



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **103045** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
G01N 7/00
G01F 1/34 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2015 06758	(72) Винахідник(и): Кобилін Анатолій Михайлович (UA), Тевяшев Андрій Дмитрович (UA), Кобилін Олег Анатолійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 08.07.2015	(73) Власник(и): Кобилін Анатолій Михайлович, вул. Ахсарова, 5, кв. 136, м. Харків, 61202 (UA), Тевяшев Андрій Дмитрович, вул. Велозаводська, 38, кв. 38, м. Харків, 61176 (UA), Кобилін Олег Анатолійович, вул. Ахсарова, 5, кв. 136, м. Харків, 61202 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.11.2015	(74) Представник: Ніколаєнко Вікторія Миколаївна, реєстр. №251
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.11.2015, Бюл.№ 22	

(54) СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ НА ДІЛЯНЦІ ТРУБОПРОВОДУ

(57) Реферат:

Система містить обчислювальний пристрій, в якому в першому програмному блоці встановлений програмний модуль для вирішення прямої задачі інтервального аналізу для визначення максимального і мінімального значення тиску та температури, в другому програмному блоці встановлений програмний модуль для вирішення зворотної задачі інтервального аналізу для заданих кінцевих значень тиску і температури газу, а на вихідній ділянці лінії контролюваного газу встановлений датчик витрат газу, вихід якого з'єднаний із входом відповідного програмного блока.

UA 103045 U

Схема 1

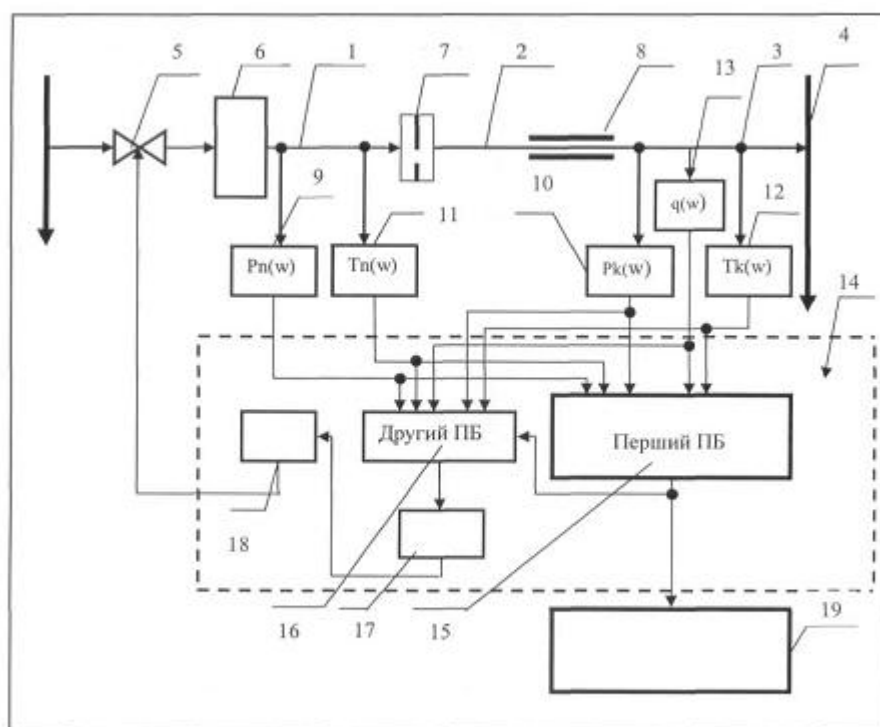


Fig. 1

Запропонована корисна модель належить до області автоматичного контролю технологічних параметрів і показників фізичних властивостей природного газу в процесі його видобутку, транспортування, збереження та розподілення і може бути використана в трубопровідних системах енергетики для квазістаціонарного режиму транспорту природного газу.

Проблема створення системи для оптимізації режимів роботи газотранспортних систем (ГТС) була і залишається однією з актуальних проблем в трубопровідних системах енергетики.

