

ТЕОРІЯ І ТЕХНІКА ВИМІРЮВАНЬ

УДК 681.121.89

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ МІСТКОСТІ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТРУБКИ ПЛІВКОВОГО ВИТРАТОМІРА

© Стасюк І.Д., 1999

ДУ "Львівська політехніка", кафедра "Автоматизація теплових та хімічних процесів"

The method of determination of capacity of measuring tube for film flowmeter, allowing raise accuracy of metrological ensuring of flowmeters for small and micro flowrate of gases is described in given article.

Під час проведення метрологічної атестації і періодичних перевірок плівкових витратомірів, які застосовуються в різних галузях для вимірювання малих і мікровитрат газів, і взірцевого витратомірного устаткування, створюваного на базі плівкового методу вимірювання, треба з високою точністю визначити місткість вимірювальної трубки (ВТ) – їх основного складового елемента.

Рекомендовані стандартами [1,2] методики не забезпечують необхідної точності визначення місткості ВТ, заданої вимогами до точності вимірювання плівкових витратомірів (основна відносна похибка не повинна перевищувати $\pm 0,25\%$).

У статті розглянута методика визначення місткості ВТ для плівкових витратомірів [3], яка дозволяє усунути деякі складові похибки, характерні для методик [1,2]. Крім того, особливість даної методики полягає ще й в тому, що місткість ВТ визначається із врахуванням об'єму плівкоутворюючого розчину (ПР), який налипає на стінках її внутрішньої порожнини, що дозволяє суттєво підвищити точність визначення місткості ВТ. Для цього необхідно поміряти масу дистильованої води, заміщеної газом, об'єм якого дорівнює об'єму внутрішньої порожнини каліброваної ділянки ВТ, обмеженої двома її крайніми поділками. Стінки внутрішньої порожнини ВТ перед цим добре змочують ПР за допомогою багаторазового пропускання плівки через ВТ до повного проходження плівкою каліброваної ділянки ВТ. За масою m заміщеної дистильованої води і її густиною ρ при температурі вимірювання T обчислюють об'єм заміщеної води, а отже, місткість ВТ з врахуванням налипання ПР на стінках її внутрішньої порожнини. Місткість V_p ВТ при температурі вимірювання T обчислюють за формулою:

$$V_p = m/\rho \quad (1)$$

Схема пристрою для визначення місткості ВТ із врахуванням об'єму ПР, який налипає на стінках її внутрішньої порожнини, зображена на рисунку.

