

ИЗСЛЕДВАНЕ НА СТАБИЛНОСТТА НА РАЗХОДОМЕР ТИП IRM 3 DUO

**Гл. ас. д-р Десислава Колева,
доц. д-р инж. Мариета Янчева-Попова,
доц. д-р инж. Васил Пенчев**

Технически университет – София (България)

Гл. ас. д-р Виктор Арсов

Химикотехнологичен и металургичен университет – София (България)

Резюме. В този доклад се представя извършено експериментално изследване на стабилността на ротационен разходомер тип IRM 3 DUO за доказване метрологичната му проследимост и използването му за работен еталон. Изследването е извършено в периода между две последователни калибрирования, като се анализират получените резултати на относителната грешка на разходомера с цел потвърждаване на стабилността при работа. Изследването е изпълнено със стенд за разход на газ с еталонни ротационни разходомери, тип ITF 2500-1-A.

Ключови думи: изследване; еталони; стабилност; разходомер за газ

1. Въведение

В изпълнение на своята дейност Българският институт по метрология (БИМ) в изпълнение на Закон за измерванията¹ създава и поддържа функционалността на национални еталони, които са основно звено в осигуряване на метрологична проследимост до Международната система единици² (Système international d'unités – SI).

Според ISO/IEC Guide 99:2014 International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)⁵ еталон е мярка, измервателен уред, сравнителен материал или измервателна система, предназначени да определят, създадат, възпроизведат или съхранят дадена единица или стойност на величина, която да служи като изходна база за сравнение^{3,4}.

Изследването бе извършено в Лабораторията за изпитване и калибриране на средства за измерване на разход на флуиди, която разполага с еталонен стенд за разход на газ с ротационни разходомери, тип ITF 2500-1-A, с осигурена метрологична проследимост до СИ.

Разходомерите за газ са измервателни уреди, намиращи широко приложение в бита и в индустрията. Според принципа на измерване могат да бъдат ротационни, диафрагмени, ултразвукови, турбинни и др. Най-широко приложение в индустрията намират ротационните разходомери, като основните техни предимства са: енергонезависимост, дълготрайност, директен монтаж и стабилност на измерване (Richard, 1996; Roger, 2016).

2. Експериментално изследване на ротационен разходомер тип IRM 3 DUO

За извършване на изследването на ротационен разходомер тип IRM 3 DUO се прилага Инструкция за междинни проверки на технически средства ГДМИУ-И-604-03-ИСИС (Pandelova, Aleksandrova, Chavdarova, 2017).

Обект на изследването: ротационен разходомер за газ G 650, тип IRM 3-DUO, DN150, Ф№ 600609, $Q_{\max} = 1000 \text{ m}^3/\text{h}$ и $Q_{\min} = 6,5 \text{ m}^3/\text{h}$, свидетелство за калибриране с № 01-ИСИС/20.12.2022 г.

Единицата за разход (m^3/h) е производна единица от SI^2 , която се получава кохерентно от основните единици SI за дължина и време според Наредбата за единиците за измерване, разрешени за използване в Република България.

Използва се сравнителен метод (Radev, 2008; Radev, 2010; Radev, 2013), при който се сравняват стойностите на грешката при измерването на разход, получена при изследването, и грешката на измерване разход при последното калибриране.

Измерванията се извършват за разходи, равномерно разпределени в целия обхват на разходомера (Vuchkov, 1990). За всеки зададен разход се правят по 5 измервания. Следва се редът, описан в Методиката за калибриране на разходомери за газ със стенд за разход на газ, тип ITF 2500-1-A – ГДМИУ-МК-702-01-ИСИС, и Метрология и измервателна техника.

Използвани ТС:

Стендът тип ITF 2500-1-A е с обхват от $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ до $2500 \text{ m}^3/\text{h}$, производител Inotech GmbH, Германия с ротационни разходомери:

– тип IRM-A, сер. № 20521899, G16, DN40, свидетелство за калибриране № 001502/22.11.2022, издадено от INOTECH, Германия;

– тип IRM-3-DUO, сер. № 20521904, G650, свидетелство за калибриране № 001503/22.11.2022г, издадено от INOTECH, Германия;

– тип IRM-3-DUO, сер. № 20521903, G650, свидетелство за калибриране № 001504/22.11.2022, издадено от INOTECH, Германия.

