

2. Тугунов П.И., Новоселов В.Ф. Транспортирование вязких нефтей и нефтепродуктов по трубопроводам. – М.: Недра, 1973. – 89 с.

3. Губин В.Е., Губин В.В. Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. – М.: Не-

ги газу, який експортується, так і для забезпечення надійності і безаварійності експлуатації газопроводів та всього газового господарства є актуальною задачею.

Існуючі методи контролю кількості зрід-

УДК 622.691.4.01

РОЗРОБКА УТОЧНЕНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ КІЛЬКОСТІ ЗРІДЖЕНОЇ ВОЛОГИ В МІСЦЯХ ЗМІШУВАННЯ ГАЗОВИХ ПОТОКІВ

І.А.Гордієнко

ДП “Укртрансгаз”, 01021, Київ-21, Кловський узвіз, 9/1

Разработан уточненный алгоритм расчета количества ожиженной влаги в местах смешивания газовых потоков, который базируется на аппарате аппроксимации экспериментальных зависимостей, которые входят в расчетные формулы, функцией степенного вида с использованием метода наименьших квадратов. Проведена оценка влияния указанной процедуры на точность определения количества влаги в исследуемых объектах

The modified algorithm for liquefied humidity quantity calculation in the points of gas streams mixing is designed based on the approximation procedure for the experimental coefficients using least squares methods for the exponential function. The influence of such procedure on the humidity quantity definition accuracy in tested objects is estimated.

дра, 1982. – 294 с.

Аналіз якісних показників газу, що видобувається з родовищ і випомповується з підземних сховищ газу в Україні показує, що його вологість значно перевищує вологість газу, який імпортується з Росії, а потім експортується до країн Західної Європи. Надходячи в експортний газопровід, вологий газ змішується з сухим, у результаті чого точка роси вологи в цьому газопроводі підвищується. Характерне значення кількості вологого газу становить близько 10% від кількості газу, що експортується. Оцінка зміни точки роси в експортному газопроводі при надходженні такої кількості вологого газу, яка проведена згідно з ГОСТ 20060 показує, що точка роси може підвищуватись приблизно на 5°C.

Однак такий розрахунок не завжди дає правильний результат, оскільки можлива ситуація коли в потоці вологого газу окрім пари міститься ще й волога у зрідженому стані. Наявність зрідженої вологи призводить до додаткового підвищення точки роси в експортному газопроводі. Можливі також випадки, коли зріджена волога поступово накопичується в понижений ділянці рельєфу в газопроводі, що віддає газ, а потім у значній кількості виплескується і надходить в експортний газопровід, значно підвищуючи в ньому точку роси вологи.

Наявність зрідженої вологи в газопроводі може крім того призводити до гідратуутворення. Виникає також небезпека виплесків рідини при використанні газу споживачами, які підключені до газопроводів, що транспортують газ із родовищ та підземних сховищ.

Таким чином, своєчасне виявлення зрідженої вологи необхідне як для стабільного виконання контрактних умов щодо точки роси воло-

женої вологи в місцях змішування газових потоків [1] базуються на експериментально встановлених залежностях між точкою роси та вологістю газу, при цьому оцінюються як кількість зрідженої вологи, так і похибка оцінки цієї кількості.

Вологість газу W виражається через його точку роси за формулою:

$$W = 1,0332 \frac{A(t)}{P} + B(t), \quad (1)$$

де: P – тиск газу;

$A(t), B(t)$ – експериментально визначені функції [1].

Якщо всі точки роси зведені до тиску 40 кгс/см², то формула (1) може бути записана у вигляді

$$W = 0,0258 A(t) + B(t), \quad (2)$$

де t – точка роси, °C.

При цьому алгоритм розрахунків кількості зрідженої вологи в місцях змішування газових потоків, описаний в [1], передбачає лінійну інтерполяцію для знаходження значень функції $A(t)$ та $B(t)$ та їх похідних у точках роси, які не є вузловими.

Під час аналізу експериментальних залежностей $A(t)$ та $B(t)$ встановлено їх лінійний характер, тому проведемо дослідження, пов'язані з впливом способу задання функцій $A(t)$ і $B(t)$ та їх перших похідних за змінною t на похибку оцінки кількості зрідженої вологи в трубопроводі. Порівняння проводились з результатами оцінки похибки за відомою методикою [1].

