

გაზომვითა განუსაზღვრელობის თეორიის გამოყენება ბუნებრივი აირის ხარჯის მრიცხველების დამოწმება-დაკალიბრების მონაცემების დამუშავებისა და საბოლოო შედეგის გაზომვების პროცესებში

რევაზ ჟვანია, თამარ მენაბდე, გიორგი მაისურაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომი ეძღვნება ბუნებრივი აირის ხარჯის მრიცხველების დამოწმება-დაკალიბრების მეთოდის დამუშავებას, რომელიც მისადაგებულია თანამედროვე საერთაშორისო სტანდარტების მოთხოვნებთან. გადმოცემულია გაზომვითა მონაცემების დამუშავებისა და მიღებული შედეგების კორექტული გაფორმების წესები, განხილულია რეალური პრაქტიკული გაზომვის მაგალითი.

საკვანძო სიტყვები: დამოწმება-დაკალიბრება. აირის ხარჯი. დასაკალიბრებელი მრიცხველი. სანიმუშო მრიცხველი. სტანდარტული ჯამური, გაფართოებული განუსაზღვრელობები. განუსაზღვრელობის ბიუჯეტი.

1. შესავალი

წინამდებარე ნაშრომი წარმოადგენს ავტორთა ამავე ჯგუფის მიერ ადრე გამოქვეყნებული ნაშრომის ლოგიკურ დასრულებას. მიზანშეწონილად მიგვაჩნია აქ გამოყენებული ზოგიერთი დებულებისა და ფორმულის ციტირება. კერძოდ, ძირითადი ფარდობითი ცდომილება, რომლის ანალიზის საფუძველზეც ხდება ბუნებრივი აირის ხარჯის დასაკალიბრებელი მრიცხველების (შემდგომში-დმ) მეტროლოგიური შემოწმება, ასე გამოისახება:

$$\delta = \left[\frac{v}{v_0} \left(1 - \frac{\Delta p}{p} \right) - 1 \right] 100\% \quad (1)$$

სადაც $V(\text{მ}^3)$ არის დმ-თი გაზომილი ჰაერის მოცულობა, $V_0(\text{მ}^3)$ -შეთავაზებული საკალიბრებელი სტენდის მოწყობილობაში შემავალი ეტალონური მრიცხველის (შემდგომში-ემ) კორექტირებული ჩვენება მასში იგივე V მოცულობის ჰაერის გავლისას, P -აბსოლუტური წნევა სტენდში, ΔP -აბსოლუტური წნევათა სხვაობა დმ-სა და ემ-ში, (1) ფაქტობრივად წარმოადგენს გაზომვის განტოლებას, ხოლო V , V_0 , ΔP და P -შესასვლელ სიდიდეებს. გაზომვის პროცესში ემ-ში ვატარებთ t (წმ) დროის განმავლობაში $V_{\text{ეტ.}} = Qt$ (2) მოცულობის ჰაერს, სადაც Q ($\text{მ}^3/\text{სთ}$) ჰაერის მოცემულ (სტენდზე წინასწარ დაყენებული) ხარჯია, ხოლო t -წამშრომით ათვლილი შესაბამისი დრო, $V_{\text{ეტ.}}$ - ემ-ს ჩვენება. კორექტირებული მოცულობაა $V_0 = V_{\text{ეტ.}}(1+F/100)$ (3). F ცდომილება შეიძლება ვიპოვოთ მოცემული Q ხარჯისა და დმ-ის ტიპის მიხედვით [1]. დაკალიბრების ძირითადი მიზანია განისაზღვროს δ -ს გაზომვის ჯამური განუსაზღვრელობა

$$U_c(\delta) = \sqrt{[C_v U(v)]^2 - [C_{v_0} U(v_0)]^2 + [C_{\Delta p} U(\Delta p)]^2 + [C_p U(p)]^2} \quad (4)$$

