

УДК 621.6-52

А.А. Стеценко, И.В. Руженцев, Ю.С. Глова, С.Д. Недзельский

Частное акционерное общество «Энергоучет», Харьков

## ОБЗОР СТЕНДОВ КАЛИБРОВКИ ГАЗОВЫХ СЧЕТЧИКОВ НА РАБОЧЕЙ СРЕДЕ «ПРИРОДНЫЙ ГАЗ» В СТРАНАХ СНГ

В настоящее время, в условиях повышения требований к точностным характеристикам счетчиков газа, а также к условиям их калибровки и поверки, все более актуальным становится вопрос проведения испытаний этих счетчиков на установках и стендах с рабочей средой «природный газ». В связи с этим представляет интерес анализ существующих подобных установок и стендов, а также оценка перспектив их внедрения и применения. Результаты анализа уже созданных и вводимых в строй установок приведены ниже.

**Ключевые слова:** стенды калибровки, поверочные установки, счетчики газа, метрологические характеристики, повышение точности, погрешности измерений, расход газа.

### Введение

Анализ мирового опыта лучших метрологических центров, лабораторий и испытательных стендов показал, что в настоящее время наиболее актуальным становится вопрос калибровки и поверки счетчиков газа именно на рабочей среде «природный газ». Особенно это касается высокоточных устройств нового поколения, таких как ультразвуковые счетчики, вихревые и другие, для которых поверка на рабочей среде «воздух» не может быть корректной, так как их показания зависят не только от объема, но и от состава учитываемого газа.

Как правило, счетчики проходят калибровку и поверку на поверочных стендах с использованием в качестве измеряемой среды воздуха при давлении близком к атмосферному, в то время как в дальнейшем они используются для учёта природного газа под более высоким давлением.

### Результаты исследований турбинных и роторных счетчиков

Результаты исследований турбинных и роторных счетчиков (рис. 1 – 3) показывают отличие их калибровочных характеристик, полученных при различных рабочих средах (воздух или природный газ) и при различных рабочих давлениях.

Данная тенденция характерна и для ультразвуковых счетчиков газа (рис. 4).

Таким образом, калибровка и поверка счетчиков газа при условиях, максимально приближенных к рабочим условиям, т.е. на природном газе при высоком давлении, необходима.

Для проведения таких работ в Украине, России и других странах СНГ имеется ряд лабораторий и испытательных установок, позволяющих проводить поверку счетчиков газа на природном газе под высоким давлением.

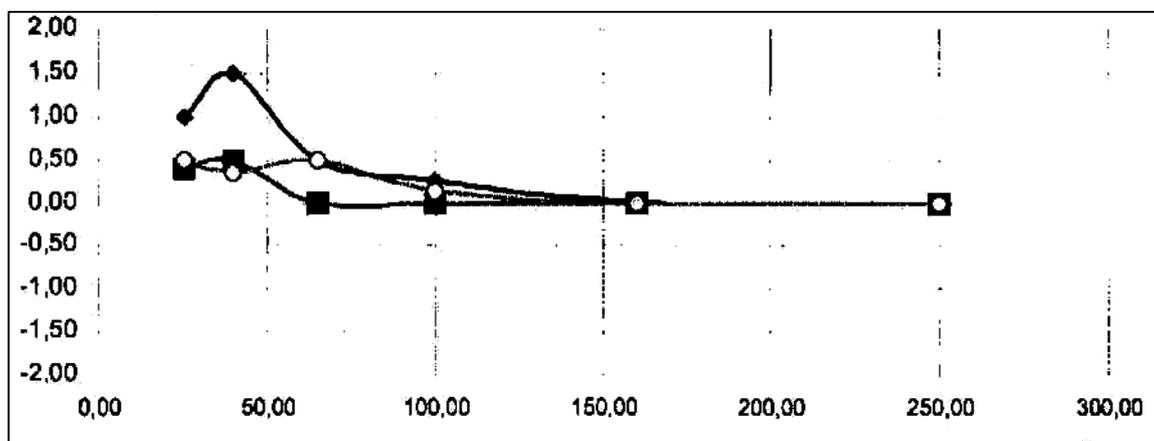


Рис. 1. Градуировочные характеристики турбинного счетчика газа типа TZ80G160 на рабочих средах «воздух» (атм. давление), «природный газ» (давление 5,0 МПа, 2,5 МПа)