Відома система для визначення параметрів транспорту природного газу на ділянці трубопроводу, яка містить ділянку контрольованого газу, яка включає вхідну ділянку, підключену входом до джерела контрольованого газу, турбулентного і ламінарного дроселів, встановлених послідовно на лінії контрольованого газу, і вихідну ділянку, підключену виходом до лінії транспортування газу, виконавчого механізму (регулюючого клапана), встановленого на вхідній ділянці лінії контрольованого газу, датчиків абсолютного тиску, встановлених на лінії контрольованого газу, відповідно, перед турбулентним дроселем і після ламінарного дроселя; датчиків температури, встановлених на вхідній ділянці перед турбулентним дроселем і після ламінарного дроселя, обчислювального пристрою, до входу якого підключені перелічені датчики, а до виходів підключений виконавчий механізм (регулюючий клапан), який встановлений перед вхідною ділянкою і з'єднаний з регулятором тиску газу перед турбулентним дроселем, і пристрій відображення інформації (Патент Російської Федерації № 2269113, опубл. 27.01.2006, Заявка № 2004118739 від 21.06.2004).

Недоліком відомої системи є те, що вона не забезпечує можливості визначення вхідних параметрів тиску і температури газу для отримання заданих значень тиску і температури на виході ділянки трубопроводу по приведеній в ній формулі, не дозволяє оперативно визначати витрату газу через ділянку, тому що визначення значень витрати газу на вході ділянки, витрати газу на технологічні втрати, витрати газу на власні потреби на ділянці і запасу газу здійснюється за фіксований інтервал часу, рівний, наприклад, одній або двом годинам.

В основу корисної моделі поставлено задачу в системі для визначення параметрів транспорту природного газу на ділянці трубопроводу шляхом введення в обчислювальний пристрій програмних блоків, здатних забезпечити можливість визначення значень вхідних параметрів тиску і температури газу, необхідних для отримання заданих значень тиску і температури на виході ділянки трубопроводу, та вибір оптимального режиму транспорту газу.

Поставлена задача вирішується тим, що в системі для визначення параметрів транспорту природного газу на ділянці трубопроводу, яка містить ділянку контрольованого газу, що містить вхідну ділянку, підключену входом до джерела контрольованого газу, регулюючий клапан, встановлений на вхідній ділянці лінії контрольованого газу, турбулентний і ламінарний дроселі, встановлені послідовно на лінії контрольованого газу, і вихідну ділянку, підключену виходом до лінії транспортування газу, датчики абсолютного тиску, встановлені на лінії контрольованого газу, відповідно, перед турбулентним дроселем і після ламінарного дроселя; датчики температури, встановлені на вхідній ділянці перед турбулентним дроселем і після ламінарного дроселя, обчислювальний пристрій для обчислювання та регулювання показників фізичних властивостей газу, до входу якого підключені перелічені датчики, причому обчислювальний пристрій містить перший програмний блок, другий програмний блок, цифровий регулятор та регулятор тиску газу, виходи датчиків, з'єднані із входами зазначених програмних блоків, вихід першого програмного блока з'єднаний з одним із входів другого програмного блока і пристроєм відображення інформації, а вихід другого програмного блока з'єднаний з цифровим регулятором, що з'єднаний з регулятором тиску газу, вихід якого з'єднаний з встановленим на вхідній ділянці лінії контрольованого газу зазначеним регулюючим клапаном, відповідно до корисної моделі на вихідній ділянці лінії контрольованого газу встановлений датчик витрат газу, вихід якого, з'єднаний із входом відповідного програмного блока, а в обчислювальному пристрої в першому програмному блоці встановлений програмний модуль для вирішення прямої задачі інтервального аналізу для визначення максимального і мінімального значення тиску та температури, в другому програмному блоці встановлений програмний модуль для вирішення зворотної задачі інтервального аналізу для заданих кінцевих значень тиску і температури газу, визначення вхідних значень тиску газу, витрат газу і коефіцієнта ефективності експлуатації на різних ділянках газотранспортної системи.

Введення в запропоновану систему зазначених нових програмних модулів дозволяє визначити оптимальні параметри транспорту природного газу на ділянці трубопроводу оперативно в режимі реального часу, а також визначити тиск, температуру і витрати газу на вхідній ділянці, необхідні для заданого кінцевого тиску і температури газу, а також дозволяє моделювати режими транспорту природного газу на ділянці трубопроводу і для заданого

кінцевого тиску і температури газу, визначити тиск, температуру і витрати газу, що транспортується.