Запропоновано два способи оцінки кількості зрідженої вологи: в першому випадку лінійна інтерполяція функцій $A(t)$ і $B(t)$ залишається квадратичною, значення функцій $A(t)$ і $B(t)$ в точках, які не є вузловими при заданні цих функцій таблично обчислюється за формулами

$$A(t) = a \cdot b^t, \quad (4)$$

$$B(t) = c \cdot d^t, \quad (5)$$

де коефіцієнти a, b, c визначаються наступним чином: формули $A(t)$ та $B(t)$ записуються у вигляді:

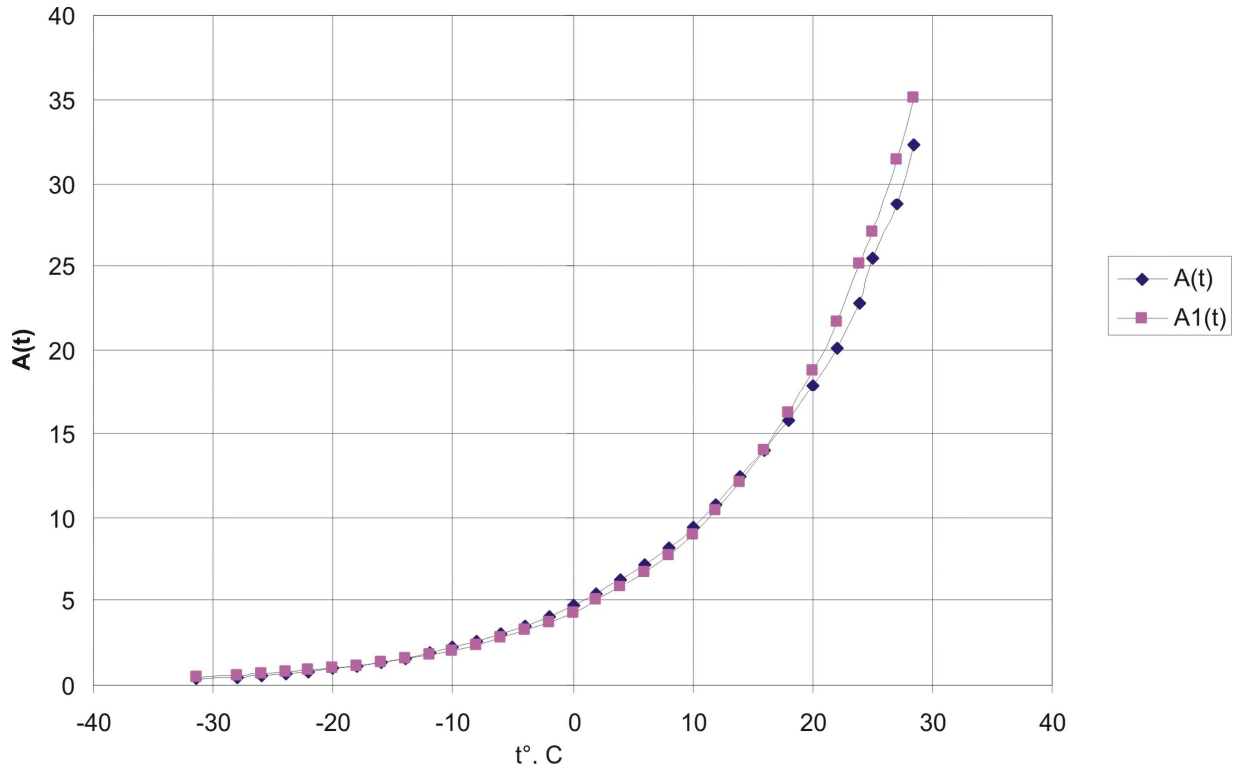


Рисунок 1 — Графіки залежності між точками роси $t, ^\circ\text{C}$ та функціями $A(t); A_1(t)$

$$A(t) = A(t_{i-1}) \frac{(t-t_{i+1})(t-t_i)}{(t_{i-1}-t_{i+1})(t_{i-1}-t_i)} + A(t_i) \frac{(t-t_{i-1})(t-t_{i+1})}{(t_i-t_{i-1})(t_i-t_{i+1})} + A(t_{i+1}) \frac{(t-t_{i-1})(t-t_i)}{(t_{i+1}-t_{i-1})(t_{i+1}-t_i)}, \quad (3)$$

аналогічно визначається і функція $B(t)$ в проміжній точці $t_i \leq t \leq t_{i+1}$. Відповідні похідні визначаються шляхом прямого диференціювання (3) за змінною t , при цьому вони є лінійними функціями від координати t .