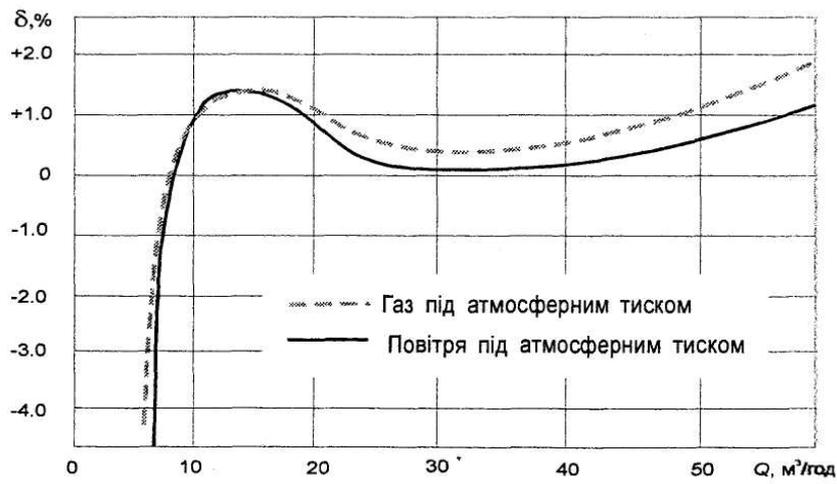


Рис. 2. Кривые зависимости величины погрешности от расхода для турбинного расходомера MTS 50 (Schlumberger, Франция)

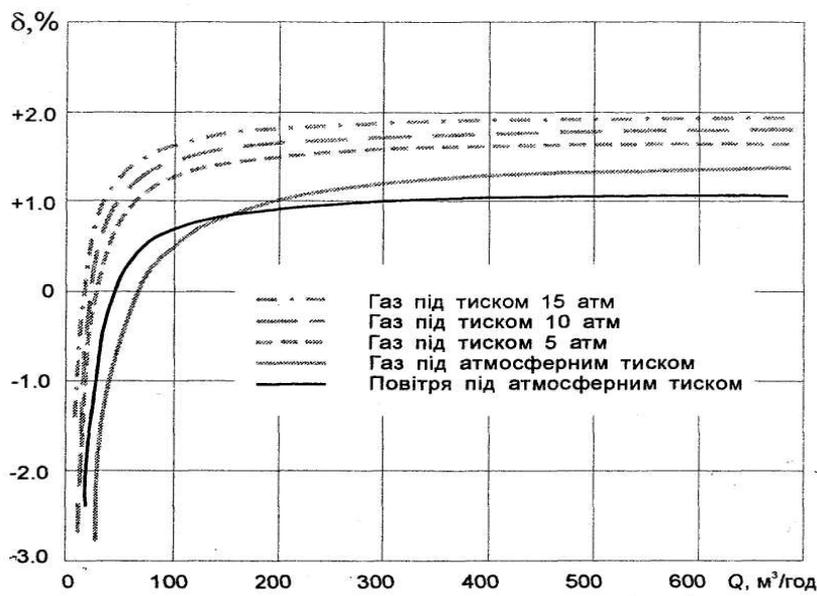


Рис. 3. Кривая зависимости величины погрешности от расхода для роторного счетчика NB500 (Gaselan, Германия)