Корисна модель пояснюється ілюстративним матеріалом, на якому зображено:

На кресленні загальна схема запропонованої системи.

5 Система для визначення параметрів транспорту природного газу на ділянці трубопроводу містить власне ділянку контрольованого газу, яка також має вхідну ділянку 1, міждроселеву ділянку 2 і вихідну ділянку 3. Ділянка контрольованого газу підключена входом до джерела контрольованого газу, а виходом – до лінії 4 ділянки транспортування газу. На вхідній ділянці 1 лінії, на якій контролюється газ, встановлений виконавчий механізм, який виконаний у вигляді

10 регулюючого клапана 5, та фільтр 6. Крім того на ділянці контрольованого газу встановлені турбулентний дросель 7, ламінарний дросель 8 та датчики абсолютного тиску 9 і 10, з яких датчик 9 встановлений перед турбулентним дроселем 7, а датчик 10 - після ламінарного дроселя 8. На ділянці трубопроводу, яка контролюється, встановлені також датчики температури 11, 12, з яких датчик 11 встановлений на вхідній ділянці 1 перед турбулентним

15 дроселем 7, а датчик 12 - після ламінарного дроселя 8 на вихідній ділянці 3. На вихідній ділянці 3 встановлений датчик витрат газу 13. Система для визначення параметрів транспорту природного газу на ділянці трубопроводу містить також обчислювальний пристрій 14, до входу якого підключені всі перелічені вище датчики. Обчислювальний пристрій 14 містить перший програмний блок 15 для вирішення прямої задачі інтервального аналізу для визначення

20 максимального і мінімального значення $\text{Max}(\text{wid}(\text{Pk}))$, $\text{Min}(\text{wid}(\text{Pk}))$, $\text{Max}(\text{wid}(\text{Tk}))$, $\text{Min}(\text{wid}(\text{Tk}))$, другий програмний блок 16 для вирішення зворотної задачі інтервального аналізу для заданих кінцевих значень тиску і температури газу $\text{Pk}(w)$, $\text{Tk}(w)$ визначення вхідних значень тиску газу $\text{Pn}(w)$, витрат газу $q(w)$, коефіцієнта ефективності $E(w)$, $\text{Tn}(w)$, програмний блок (цифровий регулятор) 17 і регулятор тиску газу 18. Виходи датчиків тиску, температури та витрат газу

25 підключені в обчислювальному пристрої 14 як до програмного блока 15, так і до програмного блока 16. Вихід першого програмного блока 15 підключений до другого програмного блока 16 і пристрою відображення інформації 19. Вихід другого програмного блока 16 з'єднаний із входом програмного блока (цифрового регулятора) 17, вихід якого з'єднаний з регулятором тиску газу 18, вихід якого підключений до регулюючого клапана 5.

30 Система для визначення параметрів транспорту природного газу на ділянці трубопроводу працює таким чином.

Контрольований газ проходить через регулюючий клапан 5, фільтр 6, турбулентний 7 і ламінарний 8 дроселі в лінію 4 ділянки транспорту газу. За допомогою регулюючого клапана 5 на вхідній ділянці 1 автоматично підтримується необхідний тиск. Фільтр 6 здійснює очистку газу від

35 механічних сумішей і рідини, чим запобігається засмічення дроселів. При проходженні газу через турбулентний дросель 7 тиск $\text{P}_k(w)$ в міждроселевій ділянці 2 знижується. Величина тиску $\text{P}_k(w)$ залежить від щільності газу, а також від тиску $\text{P}_n(w)$ перед турбулентним дроселем, температури $\text{T}_k(w)$ газу в міждроселевій ділянці 2, а також від геометричних розмірів обох дроселів і коефіцієнта витрат турбулентного дроселя.

40 В запропонованому пристрої всі параметри вимірюються за допомогою датчиків 9, 10, 11, 12, 13 і сигнали від цих датчиків подаються на відповідні входи обчислювального пристрою 14. Обчислювальний пристрій вирішує дві задачі.

