



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

# АНАЛІЗ ГАЗІВ

**Визначання точки роси природних газів  
Конденсаційні гігрометри  
з охолоджуваною поверхнею  
(ISO 6327:1981, IDT)**

**ДСТУ ISO 6327:2004**

*Видання офіційне*

БЗ № 1 – 2004/29

Київ  
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ  
2005

## ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Технічний комітет ТК 122 «Аналіз газів, рідких і твердих речовин» УкрЦСМ

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **Г. Кузнєцов, М. Новоженюк**

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України від 30 квітня 2004 р. № 85 з 2005–07–01

3 Національний стандарт відповідає ISO 6327:1981 Gas analysis — Determination of the water dew point of natural gas — Cooled surface condensation hygrometers (Аналіз газів. Визначання точки роси природних газів. Конденсаційні гігрометри з охолоджуваною поверхнею)

Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

---

**Право власності на цей документ належить державі.  
Відтворювати, тиражувати і розповсюджувати його повністю чи частково  
на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.  
Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до Держспоживстандарту України**

Держспоживстандарт України, 2005

**ЗМІСТ**

	С.
Національний вступ .....	IV
1 Призначеність .....	1
2 Сфера застосування .....	1
3 Принцип .....	1
4 Характеристики пристрою .....	2
5 Джерела похибок. Загальні застережні заходи під час роботи .....	4
6 Видаляння конденсатів вуглеводнів .....	5
7 Точність .....	5
Додаток Коригування точки роси .....	6

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад ISO 6327:1981 Gas analysis — Determination of the water dew point of natural gas — Cooled surface condensation hygrometers (Аналізі газів. Визначання точки роси природних газів. Конденсаційні гігрометри з охолоджуваною поверхнею).

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, — ТК 122 «Аналіз газів, рідких і твердих речовин» УкрЦСМ.

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

— слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;

— структурні елементи стандарту: «Обкладинку», «Передмову», «Національний вступ» та «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

**АНАЛІЗ ГАЗІВ**

**Визначання точки роси природних газів  
Конденсаційні гігрометри з охолоджуваною поверхнею**

**АНАЛИЗ ГАЗОВ**

**Определение точки росы природных газов  
Конденсационные гигрометры с охлаждаемой поверхностью**

**GAS ANALYSIS**

**Determination of the water dew point of natural gas  
Cooled surface condensation hygrometers**

---

Чинний від 2005–07–01

**1 ПРИЗНАЧЕНІСТЬ**

Цей стандарт описує гігрометри, які використовують під час визначання точки роси природних газів виявленням конденсації водяної пари, яка утворюється на охолодженій поверхні, або внаслідок перевіряння стабільності конденсації на цій поверхні.

**2 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

Точка роси природних газів, очищених від сірководню, в лініях передавання знаходиться між  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  та  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що відповідає концентрації води від 50 до 200 частин на млн. (об.) залежно від тиску газу.

Гігрометри, описані в цьому стандарті, можна використовувати для визначання тиску водяної пари, без еталонування, в системі, що працює під загальним тиском, який більший або дорівнює атмосферному тиску. Відношення між парціальним тиском водяної пари та точкою роси, що спостерігається, надає методу якість абсолютного вимірювання.

Якщо у досліджуваній атмосфері містяться гази, які конденсуються за температури, що близька до точки роси води або перевищує її, дуже важко визначити зконденсовану водяну пару.

**3 ПРИНЦИП**

**3.1 Принцип роботи пристрою**

Пристрій цього типу призначений для визначання вмісту води в газі вимірюванням відповідної точки роси. Поверхня (в основному, металеве дзеркало), температуру якої можна штучно знизити і точно виміряти, підпадає під дію випробного газу. Потім поверхня охолоджується до температури, за якої відбувалось конденсування, яка спостерігається як роса.

Нижче цієї температури конденсація збільшується з часом, у той час, як вище цієї температури конденсація зменшується або не відбувається зовсім. Цю температуру поверхні (для практичних застосувань) приймають за точку роси для газу що проходить через пристрій.

**3.2 Визначання тиску водяної пари**

Парціальний тиск водяної пари в пробах газу являє собою тиск насиченої пари, що відповідає точці роси, що спостерігається, за умови, що газ у гігрометрі має такий самий тиск, як і газ під час відбирання проби.