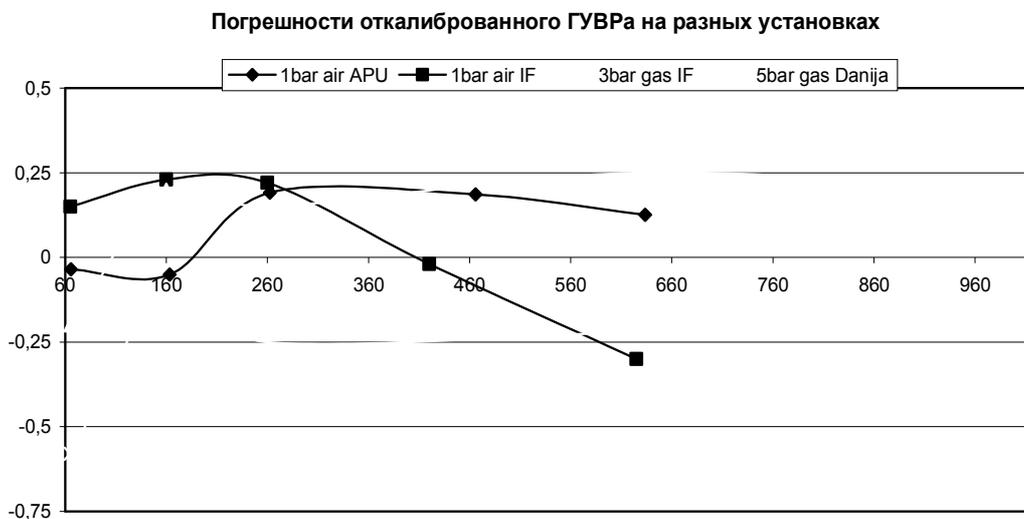


Рис. 4. Графики зависимости погрешности измерения расхода для различных рабочих сред и различных давлений

В связи с этим проведен анализ существующих подобных установок и стендов, а также, оценка перспектив их внедрения и применения.

## Анализ существующих установок и стендов

**1. Расходоизмерительные установки (комплексы) Уральского метрологического центра** (рис. 5, г. Екатеринбург).



Рис. 5. Расходоизмерительные установки Уральского метрологического центра

Установки предназначены для поверки (калибровка) средств измерения расхода и количества газа, принцип измерения которых основан на разных методах, проведения сравнительных испытаний средств измерения расхода и количества газа, хранения и передачи единицы измерения расхода природного газа, проведения взаимных сличений эталонов расхода газа между ведущими метрологическими расходоизмерительными центрами мира, выполнения научных и экспериментальных исследований.

Технические характеристики:

- пять испытательных линий DN 150, 200, 300, 400, 500,
- рабочая среда: природный газ,
- диапазон расходов: от 32 до 16000 м<sup>3</sup>/ч,
- давление рабочей среды: 5,5 – 7,5 МПа,
- диапазон температур рабочей среды: от +5 до +50 °С,
- предел допустимой относительной погрешности: не более 0,3%.

Первый пусковой комплекс УРМЦ с возможностью поверки и испытания расходомеров и счетчиков газа диаметром от 80 до 400 мм был аккредитован на право поверки средств измерения в 2008 году, как Государственный центр испытаний средств измерения - в 2009 году. В 2011 году сдан в эксплуатацию второй пусковой комплекс УРМЦ, на котором, после проведенной аккредитации, может проводиться поверка расходомеров и счетчиков газа уже с диаметром: 500, 700 и 1000 мм. В настоящий

момент проектируется для УРМЦ третий пусковой комплекс, на котором будут проходить поверку расходомеры, счетчики газа всего типоряда по давлению газа от 0,6 МПа до 7,5 МПа, будут размещены специальные первичные эталоны расхода газа России, а также созданы испытательные установки по формированию различных потоков газа для научно-исследовательских целей.

**2. Установка расходомерная СПУ-ПГ-2М** (рис. 6, г. Ростов-на-Дону).



Рис. 6. Установка расходомерная СПУ-ПГ-2М

Установка предназначена для проведения первичных и периодических поверок расходомеров и счетчиков газа промышленного и коммунально-бытового назначения (турбинных, ротационных, мембранных, ультразвуковых, термоанемометрических, вихревых, а также комплексов на базе сужающих устройств). Имеет три линии поверки счетчиков, комплект критичных сопел и узлов их крепления. Рабочая среда – природный газ по ГОСТ 5542-87, что позволяет поверять приборы в той среде, для учета которой они используются. Диапазон расходов: от 12 до 16000 м<sup>3</sup>/ч, избыточное давление рабочей среды: не более 6 бар, диапазон температур рабочей среды: от +10 до +50°С, диапазон условного прохода поверяемых счетчиков: от 50 до 250 мм, предел допустимой относительной погрешности: не более 0,3%.