Перша задача. Обчислювальний пристрій 14 по вимірюваних за допомогою датчиків 9, 10, 11, 12 значеннях параметрів $\text{P}_n(w)$, $\text{P}_k(w)$, $\text{T}_n(w)$, $\text{T}_k(w)$ і заздалегідь ідентифікаційному коефіцієнту $E(w)$, а також датчика витрат газу 13 ($q(w)$ - витрати газу (мільйонів м^3 за добу), обчислює значення $\text{Max}(\text{wid}(\text{P}_k(w)))$ тиску газу при стандартних умовах і виводить його на пристрій відображення інформації 19. Обчислення кінцевого тиску газу і інших вищевказаних показників фізичних властивостей газу здійснює перший програмний блок 15 обчислювального пристрою 14. Обчислення показників виконується в інтервальному вигляді з рівнянь (1) – (21).

50 Обчислювальний пристрій 14 вирішує пряму задачу інтервального аналізу пошуковим методом для квазістаціонарного режиму транспорту природного газу на ділянці трубопроводу, визначаючи чисельне значення показників, $\text{P}_k(w)$, $\text{T}_k(w)$, які будемо розглядати як явно детерміновані функції від випадкових аргументів з рівномірним законом розподілу.

$$P_k(w) = \sqrt{P_n^2(w) - \frac{\Delta L P_0 T_{cp}(w) Z_{cp} q(w)^2 \alpha \lambda}{D^{5.2} E(w)^2 g \pi^2 R v T_0^2}}, \quad (1)$$

$$T_k(\omega) = T_{zp} + (T_n(\omega) - T_{zp}) e^{-\frac{62.6 K_m(\omega) D_8 L}{10^6 q(\omega) \Delta S}}, \quad (2)$$

де:

$P_n(\omega)$ - початковий тиск газу (атмосфери);

$T_n(\omega)$ - початкова температура (градуси Цельсія);

5 $q(\omega)$ - витрати газу (міліонів m^3 за добу);

$Kt(\omega)$ - теплопередача конденсата в ґрунт (Вт/(м²·с));

$E(\omega)$ - коефіцієнт ефективності;

$P_k(\omega)$ - кінцевий тиск газу, атмосфери;

$T_k(\omega)$ - кінцева температура.

10 Константи:

T_0 - температура ґрунту;

D - внутрішній діаметр ділянки трубопроводу;

D_n - зовнішній діаметр ділянки трубопроводу;

L - довжина ділянки трубопроводу;

15 ρ_0 - щільність газу при стандартних умовах;

Δ - відносна щільність газу по повітрю;

k - коефіцієнт шорсткості;

g - коефіцієнт вільного падіння;

R - газова постійна;

20 P_0 - тиск зовнішнього середовища;

T_{cp} - приблизне середнє значення;

Z_{cp} - приблизне середнє значення.

Арифметичні операції з інтервальними числами виконуються згідно з формулами 3-7:

$$A + B = [a; \bar{a}] + [b; \bar{b}] = [a + b; \bar{a} + \bar{b}]; \quad (3)$$

$$25 \quad A - B = [a; \bar{a}] - [b; \bar{b}] = [a - \bar{b}; \bar{a} - b]; \quad (4)$$

$$k \cdot [a; \bar{a}] = \begin{cases} [ka, k\bar{a}] & k \geq 0; \\ [ka, k\bar{a}] & k < 0; \end{cases} \quad (5)$$

$$A * B = [a; \bar{a}] * [b; \bar{b}] = [\min\{a \cdot b, a \cdot \bar{b}, \bar{a} \cdot b, \bar{a} \cdot \bar{b}\}, \max\{a \cdot b, a \cdot \bar{b}, \bar{a} \cdot b, \bar{a} \cdot \bar{b}\}]; \quad (6)$$

$$A / B = [a; \bar{a}] / [b; \bar{b}] = [a; \bar{a}] * [1/\bar{b}, 1/b]; \quad 0 \notin b. \quad (7)$$

30 Запропоновані операції інтервального аналізу (3) –(7) мають достатньо розвинені методи для вирішення багатьох задач, але загальний недолік цих методів – широкі інтервальні оцінки результатів, що інколи не може бути використано як для проведення практичних розрахунків, так і для подальшого аналізу.