У публікаціях приводяться відношення між тиском насиченої пари та температурою.

Треба відмітити, що за наявності метанолу цей метод, крім води, визначає також метанол. Проте якщо вміст метанолу відомий, в додатку наведено довідкову інформацію щодо поправкових коефіцієнтів, що дає змогу визначити фактичну точку роси.

### **3.3 Запобіжні заходи**

Важливо, щоб всі випробовувальні лінії були якнайкоротші і створювали незначне зниження тиску під час вимірювання. Випробовувальні лінії та гігрометр (крім дзеркала) повинні мати температуру, що перевищує точку роси води.

## **4 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИСТРОЮ**

### **4.1 Загальні положення**

Конденсаційний пристрій може мати різні конструкції. Різниця полягає, в основному, в характері конденсаційної поверхні, методах, які використовують для охолодження поверхні та контролювання її температури, та методів, які використовують для вимірювання температури поверхні та виявлення конденсації. Дзеркало та пов'язані з ним елементи розташовують у невеликій камері, через яку проходить проба газу; за високого тиску необхідно забезпечити відповідну механічну міцність та герметичність камери.

Рекомендують забезпечити просте зняття дзеркала для очищення.

У разі, якщо вимірювати треба у присутності вуглеводнів, що конденсуються, треба вжити відповідних заходів.

Вимірювати можна вручну або автоматично.

**УВАГА! Треба забезпечити дотримання інструкцій виробника щодо подавання газу під високим тиском у камеру.**

### **4.2 Автоматичні та ручні пристрої**

Пристрої для вимірювання точки роси можуть мати таку конструкцію, яка забезпечує окремі вимірювання в різний період часу або більш менш безперервні вимірювання. Для окремих вимірювань можна використовувати методи з охолодженням дзеркала, які потребують постійної уваги оператора, що реагує на зміни конденсованого осадження, яке спостерігається неозброєним оком. Якщо газова проба містить у собі менше вологи, тобто якщо точка роси газу нижча, швидкість, з якою водяна пара проходить через пристрій за одиницю часу, знижується, і конденсація утворюється повільніше. У цьому випадку складніше визначити, чи конденсація збільшується чи зменшується. Спостереження за осадженням можна полегшити за рахунок використання фотоелемента або іншого пристрою, чутливого до світла, якщо потрібно мати простий індикатор, продовжуючи контролювати вручну охолоджувальний пристрій.

Під час використання деяких ручних пристроїв дуже важко спостерігати точку роси в присутності конденсованих вуглеводнів. У таких випадках можна використовувати рідинно-парафіновий барботер для полегшення спостережень. Проте дуже важливо зрозуміти принципи та обмеження використання такого барботера.

Встановлюється рівновага між газом, що проходить через барботер, та парафіновим маслом, що міститься в ньому, відповідно до температури та тиску барботера. Це веде до таких реакцій:

а) Газ, що проходить через свіжий рідкий парафін, втрачає воду до досягнення рівноваги, за якої вміст води в газі на вході та виході стає однаковим. Тому температура барботера повинна бути вищою за точку роси газу, що її випробовують, і достатня кількість газу повинна пройти в барботер для встановлення рівноваги до проведення спостережень.

б) Поки рівновага не встановлена, важкі вуглеводні переходять із газу в рідкий парафін. Якраз цей обмін зменшує об'єм потенційних вуглеводнів, що конденсуються в газі, зменшуючи ефект маскування конденсованого рідкого вуглеводню. Так як відбувається безперервний обмін компонентами, рідкий парафін насичується вуглеводнями, що конденсуються, вміст яких у газі збільшується. Потім рідкий парафін треба замінити і привести барботер у належний стан до проведення спостережень.

Устаткування може бути повністю автоматизоване за рахунок використання вихідного сигналу фотоелемента з метою стабілізації дзеркала на необхідну температуру конденсації. Автоматичний режим роботи є необхідним для безперервного зчитування або записування.

### 4.3 Підсвічування дзеркала

Ручні пристрої можуть забезпечувати спостереження за конденсацією неозброєним оком; у разі використання фотоелемента дзеркало може освітлюватись джерелом світла, вбудованим у випробувальну камеру. Лампа та фотоелемент можуть розташовуватись по-різному за умови, що дифузія в напрямку джерела світла від дзеркала зменшується за рахунок полірування дзеркала. У будь-якому випадку дзеркало повинно бути чистим до використання.

