы определения содержания водяных паров и точки росы влаги. Изд-во стандартов. М.: 1983, 16с

3. Международный стандарт ИССО 6327-81. Анализ газов. Определение точки росы воды природного газа. Гигрометры с охлаждаемой поверхностью. Изд-во стандартов. М.: 1984, 9с. 4. Плотников В. М. и др. Приборы и средства учёта природного газа и конденсата. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Недра, 1989. – 238 с. 5. Лесовой Л. В., Крук И. С. Аналитические зависимости для определения давления и плотности насыщенного водяного пара. Вестник Львов. политехн. ин-та, № 184. Теплоэнергетические и электромеханические системы. Львов: Высшая школа, Изд-во при Львов. ун-те, 1984. С. 75 – 76

УДК 681.122:533.21

ЗАСТОСУВАННЯ ТАБЛИЦЬ ЗНАЧЕНЬ КОЕФІЦІЄНТА КОРЕКЦІЇ ДЛЯ МЕТРОЛОГІЧНОЇ АТЕСТАЦІЇ ТА ПОВІРКИ КОРЕКТОРІВ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ

© Пістун Є. П., Лесовой Л. В., Химко О. М., 2001
Національний університет “Львівська політехніка”

Пропонується уточнення методики метрологічної атестації та повірки коректорів лічильників природного газу. Розглянуто існуючі методики розрахунку коефіцієнта стискуваності природного газу. Наведена таблиця стандартних значень коефіцієнта корекції для метрологічної атестації та повірки коректорів таких лічильників.

На сьогоднішній день при визначенні кількості природного газу широко застосовують роторні або турбінні лічильники природного газу. Лічильники вимірюють кількість природного газу - об'єм газу в робочих умовах, а для порівняння вимірної кількості з іншими вимірами здійснюють перерахунок цього об'єму в стандартні умови. Для того, щоб зменшити похибку визначення об'єму природного газу в стандартних умовах, тепер застосовують коректори, які побудовані на мікропроцесорних пристроях, що автоматично перераховують кількість природного газу із робочих умов у стандартні.

Об'єм природного газу V_{LCi} в стандартних умовах за певний i -ий проміжок часу, тобто за проміжок часу, на протязі якого здійснюється вимірювання об'єму газу в робочих умовах, а також вимірювання абсолютних тиску і температури природного газу, розраховується за рівнянням

$$V_{LCi} = V_{Li} \cdot \frac{P_i}{P_C} \cdot \frac{T_C}{T_i} \cdot \frac{1}{K_i}, \quad (1)$$

де V_{Li} - об'єм природного газу в робочих умовах,

визначений за допомогою лічильника за цей же i -ий проміжок часу; P_i та T_i - відповідно середні значення абсолютних тиску та температури природного газу за i -ий проміжок часу; K_i - коефіцієнт стискуваності природного газу, розрахований за значеннями P_i та T_i ; P_C та T_C - відповідно абсолютні тиск та температура стандартних умов, які рівні $P_C = 101325 \text{ Па}$ та $T_C = 293,15 \text{ К}$. Коректор, який служить для знаходження V_{LCi} , повинен реалізовувати залежність (1).

Коефіцієнт

$$K_{КОР} = \frac{P_i}{P_C} \cdot \frac{T_C}{T_i} \cdot \frac{1}{K_i}, \quad (2)$$

який згідно з (1) рівний $K_{КОР} = V_{LCi} / V_{Li}$, називають коефіцієнтом корекції (перерахунку об'єму природного газу). Такий коефіцієнт застосовувався при ручному коректуванні об'єму газу V_{Li} лічильника, і може застосовуватись для перевірки роботи коректора. Адже при значенні $V_{Li} = 1$ значення $V_{LCi} = K_{КОР}$.

В коефіцієнт корекції $K_{КОР}$ входить коефіцієнт стискуваності K , який можна розраховувати за трьома узаконеними методиками [1,2]. Всі методики визначення коефіцієнта стискуваності базуються на рівнянні стану та експериментальних даних:

метод РД50-213-80, який побудований на базі експериментальних даних Американської газової асоціації AGA та наведений у [1];

метод NX 19 мод., який побудований на базі експериментальних даних Американської газової асоціації AGA та наведений у [2];

метод Європейської групи газових досліджень GERG 91 мод., побудований на основі уточнених, за твердженням авторів методу експериментальних даних та рівнянні віріального типу і наведений у [2].