Інший спосіб полягає в тому, що за методом найменших квадратів [2] встановлюється емпірична формула для залежності $A(t) = f(t)$ та $B(t) = f_2(t)$. При цьому шляхом відповідного аналізу можливих двопараметричних формул для вказаних функцій $A(t)$ та $B(t)$ вибираються подання у формі [3, 4]

$$\ln A(t) = \ln a + t \cdot \ln b, \quad (6)$$

$$\ln B(t) = \ln c + t \cdot \ln d. \quad (7)$$

Таким чином, залежності (6)-(7) можуть бути подані у вигляді

$$\tilde{y}_{in} = \tilde{k}_m \cdot t_m + \tilde{b}_m, \quad m = 1, 2, \quad (8)$$

де коефіцієнти \tilde{k} та \tilde{b} визначаються за формулами лінійної регресії

$$\tilde{k}_m = \frac{N \sum_{i=1}^N \tilde{y}_{m_i} \cdot \tilde{t}_{m_i} - \sum_{i=1}^N \tilde{t}_{m_i} \sum_{i=1}^N \tilde{y}_{m_i}}{N \sum_{i=1}^N \tilde{t}_{m_i}^2 - \left(\sum_{i=1}^N \tilde{t}_{m_i} \right)^2}, \quad (9)$$

$$\tilde{b}_m = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N \tilde{y}_{m_i} - \tilde{k}_m \sum_{i=1}^N \tilde{t}_{m_i} \right), \quad m = 1, 2, \quad (10)$$

де $\tilde{y}_{1i} = \ln A(t_i); \tilde{y}_{2i} = \ln B(t_i)$.

Після обчислень вказаних коефіцієнтів здійснюється перерахунок коефіцієнтів a, b, c, d у формулах (4), (5). Графіки функцій $A(t), B(t)$, заданих таблично в [1], та функцій $A_1(t), B_1(t)$, побудованих з використанням (9), (10) у формі

(4), (5), зображено на рис. 1, 2, а на рис. 3 — графіки функцій (2) при двох розглянутих способах задання $A(t), B(t)$.

Проведемо тестові розрахунки для оцінки похибки визначення кількості зрідженої вологи в трубопроводі при наступних алгоритмах розрахунку кількості зрідженої вологи:

алгоритм 1 – алгоритм оцінки кількості зрідженої вологи, описаний в [1];

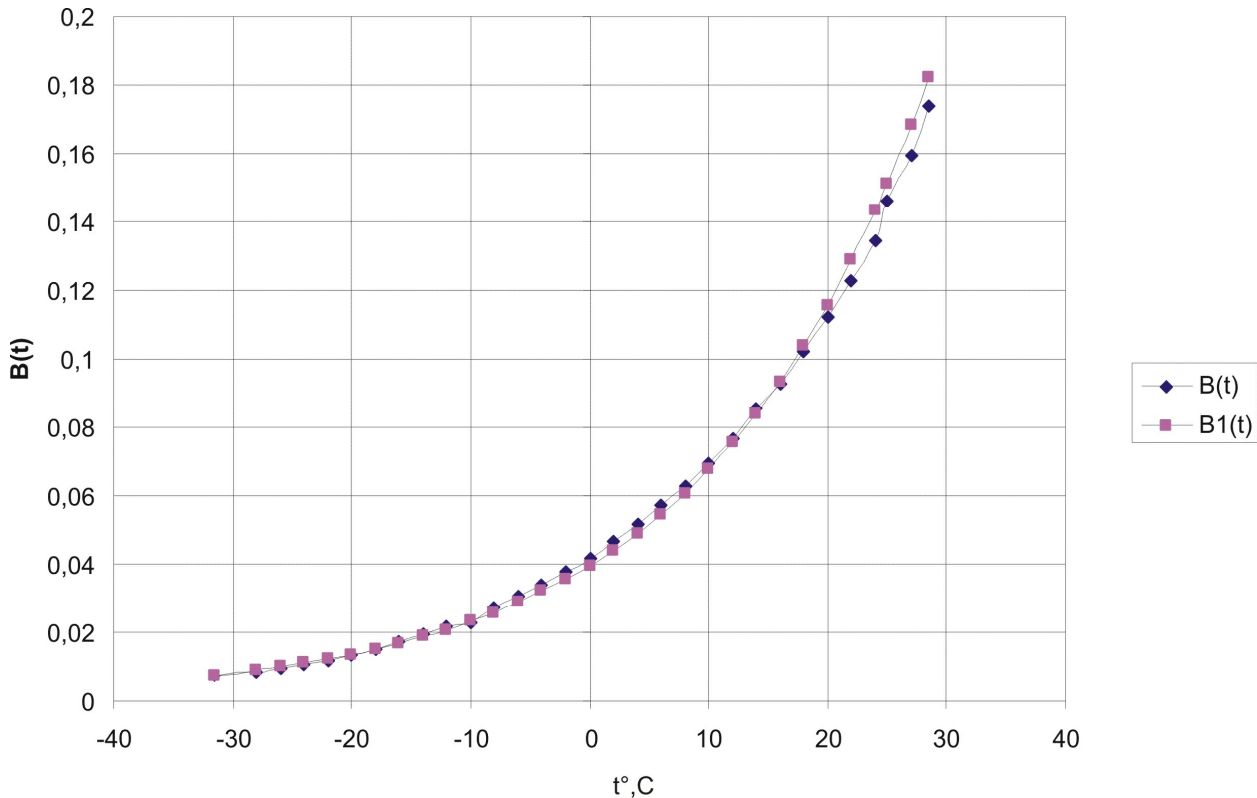
алгоритм 2 – аналогічний алгоритм при квадратичній інтерполяції функцій $A(t), B(t)$;

