

УДК 611.12:532.575

## КОНТРОЛЬ ВОЛОГОСТІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ НА ОБ'ЄКТАХ ГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

© Гордієнко І. А., 2003

ДК "Укртрансгаз" НАК "Нафтогаз України"

*Аналізуються результати випробувань вологомірів різних типів на об'єктах дочірних підприємств "Львівтрансгаз", "Прикарпаттрансгаз" та дається заключення щодо можливості застосування вологоміра типу "Аметек-5000" на газовимірних станціях між РАО "Газпром" та ДК "Укртрансгаз" НАК "Нафтогаз України".*

Серед багатьох показників, які характеризують якість газу, вологість характеризується складністю процедури визначення її параметрів і необхідністю дотримання умов для одержання вірогідних результатів. Знання вологості газу необхідно при розрахунку кількості газу під час приймання-передавання його на різних рівнях господарської діяльності, при контролі і діагностиці роботи технологічного обладнання, при організації безперебійної роботи газопроводів, компресорних і газорозподільчих станцій, газових мереж населених пунктів і газоспоживаючого обладнання. Навіть незначні відхилення від необхідного рівня вологості можуть призвести до суттєвого зниження пропускної спроможності газопроводів, створення аварійної ситуації на газових об'єктах і устаткуванні. Рівень вологості повинен відповідати такій кондиційності природного газу, яка гарантує дотримання умов транспортування і може регулюватися штучно шляхом осушення газу на спеціальних установках, або додаванням до газу певних реагентів для запобігання утворення гідратів. Транспортна кондиційність природного газу безпосередньо і значно впливає на надійність і ефективність функціонування газових об'єктів, забезпечення яких є пріоритетним напрямком робіт в господарській діяльності підприємств газової галузі.

У зв'язку з цим задача вимірювання вологості – це одна із найбільш важливих проблем як для чистих, так і технологічних газів, хоча тривалий час вважалося, що ці вимірювання не представляють значної складності. Особлива складність її вирішення є в тому випадку, коли необхідне неперервне визначення вологості: на потоці, в магістральних газопроводах, в реальних технологічних газах нафтохімії і газопереробки [1,2].

В даний час на об'єктах газової галузі України

експлуатується значна кількість різномісних приладів і систем для вимірювання вологості газів як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва [3,4], що різняться принципом дії, класом точності та показниками надійності при експлуатації.

Одним із стратегічних напрямків розвитку вологометрії в ДК "Укртрансгаз" – це автоматизація, для якої сьогодні існують важливі передумови, а саме: необхідність постійного та оперативного контролю вологості і наявність автоматичних вологомірів. При цьому слід зауважити, що технологія вимірювання точки роси за допомогою автоматичного вологоміра з метою забезпечення вірогідності вимірювальної інформації повинна передбачати застосування контрольного неавтоматичного вологоміра, який реалізує конденсаційний (абсолютний) метод вимірювання вологості. Це необхідно також з метою користування показами контрольного вологоміра у випадку понаднормативного розходження результатів вимірювань, отриманих за допомогою автоматичного і контрольного вологомірів, а також при виході автоматичного вологоміра з ладу.

На газопроводах та підземних сховищах газу ДП "Львівтрансгаз" для визначення точки роси використовують прилади типу "Харків-2" та "Аметек-5000" [3,4].

Структурна схема останнього наведена на рис. 1.

Проба газу розділюється на два потоки, один з яких, так званий опорний, проходить через вбудований в аналізатор (або зовнішній) осушувач на основі молекулярних сит, а другий, що підлягає вимірюванню, подається безпосередньо в термостатовану при температурі  $T=60^{\circ}\text{C}$ , комірку. Система клапанів періодично переключає потоки так, що опорний газ та газ, що аналізується газ по черзі подаються в комірку на час  $t=30\text{сек}$ . Основним чутливим елементом комірки є кварцевий кристал із

спеціальним покриттям, який абсорбує воду. Частота вимірювального кварцевого генератора (власна частота 8,98 МГц) порівнюється з частотою стандартного генератора 9,00 МГц, який також є в

аналізаторі. Таким чином, зміна частоти, пов'язана з адсорбцією води, точно вимірюється.