(4)-ში მონაწილე მგრძნობიარობის კოეფიციენტებისათვის გვაქვს [1]:

$$\left\{ \begin{aligned} C_v &= \frac{\partial \delta}{\partial V} = \frac{100}{V_0} \left(1 - \frac{\Delta p}{p} \right) = LM \end{aligned} \right. \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{aligned} C_{v_0} &= \frac{\partial \delta}{\partial V_0} = \frac{-100}{V_0^2} \left(1 - \frac{\Delta p}{p} \right) = -LMN \end{aligned} \right. \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{aligned} C_{\Delta p} &= \frac{\partial \delta}{\partial \Delta p} = -\frac{100V}{V_0 p} = LR \end{aligned} \right. \quad (7)$$

$$\left\{ \begin{aligned} C_p &= \frac{\partial \delta}{\partial p} = \frac{100V\Delta p}{V_0 P^2} = C_{\Delta p}(M - 1) \end{aligned} \right. \quad (8)$$

სადაც $L=100/V_0$; $M = 1 - \frac{\Delta P}{P}$; $N=V/V_0$; $R=V (P)$ კონსტანტებია, რომელთა გამოსათვლელად საკმარისია ვიცოდეთ შესასვლელი სიდიდეების შეფასებული საშუალო მნიშვნელობები. რაც შეეხება სტანდარტულ განუსაზღვრელობებს, მათგან $U(v)$ და $U(V_0)$ განისაზღვრება A ტიპის მიხედვით, ამასთან V და V_0 სიდიდეებისათვის შეფასებად მიიჩნევა \bar{V} და \bar{V}_0 საშუალო არითმეტიკულები [1]:

$$U(V) = U(\bar{V}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(V_i - \bar{V})^2}{n(n-1)}} \quad (9); \quad U(V_0) = U(\bar{V}_0) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(V_{0i} - \bar{V}_0)^2}{n(n-1)}} \quad (10)$$

რადგან, ჩვეულებრივ, $n < 10$, ამიტომ [2]-ში მოცემული რეკომენდაციის თანახმად მიზანშეწონილია (9) და (10) ფორმულებით გამოთვლილი $U(v)$ და $U(V_0)$ რიცხვების გამრავლება მაკორექტირებელ მამრავლზე $K_n = (4n-3)(4n-4)$ (11). $U(\Delta p)$ და $U(p)$ განუსაზღვრელობის გამოთვლა ხდება B ტიპის მიხედვით. დაწვრილებით ამ საკითხს შევეხებით ნაშრომის ძირითად ნაწილში.

2. ძირითადი ნაწილი

ამ ნაწილში განიხილება კონკრეტული მაგალითი ბუნებრივი აირის ხარჯის მრიცხველების დამოწმება დაკალიბრების პრაქტიკული სფეროდან. 1-ელ ცხრილში მოყვანილია ძირითადი ფრაგმენტები იმ რეალური ცხრილისა, რომელიც შედგენილი იყო მეტროლოგიის ინსტიტუტის მექანიკის განყოფილებაში გაზის საყოფაცხოვრებო ტურბინული მრიცხველის დაკალიბრების პროცესში.

ცხრ.1

ნიმუშის ტიპი	დრო, წმ	ეტალონური მრიცხველი		ეტ.მრიცხვატარებული მნიშვნ. $V_{ეტ.მ}^3$	დასაკალიბრებელი მრიცხველი				დასაკალიბრებელი მრიცხველი. მრიცხვ. მნიშვნ. $V_{ეტ.მ}^3$	წნევა ათა სხვაობა ΔP , მბარი
		ჩვენებები, მ ³ /სთ			საშ. წნევის ვარდნა P ბარი	აბს. წნევა, მბარი	ჩვენებები, მ ³			
		საწყისი	ბოლო				საწყისი	საბოლოო		
G250	11.30	6050.3	6060.3	10	0.000	965	0214089.70	0214099.96	10.26	0.00
	11.30	6060.8	6070.8	10			021410048.48	0214110.73	10.25	
	11.30	6071.3	6081.3	10			0214111.24	0214121.50	10.26	
	11.30	6081.8	6091.8	10			0214121.98	0214132.24	10.26	
	11.30	6092.2	6102.2	10			0214132.66	0214142.88	10.22	
G1000	11.44	94718.0	94768.0	50	0.002	957	0213816.26	0213866.46	50.20	2
	11.42	94771.0	94821.0	50			0213869.46	0213919.64	50.18	
	11.43	94823.0	94873.0	50			0213921.64	0213971.80	50.16	
	11.42	94875.0	94925.0	50			0213973.80	0214023.96	50.16	
	11.43	94927.0	94977.0	50			0214025.96	0214076.14	50.18	
G1000	11.49	94280.0	94360.0	80	0.006	953	0213378.95	0213458.86	79.91	7
	11.57	94365.0	94445.0	80			0213463.85	0213543.66	79.81	
	12.00	94451.0	94531.0	80			0213549.65	0213629.54	79.89	
	12.03	94535.0	94615.0	80			0213633.50	0213713.40	79.90	
	12.04	94619.0	94699.0	80			0213717.40	0213797.30	79.90	

