

УДК 623.004.67

А.М. Науменко, Л.Д. Почтаренко

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ГАЗІВ ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІГРОМЕТРІЇ

*В статті досліджуються методи вимірювання і контролю газових середовищ, що являється актуальною задачею як сучасних наук, так і різних галузей народного господарства. Розглянуті питання метрологічного забезпечення приладів для визначення вологовмісту при високих та низьких тисках, а також в технологічних газах, що містять домішки вуглеводів.*

**Ключові слова:** гігрометр; точка роси; вологість.

### Вступ

**Постановка задачі.** Вимірювання вологості технологічних газів, які містять домішки вуглеводів, являється актуальною задачею, особливо в нафтовій та газовій галузях промисловості. Визначення температури точки роси в таких газах призводить до деяких змін результатів вимірювання внаслідок впливу домішок вуглеводів на температуру точки роси вологи.

**Аналіз літератури** В відомій літературі [1 – 3] визначаються теоретичні та практичні основи застосування вимірювання вологості в газах, методи та засоби гігрометрії.

**Метою статті** є проведення аналізу існуючих методів визначення вологості, надання класифікації приладів гігрометрії та їх метрологічне забезпечення.

### Основний матеріал

Автоматичний гігрометр на охолоджену дзеркалі на основі безперервного контролю вважається одним з найбільш точних і надійних інструментів виміру вмісту водяної пари в газі. За останніх 30 років був настільки вдосконалений, що тепер з його допомогою можна вимірювати точки роси/інею - в діапазоні 80°C до +85°C (це від менше 500 долею водяної пари на мільярд до більш декількох сотень тисяч доль на мільйон при атмосферному тиску) з точністю +/- 0.2°C. Виробники упродовжили безліч новинок в області електроніки і сенсорної технології для розширення можливостей гігрометрів на охолоджену дзеркалі. Ці гігрометри на охолоджену дзеркалі можна використовувати в різних газах, а також там, де використовуються досить «брудні» гази, їдкі, що містять

шкідливі компоненти. Були розроблені такі новинки як: з'ємні дзеркала, які є досягненням в області компенсації розчинних забруднень для гігрометрів на охолоджену дзеркалі, що виходить за межі звичайних схем автоматичного балансування.; цифровий контроль DIGILOOP – дає швидкий відгук, стабільність, роботу без дрейфу нуля. Вони застосовуються від лабораторій по калібруванню до «брудного» промислового середовища. Датчики на охолоджену дзеркалі серії Dew-10 та датчики 1311dr і 1311xr є єдиними датчиками з 4 і 5-ступінчастими системами термоелектричного охолодження, що дозволяють охолоджувати датчик на 105°C і 112°C відповідно (при температурі навколишнього повітря 25°C). Це взаємозамінні датчики, які можуть бути в декілька секунд приєднані до будь-якого електронного приладу без повторного калібрування і втрат точності. У конструкції датчиків використовують вбудовану оптику і модель внутрішньої порожнини, а також модульну оптику і агрегати, що охолоджують, для полегшення заміни. Спектральна промислова система точки роси – це перший гігрометр на охолоджену дзеркалі, створений спеціально для промислового вживання. Він має властивості постійного і періодичного цифрового контролю, 3-ступінчасту конструкцію, захисну упаковку і багато інших передових властивостей, об'єднаних в повністю інтегровану систему. Однією з основних проблем в гігрометрії сьогодні є відсутність стандартизованих табличних залежностей для перерахунку одних одиниць вологості в інші, що засновані на параметрах водяного пару. В різних країнах види існуючих залежностей значно розрізняються, що веде до не точної інтерпретації отриманих результатів ви-

мірювання приладами різних виробників. В якості орієнтиру можна прийняти широко розповсюджені в європейських країнах уточнені в 1990р. залежності Д. Зонтага.