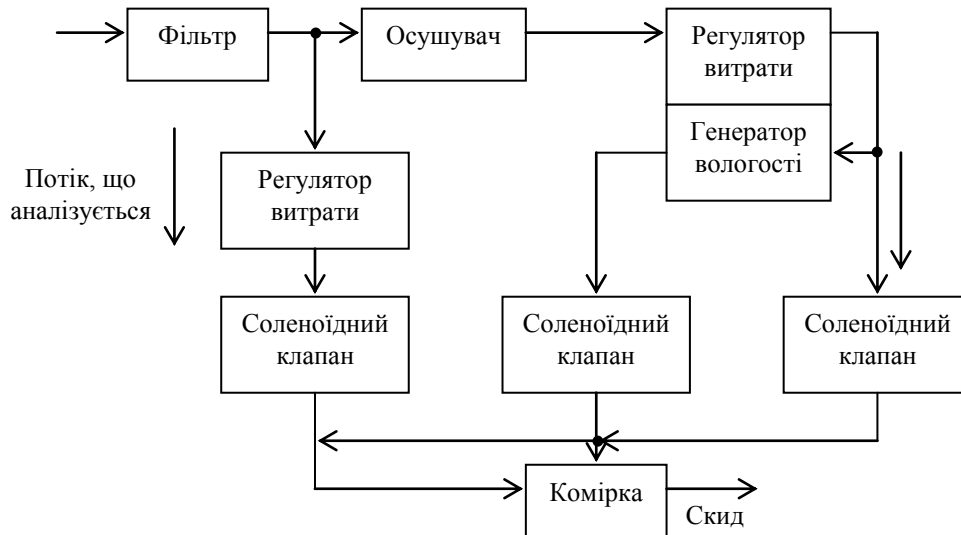


Рис. 1. Структурна схема аналізатора вологості на основі п'єзокристалу "Аметек-5000"

Зміна частоти генератора  $\Delta f$  пропорційна зміні його маси  $\Delta M$  за рахунок води, що адсорбувалася:  $\Delta f \sim f_0^2 \Delta M/A$ , де  $f_0$  – власна частота коливань,  $A$  – поверхня покриття.

Теоретично зміні маси всього лише на  $10^{-10}$  г відповідає зміна частоти на 1,0 Гц, що вказує на досить високу чутливість методу.

Порівняльні випробування вологомірів "Харків-2" та "Аметек-5000" проводились двічі. Перший раз на пункті заміру газу (ПЗГ) "Ходовичі" – газопроводу Більче-Волиця-Долина на протязі двох днів. Результати вимірювань наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати вимірювання вологості газу на ПЗГ "Ходовичі"

Номер вимір.	„Харків-2”, °С	„Аметек-5000”, °С	„Різниця показів”, °С
1	-4	-3,8	0,2
2	-4,1	-3,7	0,4
3	-4,2	-3,9	0,4
4	-3,8	-4,8	1,0

Другий раз на компресорній станції (КС) "Ковель" газопроводу Івацевичі-Долина були проведені тривалі випробування. Дані вимірювань за жовтень

та половину листопада 2002 р. наведені в табл. 2.

Якщо на ПЗГ "Ходовичі" різниця показів не перевищувала 1°С, то на КС "Ковель" становить вже в середньому 2,1°С. В листопаді перед заміром приладом "Аметек-5000" почали проводити продувку газу довше і в результаті цього середня різниця результатів вимірювань знизилась до 0,7°.

В ДП "Прикарпаттрансгаз" експлуатуються прилади типу "Харків-2" та цифрові тестери "CYFNDLER".

Принцип дії цифрового тестера точки роси полягає в тому, що прилад створює умови, необхідні для визначення точки роси. Коли суміш газу та водяної пари охолоджена, то припиняється контакт з рідкою фазою і абсолютна вологість, або об'єм води залишаються постійними. Насичення збільшується до 100% і волога починає конденсуватися. Температура в цій точці і є точкою роси.