Цифров термохигрометър, TESTO 608-H1, Германия, Ф№ 41359124, свидетелство за калибриране № 034-ТИ/22.02.2021г. и № 035-ТИ/23.02.2021 г.

3. Коефициент на приемливост E_n

Резултатите от измерванията при изпълнение на експерименталното изследване се подлагат на оценка чрез коефициент на приемливост $E_n \leq 1$ (Liptak, 1995; Jordanov, 2017):

$$E_n = \frac{|y_1 - y_2|}{\sqrt{(U_1^2 + U_2^2)}} \leq 1$$

където:

y_1 – грешката на измерване на величината, получена при последното калибриране на разходомера (от свидетелството за калибриране);

y_2 – грешката на измерване на величината, получена при изследването на разходомера;

U_1 – разширената неопределеност, получена при калибрирането на разходомера (от свидетелството за калибриране);

U_2 – разширената неопределеност, получена при изследването на разходомера.

4. Анализ на резултатите

Резултатите за получените грешки при измерването на разход на газ в определените точки на измерване и съответните разширени неопределености са представени в таблица 1.

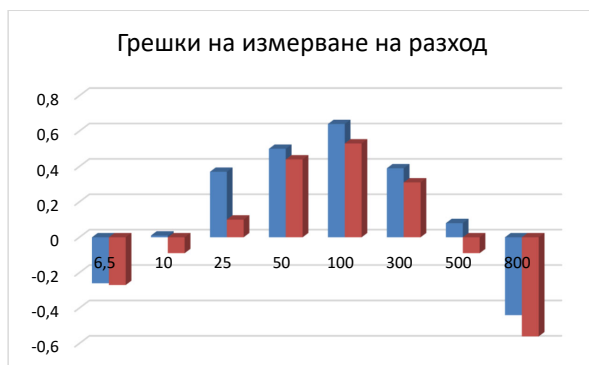
На фиг. 1 са представени в графичен вид стойностите на получените грешки при измерването на разход на газ в определените точки на измервания.

На фиг. 2 в графичен вид са представени стойностите на коефициента на приемливост E_n в определените точки на измерване.

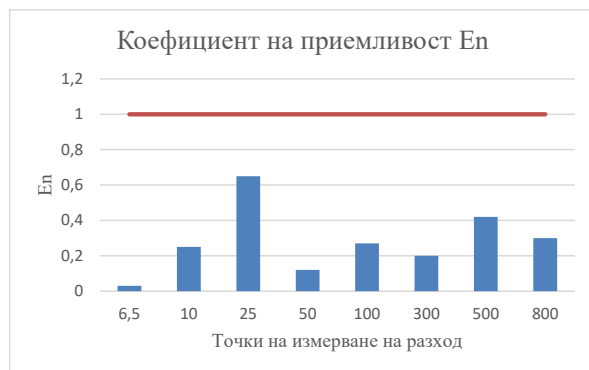
Таблица 1

Точка разход	y_1	y_2	U_1	U_2	$E_n \leq 1$
m ³ /h	%	%	%	%	
6,5	-0,26	-0,27	0,28	0,28	0,03
10	0,01	-0,09	0,28	0,28	0,25
25	0,37	0,10	0,30	0,29	0,65
50	0,50	0,44	0,41	0,29	0,12
100	0,64	0,53	0,28	0,29	0,27
300	0,39	0,31	0,28	0,28	0,20

500	0,08	-0,09	0,28	0,29	0,42
800	-0,44	-0,56	0,29	0,28	0,30



Фигура 1. Стойностите на получените грешки при измерването на разход на газ в определените точки на измервания



Фигура 2. Коефициентът на приемливост E_n в определените точки

Коефициентът на приемливост E_n , който бе изчислен на основа на резултати от две последователни калибрирования за всяка от 8-те точки от обхвата на разходомера, е по-малък от 1.

5. Изводи и обобщения

Резултатите от изследването показват стабилност при работа на разходомера. От извършения анализ се наблюдава тенденция към подобряване на оценената неопределеност.

БЕЛЕЖКИ

1. Закон за измерванията
2. Международна система единици.
3. Наредба за единиците за измерване, разрешени за използване в Република България.
4. EA-4/02 M:2022-Evaluation of the Uncertainty of Measurement in calibration.
5. ISO/IEC Guide 99:2014 International vocabulary of metrology-Basic and general concepts and associated terms (VIM).