დასაკალიბრებლად გამოყენებული იყო უკვე აღწერილი საკალიბრებელი სტენდი. როგორც ცხრილიდან ჩანს, საკონტროლო გაზომვების სერიის პირველი 5 ცდა ჩატარდა $V_{ეტ.მ}^3 = 10\text{მ}^3$ მნიშვნელობებისათვის. წამშობის საშუალებით ფიქსირდებოდა დროის შუალედი, რომლის გავლის შემდეგაც ეტალონური მრიცხველის (G250 ტიპის) საბოლოო და საწყის ჩვენებებს შორის სხვაობა

ხდებოდა 10მ3-ის ტოლი. ამ მომენტისათვის ხდებოდა წამშობის გამორთვა-წამშობის ჩვენებები დაფიქსირებულია ცხრილი 2-ის II სვეტში, ხოლო V სვეტში - $V_{ეტ.}=10\text{მ}^3$ მნიშვნელობები. საკონტროლო გაზომვების შედეგი ხუთეულები ასეთივე მეთოდით ტარდება იმ განსხვავებით, რომ ამ დროს მუშაობს საკალიბრებელი სტენდის მეორე არხი, რომელშიც ჩართულია 1000 ტიპის სანიმუშო მრიცხველი და წამშობს თიშავენ იმ მომენტისათვის, როცა სანიმუშო მრიცხველის საბოლოო და საწყის მნიშვნელობებს შორის სხვაობა მიაღწევს 50 მ3-ს (ცდათა მეორე ხუთეულისათვის), ან 80მ3-ს (ცდათა მესამე ხუთეულისათვის). ანალოგიურად ფიქსირდება წამშობის გამორთვის მომენტებისათვის დასამოწმებელი მრიცხველის საბოლოო ჩვენებებიც და შესაბამისად, მის მიერ აღნუსხული გატარებული გაზის მოცულობები (იხ. ცხრ.2).

ცხრ.2

		დრო წთ,წმ [სთ]	მიმდ. ხარჯი მ ³ /სთ	F %	V ₀ (კორექ- ტორი) მ ³	(შეფას) მ ³	U() X10 ⁻⁵ მ ³
1	I	11.30 [0.191(6)]	52.17391	0.6311	10.06311	10.06313	2.125
2		11.30 [0.191(6)]	52.17391	0.6311	10.06311		
3		11.30 [0.191(6)]	52.17391	0.6311	10.06311		
4	G250	11.31 [0.1919(4)]	52.09841	0.6321	10.06321		
5		11.30 [0.191(6)]	52.17391	0.6311	10.06311		
6	II	11.44 [0.19(51)]	256.68118	-0.15795	49.92103	49.92107	1.164
7		11.42 [0.195]	256.41026	-0.15782	49.92109		
8		11.43 [0.1952(7)]	256.04552	-0.15787	49.92107		
9	G1000	11.42 [0.195]	256.41026	-0.15782	49.92109		
10		11.43 [0.1952(7)]	256.04552	-0.15787	49.92107		
11	III	11.49 [0.1969(64)]	406.20592	-0.08830	79.92936	79.92689	73.385
12		11.57 [0.1991(6)]	401.67364	-0.09091	79.92727		
13		12.00 [0.2]	400	-0.09185	79.92652		
14	G1000	12.03 [0.2008(3)]	398.34025	-0.09279	79.92577		
15		12.04 [0.20(1)]	397.79006	-0.00311	79.92551		