Таблиця 2 – Результати вимірювань вологості газу на КС "Ковель"

Жовтень 2002 р.			
Номер. Вимір.	„Харків-2”, °С	„Аметек-5000”, °С	Різниця, °С
1	2	3	4
1	-6,7	-10,1	3,4
2	-7,2	-8,8	1,6
3	-6,7	-8,5	1,8

Продовження табл. 2

1	2	3	4
4	-7,0	-8,8	1,8
5	-7,1	-9,8	2,1
6	-7,0	-10,7	3,7
7	-8,7	-11,5	2,8
8	-9,8	-11,9	2,1
9	-9,9	-11,3	1,4
10	-10,0	12,8	2,0
11	-10,2	-12,8	2,6
12	-10,7	-12,8	2,1
13	-9,0	-10,0	1,0
14	-8,9	-10,0	1,1
15	-9,1	-10,0	0,9
Середнє значення	-9,7	-10,4	0,7

Листопад 2002 р.			
	Харків-2, °С	„Аметек-5000”, °С	Різниця, °С
1	-12,2	-12,5	0,3
2	-11,4	-11,8	0,4
3	-9,4	-10,9	1,5
4	-9,3	-10,5	1,2
5	-12,0	-12,1	0,1
6	-11,3	-11,3	0
7	-11,3	-10,7	0,6
8	-10,5	-9,2	1,3
9	-5,8	-8,8	3,0
10	-8,5	-9,5	1,0
11	-8,1	-9,9	1,8
12	-8,9	-10,0	1,1
13	-11,3	-13,0	2,7
14	-10,0	-12,0	2,0
15	-10,7	-12,4	1,4
16	-10,9	-12,2	1,3
17	-10,4	-11,9	1,5
18	-10,0	-13,0	3,0
19	-12,0	-13,4	1,4
20	-11,8	-13,0	1,2
21	-11,3	-13,0	1,7
22	-11,6	-13,3	1,7
23	-12,0	-13,0	1,0
24	-11,4	-13,0	1,6
25	-12,2	-13,0	0,8
26	-10,2	-13,0	2,8
27	-9,8	-13,0	3,2
28	-10,5	-13,0	2,5
29	-10,9	-13,0	2,1
30	-11,0	-13,1	1,5
Середнє зн-я	-10,0	-12,1	2,1

Для забезпечення заданої точності результатів вимірювання необхідно, як вимагає інструкція УкрЦСМ, встановити швидкість охолодження дзеркальця в межах 1.0÷2.0°С/хв. При цьому витрата газу має бути в межах від 1.0 до 2.0 л/хв. При вимірюваннях, які проводились в літній час таке охолодження займало більше півгодини, а знизити температуру нижче мінус 12.0°С не вдавалося. В зимовий час навпаки – нагріти дзеркальце досить важко.

В зв'язку з тим, що газ, який транспортується по газопроводах, має домішки ДЕГу, масла, бруду то практично неможливо провести вимірювання точки роси у зв'язку з необхідністю поротирання дзеркальця під час вимірювань. При температурі навколишнього середовища, нижчої ніж від точки роси, конденсація вологи з газового потоку відбувається не на дзеркальці, а на стінках приладу.

Ще одним недоліком даного приладу є складність монтажу, який вимагає наявності важкого балона зі зрідженим газом. Похибка цифрового тестера "CHANDLER" становить - 3°С.

Порівняльні вимірювання точки роси цифровим тестером "CHANDLER" та приладом "Харків – 2" проводились на ГВС "Ужгород" газопроводу "Союз" (табл. 3).

Таблиця 3 – Результати вимірювання вологості газу на ГВС "Ужгород"

Номер вимір.	„Харків-2”, °С	„CHANDLER”, °С	Різниця показів, °С
1	-19,2	-3,4	15,8
2	-20,8	-7,8	13,4
3	20,8	-13,4	7,4

На ГВС "Мозир" були проведені контрольні вимірювання точки роси на газопроводі Івацевичі – Долина. Отримані результати порівнювались з показами встановленого на ГВС "Мозир" автоматичного вологоміра "КОНГ – Прима – 2" (табл. 4).

