

Корисна модель стосується вимірювань і може бути використаний у всіх галузях народного господарства, зокрема в газовій промисловості, для приготування високоточних (еталонних) парогазових сумішей, які потрібні під час метрологічного калібрування та повірювання (атестування) гігрометрів.

Відомо, що під час проведення метрологічного калібрування та повірювання (атестування) гігрометрів необхідно мати певні задані значення вологості парів рідини у газовому середовищі. Більше того, вологість парів рідини має бути приготована з наперед відомою точністю визначення, і ця точність має відповідати вимогам повірки чи атестації гігрометра. Але ця точність визначення у свою чергу залежить від точності того гігрометра, яким вимірюють вологість парів рідини у газі. При цьому, відомо, що усі гігрометри, які сьогодні застосовують для оцінки якості природного газу з погляду на його вологовміст, вимірюють фізичну величину у вигляді значення температури точки роси, за яким далі з застосуванням спеціальних таблиць розраховують відносну вологість чи вологовміст газу. Тобто у такому випадку визначення вологовмісту газу проводять шляхом непрямого розрахунку через попереднє визначення температури точки роси. Крім того, сам метод визначення температури точки роси є недостатньо точним і таким, що залежить від багатьох факторів, які накладають певні обмеження на його застосування. Зокрема, різниця між значенням, яке виміряно гігрометром, і фактичним значенням точки роси тим істотніше, чим вище концентрація парів домішних складових (спирта, тяжких вуглеводів і т.і.) в газі і чим сухіше газ.

Із технічної літератури відомий спосіб градування точки роси природних газів, за яким приготують калібровану парогазову суміш із відомим вологовмістом парів рідини (води) змішуванням потоків інертних газів - сухого та насиченого парами рідини (води) - з утворенням потоку парогазової суміші із приготовленим вологовмістом парів рідини (води), подають парогазову суміш до гігрометра та будують градувальну характеристику гігрометра для діапазону концентрацій парів рідини (води) у природному газі. Тобто за цим технічним рішенням визначення вологовмісту газу проводять шляхом непрямого розрахунку через попереднє визначення температури точки роси гігрометром [1].

Даний спосіб градування точки роси природних газів як і спосіб приготування каліброваних парогазових сумішей із відомим вологовмістом парів рідини, що заявляється, включає змішування потоків інертних газів - сухого та насиченого парами рідини (води) - з утворенням потоку парогазової суміші із приготовленим вологовмістом парів рідини (води). Однак те, що визначення вологовмісту газу проводять шляхом непрямого розрахунку через попереднє визначення гігрометром температури точки роси знижує точність калібрування величини вологовмісту парів рідини у парогазовій суміші.

Найбільш близьким за технічною суттю до корисної моделі, вибраним як прототип, є відомий з патентної документації спосіб градування гігрометром точки роси природних газів і пристрій для його здійснення, який полягає у тому, що змішують потоки інертних газів - сухого та насиченого парами рідини (води) - з утворенням потоку парогазової суміші із приготовленим вологовмістом парів рідини (води), подають розбавлений вологий газ у гігрометр і будують градувальні характеристики. При цьому розбавляють вологий газ вихідним сухим інертним, по крайній мірі, до подвоєного значення потрібної концентрації. Насичують вихідний сухий інертний газ парами спирта або важкого вуглеводню, розбавляють цю суміш вихідним сухим інертним газом, по крайній мірі, до подвоєного значення потрібної концентрації та направляють її в потік вологого розбавленого газу в кількості, що дорівнює кількості додаткового потоку вихідного інертного газу, перекиваючи останній. Спосіб здійснюють за допомогою пристрою, який вміщує гігрометр та, зв'язані між собою, сатуратор для води і камеру розбавлення, що за допомогою ротаметрів і дроселів з'єднані з джерелом вихідного інертного газу. Тобто за прототипом визначення вологовмісту газу проводять шляхом непрямого розрахунку через попереднє визначення температури точки роси гігрометром [2].

Даний спосіб градування точки роси природних газів як і спосіб приготування каліброваних парогазових сумішей із відомим вологовмістом парів рідини, що заявляється, включає змішування потоків інертних газів - сухого та насиченого парами рідини (води) - з утворенням потоку парогазової суміші із приготовленим вологовмістом парів рідини (води). Однак те, що визначення вологовмісту газу проводять шляхом непрямого розрахунку через попереднє визначення гігрометром температури точки роси, при цьому не стабілізують абсолютний тиск інертного сухого газу і температуру у камері приготування парогазової суміші, знижує точність калібрування величини вологовмісту парів рідини у парогазовій суміші.