У випадку відсутності будь-якої конденсації розсіяне світло, що падає на фотоелемент, треба зменшити. Ефекти розсіяного світла від внутрішніх поверхонь елемента можуть зменшуватись за рахунок почорніння цих поверхонь. Цей запобіжний захід може доповнюватись розташуванням оптичної системи так, щоб освітлювалось лише дзеркало, а фотоелемент був направлений лише на дзеркало.

### 4.4 Методи охолодження дзеркала та управління його температурою

Для зниження та регулювання температури дзеркала використовують наступні методи. Методи, описані в 4.4.1 та 4.4.2, потребують постійної уваги з боку оператора і вони не придатні для автоматичних пристроїв. Для автоматичних пристроїв використовують два методи охолодження: непрямий контакт з охолоджувачем або охолодження за рахунок термоелектричного ефекту Пельт'є, зазначеного в 4.4.3 та 4.4.4. У будь-якому випадку, швидкість охолодження дзеркала не повинна перевищувати 1 °C на хвилину.

#### 4.4.1 Випарювання розчинника

Летка рідина в контакт з задньою стороною дзеркала може випробуватись та охолоджуватись повітряним потоком. Для цього зазвичай використовують ручну повітродувку, але перевагу треба віддавати джерелу стисненого повітря низького тиску, що регулюється, або будь-якому іншому відповідному стисненому газу. В якості рідини можна використовувати етиленоксид, дуже ефективну рідину, яка легко охолоджує дзеркало до температури приблизно 30 °C під час використання ручної повітродувки. Проте якщо є небезпека токсичності, можна використовувати ацетон для отримання охолодження до температури приблизно 20 °C з ручною повітродувкою або навіть більше під час використання стисненого повітря або іншого відповідного газу.

#### 4.4.2 Охолодження газу адіабатичним розширенням

Дзеркало можна охолоджувати випусканням на його задню грань газу, який щойно було розширено за допомогою форсунки. Для цього часто використовують стиснену вуглекислоту, що міститься в невеликих балонах, але можна також використовувати інші гази, наприклад, стиснене повітря, стиснений азот, пропан або галогенізовані вуглеводні. Можна отримати температуру дзеркала, яка, принаймні, на 40 °C нижча від температури газової проби.

#### 4.4.3 Непрямий контакт з охолоджувачем

Дзеркало під'єднують до охолоджувача за допомогою терморезистора. Як правило, твердий мідний стрижень вставляється в охолоджувач і під'єднується до дзеркала за допомогою невеликого ізоляційного елемента, створюючи терморезистор. Дзеркало нагрівається електричним елементом. Силою струму треба управляти так, щоб можна було легко і точно регулювати температуру дзеркала. Використовуючи рідкий азот в якості охолоджувача, можна отримати температуру в діапазоні від – 70 °C до – 80 °C; для нижчих температур, починаючи з – 50 °C (відповідно до конструкції пристрою), можна використовувати суміш твердої вуглекислоти та ацетону, а для температур приблизно – 30 °C — розріджений пропан.

#### 4.4.4 Охолодження за рахунок термоелектричного ефекту Пельт'є

Одноступінчатий елемент із термоелектричним ефектом Пельт'є дозволяє здійснити охолодження приблизно на 50 °C. Двоступінчастий елемент забезпечує охолодження приблизно на 70 °C.

Температуру дзеркала можна регулювати за рахунок зміни сили струму в елементах з електротермічним ефектом Пельт'є, але термічна інерція має тенденцію до підвищення і регулювання, її можна досягти швидше підтриманням на постійному рівні струму охолодження, під'єднавши дзеркало до терморезистора і підігрівачу дзеркала електричним нагрівальним пристроєм з регулятором.

### 4.5 Вимірювання температури

Дуже важливо точно виміряти температуру дзеркала, на якому утворюється осідання. З метою уникнення різниці температури на поверхні бажано використовувати дзеркало з високою теплопровідністю. Як правило, ручні пристрої містять у собі ртутний термометр, а в автоматичних пристроях використовується термоелектричний давач (наприклад, термометр опору, термістор або термопара).