Для вирішення цієї проблеми вводиться розширена інтервально-арифметична структура

$M = ((R), +, -, \times, /, +^-, -^-, \times^-, /^-)$ де $I(R) = \{[a^-, a^+] | a^- \leq a^+, a^-, a^+ \in R\}$ - множина дійсних інтервалів;

35 $(+, -, \times, /)$ і $(+^-, -^-, \times^-, /^-)$ - стандартні і нестандартні інтервальні операції додавання і добутку

відповідно дійсним інтервалам $A = [a^-, a^+]$ $B = [b^-, b^+]$

Для програмної реалізації представляються значення інтервальних чисел A і B в формі центр-радіуса $A = \langle a, r_a \rangle$, $B = \langle b, r_b \rangle$, де

$$a = \frac{a^- + a^+}{2}, \quad r_a = \frac{a^+ - a^-}{2}, \quad b = \frac{b^- + b^+}{2}, \quad r_b = \frac{b^+ - b^-}{2}, \quad (8)$$

40 центри та радіуси відповідно інтервалів A і B .

Нестандартна інтервально-арифметична операція додавання визначається так:

$$A +^- B = \langle a + b, |r_a - r_b| \rangle. \quad (9)$$

Нестандартна інтервально-арифметична операція віднімання визначається так:

$$A - B = \langle a - b, |r_a - r_b| \rangle. \quad (10)$$

Нестандартна інтервально-арифметична операція добутку визначається так:

$$A \times B = \langle ab - \text{sgn}(ab)r_a r_b, |ar_b - \text{sgn}(ab)br_a| \rangle, \text{ якщо } \frac{|a|}{r_a} \geq 1, \frac{|b|}{r_b} \geq 1, \quad (11)$$

$$5 \quad A \times B = \langle ab - \text{sgn}(b)ar_b, |br_a - \text{sgn}(b)r_a r_b| \rangle, \text{ якщо } \frac{|a|}{r_a} < 1, \frac{|a|}{r_a} < \frac{|b|}{r_b}, \quad (12)$$

$$A \times B = \langle ab - \text{sgn}(a)br_b, |ar_a - \text{sgn}(a)r_b r_b| \rangle, \text{ якщо } \frac{|b|}{r_b} < 1, \frac{|a|}{r_a} \geq \frac{|b|}{r_b}. \quad (13)$$

Нестандартна інтервально-арифметична операція ділення визначається так:

$$A / B = \frac{1}{b^2 - r_b^2} \langle ab - \text{sgn}(ab)r_a r_b, |ar_b - \text{sgn}(ab)br_a| \rangle, \text{ якщо } \frac{|b|}{r_b} > 1, \frac{|a|}{r_a} \geq 1, \quad (14)$$

$$A / B = \frac{1}{b^2 - r_b^2} \langle ab - \text{sgn}(b)ar_b, |br_a - \text{sgn}(b)r_a r_b| \rangle, \text{ якщо } \frac{|b|}{r_b} > 1, \frac{|a|}{r_a} < 1, \quad (15)$$

$$10 \quad A / B = \frac{1}{b^2 - r_b^2} \langle ab - \text{sgn}(a)br_a, |ar_b - \text{sgn}(a)r_a r_b| \rangle, \text{ якщо } \frac{|b|}{r_b} < 1, \frac{|a|}{r_a} < 1. \quad (16)$$

Будь-який інтервал повністю задається двома числами своїми кінцями, але на практиці часто використовують і інші характеристики інтервалів. Важливішими з них є середина (центр) інтервалу, яка визначається так:

$$\text{mid } a = \frac{1}{2}(\bar{a} + \underline{a}), \quad (17)$$

і радіус

$$15 \quad \text{rad } a = \frac{1}{2}(\bar{a} - \underline{a}). \quad (18)$$

Часто замість радіуса розглядається еквівалентне поняття ширини інтервалу

$$\text{width } a = \bar{a} - \underline{a}. \quad (19)$$

Інтервальні розширення (1), (2) будуть мати такий вигляд:

