

Як виміряти вологість природного газу?

С. В. Лозинський

Сіндек, Інк - Українське відділення Artvik, США

В. О. Бакастов

Артік Лтд. - Російське відділення Artvik, США

І. А. Гордієнко

АТ «Укргазпром»

Одним из важнейших параметров природного газа является его влажность. Надежное и точное измерение содержания воды в газе позволяет решить ряд технических и коммерческих задач при его транспортировке. Эта проблема находится в центре внимания многих компаний, одной из которых является компания Artvik*. Задаче измерения влажности газа, а также ее практическому решению с использованием анализатора влажности AMETEK 5000, поставленного компанией Artvik на испытания в ПП "Львовтрансгаз" АО "Укргазпром", посвящена настоящая статья.

Moisture of a natural gas is one of the most significant gas parameters. Reliable and accurate measurement of water content in gas allows to solve a number of technical and commercial tasks at its transportation. This problem is in attention centre of numerous firms, including Artvik, Inc. The present paper is devoted to the task of gas moisture measurement and its practical realization with use of the moisture analyzer AMETEK 5000 which is supplied by Artvik, Inc. for the trials in SE Lvivtransgas of JSC Ukrigasprom.

Визначення вологості природного газу під час його транспортування, на перший погляд, нескладний процес. Однак, це питання протягом багатьох років вирішується дуже важко. Розглянемо ряд основних причин, що визначають, з одного боку, його складність, а, з іншого боку, виняткову важливість.

"Мокрий сніг" в трубопроводі

Під час роботи з природним газом вельми важливий контроль за утворенням гідратів. Ці речовини - тверді кристалічні утворення, схожі на мокрий сніг, що складаються на 10 % з вуглеводнів і на 90 % з води. Вони можуть заблокувати трубопровід, запірну і регульовальну арма-

туру, вивести з ладу контрольно-вимірювальні прилади. Гідрати утворюються, якщо температура газу нижча за так звану температуру точки роси (або інею) — явища, добре відомого в житті. У тих місцях, де відбувається редукування тиску, наприклад, на арматурі і витратно мірних шайбах, температура газу через ефект Джоуля-Томсона знижується. Таким чином, для того, щоб уникнути утворення гідратів, необхідно контролювати температуру точки роси або вологість газу.

Під час транспортування газу існують також режими, коли вода скупчується в нерівностях в нижній частині трубопроводу. За наявності в газі H_2S і CO_2 кислоти, що утворюються внаслідок взаємодії цих речовин з водою, призводять до виникнення сильної пітингової корозії. Якщо вологий

газ містить одночасно H_2S і CO_2 , її швидкість може досягати 30 мм/рік! Один з "учасників" цього процесу — вода — завжди присутній в газі, що перекачується. Отже, контроль за вмістом води необхідний і для запобігання аварійності, пов'язаної з корозією.

Через згадані вище причини природний газ, що перекачується, необхідно заздалегідь осушити.

Серед численних засобів осушення газу найбільше поширення набуло використання етиленгліколів (ДЕГ або ТЕГ) як поглиначів води. Подібні установки можна зустріти і в місцях видобутку газу, і в підземних сховищах. Однак цей процес вельми енергоємний. Для видалення кожного міліграму води потрібні істотні витрати. Осушення газу нижче за необхідний рівень надто не вигідно — це прямі втрати. Існує проблема і з винесенням частини гліколю з потоком газу. Тому на виході з установки осушення надзвичайно важливо мати надійний аналізатор вологості, здатний відрізнити воду від гліколю.

Не останню роль вологість газу має і під час здійснення комерційних взаєморозрахунків. Покупець не хоче платити за воду ту саму вартість, що і за газ. При цьому і продавець, і покупець повинні бути упевнені в точності вимірювання як витрати газу, так і вмісту в ньому води. Зрештою, виграє той, чії прилади досконаліші, тобто забезпечують швидке, стабільне і точне вимірювання.

Про роль рівноваги

Засоби вимірювання вологості газу широко використовуються в газовій промисловості, а історія їх створення нараховує близько 50 років.

Першими було запропоновано прилади, що використовують ефект запітнівання дзеркала під час його охолодження. Ці аналізатори отримали назву вимірювачів температури точки роси. Використовуючи відбите від дзеркала світло, можна автоматизувати реєстрацію температури точки роси.

* Сколько стоит измерение // Рынок нефтегазового оборудования СНГ. — 1996. — №4. — С.46

Інший принцип базується на здатності п'ятиоксиду фосфору поглинати воду. Використовуючи закон Фарадея, можна зв'язати кількість електрики, що пройшла через давач P_2O_5 , з кількістю поглинутої води, і, тим самим, з концентрацією води в газі.