Всі перераховані методики достатньо складні для реалізації, що створює додаткові незручності у метрологічних атестації та повірці коректора лічильника природного газу.

Порівняльний аналіз методів розрахунку коефіцієнта стискуваності природного газу, а саме: методів NX 19 мод і GERG 91 мод, а також ряду інших методів, в тому числі розроблених у Львівській політехніці, які в даний час знаходяться на затвердженні, показав, що всі ці методи розрахунку дають різні результати, причому деякі з них навіть не знаходяться в межах задекларованих допустимих границь похибок [3]. Виходячи з цього, в алгоритми розрахунку коефіцієнта корекції $K_{КОР}$, в який входить коефіцієнт стискуваності K , можуть бути включені будь-які методи розрахунку K (або їх апроксимації), але атестацію чи повірку коректора лічильника слід виконувати лише за узаконеними методами.

В зв'язку з цим пропонуємо створити таблицю стандартних значень коефіцієнта корекції $K_{КОР}$, розрахованих у відповідності до (2) із застосуванням вище розглянутих узаконених трьох методів визначення коефіцієнта стискуваності K .

Нами розроблені такі таблиці стандартних значень коефіцієнта корекції $K_{КОР}$ (одна з цих таблиць, для прикладу, наведена у табл. 1). Ці таблиці можуть бути застосовані для перерахунку показів лічильника із робочих умов до стандартних умов та для метрологічної атестації чи повірки коректорів лічильників природного газу. Причому, якщо в атестованому коректорі застосовано один із узаконених методів розрахунку коефіцієнта стискуваності K чи їх апроксимація, то перевірку коректора виконують згідно із стандартними

значеннями таблиці, розрахованими за цим же методом. Якщо ж в атестованому коректорі застосовано інший метод розрахунку коефіцієнта стискуваності K , то при перевірці коректора можна вибирати стандартні значення згідно таблиць, розрахованих за будь-яким із цих методів, а в результатах перевірки слід вказати застосований метод.

Що ж стосується безпосереднього виконання атестації чи повірки коректора, то для кожного із варіантів значень вхідних даних ρ_C , N_{CO_2} або x_y , N_{N_2} або x_a , P і t у межах їх можливих змін, наведених у таблиці, знаходимо значення коефіцієнта корекції $K_{КОР}$. Далі на коректорі вводять ті самі значення вхідних даних, а також значення об'єму природного газу в робочих умовах (1 м^3) і знімають покази коректора, тобто значення об'єму природного газу в стандартних умовах $V_{ЛС}$. За отриманими в такий спосіб даними знаходять абсолютну похибку D коректора для кожного із варіантів введених вхідних даних, а саме:

$$D = V_{ЛС} - K_{КОР} \cdot V_{ЛС} \quad (3)$$

За абсолютною похибкою знаходять значення відносної похибки розрахунку коефіцієнта корекції коректором для кожного із варіантів введених вхідних даних за формулою

$$\delta = 100 \cdot D / K_{КОР} \cdot V_{ЛС} \quad (4)$$

На основі отриманого масиву значень δ знаходять максимальне значення δ_{\max} , яке характеризує точність коректора в досліджуваному діапазоні зміни параметрів природного газу.

1. РД50-213-80. Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. - М.: Изд-во стандартов. - 1982.- 320 с.
2. ГОСТ 30319.2-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение коэффициента сжимаемости. - М.: Изд-во стандартов. 3. Пістун Є. П., Матіко Ф. Д., Лесовий Л. В. Порівняльний аналіз методів розрахунку коефіцієнта стискуваності природного газу. // Методи та прилади контролю якості. -2000. - №5 - С. 46-50.