В основу корисної моделі поставлена задача у способі приготування каліброваних парогазових сумішей із відомим вологовмістом парів рідини шляхом застосування прямого розрахунку відносної вологості парів рідини у парогазовій суміші при забезпеченні стабілізації абсолютного тиску інертного сухого газу і температури у камері приготування парогазової суміші, забезпечити підвищення точності калібрування величини вологовмісту парів рідини у парогазовій суміші.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у способі приготування каліброваних парогазових сумішей із відомим вологовмістом парів рідини, що як і прототип характеризується змішуванням потоків інертних газів - сухого та насиченого парами рідини (води) - з утворенням потоку парогазової суміші із приготовленим вологовмістом парів рідини, згідно з корисною моделлю відносну вологість парів рідини у парогазовій суміші із приготовленим вологовмістом парів рідини визначають з допомогою електронного пристрою аналого-цифрової обробки сигналів шляхом прямого розрахунку, без попереднього визначення точки роси, за формулою, яка встановлює залежність відносної вологості парів рідини у парогазовій суміші із приготовленим вологовмістом парів рідини від поточних фізичних величин температури, тиску і витрати газу, що отримують прямим вимірюванням за робочих умов, та від величин, що отримують за даними діючих нормативних документів, при цьому інертний сухий газ подають в камеру приготування парогазової суміші через стабілізатор абсолютного тиску, за допомогою якого абсолютний тиск інертного сухого газу постійно стабілізують на рівні (100-200)кПа, а у камері приготування парогазової суміші за допомогою стабілізатора температурного поля постійно стабілізують температуру на рівні (20-25)°C.

Технічний результат, якого можна досягти при використанні корисної моделі, полягає в тому, що забезпечується підвищення точності калібрування величини вологовмісту парів рідини у парогазовій суміші.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак корисної моделі та технічним результатом простежується в тому, що нові ознаки, які введені у спосіб приготування каліброваних парогазових сумішей із відомим вологовмістом парів рідини, а саме: визначення відносної вологості парів рідини у парогазовій суміші із приготовленим вологовмістом парів рідини з допомогою електронного пристрою аналого-цифрової обробки

сигналів шляхом прямого розрахунку, без попереднього визначення точки роси, за формулою, яка встановлює залежність відносної вологості парів рідини у парогазовій суміші із приготуванням вологовмістом парів рідини від поточних фізичних величин температури, тиску і витрати газу, що отримують прямим вимірюванням за робочих умов, та від величин, що отримують за даними діючих нормативних документів, подавання інертного сухого газу в камері) приготування парогазової суміші через стабілізатор абсолютного тиску, за допомогою якого абсолютний тиск інертного сухого газу постійно стабілізують на рівні (100-200)кПа, та постійне стабілізування температури температурного поля у камері приготування парогазової суміші за допомогою стабілізатора на рівні (20-25)°С при взаємодії з відомими ознаками, а саме: змішуванням потоків інертних газів - сухого та насиченого парами рідини (води) - з утворенням потоку парогазової суміші із приготуванням вологовмістом парів рідини, забезпечують підвищення точності калібрування величини вологовмісту парів рідини у парогазовій суміші.

Таке підвищення забезпечується оскільки визначення відносної вологості парів рідини у парогазовій суміші із приготуванням вологовмістом парів рідини з допомогою електронного пристрою аналого-цифрової обробки сигналів шляхом прямого розрахунку, без попереднього визначення точки роси, дозволяє уникнути застосування малоточного методу визначення точки роси, а стабілізування абсолютного тиску інертного сухого газу та температури температурного поля у камері приготування парогазової суміші дозволяє уникнути негативний вплив коливань цих фізичних параметрів.

На кресленні для пояснення роботи способу наведена система приготування каліброваних парогазових сумішей із відомим вологовмістом парів рідини.

Система у загальному вигляді вміщує камеру приготування парогазової суміші, до якої підключені три трубопроводи з двома потоками газів на вході і з одним потоком газу на виході, та електронний пристрій аналого-цифрової обробки сигналів. Перший потік газу на вході камери є потоком інертного сухого газу, а другий - потоком газу, насиченого парами рідини. На виході камери утворюється потік парогазової суміші із відомим вологовмістом парів рідини. У потоці інертного сухого газу його тиск стабілізується за допомогою стабілізатора абсолютного тиску. Камера приготування парогазової суміші обладнана системою стабілізування температури у камері. На всіх трьох трубопроводах встановлені запірні виконавчі механізми, за допомогою яких здійснюють перекривання (відкривання) газових потоків. Також у кожному з потоків встановлені вимірювальні первинні перетворювачі абсолютного тиску та температури і витратоміри-лічильники.