алгоритм 3 – алгоритм [1], в якому $A(t)$ та

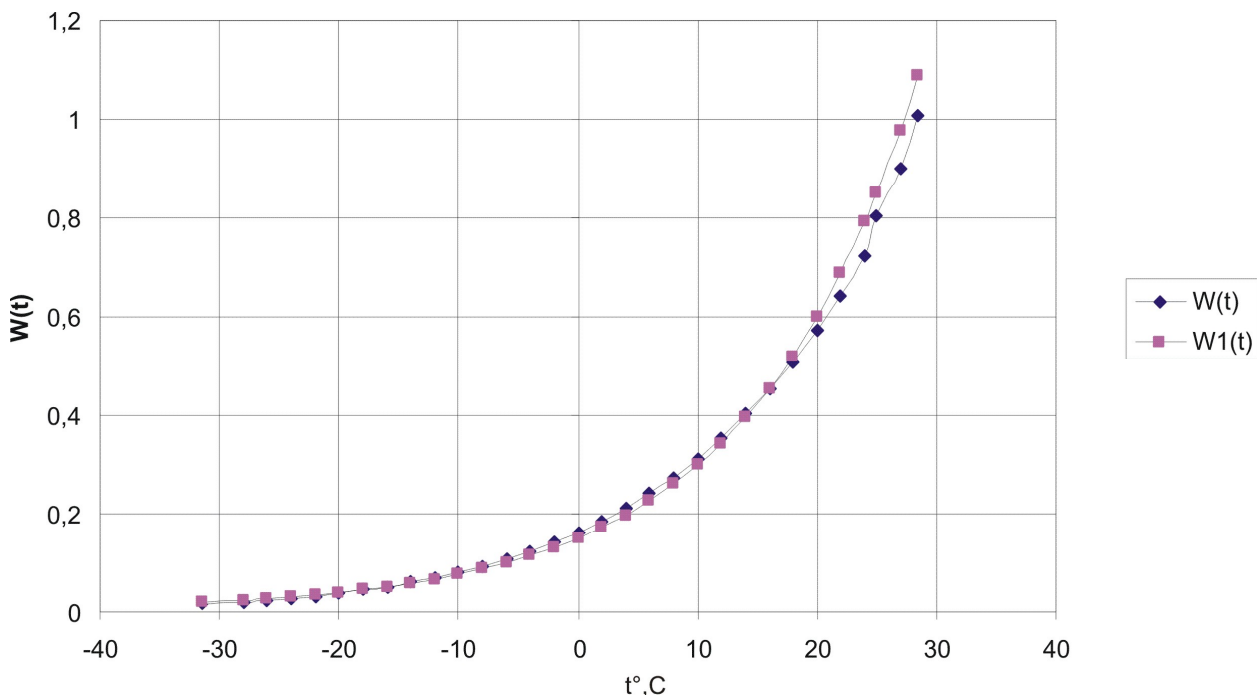
$B(t)$ визначаються за формулами (4), (5) за методом найменших квадратів.