**Установка Боярского метрологического центра** (рис. 7, г. Боярка, Метрологический центр НАК «Нафтогаз України»).

Заканчивается комплектация и наладка оборудования. Имеет один из самых точных эталонов в мире. Имеет установку поверки соплами критического истечения, эталон колокольного типа, поршневую установку.



Рис. 7. Установка Боярского метрологического центра

Использование и сравнение результатов измерений систем различного принципа действия дает возможность уменьшить погрешность передачи физических величин и способствует единству измерений газа в различных странах с разными методами калибровки.

В установке используются:

- стенд №4 «Водограй»: поверка критических сопел, рабочий объем - 3,0 м<sup>3</sup>; расход - 1,6–250 м<sup>3</sup>/ч; давление - 6–46 бар; погрешность воспроизведения - < 0,1%;

- стенд №5 «Дзвін»: рабочая среда – газ, воздух; рабочий объем - 3,5 м<sup>3</sup>; расход – 4–400 м<sup>3</sup>/ч; давление – 0,1 МПа; погрешность воспроизведения - < 0,1%;

- стенд №1 «Сопілка»: рабочие эталоны – сопла, рабочая среда – газ, расход - 1,6–10000 м<sup>3</sup>/ч; давление – 3,7–4,6 МПа; погрешность воспроизведения - < 0,2%;

- стенд № 2 «Рута»: рабочие эталоны – роторные и турбинные счетчики; рабочая среда – воздух; расход - 1,0 – 24000 м<sup>3</sup>/ч; давление – 0,1 МПа; погрешность воспроизведения - < 0,2%;

- стенд № 3 „Плай» и стенд №3-а «Трембіта»: рабочие эталоны – роторные, турбинные и ультразвуковые счетчики; рабочая среда – природный газ; расход - 4,0 – 60000 м<sup>3</sup>/ч при давлении – 4 МПа и 4 – 16000 м<sup>3</sup>/ч при давлении 7,5 МПа; погрешность воспроизведения - < 0,2%;

- комплекс мобильных эталонов:

- образцовый роторный эталон (расход - 4,0 – 400 м<sup>3</sup>/ч, давление – 0,1 - 8 МПа, Ду 100, 1 шт.);

- образцовый турбинный эталон (расход - 400 – 2000 м<sup>3</sup>/ч, давление – 0,1 - 8 МПа, Ду 200, 2 шт.);

- образцовый турбинный эталон (расход - 1600 – 8000 м<sup>3</sup>/ч, давление – 0,1 - 8 МПа, Ду 400, 1 шт.); сопла критического истечения (максимальный расход 1600 м<sup>3</sup>/ч, давление - 4,0 МПа).

В настоящее время ни один из эталонов не аттестован и не введен в эксплуатацию.

**Установка РПДУ-41ПГ** (рис. 8, ОАО «Днепрогаз», г. Днепрпетровск).



Рис. 8. Установка РПДУ-41ПГ

Поршневая дискретно-динамичная установка для точного воспроизведения и измерения расхода природного газа под высоким давлением, калибровки и поверки промышленных расходомеров прямым методом. Диапазон измерения расхода – 2,5 – 10000 м<sup>3</sup>/ч; рабочее давление – 2,5–16 бар; погрешность воспроизведения - ±0,1-0,2%. В настоящее время находится в стадии реконструкции.

**Установка ОАО «Ивано-Франковскгаз»** (рис. 9).



Рис. 9. Установка ОАО «Ивано-Франковскгаз»

Установка испытательной лаборатории с метрологическим статусом калибровочной для счетчиков природного газа. Предназначена для калибровки счетчиков в диапазоне расходов - 0,65 – 2500 м<sup>3</sup>/ч с погрешностью ±0,33% при абсолютном давлении – 0,1 – 0,2 МПа, и погрешностью ±0,35% при абсолютном давлении 0,2 – 0,6 МПа. В состав установки входят четыре роторных рабочих эталона (с расходами: 0,65 - 16 м<sup>3</sup>/ч, 6 – 65 м<sup>3</sup>/ч, 40 – 400 м<sup>3</sup>/ч 100 – 1000 м<sup>3</sup>/ч) и один турбинный рабочий эталон (диапазон расходов 250т – 2500 м<sup>3</sup>/ч).