Таблиця 1. Стандартні значення коефіцієнтів корекції $K_{КОР}$

№ З/П	ρ_c , кг/м ³	N_{CO_2} , %	N_{N_2} , %	P , МПа	t , °C	$K_{КОР}$ ЗГІДНО З РД50-213- 80[1]	$K_{КОР}$ ЗГІДНО З NX19[2]	$K_{КОР}$ ЗГІДНО З GER91[2]
1	0,67	0	0	0,12	-20	1,372181	1,373803	1,373815
2	0,67	10	10	0,20	-20	2,289797	2,292110	2,290577
3	0,67	5	5	0,30	-20	3,445081	3,448863	3,446845
4	0,67	0	5	0,40	+0	4,263682	4,265696	4,264589
5	0,67	0	10	0,50	+0	5,335491	5,337801	5,334651
6	0,67	5	0	0,60	+0	6,422987	6,426641	6,421938
7	0,67	10	0	0,70	+0	7,498946	7,503571	7,491555
8	0,67	0	0	5,00	+50	47,58118	47,53765	47,50481
9	0,67	10	10	6,00	+50	55,72463	55,69158	55,01785
10	0,67	0	0	7,00	+50	68,07370	67,99818	67,96131
11	0,68	0	0	0,12	-10	1,319977	1,321073	1,321110
12	0,68	10	10	0,20	-10	2,202404	2,204053	2,202716
13	0,68	5	5	0,30	-10	3,312595	3,315277	3,313651
14	0,68	5	5	4,00	+40	38,60856	38,58891	38,39849
15	0,68	0	0	5,00	+40	49,65944	49,62156	49,60928
16	0,68	10	10	6,00	+40	58,00580	57,97626	57,19925
17	0,68	0	0	7,00	+40	71,39663	71,32678	71,33032
18	0,68	0	0	0,12	+50	1,074590	1,073954	1,073964
19	0,68	10	10	0,20	+50	1,791751	1,791359	1,790684
20	0,68	5	5	0,30	+50	2,691273	2,690189	2,689357
21	0,68	0	5	0,40	+50	3,593795	3,591886	3,591303
22	0,68	0	10	0,50	+50	4,494582	4,492565	4,490937
23	0,68	5	0	0,60	+50	5,403780	5,401192	5,398343
24	0,68	10	0	0,70	+50	6,306497	6,304200	6,297091
25	0,68	5	10	0,80	+50	7,206443	7,203764	7,195417
26	0,68	10	5	0,90	+50	8,115735	8,113126	8,099102
27	0,68	0	0	1,00	+50	9,062448	9,056607	9,054930
28	0,69	0	0	1,00	+0	10,83711	10,84279	10,84551
29	0,69	0	5	2,00	+0	22,12043	22,13012	22,11607
30	0,69	5	0	3,00	+0	33,98951	34,00724	33,91581
31	0,69	5	5	4,00	+0	45,86231	45,87883	45,61467
32	0,69	0	0	5,00	+10	57,20051	57,19989	57,29546
33	0,69	10	10	6,00	+10	66,13088	66,12547	65,10944
34	0,69	0	0	7,00	+10	83,81031	83,78574	84,04811
35	0,69	10	10	6,00	+20	63,18455	63,16846	62,21999
36	0,69	0	0	7,00	+20	79,20186	79,15672	79,31560
37	0,69	0	0	0,12	+30	1,145577	1,145294	1,145326
38	0,69	10	10	0,20	+30	1,910507	1,910515	1,909665
39	0,69	5	5	0,30	+30	2,870753	2,870482	2,869451
40	0,69	0	5	0,40	+30	3,835238	3,834390	3,833829
41	0,70	0	0	0,12	+40	1,108982	1,108452	1,108486
42	0,70	10	10	0,20	+40	1,849293	1,849056	1,848355
43	0,70	5	5	0,30	+40	2,778445	2,777617	2,776820
44	0,70	0	5	0,40	+40	3,711275	3,709705	3,709343
45	0,70	0	10	0,50	+40	4,642257	4,640604	4,639196
46	0,70	5	0	0,60	+40	5,582996	5,580994	5,578571
47	0,71	0	0	0,12	+50	1,074599	1,073887	1,073944
48	0,71	10	10	0,20	+50	1,791917	1,791422	1,790877
49	0,71	5	5	0,30	+50	2,691864	2,690619	2,690014
50	0,71	0	0	7,00	+50	68,96591	68,88158	69,01104