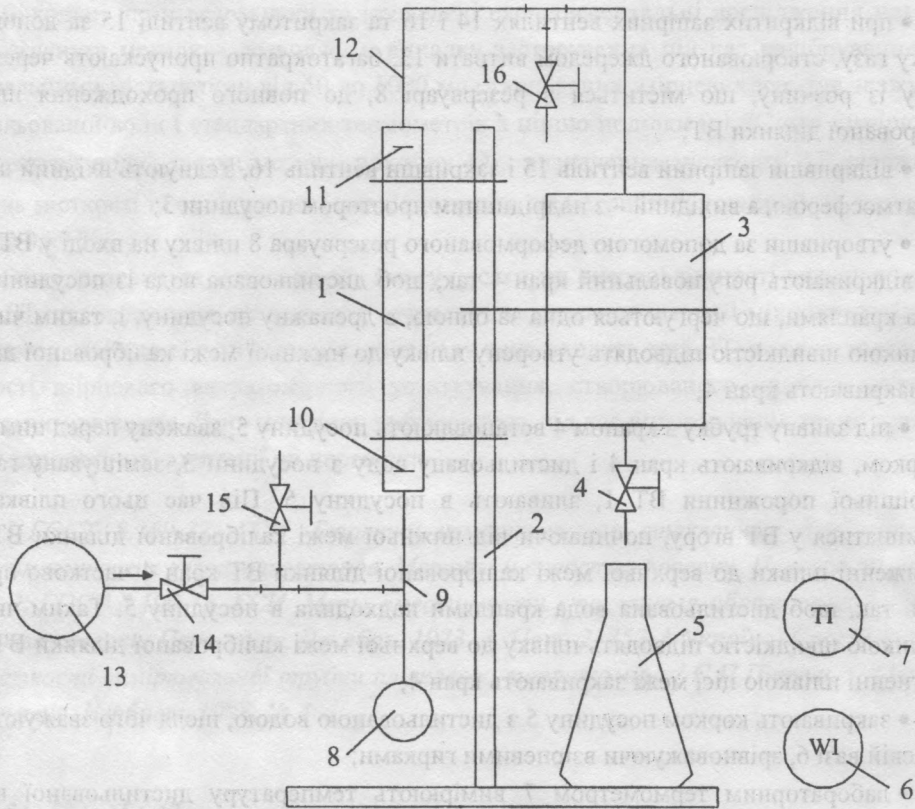


Схема пристрою для визначення місткості
вимірювальної трубки плівкового витратоміра

Пристрій для визначення місткості ВТ плівкового витратоміра складається з вимірювальної трубки 1, вертикально закріпленої на штативі 2, допоміжної посудини 3 з регулюючим краном 4 на лінії стоку і наповненої дистильованою водою, колби 5, зразкової ваги з набором зразкових гирок 6, зразкового термометра 7, деформованого резервуара 8, заповненого ПР і з'єднаного за допомогою скляного трійника 9 з нижнім штуцером ВТ 1. Місткість каліброваної ділянки ВТ 1 обмежена нижньою 10 і верхньою 11 граничними поділками. Місткість допоміжної посудини 3 повинна перевищувати місткість ВТ 1. Для з'єднання ВТ 1 з допоміжною посудиною 3 служить трубка 12. Для з'єднання нижньої частини ВТ 1 з джерелом витрати газу 13 або з атмосферою служать запірні вентилі 14 і 15, а для з'єднання її верхньої частини з допоміжною посудиною 3 або з атмосферою – запірний вентиль 16.

Алгоритм визначення місткості ВТ із врахуванням налипання ПР на стінках її внутрішньої порожнини такий:

- ВТ 1 спочатку промивають содою, а потім дистильованою водою;
- готують ПР, яким заповнюють деформований резервуар 8;
- збирають вимірювальну схему згідно з рисунком;
- пристрій для визначення місткості ВТ перевіряють на герметичність під надлишковим тиском 5 кПа;

- при відкритих запірних вентилях 14 і 16 та закритому вентилі 15 за допомогою потоку газу, створеного джерелом витрати 13, багаторратно пропускають через ВТ 1 плівку із розчину, що міститься в резервуарі 8, до повного проходження плівкою каліброваної ділянки ВТ;

- відкривши запірний ventиль 15 і закривши ventиль 16, з'єднують вхідний штуцер ВТ з атмосферою, а вихідний – з надідинним простором посудини 3;

- утворивши за допомогою деформованого резервуара 8 плівку на вході у ВТ, частково відкривають регулювальний кран 4 так, щоб дистильована вода із посудини 3 витікала краплями, що чергуються одна за одною, в дренажну посудину, і, таким чином, з невеликою швидкістю підводять утворену плівку до нижньої межі каліброваної ділянки ВТ і закривають кран 4;

- під зливну трубку з краном 4 встановлюють посудину 5, зважену перед цим разом із корком, відкривають кран 4 і дистильовану воду з посудини 3, заміщувану газом із внутрішньої порожнини ВТ 1, зливають в посудину 5. Під час цього плівка буде переміщатися у ВТ вгору, починаючи від нижньої межі каліброваної ділянки ВТ. При наближенні плівки до верхньої межі каліброваної ділянки ВТ кран 4 частково прикривають так, щоб дистильована вода краплями надходила в посудину 5. Таким чином з невеликою швидкістю підводять плівку до верхньої межі каліброваної ділянки ВТ і при досягненні плівкою цієї межі закривають кран 4;

- закривають корком посудину 5 з дистильованою водою, після чого зважують її на взірцевій вазі 6, зрівноважуючи взірцевими гирками;

- лабораторним термометром 7 вимірюють температуру дистильованої води в посудині 3;