Набули поширення і ємнісні давачі для визначення вологості газу. Якщо за діелектрик конденсатора вибрати речовину, що здатна адсорбувати воду (звичайно Al_2O_3 або SiO_2), то його ємність буде змінюватися у разі зміни вологості газу, що і реєструється подібними приладами.

Незважаючи на різні принципи вимірювання, реалізовані в цих аналізаторах, більшість з них об'єднує одну якість — вони рівновагові. Це означає, що похибка вимірювання залежить від того, з якою точністю досягнуто рівноваги між водою, що міститься в газі, і водою на чутливому елементі приладу. У разі зменшення вмісту води рівновага встановлюється повільно, і часто важко розрізнити дрейф нуля від процесу встановлення рівноваги. Крім того, рівновага по воді передбачає встановлення рівноваги і по інших сполуках в потоці, до яких належать і етиленгліколь, вине-

сений з установок осушення, і метанол, що додається в газ для запобігання утворенню гідратів. Тому рівновагові аналізатори, як правило, реєструють не тільки воду, а й сумарний вміст, наприклад, води і метанола.

А чи є інше рішення?

Інше рішення реалізовано в аналізаторі вологості АМЕТЕК, що використовує нерівноваговий принцип, який базується на залежності частоти коливання кварцового кристала від маси води на його поверхні. З одного боку, це забезпечує дуже швидке реагування аналізатора, а з іншого — виключає вплив домішок, оскільки швидкість поглинання води кристалом набагато перевищує швидкість поглинання метанола, гліколів і інших домішок. У схему включено і генератор вологості, що відтворює задану концентрацію води. Це дає можливість швидко перевірити правильність роботи приладу на потоці.

Унікальні властивості аналізаторів АМЕТЕК забезпечили їх широке поширення в світі, в тому числі і на території країн СНД. Багато років ці

надійні прилади успішно працюють на нафто- і газо-переробних виробництвах в Росії і в Україні. Їх внесено до Держреєстру засобів вимірювань РФ, вони мають посвідчення про вибухо-захищеність. Кращим підтвердженням високих метрологічних характеристик аналізаторів АМЕТЕК є використання одного з них як основи зразкової установки для перевірки гігрометрів, що створюється спільно Artvik і ВДІМС (Москва).

У той самий час одне з основних застосувань цих приладів — вимірювання вологості природного газу — до останнього часу не набуло належного поширення в СНД. Ця обставина і зумовила рішення про надання компанією Artvik аналізатора АМЕТЕК 5000 для дослідної експлуатації на одному з вузлів обліку газу ДП "Львівтрансгаз".

На шляху до Європи

Місце випробувань було вибрано невипадково.

По-перше, транспортна система України грає ключову роль в поставці газу в Європу. Україна знаходиться на кордоні СНД, і проблема її відповідальності за якість газу, що надходить далі в Європу, вельми актуальна. Газотранспортна система України — найбільша після РАО «Газпром» в Європі, і її надійне і безаварійне функціонування визначає економіку транспортування газу і врешті-решт, прибуток або втрати.

По-друге, Україні належить понад чверть місткості світових підземних сховищ газу, причому більшість з них експлуатується в ДП "Львівтрансгаз".

І, нарешті, підприємства АТ "Укргазпром" зв'язує з дочірнім відділенням Artvik в Україні — компанією Сіндек — багаторічна співпраця в області метрологічного забезпечення вимірювань. Досить згадати, що до теперішнього часу на підприємствах АТ "Укргазпром" використовується понад сто одиниць зразкового устаткування, поставленого ним компаніями Artvik і Сіндек за останні декілька років.



Фахівці ДП "Львівтрансгаз" під час пуску в експлуатацію АМЕТЕК 5000

Після детального обговорення всіх питань, пов'язаних з практичним визначенням вологості природного газу з фахівцями АТ "Укргазпром" і ДП "Львівтрансгаз", в жовтні 1997 р. аналізатор АМТЕК, забезпечений системою підготовки проби, було поставлено на польові випробування.

Монтаж аналізатора виконали фахівці ДП "Львівтрансгаз" протягом двох днів. Практично через 2 год. після подачі живлення і продування пробовідбірних ліній аналізатор був готовий до вимірювань. Таким чином, відразу ж було продемонстровано надзвичайну простоту монтажу і запуску аналізатора.