## 5 ДЖЕРЕЛА ПОХИБОК. ЗАГАЛЬНІ ЗАСТЕРЕЖНІ ЗАХОДИ ПІД ЧАС РОБОТИ

### 5.1 Речовини, що створюють інтерференцію

#### 5.1.1 Загальні положення

Крім газу або водяної пари в пристрій можуть потрапляти інші речовини і впливати на його робочі характеристики. Це можуть бути тверді частки, пил тощо, які можуть осідати на дзеркалі. Крім водяної пари, на дзеркалі можуть конденсуватись інші пари. Гази, що розчиняються в воді, випадково або навмисно можуть потрапляти в випробовувальну камеру, що може також впливати на точку роси, яка буде відрізнитись від реальної точки роси водяної пари.

#### 5.1.2 Тверді домішки

Якщо тверді домішки абсолютно не розчиняються у воді, вони не змінюють температуру конденсації, але можуть перешкоджати спостереганню за конденсацією. В автоматичному пристрої, що не містить у собі компенсаційного елемента для таких домішок, вони мають тенденцію до блокування роботи пристрою, якщо кількість конденсату невелика. Дефекти, що виникають у результаті надлишку твердих домішок на дзеркалі, ведуть до несподіваного підвищення температури дзеркала за кілька хвилин і потребують розбирання пристрою та очищення дзеркала. (У цьому випадку дуже важливо швидко розібрати гігromетричну камеру). Для уникнення таких труднощів можна передбачити видалення твердих часток за допомогою негігроскопічного фільтра<sup>1)</sup>.

З метою уникнення впливання часток пилу деякі автоматичні пристрої оснащені «калібрувальним» циклом. Він полягає в додатковому нагріві дзеркала з метою видалення всього конденсату, води та вуглеводнів із наступним урівноважуванням вимірювального мосту.

#### 5.1.3 Домішки в парі

Вуглеводні можуть конденсуватись на дзеркалі. У принципі, вони не справляють вплив, оскільки поверхневий натяг вуглеводню дуже відрізняється від поверхневого натягу води. Вони розподіляються на дзеркалі і утворюють суцільний шар, який не розсіює світло. Проте ручне виявлення конденсатів не дуже просте, оскільки, хоча точка роси набагато нижча від температури конденсації вуглеводнів, лише кілька крапель води можна виявити в великій краплі вуглеводню (див. розділ 6).

Присутність конденсату вуглеводню не змінює точку роси води, якщо конденсати не змішуються.

Якщо газ містить у собі метанол, він буде осідати з водою і ми отримаємо точку роси суміші води з метанолом. Якщо газ містить у собі також вуглеводні, утворюється два конденсати — один водний, а інший масляний. У цьому випадку температура конденсації водного конденсату пояснюється не лише вмістом води.

### 5.2 Похибка від холодної стінки

Важливо, щоб частини трубопроводів та пристроїв (крім дзеркала) мали температуру вищу за температуру конденсації; в іншому випадку водяна пара буде конденсуватись у самих холодних точках і змінювати вміст вологи в газовій пробі.

### 5.3 Підхід із застосуванням температурної рівноваги

Якщо кількість води, переданої на дзеркало за одиницю часу, невелика, дзеркало буде охолоджуватись дуже повільно, оскільки існує ризик значного перевищення фактичної температури конденсації без спостереження першого осадження.

Кількість роси, яку можна спостерігати неозброєним оком, складає приблизно  $10^{-5}$  г/см<sup>2</sup>. Дуже чутливі автоматичні пристрої можуть виявити значно меншу кількість води.

У випадку необхідності використання ручного пристрою, особливо для низьких точок роси, треба дотримуватись таких вимог:

а) швидкість охолодження дзеркала повинна бути якнайменшою в температурному діапазоні конденсації. (Доречним є проведення швидкого випробовування з метою визначання приблизної температури конденсації до проведення точних вимірів);

б) за приблизну точку роси приймають середню величину температури, вимірної з моменту появи першої роси, коли температура повільно падає та температури, за якої роса зникає, коли температура повільно підвищується.

<sup>1)</sup> У випадку використання фільтра, навіть якщо він негігроскопічний, він повинен бути в рівновазі з вмістом водяної пари в газі; це досягається за рахунок пропускання газу через нього протягом відповідного періоду часу перед випробовуванням на швидкості, яка перевищує швидкість, що будуть використовувати під час випробовування.