Запропонований спосіб приготування каліброваних парогазових сумішей із відомим вологовмістом парів рідини реалізується наступним чином.

Попередньо, використовуючи дані, відомі з чинних нормативних документів, в обчислювальний пристрій вводять і в ньому запам'ятовують значення густини інертного сухого газу за стандартних умов вимірювання $\rho_{с\text{ пр}}$ та густини парів рідини за стандартних умов вимірювання $\rho_{р\text{ пр}}$.

Підключають балон із сухим інертним газом, наприклад, гелієм, перевіряють герметичність системи. Відкривають виконавчий механізм 12, утворюючи потік інертного сухого газу, абсолютний тиск якого стабілізують за допомогою стабілізатора абсолютного тиску на рівні (100-200)кПа.

Далі проводять пряме вимірювання поточних фізичних величин тиску, температури та витрати газу за робочих умов у реальному часі під час яких при відкритих виконавчому механізмі 12 в потоці інертного сухого газу і виконавчому механізмі 13 в потоці парогазової суміші із приготуванням вологовмістом парів рідини та закритому виконавчому механізмі 14 в потоці інертного газу, насиченого парами рідини, інертний сухий газ подають в камеру приготування парогазової суміші. На вході в камеру за допомогою первинного перетворювача абсолютного тиску PI-1 вимірюють поточну фізичну величину абсолютного тиску інертного сухого газу P за робочих умов, за допомогою первинного перетворювача температури TI-2 вимірюють поточну фізичну величину його температури T за робочих умов, а за допомогою витратоміру FI-3 вимірюють поточну фізичну величину його об'ємної витрати Q_1 за робочих умов. Отримані дані P , T , Q_1 передають до електронного пристрою аналого-цифрової обробки сигналів, де їх запам'ятовують. Інертний сухий газ продувають через камеру приготування парогазової суміші, у якій за допомогою стабілізатора температурного поля постійно стабілізують температуру на рівні (20-25)°С.

На виході камери приготування парогазової суміші за допомогою первинного перетворювача абсолютного тиску PI-4 вимірюють поточну фізичну величину абсолютного тиску газу P_3 за робочих умов, за допомогою первинного перетворювача температури TI-5 вимірюють поточну фізичну величину температури газу T_3 за робочих умов, а за допомогою витратоміру FI-6 вимірюють поточну фізичну величину об'ємної витрати газу Q_3 за робочих умов. Отримані дані P_3 , T_3 , Q_3 теж передають до електронного пристрою аналого-цифрової обробки сигналів, де їх запам'ятовують. Поточні фізичні величини об'ємних витрат газу Q_3 на виході камери приготування парогазової суміші і інертного сухого газу Q_1 на її вході постійно зрівнюють. За умови рівності цих величин фіксують нульове (базове) калібрувальне значення відносної вологості парів рідини у парогазовій суміші із приготуванням вологовмістом парів рідини $\varphi_0=0$.

Після цього відкривають виконавчий механізм 14 в потоці інертного газу, насиченого парами рідини, на величину наперед заданого проценту відкриття, наприклад на 20%. В даному потоці на вході в камеру приготування парогазової суміші за допомогою первинного перетворювача абсолютного тиску PI-7 вимірюють поточну фізичну величину абсолютного тиску інертного газу, насиченого парами рідини P_2 за робочих умов, за допомогою первинного перетворювача температури TI-8 вимірюють поточну фізичну величину його температури T_2 за робочих умов, а за допомогою витратоміру FI-9 вимірюють поточну фізичну величину його об'ємної витрати Q_2 за робочих умов. Отримані дані також передають до електронного пристрою аналого-цифрової обробки сигналів, де їх запам'ятовують.