На майданчику покази приладу (раз/добу) порівнювалися з вимірюваннями температури точки роси іншого аналізатора, що використовується підприємствами АТ "Укргазпром" для визначення вологості. Тому контролер аналізатора АМТЕК було запрограмовано фахівцями ДП "Львівтрансгаз" для роботи з одиницями температури точки роси.

Що показали польові випробування

Випробування наочно продемонстрували відповідність аналізатора АМТЕК 5000 цілям і завданням аналізу вологості природного газу в магістральних газопроводах. Швидко реагування приладу дало змогу безперервно вимірювати вологість газу в трубопроводі, задовольняючи як вимогам оперативного контролю, так і комерційного обліку під час прокачування великих об'ємів газу.

Фахівці ДП "Львівтрансгаз" особливо відзначили повну відсутність необхідності в поточному обслуговуванні аналізатора. Незважаючи на те, що прилад декілька місяців працював за самих різних погодних умов, ні разу не виникло потреби в його зупинці для проведення будь-яких сервісних робіт. Крім того, в місці установлення аналізатора практикується тимчасове відключення електроенергії на 1,5-2 год. Однак, навіть це не знижує надійності роботи аналізатора. Після

подачі електроенергії всі робочі характеристики відновлюються протягом 1,5 год. При цьому не потрібно ніякої участі оператора в програмуванні режимів роботи і введенні параметрів. Це дає змогу стверджувати, що даний аналізатор може встановлюватися на будь-яких віддалених, необладнаних майданчиках, що не обслуговуються.

Дуже зручною виявилася можливість вимірювання вологості як в одиницях температури точки роси, так і в абсолютних одиницях. Абсолютні одиниці точніше характеризують склад газу і використовуються для розрахунку теплотвірної здатності. У той самий час одиниці температури точки роси історично більш поширені в технологіях перекачки і переробки газу і більш звичні для контролю цих процесів.

Слід відзначити, що робота з одиницями температури точки роси передбачає одночасне вимірювання тиску. Хоча контролер АМТЕК 5000 дає можливість вводити сигнал давача тиску, виявилось, що в цьому немає необхідності, оскільки значення температури точки роси повинне бути приведені до стандартного значення тиску (звичайно 40 бар). Тому набагато простіше було ввести цей стандартний тиск в контролер з клавіатури, і тоді заміри приладу автоматично коректувалися на це стандартне значення.

Сильне враження на користувача справила і можливість швидкого підтвердження правильності роботи аналізатора за допомогою вбудованого генератора вологості, без демонтажу давача і без зупинки процесу, що реалізовано тільки в аналізаторах АМТЕК. Вбудований в аналізатор генератор вологості дає змогу також ввести в дію функцію автоматичного калібрування (на що потрібно приблизно 10 хв) у визначений користувачем час, що гарантує правильність заміру в будь-який момент.

Особливо необхідно відзначити, що висока чутливість і швидке реагування аналізатора вимагають ретельного підходу до організації лінії відбо-

ру проби. Конденсація води на внутрішній поверхні пробовідбірної лінії, особливо, коли вона знаходиться під робочим тиском, незважаючи на дуже невелике значення, легко реєструється аналізатором АМТЕК 5000. Природно, що цей ефект пробовідбірної лінії проявляється тільки за негативних значень температури навколишнього повітря. Найкращим вирішенням цієї проблеми є організація обігріву лінії паром або електрикою до температури, наприклад, 20 °С. Однак, це не завжди можливо, тому компанія АМТЕК розробила спеціальні редуктори, що обігріваються та дають змогу зменшувати тиск безпосередньо в точці відбору проби і використати лінію низького тиску, для якої ефект температури навколишнього середовища неістотний.

Дослідна експлуатація аналізатора АМТЕК довела можливість його використання на газопроводах, в яких газ містить домішки метанолу і діетиленгліколю. На наступному етапі передбачається змонтувати такий аналізатор на установці осушення, щоб забезпечити економічність цього енергоємного процесу.

Перший серед рівних?

Отже, випробування аналізатора вологості АМТЕК 5000 в ДП "Львівтрансгаз" були вельми успішними і не тільки підтвердили високі експлуатаційні характеристики цього приладу, але і прояснили багато інших аспектів вимірювання вологості природного газу на поточці.

У той самий час необхідно відзначити, що перевірений прилад не замінює собою все різноманіття інших аналізаторів вологості, що використовуються під час транспортування газу. Враховуючи вартісні характеристики моделі АМТЕК 5000, розумно використати ці прилади в самих відповідальних місцях - на виході з великих підземних сховищ, на вузлах обліку на кордонах держав, коли неточне або неправильне вимірювання вологості газу веде до відчутних фінансових втрат.