Різниця між температурою появи та зникнення не повинна перевищувати 2 °С за умови використання автоматичного пристрою та 4 °С за умови використання ручного пристрою.

## **6 ВИДАЛЯННЯ КОНДЕНСАТІВ ВУГЛЕВОДНІВ**

Якщо точка роси вуглеводню нижча від точки роси водяної пари, це не являє собою особливої проблеми. У іншому випадку до проведення вимірювань треба видалити якнайбільшу кількість вуглеводнів; це означає, що вони повинні конденсуватись та видалитись із дзеркала і вимірювальної камери.

### **6.1 Конденсація на дзеркалі**

Досягають за рахунок використання пристрою («ковпачка») відповідної форми, вказаної виробником, розташованому на дзеркалі, і направлення газу на нього, коли він входить у вимірювальну камеру через трубку невеликого діаметра.

Якщо «ковпачок» залишається приєднаним до дзеркала, він має температуру близьку до температури дзеркала, але трохи вищу, оскільки він нагрівається газом, що поступає.

### **6.2 Видаляння конденсатів із дзеркала**

Важливо забезпечити видаляння конденсатів вуглеводнів. Це має ще більше значення, коли дзеркало оснащено ковпачком.

Досягають за рахунок вертикального розташування дзеркала або, принаймні, під значним нахилом та його оснащення елементом, який створює виступ у нижній точці. Ця частина, що виступає, може бути самим ковпачком.

Таким чином, конденсат вуглеводню постійно стікає через дзеркало і утворює краплю на частині, що виступає; це полегшує його видаляння. Ця крапля час від часу падає і стікає в нижню частину камери. У разі необхідності вона може повторно випаровуватись у деяких випадках, наприклад, протягом еталонування.

### **6.3 Видаляння конденсату з камери**

Конденсат, що стікає з дзеркала, необхідно видалити з камери.

Досягають розташуванням виходу вимірювальної камери в нижній точці. Потім конденсат випаровується в випускні трубопроводи.

## **7 ТОЧНІСТЬ**

У діапазоні вимірювання від – 25 °С до + 5 °С точка роси, в основному, вимірюється з точністю  $\pm 1$  °С у випадку використання автоматичного пристрою. У разі використання ручного пристрою точність залежить від вмісту вуглеводнів і, в більшості випадків, складає  $\pm 2$  °С.

ДОДАТОК  
(обов'язковий)

### КОРИГУВАННЯ ТОЧКИ РОСИ

Якщо газ містить у собі метанол, він буде осаджуватись із водою і ми отримаємо спільну точку роси для води та метанолу. У наведеній нижче таблиці приводиться поправка для метанолу, яку потрібно відняти від виміряної точки роси для отримання реальної точки роси води.

**Таблиця** — Величини, які треба відняти від точок роси води в присутності метанолу

Вміст метанолу, мг/м <sup>3</sup>	Тиск, бар	Нескориговані точки роси, °C			
		- 10	- 5	0	5
		Величини, що треба відняти (°C)			
250	15	1	1	0,5	0,5
250	30	2	1,5	1	0,5
250	40	3	2	1,5	1
250	55	4	3	2	1,5
250	70	4,5	3,5	3	2
400	15	1,5	1	1	0,5
400	30	3,5	3	1,5	1
400	40	5	4	2	1,5
400	55	6,5	4,5	3,5	2
400	70	8	5,5	4	3

**Примітка.** Величини, наведені в цій таблиці, були визначені переведенням у метричні одиниці величин, наведених у таблиці 2 «Британських аналітичних методів визначення газів», публікація 2.5.1, жовтень 1971 р.

УКНД 75.060

**Ключові слова:** аналіз газів, природний газ, гігрометри, випробовування, випробовування водяної пари, визначання, тиск пари, вологість, точка роси, випробовувальне устаткування.

Редактор **С. Мельниченко**  
Технічний редактор **О. Касіч**  
Коректор **О. Тарасун**  
Верстальник **С. Павленко**

Підписано до друку 22.05.2005. Формат 60 × 84 1/8.  
Ум. друк. арк. 0,93. Зам. Ціна договірна.

Науково-редакційний відділ ДП «УкрНДНЦ»  
03115, Київ, вул. Святошинська, 2