Розраховували проведені для модельних значень точок роси $t_1 = 30^{\circ}C$ у трубопроводі, який віддає газ, $t_2 = 10^{\circ}C$ у трубопроводі, що приймає газ до змішування, за різних значень $x = 0,1 \div 0,8$ з кроком 0,1, де x – частка вологого газу в трубопроводі, що приймає газ.

У таблиці 1 наводиться значення похибки при оцінці кількості зрідженої вологи δW за різних значень x для трьох описаних алгоритм-



Рисуюнок 2 — Графіки залежності між точками роси $t, ^{\circ}C$ та функціями $B(t); B1(t)$



Рисуюнок 3 — Графіки залежності між точками роси $t, ^{\circ}C$ та вологістю газу за різних способів задання функцій $A(t); B(t)$

мів задання $A(t), B(t)$.

Таблиця 1 — Значення похибки при оцінці кількості зрідженої вологи

δW	алгоритм 1	алгоритм 2	алгоритм 3
$x = 0,1$	0,891	0,854	0,02
$x = 0,2$	0,557	0,508	0,013
$x = 0,3$	0,393	0,439	0,0094
$x = 0,4$	0,299	0,396	0,076
$x = 0,5$	0,238	0,344	0,0064

Таким чином, точність визначення кількості вологи у трубопроводі, що приймає газ, суттєво залежить від способу задання функцій $A(t), B(t)$. Аналіз одержаних графіків дозволяє зробити висновок про те, що залежності (4)-(5) точно відображають експериментально встановлені залежності $A(t)$ та $B(t)$, які використовуються в [1], тобто вибір в якості двопараметричної апроксимаційної функції показникової залежності є цілком обґрунтованим, хоч при перевищенні точкою роси значення $t_1 = 20^\circ C$ спостерігається деяке відхилення експериментальної залежності від теоретичної. Проте в діапазоні температур $-30^\circ C \leq t \leq 30^\circ C$ для точки роси використання (4), (5), як видно з таблиці 1, дозволяє на порядок знизити величину похибки оцінки кількості зрідженої вологи порівняно з існуючими методами оцінки [1].

Література

1. Гази горючі природні. Визначення вологовмісту і приведення температури точки роси вологи до умовного тиску. Стандарт підприємства. СТП 320.300 198 02. 004- 2000.
2. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс. – М.: Радиосвязь, 1988. – 128 с.
3. Замиховский Л.М., Олійник А.П., Іванишин В.П. Математический аппарат вибродиагностирования ГПА // Труды IX МНТК “Гервикон-99”, т. 2. – Сумы: Ризоцентр Сум ГУ, 1999. – С. 62-66.
4. Олійник А.П. Аналіз апроксимаційних процедур для оцінки просторового положення осі трубопроводів в задачах діагностики // Наукові вісті ІМЕ. –2002. – № 2. – С. 206-210.

II Міжнародна науково-практична конференція

Методологія та практика менеджменту на порозі XXI століття: загальнодержавні, галузеві та регіональні аспекти

м. Полтава
(12-14 травня 2004 р.)

Оргкомітет конференції

36014, м. Полтава, вул. Коваля, 3, кімн. 406

тел: (05322) 7-48-37

факс: (0532) 50-02-22

e-mail: meneg@iccu.org.ua

Шимановська Людмила Михайлівна,

Поставна Лариса Петрівна

тел: (05322) 2-08-18

Дзевєріна Каріна Сергіївна

Тематика конференції:

- Менеджмент організації в умовах соціально-економічної перебудови
- Методологічні аспекти стратегічного управління, інноваційного та інвестиційного менеджменту
- Теорія та методологія корпоративного управління.
- Управління ризикозахищеністю та конкурентноздатністю організації організації в умовах ринкової економіки
- Організаційно-правові проблеми регіонально-адміністративного та галузевого менеджменту
- Проблеми та тенденції розвитку міжнародного менеджменту та менеджменту зонішньо економічної діяльності
- Використання інформаційних технологій в менеджменті
- Менеджмент-освіта та методи наукового дослідження систем управління