Обобщенные результаты обзора и анализа приведены в табл. 1.

Результаты обзора и анализа  
существующих подобных установок и стендов

№	Испытательный стенд, установка	Погрешность установки, стенда, %	Класс точности поверяемых счетчиков, %	Максимальный воспроизводимый расход, м <sup>3</sup> /ч
1	СПУ-ПГ-2М	0,3	1,0	16000
2	Уральский метрологический центр	0,3	1,0	10000
3	Установка Боярского метрологического центра	0,1 – 0,2	0,3 – 0,5	10000 (не введена в эксплуатацию)
4	РПДУ-4ПГ	0,1 – 0,2	0,3 – 0,5	3000 (не введена в эксплуатацию)
5	ПАО Ивано-Франковскгаз	0,33	1,0	2500

### Выводы

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Установок и стендов, обеспечивающих калибровку (поверку) счетчиков и расходомеров диаметром 300 мм и более, в Украине нет. В то же время, производителями разрабатываются и внедряются в производство счетчики больших калибров (DN  $\geq$  400 мм) с максимальными расходами до 16000 м<sup>3</sup>/ч.

2. Установок и стендов, обеспечивающих калибровку (поверку) счетчиков и расходомеров на рабочей среде «природный газ» при рабочих давлениях, т.е., в условиях, максимально приближенных к рабочим, в стране практически также нет. Для калибровки (поверки) на природном газе счетчиков, предназначенных для коммерческого учета, в Украине существует единственная аттестованная калибровочная установка, обеспечивающая воспроизведение и передачу единицы расхода до 2500 м<sup>3</sup>/ч включительно.

3. В настоящее время метрологическая база для поверки счетчиков в рабочих условиях нуждается в дальнейшем развитии.

### Список литературы

1. Власюк Я.М. Усовершенствование средств и нормативной документации для метрологического обеспечения узлов учета природного газа / Я.М. Власюк. – Дисс. ... канд. техн. наук. – Ивано-Франковск, 2012. – 188 с.
2. Стеценко А.А. Проблемы метрологического обеспечения ультразвуковых счетчиков газа / А.А. Стеценко // Материалы конференции «Измерения. Качество. Безопасность». – Екатеринбург : УНИИМ, 2012. – С. 48-50.
3. Стеценко А.А. Состояние метрологической базы в Украине по поверке счетчиков газа на рабочей среде «природный газ» при рабочих давлениях / А.А. Стеценко // Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы метрологического обеспечения учета жидкостей и газов». – Казань ВНИИР, 2012. – С. 23-24.

Поступила в редколлегию 3.04.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.М. Безрук, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

### ОГЛЯД СТЕНДІВ КАЛІБРУВАННЯ ГАЗОВИХ ЛІЧІЛЬНИКІВ НА РОБОЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ «ПРИРОДНІЙ ГАЗ» В КРАЇНАХ СНГ

А.А. Стеценко, І.В. Руженцев, Ю.С. Глова, С.Д. Недзельський

*В роботі проведено огляд та аналіз технічних і метрологічних характеристик установок та стендів, що призначені для повірки і калібрування лічильників на середовищі «природний газ» при високих робочих тисках.*

**Ключові слова:** *стенди калібрування, повірочні установки, лічильники газу, метрологічні характеристики, підвищення точності, похибки вимірювань, витрата газу.*

### OVERVIEW THE CALIBRATION STANDS OF GAS METERS ON THE WORKING ENVIRONMENT «NATURAL GAS» IN THE COUNTRIES OF INDEPENDENT STATES

A.A. Stetsenko, I.V. Ruzhentsev, Yu.S. Glova, S.D. Nedzelskiy

*In the work a review and analysis of technical and metrological characteristics of plants and stands intended for testing and calibration of meters on the environment "natural gas" at high operating pressures.*

**Keywords:** *stands calibration, calibration settings, gas and metrological characteristics, improve accuracy, measurement error, the gas flow.*