ცხრ.2 გაგრძელება

	V მ ³	(შეფას.) მ ³	U() X10 ⁻³ მ ³	ΔP მბარი	U(ΔP) X10 ⁻² მბარი	P მბარი	U(P) მბარი	δ (შეფას) %	U _U (δ) X10 ⁻² %	U(δ) %
1	10.26	10.25	8.230	0	5.66187	965	2.22857	1.875	8.20	0.16
2	10.25									
3	10.26									
4	10.26									
5	10.22									
6	50.20	50.176	7.951	-2	5.66187	957	2.21010	0.721	1.70	0.03
7	50.18									
8	50.16									
9	50.16									
10	50.18									
11	79.91	79.882	19.418	-7	5.66187	953	2.20086	0.678	2.53	0.05
12	79.81									
13	79.89									
14	79.90									
15	79.90									

ცხრილში შეტანილია, აგრეთვე სტენდის მანომეტრით გაზომილი აბსოლუტური წნევების მნიშვნელობები P დასამოწმებელ მრიცხველში და U -სებრი წყლიანი მანომეტრით გაზომილი აბსოლუტური წნევების სხვაობა ΔP დასამოწმებელ მრიცხველსა და სანიმუშო მრიცხველს შორის (ცხრილში წყლის სვეტის მილიმეტრები გადაყვანილია მილიბარებში) საკონტროლო გაზომვების ცდების სამივე ხუთეულისათვის. 1-ელი ცხრილის მონაცემების დამუშავების მათემატიკური დამუშავების შედეგები ასახულია მე-2 ცხრილში, რომლის II სვეტში წუთებითა და წამებით ათვლილი დროის ინტერვალები გადაყვანილია საათებში. ეს გადაყვანა აუცილებელია მიმდინარე Q ხარჯის გამოსათვლელად (III სვეტი), რომელიც თავის მხრივ ძირითდი პარამეტრია F კოეფიციენტის ფორმულაში {იხ. (1-ში (4))} რომელზე გამრავლებითაც ხდება სანიმუშო მრიცხველის მიერ გატარებული მოცულობის კორექტირებული (V_0) მნიშვნელობის განსაზღვრა (V სვეტი). მე-2 ცხრილში მოყვანილია აგრეთვე, ყველა შესასვლელი სიდიდის სტანდარტული განუსაზღვრელობები. ჩვენ უკვე აღვნიშნეთ, რომ განუსაზღვრელობები $U(V)$ და $U(V_0)$ იანგარიშება (11) და (12) ფორმულების გამოყენებით ($n=5$ მნიშვნელობის და 1-ელი ცხრილის მონაცემების საფუძველზე). მიღებული შედეგები გამრავლებულია მაკორექტირებელ მამრავლზე $K_n=K_5=17/16=1,0625$ [იხ. (11)].

იმის გათვალისწინებით, რომ $\Delta\rho$ -ს გაზომვის ცდომილება (იგი იზომება U -სებრი წყლიანი მანომეტრით) არ აღემატება $\pm 1\text{მმ.წყ.სვ}=\pm 9,80665 \cdot 10^{-2}$ მბარი და ამ ინტერვალში იგი მივიჩნით თანაბარგანაწილებულ შემთხვევით სიდიდედ, $U(\Delta\rho)=9,80665 \cdot 10^{-2}/\sqrt{3} \cong 5,66187 \cdot 10^{-2}$ მბარი. P წნევა იზომება მანომეტრით, რომლის ფარდობითი ცდომილება არ აღემატება 0,4%, ამიტომ $U(P)=0,4 P / 100 \sqrt{3}$ და იგი იცვლება P წნევასთან ერთად გაზომვათა ერთი ხუთეულიდან მეორეზე გადასვლისას, რაც ასახულია კიდევ მე-3 ცხრილში. ამრიგად, უკვე შესაძლებელია განუსაზღვრელობის ბიუჯეტის შედგენა მისთვის საჭირო (6)÷(9) ფორმულების საშუალებით ვიანგარიშოთ მგრძნობიარობის კოეფიციენტები, გაგამრავლოთ ისინი შესაბამის სტანდარტულ განუსაზღვრელობებზე და გამოვთვალოთ თითოეული შესასვლელი სიდიდის მიერ შეტანილი წვლილი ჯამური $U_c(\delta)$ განუსაზღვრელობაში.