Потоки інертних газів - сухого та насиченого парами рідини - змішують з утворенням потоку парогазової суміші із приготуванням вологовмістом парів рідини у камері приготування парогазової суміші. В потоці газу на виході камери приготування парогазової суміші за допомогою первинного перетворювача абсолютного тиску PI-4 вимірюють поточну фізичну величину абсолютного тиску парогазової суміші із приготуванням вологовмістом парів рідини P_3 за робочих умов, за допомогою первинного перетворювача температури TI-5 вимірюють поточну фізичну величину температури парогазової суміші із приготуванням вологовмістом парів рідини T_3 за робочих умов, а за допомогою витратоміру FI-6 вимірюють поточну фізичну величину об'ємної витрати парогазової суміші

із приготуванням вологовмістом парів рідини Q_3 за робочих умов. Отримані дані P_3, T_3, Q_3 передають до електронного пристрою аналого-цифрової обробки сигналів, де їх запам'ятовують.

Далі, використовуючи залежності, відомі з чинних нормативних документів, і виміряні значення поточних фізичних величин, розраховують і запам'ятовують в електронному пристрої аналого-цифрової обробки сигналів значення густини насичення парами рідини інертного газу насиченого парами рідини за стандартних умов вимірювання ρ_{CHP} , абсолютних тисків насичених парів рідини в газі при температурі T_2 і T_3 - відповідно P_{HP2} і P_{HP3} , густин насичених парів рідини в газі при температурі T_2 і T_3 - відповідно ρ_{HP2} і ρ_{HP3} , коефіцієнта стискуваності K_{CG} інертного сухого газу при температурі T і абсолютному тиску P , коефіцієнта стискуваності K_{2CG} інертного сухого газу при температурі T_2 і абсолютному тиску, що дорівнює $(P_2 - P_{HP2})$, коефіцієнта стискуваності K_{2CG} інертного сухого газу при температурі T_3 і абсолютному тиску, що дорівнює $(P_3 - P_{HP3})$. Наприклад, для визначення абсолютного тиску насичених парів рідини в газі при різних температурах $P_{HP(t)}$ можна використати відому залежність:

$$P_{HP(t)} = \lg \frac{7,345 - 1809,85}{T_i - 33,72} \text{ кПа.}$$

А для визначення густини насичених парів рідини в газі при різних температурах $\rho_{HP(t)}$ можна використати відому залежність:

$$\rho_{HP(t)} = \lg \frac{4,723 - 1652,67}{T_i - 38,32} \text{ кг / м}^3.$$

де для обох випадків:

$$T_i = t_i + 273,15 \text{ К.}$$

За отриманими даними з допомогою електронного пристрою аналого-цифрової обробки сигналів визначають перше з чергових після нульового калібрувальне значення відносної вологості парів рідини у парогазовій суміші із приготуванням вологовмістом парів рідини Φ_1 , яке фіксують.

Цикл дій, який охоплює відкривання виконавчого механізму 14 в потоці інертного газу, насиченого парами рідини, на величину наперед заданого проценту відкриття, вимірювання фізичних величин, передавання отриманих даних до електронного пристрою аналого-цифрової обробки сигналів, де їх запам'ятовують і визначають чергове після першого калібрувальне значення відносної вологості парів рідини у парогазовій суміші із приготуванням вологовмістом парів рідини Φ , яке фіксують, повторюють наперед задану кількість разів при різних величинах, що зростає, наперед заданого проценту відкриття виконавчого механізму 14 в потоці інертного газу, насиченого парами рідини (другий раз, наприклад, при відкритті на 30%, третій - на 40% і т.д.).