Актуальними являються вимірювання вологості при високих тисках газу. Завдання вимірювання вологості в газах в таких умовах виникають в нафтогазовій промисловості, пневматичних системах різного призначення та ін. В даний час область гігromетрії для тисків вище 10МПа метрологічно не забезпечена. Результати експериментальних досліджень показують, що реальна поведінка газу в таких умовах найбільш відхиляється від теоретично прогнозованого, що робить неможливим градування приладу при нормальних тисках з екстраполяцією результатів на більш високі тиски. Тим не менш росте парк гігromетрів, які виконують вимірювання в таких умовах, це означає, що росте актуальність проведення наукових досліджень, які спрямовані на розробку та створення засобів метрологічного забезпечення для області гігromетрії високих тисків, в тому числі, уточнення формул та таблиць перерахунку показників вологості на різні тиски. Це потребує рішення задачі створення еталону вологості для високих тисків газу, що призначений як для перевірки робочих засобів вимірювання, так і для наукових досліджень.

Зокрема актуальною задачею являється вимірювання вологості в технологічних газах, які містять домішки вуглеводів особливо в нафтовій та газовій галузях промисловості. Визначення температури точки роси в таких газах призводить до деяких змін результатів вимірювання внаслідок впливу домішок вуглеводородів на температуру точки роси вологи.

Для врахування впливу домішок вуглеводів на вимірюючу величину вологості необхідно провести попередні експериментальні дослідження кожного конкретного технологічного газу по визначенню поправочної залежності на вплив домішок вуглеводородів. Також важлива задача створення гігromетрів, які дозволяють проводити одночасні вимірювання вмісту вологи та вуглеводородів в даних технологічних газах.

Інший напрямок розвитку гігromетрії – метрологічне забезпечення області наднизького вологовмісту. Як показано вище, контроль вологості на рівні менш 1ppm має бути забезпечений в високотехнологічних процесах. Для створення та метрологічного забезпечення гігromетрів, які дозволяють проводити такі вимірювання, необхідне створення еталона вологості для даного діапазону. Ця задача, не дивлячись на актуальність, все ще залишається не вирішеною. В ряді національних лабораторій європейських країн ведуться розробки даного еталону, який переважно використовує або метод фазового врівноваження, або змішаний метод двох тисків-двох температур.

Нарешті, важливо відмітити проблему забезпечення надійності та стабільності існуючих ємнісних та резистивних гігromетрів, переважно вітчизняних. Вплив умов вимірювання, таких як швидкість потоку аналізованого газу, вмісту домішок, в тому числі масла та пилу, головним чином визначають стабільність характеристик датчиків вологості.

## Висновок

Таким чином, необхідно удосконалення як датчиків вологості, що направлене на підвищення їх стабільності, так і удосконалення систем відбору газової проби та систем фільтрації і осушення. Крім того, гігromетри повинні надавати можливість корекції своїх градувальних характеристик, що дозволить збільшити термін служби та удосконалити їх метрологічне забезпечення.

## Список літератури

1. Берлінер М.А. Измерение влажности / М.А. Берлінер. – М.: Энергия, 1993. – 400 с.
2. Берлінер М.А. Задачи и тенденции развития гигрометрии / М.А. Берлінер //Измерительная техника. – 1992. – №9. – С. 24-27.
3. ГОСТ 8.547-86 Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений относительной влажности газов. – М.: Издательство стандартов, 1996.

Надійшла до редколегії 26.05.2010

Рецензент: канд. техн. наук, доцент В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ГАЗОВ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИГРОМЕТРИИ

А.Н. Науменко, Л.Д. Почтаренко

*В статье исследуются методы измерения и контроля газовых сред, которые являются актуальной задачей как современных наук, так и различных отраслей народного хозяйства. Рассмотрены вопросы метрологического обеспечения приборов для определения влагосодержания при высоких и низких давлениях, а также в технологических газах, что имеют добавки углеводородов.*

**Ключевые слова:** *гигрометр; точка росы; влажность.*

## RESEARCH OF MEASURING METHODS OF GASES HUMIDITY AND METROLOGY PROVIDING OF HYGROMETRY

A.N. Naumenko L.D. Pochtarenko

*In the article methods are probed measuring and control of gas environments of, which is a problem task both modern sciences and different industries of national economy. The questions of the metrology providing of devices are considered for determination of humidity at high and low pressures, and also in technological gases which contain the admixtures of carbonhydrates.*

**Keywords:** *hygrometer, point of dew, humidity.*