Таблиця 4. – Результати вимірювань точки роси на газопроводі Івановичі – Долина

Номер вимір.	„Харків-2”, °С	„КОНГ-Прима-2”, °С	Різниця показів, °С
1	-4,6	-10,5	5,9
2	-4,1	-12,0	7,9

На основі аналізу результатів контрольних та порівняльних вимірювань приладами "Харків – 2", "Аметек – 5000", "CHANDLER" та "КОНГ – При-

ма – 2” можна зробити наступні висновки:

1. Вологомір ”CHANDLER”:
  - складний в експлуатації;
  - низький клас точності;
  - недостовірність вимірювальної інформації
- приладу ”CHANDLER” підтверджується значним відхиленням його показів від показів контрольного приладу „Харків – 2”.
2. Вологомір “КОНГ – Прима – 2”:
  - надійність роботи недостатня;
  - відхилення показів від показів контрольного приладу “Харків – 2” на 5 - 8°С.
3. Вологомір “Аметек – 5000”:
  - простий в експлуатації;
  - різниця між показами приладів “Аметек” та “Харків – 2” в основному знаходиться в межах 1 - 2°С.
  - на протязі часу випробувань прилад не мав відмов та не вимагав втручання обслуговуючого персоналу в роботу приладу;
  - в звязку з позитивними результатами

випробувань можна розглянути можливість застосування на ГВС між ПАТ “Газпром” та ДК “Укртрангаз” НАК “Нафтогаз України”.

*Сколько стоит измерение? // "Рынок нефтяного оборудования СНГ". – 1996. – №4 – С.20–25. 2. Гордієнко І. А. Лур’є А. І., Ткаченко М. Ф. Організація контролю вологості газу на підприємствах газової галузі України: збірник УкрНДІгазу "Питання розвитку газової промисловості України", вип. XXVII, Харків. – 1999. – 186 с. 3. Ткаченко М. Ф., Плехотнін В. П., Кудісов Л. П. "Розробки УкрНДІгазу для визначення вологості природного газу на об’єктах газової промисловості" Ювіл. збірник УкрНДІгазу "Питання розвитку газової промисловості України", вип. XXVII, Харків. – 1999. – 186 с. 4. Анализаторы влажности газов на основе пьезокристалла (материалы представлены компанией Artvik Inc., США), Законодательная и прикладная метрология, №1, 1997. С. 38-4.*

УДК622.323:621.67

## МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ СТАНУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ УСТАНОВКИ ЕЛЕКТРОВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ ВИДОБУТКУ НАФТИ НА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

© Жидецька О.Л., 2003

*Івано–Франківський національний технічний університет нафти і газу*

***Моделюється вплив зміни технічного стану робочих органів відцентрового насоса, визначеного виходячи з реальних геометричних розмірів зношених робочих коліс, на його робочі характеристики. Наведена розрахункова схема робочого колеса насоса та встановлені аналітичні залежності характеристик насоса від основних геометричних параметрів робочого колеса.***

В процесі експлуатації установок електровідцентрових насосів (ЕВН) для видобутку нафти виникають відмови, основними з яких є зношення робочих органів ступені насоса – робочих коліс, направляючих втулок вала та верхньої і нижньої опорних шайб [1]. Відмічено [2], що серед причин, які обумовлюють можливість виникнення дефектів вузлів і елементів ЕВН і, зокрема, зношення його робочих органів, є експлуатаційні причини. Серед них найбільш впливовою, стосовно розвитку зносових процесів, є свердловинна рідина, що характеризується значним вмістом механічних домішок та наявністю корозійно-активних елементів. Так, при 1% вмісту піску використання ЕВН повністю виключається [3,4,5], оскільки виникають

закупорки свердловинного обладнання бітумними частинками і механічними домішками. При вмісті механічних домішок більше 100мг/л виникає закупорення прохідних січень і інтенсивний знос робочих органів насоса [6]. Якщо закупорення прохідних січень насоса можна визначити шляхом контролю крутного моменту на валу привідного електродвигуна установки ЕВН, то вплив зношення робочих органів ЕВН на його характеристики, зокрема напір, подачу не завжди можна однозначно визначити. Останнє обумовлено різною формою зношення робочих коліс ЕВН.

У зв’язку з викладеним, поставлена задача змоделювати зношення робочого колеса установки ЕВН шляхом зміни його геометричних розмірів і