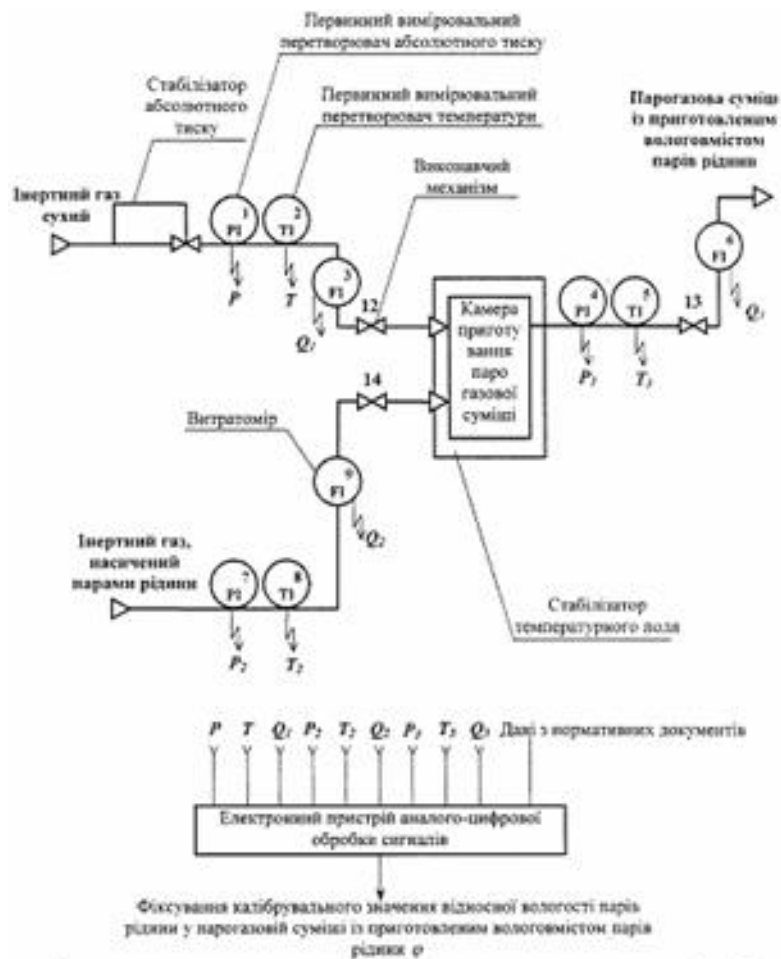
Для реалізації запропонованого способу можуть бути використані будь-які відомі пристрої та методи високоточного вимірювання тиску, температури та витрати газу, зокрема вимірювання абсолютного тиску газу можна здійснювати перетворювачами фірми Емерсон типу 3051 TA (100÷600кПа), а вимірювання температур - перетворювачами типу 3144 (-50°C ÷ +50°C) з HART протоколом. Для вимірювання витрати газу можна застосувати, наприклад, послідовно встановлені звужувальні пристрої (метод змінного перепаду тиску) і ультразвукові лічильники фірми «Інстромет» (Бельгія), або послідовно встановлені звужувальний пристрій, турбінний і вихоровий лічильники фірми «РМГ» (Німеччина) тощо. Стабілізація абсолютного тиску можна забезпечити за допомогою будь-якого відомого регулятора -стабілізатора абсолютного тиску серії CAT, а стабілізація температури температурного поля у камері приготування суміші - за допомогою класичної системи: водяного охолодження. У якості електронного пристрою аналого-цифрової обробки сигналів може бути застосований будь-який з тих, що застосовують у сучасних системах автоматичного керування. Відомо, що такі пристрої можуть бути реалізовані на базі, зокрема, універсальних мікропроцесорів (наприклад, сімейства UltraSPARC або інших), мікроконтролерів (наприклад, восьмирозрядних сімейства MCS-51 чи сімейства AVR фірми Atmel, або інших), універсальних обчислювальних машин чи комп'ютерів тощо. Фіксування калібрувального значення відносної вологості парів рідини у парогазовій суміші із приготуванням вологовмістом парів рідини Φ можна здійснювати в електронному вигляді, у вигляді печатного документу (протоколу), у вигляді зображення на моніторі тощо.

Щодо нормативних документів, за даними яких для реалізації способу треба визначати певні величини, то для визначення абсолютного тиску насичених парів рідини в газі при різних температурах $P_{HP(t)}$, густини насичених парів рідини в газі при різних температурах $\rho_{HP(t)}$ і коефіцієнта стискуваності інертного сухого газу K_{CG} при температурі T і абсолютному тиску P сухого газу застосовують чинні ГОСТ 30319.1-97 та методики AGA8-92DC, GERG-88, а для визначення густин парів рідини ρ_{CHP} та інертного сухого газу ρ_C за стандартних умов вимірювання - РД50-2213-80, додаток 21, с.241-243, згідно з яким густина парів води, зокрема, дорівнює 0,7496кг/м³.

Таким чином, наведені відомості підтверджують можливість реалізації цієї корисної моделі і її промислової придатності. Експериментальна перевірка способу на вимірювальних пунктах газотранспортної системи України виявила його значну ефективність у питанні підвищення точності калібрування величини вологовмісту парів рідини у парогазовій суміші.

Джерела інформації:

1. Халиф А.Л. и др. Приборы для определения влажности природного газа. М., ИПЦ Газпром, 1995г., стр.38-39.
2. Патент №2205389 C2, RU, 2003.05.27, Бюл. №15, G01N25/66, G01N9/36.



Система приготовления калиброванных парогазовых смесей
из известным влаговлажным парам жидкости

Fig. 1