გაზომვათა ცდების ზემოხსენებული სამივე ხუთეულისათვის ცალ-ცალკე შესაბამისი გამოთვლებისა და ანგარიშის სისწორის შემოწმების გაადვილების მიზნით მიზანშეწონილია ცალკე ვიანგარიშოთ ის კონსტანტები, რომლებიც მონაწილეობს მგრძნობიარობის C_j კოეფიციენტების გამოსახულებებში [(2).. (3)] და რომლებიც ინარჩუნებს მუდმივ მნიშვნელობებს გაზომვათა ცდების ზემოდასახელებულ ხუთეულებში. ამ გამოთვლების შედეგები ასახულია მე-3 ცხრილში.

ცხრ.3

№	კონსტანტა	საკონტროლო ცდების I ხუთეული	საკონტროლო ცდების II ხუთეული	საკონტროლო ცდების III ხუთეული
1	$L=\frac{100}{V_0}$	9,93727	2,00316	1,25114
2	$M=1 - \frac{\Delta\rho}{\rho}$	1	1,00209	1,00735
3	$N=\frac{\bar{V}}{V_0}$	1,01857	1,00511	0,99944
4	$R=\frac{\bar{V}}{P}$	0,01062	0,05243	0,08382

წინამდებარე ცხრილის II სვეტში და \bar{V}_0 და \bar{V} სიმბოლოებით აღნიშნულია V და V_0 სიდიდეების საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობები, რომლებიც შესაბამისი ხუთეულებისთვის გამოთვლილია 1 ცხრილის მონაცემების მიხედვით ფორმულებით $\bar{V}_0=(\sum_{i=1}^5 V_{0i})/5$ და $\bar{V}=(\sum_{i=1}^5 V_i)/5$. რაც შეეხება $\Delta\rho$ და ρ სიდიდეებს, თითოეული მათგანი მოცემულ ხუთეულში შემაგალი გაზომვის ყველა ცდისათვის ერთი და იგივეა, რაც ასახულია კიდევ მე-2 ცხრილში. 2 და 3 ცხრილების მონაცემთა მიხედვით

შედგენილია განუსაზღვრელობის ბიუჯეტი (ცხრ.4), საიდანაც აშკარაა, რომ ჯამური სტანდარტული განუსაზღვრელობის შემადგენლობაში დომინირებს დასამოწმებელი მრიცხველის სტანდარტული განუსაზღვრელობა $U(V)$, რაც საშუალებას გვაძლევს უგულვებელსაყოფად მცირე ცდომილების კრიტერიუმის გამოყენებით $U_c(\delta)$ ჯამური განუსაზღვრელობის გამოთვლისას არ გავითვალისწინოთ შესაბამისი შესასვლელი სიდიდის მცირე განუსაზღვრელობა.

განუსაზღვრელობის ბიუჯეტი

ცხრ.4

№	შესასვლელი სიდიდე X_j	შეფასებული მნიშვნელობა \hat{X}_j	განუსაზღვ. ტიპი	სტანდარტული განუსაზღვრელობა $U(X_j)$	მგრძობიარობის კოეფიციენტი C_j	წვლილი ჯამურ განუსაზღვრელობაში $U_j(\delta) \cdot 10^{-2} \%$
1	$V (\text{მ}^3)$	10,25 50,176 79,882	A	$\left. \begin{matrix} 8,230 \\ 7,951 \\ 19,418 \end{matrix} \right\} \times 10^{-3} \text{მ}^3$	$\left. \begin{matrix} 9,93727 \\ 2,00735 \\ 1,26034 \end{matrix} \right\} \frac{\%}{\text{მ}^3}$	8,17837 1,59604 2,44733
2	$V_0 (\text{მ}^3)$	10,06313 49,92107 79,92689	A	$\left. \begin{matrix} 2,125 \\ 1,164 \\ 73,385 \end{matrix} \right\} \times 10^{-5} \text{მ}^3$	$\left. \begin{matrix} -10,12181 \\ -2,01761 \\ -1,25963 \end{matrix} \right\} \frac{\%}{\text{მ}^3}$	0,02151 0,00235 0,09243
3	Δp (მბარი)	0 -2 -7	B	$5,66187 \times 10^{-2}$ მბარი	$\left. \begin{matrix} -0,10553 \\ -0,10503 \\ -0,10487 \end{matrix} \right\} \frac{\%}{\text{მბარი}}$	0,59750 0,59467 0,59376
4	P (მბარი)	965 957 953	B	$\left. \begin{matrix} 2,2286 \\ 2,2101 \\ 2,2009 \end{matrix} \right\}$ მბარი	$\left. \begin{matrix} 0 \\ -0,00022 \\ -0,00077 \end{matrix} \right\} \frac{\%}{\text{მბარი}}$	0 0,04862 0,16947