$$20 \quad [\underline{P}_k(\omega), \overline{P}_k(\omega)] = \sqrt{[\underline{P}_H(\omega), \overline{P}_H(\omega)]^2 - \frac{\Delta L P_0 [\underline{T}_H(\omega), \overline{T}_H(\omega)] \cdot [\underline{q}(\omega), \overline{q}(\omega)]^2 \alpha \lambda}{D^{5,2} [\underline{E}(\omega), \overline{E}(\omega)]^2 g \pi^2 R_v T_0^2}}, \quad (20)$$

$$[\underline{T}_k(\omega), \overline{T}_k(\omega)] = T_0 + ([\underline{T}_H(\omega), \overline{T}_H(\omega)] - T_0) \cdot e^{-\frac{62,6 [\underline{K}_t(\omega), \overline{K}_t(\omega)] D_b \cdot L}{10^6 [\underline{q}(\omega), \overline{q}(\omega)] \Delta \cdot S}}. \quad (21)$$

Друга задача. Обчислювальний пристрій 14 вирішує також зворотну задачу для визначення значень вхідних параметрів для бажаного значення вихідних параметрів.

25 Обчислювальний пристрій 14 по заданому значенню вихідного тиску газу сумісно з виконавчим механізмом (регулюючим клапаном) 5 реалізує функцію зворотної задачі пошуку вхідних значень тиску газу, витрат газу і коефіцієнта ефективності. Цю задачу реалізує другий програмний блок 16, з рівнянь (22) – (24).

30 Особливість вирішення зворотної задачі полягає в тому, що входи і виходи системи не є заданими точно. Для них будуть відомі лише межі їх можливих значень (змін), верхня і нижня, або, що еквівалентно, нам будуть задані тільки інтервали, в межах яких можуть знаходитися значення входів і виходів.

Підсумковий показник будемо вважати коренем дерева. Представимо його у наступному вигляді:

$$y_0 = f_0(x_{1;0}; x_{2;0} \dots x_{n;0}), \quad (22)$$

35 де y_0 – показник першого рівня (підсумковий), $x_{1;0}; x_{2;0} \dots x_{n;0}$ – аргументи першого рівня. Побудову дерева покажемо на рисунку:

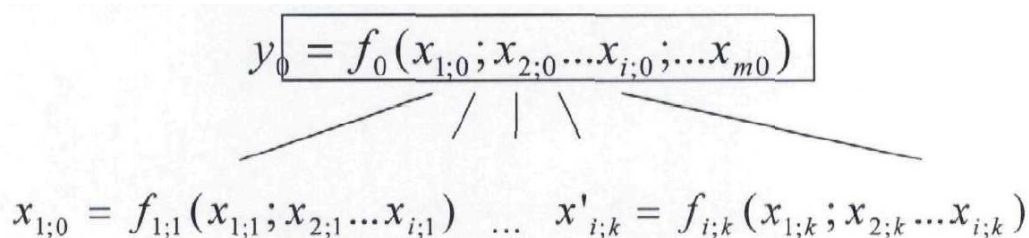


Рис. 3. Структура дерева формул

(далі продовжувати за аналогічною схемою).

Будемо вважати, що на кожному рівні в функціональну залежність вигляду $f_{i;k}(x_{1;0}; x_{2;0} \dots x_{i;k})$, тобто залежність i -того рівняння змінної k - рівня входять всі змінні даного рівня. Частина з них може бути нульовою. Усі вершини дерева розв'язків поділимо на дві групи. Термінальними назвемо вершини дерева, в які не входить жодна гілка. Нетермінальними назвемо вершини, до яких входить хоча б одна гілка. Таким чином, усі вершини, які відповідають вхідним даним, будуть термінальними. Нетермінальна вершина, з якої не виходить жодна гілка, буде відповідати результату розв'язання задачі.