- за різницею результатів зважування посудини 5 з дистильованою водою і без води визначають масу дистильованої води, заміщеної об'ємом газу, який дорівнює об'ємові каліброваної ділянки ВТ з врахуванням налипання ПР на стінках внутрішньої порожнини ВТ;

- за формулою (1) обчислюють місткість ВТ в умовах вимірювання з врахуванням налипання ПР на стінках ВТ;

- спостереження місткості ВТ з врахуванням налипання ПР на її стінках повторюють одинадцять раз ($n = 11$);

- обчислюють значення місткості ВТ з врахуванням налипання ПР на її стінках при нормальній температурі ($T_H = 293,15 \text{ K}$) за формулою:

$$V_H = V_P \cdot (1 \pm \beta \cdot \Delta T), \quad (2)$$

де β – об'ємний коефіцієнт розширення матеріалу ВТ (скла); ΔT – різниця температур робочої і нормальної;

- результат вимірювання місткості ВТ визначають за формулою:

$$\bar{V}_H = \left(\sum_{i=1}^n V_{H_i} \right) / n, \quad (3)$$

де V_{H_i} – результат i -го спостереження місткості ВТ при нормальній температурі.

Виконані нами розрахунки та проведені експериментальні дослідження показали, що розглянута методика дозволяє (у випадку застосування під час калібрування ВТ з номінальними місткостями від 50 до 1000 мл стандартних взірцевих ваг для зважування дистильованої води і стандартних термометрів з ціною поділки $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ для вимірювання температури води) звести межу похибки Θ_v визначення місткості ВТ залежно від значень місткості і їх виконання (співвідношення геометричних розмірів) до значень від 0,04 до 0,09 %.

Отже, розглянута методика дає змогу досягнути високої точності визначення місткості ВТ, що забезпечує підвищення точності вимірювання малих і мікровитрат газів за допомогою плівкових витратомірів, до складу яких входять такі ВТ, а також підвищення точності взірцевого витратомірного устаткування, створюваного на базі плівкового методу вимірювання. Дану методику застосовують під час виготовлення таких пристроїв та їх метрологічної атестації чи перевірки.

1. ГОСТ 8.269-77. ГСИ. Бюретки измерительные стеклянные для химических неавтоматических газоанализаторов. Методы и средства поверки. Переиздат. Ноябрь. 1977. 2. ГОСТ 8.100-73. ГСИ. Меры вместимости стеклянные образцовые. Методы и средства поверки. Переиздат. Декабрь. 1973. 3. Пат. 23852 А Україна. Спосіб визначення місткості вимірювальної трубки плівкового витратоміра / Є.П.Пістун, І.Д.Стасюк. Открытия. Изобрет. 1998. № 4.

УДК 543.271: 681.12

РОБОЧА РІДИНА ПЛІВКОВОГО ВИТРАТОМІРА

© Теплюх З.М., Парнега О.З., 1999

ДУ "Львівська політехніка", кафедра "Автоматизація теплових та хімічних процесів"

This article contains the results of investigations and review of filmformer compositions for film flowmeters.

Для вимірювання мікровитрат газів у лабораторній практиці використовують в основному плівкові витратоміри. При цьому як робочу рідину для утворення плівки часто застосовують водні розчини мила (шампуню) [1,2,3]. Проте, як показують дослідження [4], використання такої робочої рідини часто призводить до недопустимо великих похибок вимірювання. Так, лише за рахунок випаровування води витрата досліджуваного газу може бути завищена на декілька відсотків. Це пов'язано з тим, що досліджуваний газ контактує з великою поверхнею робочої рідини (приблизно до $0,1\text{ м}^2$), а саме – з дзеркалом рідини в резервуарі, змоченими стінками вимірювальної бюретки і нижньою поверхнею рухомої плівки. При атмосферному тиску і температурі газу $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ насичення газу паром води до відносної вологості $\varphi = 65\%$ призводить до збільшення його об'єму на 2 %, а зволоження до повного насичення ($\varphi = 100\%$) – на 3,3 %. Для зменшення впливу вказаного чинника як розчинники поверхнево-активної речовини (ПАР) слід використовувати рідини з вищою температурою кипіння, ніж у