(11)-ის გათვალისწინებით გვაქვს ($n=5 \Rightarrow K_n=1,0625$)

$$U_c(\delta) = \begin{cases} 8,20 \cdot 10^{-2} \% \\ 1,70 \cdot 10^{-2} \% \\ 2,53 \cdot 10^{-2} \% \end{cases} \quad (12)$$

ავირჩიოთ ნდობის დონე $P=95\%$, რასაც ნორმალური კანონით განაწილებისას შეესაბამება მოცვის კოეფიციენტი $K=1,96$. მაშასადამე, ($1U=KU_c$ ტოლობით) თანახმად გაფართოებული განუსაზღვრელობისას გვექნება:

$$U = \begin{cases} 0,16\% \\ 0,03\% \\ 0,05\% \end{cases}$$

რაც გაზომვის საბოლოო შედეგისათვის გვაძლევს (დამრგვალებით შეასწავლოთ):

$$\begin{cases} 1,7 \leq \delta\% \leq 2,02 \\ 0,69 \leq \delta\% \leq 0,75 \\ 0,63 \leq \delta\% \leq 0,73 \end{cases} \quad (13)$$

(13) ჩაწერილია გაზომვათა ცდების I, II და III ხუთეულებისათვის.

3. დასკვნა

ბუნებრივი აირის ხარჯის საყოფაცხოვრებო მრიცხველებისათვის სეთავაზებული სამოწმებელი სქემისა და მეთოდიკისათვის განხილულია პრაქტიკული საილუსტრაციო მაგალითი, გამოთვლილია ძირითადი ცდომილება და მისი გაფართოებული განუსაზღვრელობა, რაც წარმოადგენს გაზომვათა შედეგების თანამედროვე მოთხოვნების მიხედვით გაფართოების საფუძველს.

ლიტერატურა:

1. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement/First edition- ISO/Switzerland. 1993/-101pg. Руководство по выражению неопределенностей измерения. Русский перевод. Научный редактор Слаев В.А. –Санкт-Петербург.-НПО ВНИИМ им.Д.И.Менделеева, 1999г.:134ст.

2. ISO 4006: 1981 Measurements of fluid in closed conduits. Vocabulary and Symbols. (Измерения в закрытых каналах, Словарь и условные обозначения).

3. Calibration Certificate.Object: Volume gas meter G250. Serial # K3953310301/A. Applicant: Georgian National Agency for Standards, Technical Regulations and Metrology, 67 Chargali Street, GE-Tbilisi 0141.On behalf of PTB; Braunschweig, 2009-08-18.

4. Calibration Certificate. Object: Volume gas meter. Manufacturer: Actaris, Type: Turbine gas meter G1000, Serial #K395310401/1 Applicant: Georgian National Agency for Standards, Technical Regulations and Metrology, 67 Chargali Street, GE-Tbilisi 0141. On Behalf of PTB, Braunschweig, 2009-08-18.

**USE OF THE THEORY OF MEASUREMENT UNCERTAINTY IN PROCEDURES
FOR DATA PROCESSING AND RESULTS OBTAINED BY CHECKING-CALIBRATION
GAS FLOW METERS**

Zhvania Revaz, Menabde Tamar, Maisuradze Georg
Georgian Technical University

Summary

The work is dedicated to the certification of natural gas consumption meters - calibration methods for processing, which work out methods with the requirements of modern international standards, set out measuring data processing and the correct execution of the rules, illustrative examples of real, practical measurement.

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ НЕОПРЕДЕЛЁНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ В ПРОЦЕДУРАХ
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ И ОФОРМЛЕНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ-
КАЛИБРОВКИ СЧЁТЧИКОВ РАСХОДА ПРИРОДНОГО ГАЗА**

Жвания Р, Менабде Т, Маисурадзе Г.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Работа посвящена разработке методики поверки-калибровки счётчиков расхода природного газа, приспособленной к требованиям современных стандартов. Изложены правила обработки данных измерений и корректного оформления полученных результатов, рассмотрен иллюстративный пример реальных практических измерений.