ЛИТЕРАТУРА

- Вучков, И. (1990). *Експериментални изследвания и идентификация*. София: Техника. УДК 62 – машини и процеси с автоматично управление.
- Йорданов, Р. (2017). *Инженерни изследвания*. Учебни записки. София.
- Радев, Х. (ред). (2008). *Метрология и измервателна техника, том 1*. София: Софттрейд. ISBN 978-954-334-077-4.
- Радев, Х. (ред). (2010). *Метрология и измервателна техника, том 2*. София: Софттрейд. ISBN 978-954-334-093-4.
- Радев, Х. (ред). (2013). *Метрология и измервателна техника, том 3*. София: Софттрейд. ISBN 978-954-334-094-1.
- Ishant, J., Ganesh, B. (2024). Novel Gas Meter Designs with Improved Accuracy, Reliability, and Cost-Effectiveness, *Journal of The Institution of Engineers: Series C*, 647 – 662.
- Liptak, B. (editor-in-chief). (1995). *Instrument engineers' handbook. Process measurement and analysis*, ISBN 0-8493-1083-0 (v. 1).
- Pandelova, A., Aleksandrova, Ts., Chavdarova, Z. (2017). Calibration of gas flow meter with Test Bench ITF2500-1-A, *Metrology and Metrology Assurance*, 101 – 106, Bulgaria, ISSN 1313-9126.
- Richard, W. (1996). *Flow Measurement Engineering Handbook*, McGraw-Hill, ISBN-10: 0070423660.
- Roger, C. (2016). *Flow Measurement Handbook*, Cambridge University Press, ISBN: 9781107054141.

REFERENCES

- Ishant, J., Ganesh, B. (2024). Novel Gas Meter Designs with Improved Accuracy, Reliability, and Cost-Effectiveness, *Journal of The Institution of Engineers: Series C*, 647 – 662.
- Jordanov, R. (2017). Engineering research. *Study notes*. Sofia.
- Pandelova, A., Aleksandrova, Ts., Chavdarova, Z. (2017). Calibration of gas flow meter with Test Bench ITF2500-1-A, *Metrology and Metrology Assurance*, 101 – 106, Bulgaria, ISSN 1313-9126.

- Radev, H. (ed.). (2008). *Metrology and measurement technology, volume 1*. Sofia: Softtrade. ISBN 978-954-334-077-4.
- Radev, H. (ed.). (2010). *Metrology and measurement technology, volume 2*. Sofia: Softtrade. ISBN 978-954-334-093-4.
- Radev, H. (ed.). (2013). *Metrology and measurement technology, volume 3*. Sofia: Softtrade. ISBN 978-954-334-094-1
- Liptak, B. (editor-in-chief). (1995). *Instrument engineers' handbook. Process measurement and analysis*, ISBN 0-8493-1083-0 (v. 1).
- Richard, W. (1996). *Flow Measurement Engineering Handbook*, McGraw-Hill, ISBN-10: 0070423660.
- Roger, C. (2016). *Flow Measurement Handbook*, Cambridge University Press, ISBN: 9781107054141.
- Vuchkov, I. (1990). *Experimental research and identification. Sofia: Technika*. UDC 62 – machines and processes with automatic control.

STABILITY EXAMINATION OF IRM 3 DUO TYPE FLOW METER

Abstract. This report presents a metrological examination of the stability of a rotary flow meter type IRM 3 DUO to prove its metrological traceability and its use as a working standard. The examination was carried out in the period between two consecutive calibrations, analyzing the results of the relative error of the flow meter, in order to confirm the stability during operation. The study is performed with a test bench with reference rotary flow meters, type ITF 2500-1-A.

Keywords: research; standards; stability; gas flow meter.

✉ **Dr. Desislava Koleva, Assist. Prof.**

Technical University of Sofia,
Bulgaria

E-mail: koleva_ds@tu-sofia.bg

✉ **Dr. Marieta Yancheva-Popova, Assoc. Prof.**

Technical University of Sofia,
Bulgaria

E-mail: myancheva@tu-sofia.bg

✉ **Dr. Vasil Penchev, Assoc. Prof.**

Technical University of Sofia,
Bulgaria

E-mail: vasil_penchev@tu-sofia.bg

✉ **Dr. Viktor Arsov, Assist. Prof.**

UCTM
Bulgaria

E-mail: v.arsov@uctm.edu