Таким чином, прямою задачею економічного аналізу будемо називати систему

$$\langle X, Y, Z, P \rangle \xrightarrow{A} R. \quad (23)$$

В цьому виразі прийнято, що X -множина змінних, які входять до складу умов (13,14), Y, Z -множини індикаторів, P - множина можливих формул, A -відображення з $2k$ вимірному простору R^+ вхідних даних у одновимірний простір R вихідних результатів. Зворотною задачею економічного аналізу будемо називати задачу вибору такого набору змінних X, Y, Z , який забезпечує найкраще наближення отриманого показника R до заздалегідь заданого показника R^* [5]. Згідно з теорією зворотних задач як процедуру регуляризації оберемо розв'язання оптимізаційної задачі вигляду:

$$I = \min_X |R - R^*|, \quad X \subseteq X_a, \quad (24)$$

де X_a - область можливих значень вектора X .

В результаті другий програмний блок 16 обчислювального пристрою 14 за допомогою вирішення зворотної задачі виконує функцію одержання необхідних значень вхідних параметрів для одержання бажаного значення кінцевого тиску та кінцевої температури газу.

За допомогою програмного блока (цифрового регулятора) 17, регулятора тиску газу 18 та регулюючого клапана 5 автоматично встановлюються необхідні параметри на вхідній ділянці 1 для одержання заданих значень параметрів на вихідній ділянці 3.

Приклад здійснення корисної моделі.

За допомогою датчиків 9, 10, 11, 12, 13 були вимірені всі необхідні параметри, значення яких були передані на відповідні входи обчислювального пристрою 14.

По виміреннях за допомогою датчиків 9,10, 11,12 значеннях параметрів $P_n(w)$, $P_k(w)$, $T_n(w)$, $T_k(w)$ і заздалегідь ідентифікаційному коефіцієнту $E(w)$, а також датчика витрат газу 13 ($q(w)$ -витрати газу (мільйонів m^3 за добу), були обчислені значення $\text{Max}(\text{wid}(P_k(w)))$ тиску газу при стандартних умовах і виведені на пристрій відображення інформації 19. У першому програмному блоці 15 були виконані обчислення кінцевого тиску газу і інших вищевказаних показників фізичних властивостей газу.

У програмний блок 16 були передані задані значення вихідних параметрів та реалізована функція зворотної задачі пошуку вхідних значень тиску газу, витрат газу і коефіцієнта ефективності.

Результати обчислювального експерименту представлені на рис.1 і 2.

На рис.1 наведені результати розрахунків другого програмного блоку 16 кінцевого тиску газу.

Вирішити зворотну задачу по тиску

Рішення зворотної задачі по тиску

Бажане значення кінцевого тиску газу =

44

Може бути досягнуто при:

0,001493978

37

$P_n(\tau)$ - початковий тиск газу

50,70066828

52,76163147

$q(\tau)$ - витрати газу за добу

12,16490345

12,18635416

$E(\tau)$ - коефіцієнт ефективності

0,969849184

0,970021063

Рис.1 Результати вирішення зворотної задачі по тиску газу

Пояснення результатів розрахунку:

- 5 Після введення в поле "Бажане значення кінцевого тиску газу" значення, яке треба отримати на виході (в нашому прикладі 44), результати розрахунків такі:

Бажане значення тиску газу 44 може бути досягнуто з похибкою в 0,00149378 при початковому тиску газу в інтервалі [50,70066828, 52,76163147], витрат газу за добу в інтервалі [12,16490345, 12,18635416], коефіцієнту ефективності в інтервалі [0,969849184, 0,970021063].

- 10 На рис.2 наведені результати розрахунків другого програмного блока 16 кінцевої температури газу.

Вирішити зворотну задачу по температурі

Рішення зворотної задачі по температурі

Бажане значення кінцевої температури =

34

Може бути досягнуто при:

0,039026777

86

$T_n(\tau)$ - початкова температура

56,85862829

61,0795412

$q(\tau)$ - витрати газу за добу

12,17173102

12,1931817

$Kt(\tau)$ - теплопередача в ґрунт

1,330897039

1,33116231

Рис.2 Результати вирішення зворотної задачі по температурі газу

Пояснення результатів розрахунку:

15 Після введення в поле "Бажане значення кінцевої температури газу" значення, яке треба отримати на виході (в нашому прикладі 34), результати розрахунків такі:

Бажане значення кінцевої температури газу 34 може бути досягнуто з похибкою в 0,039026777 при початковій температурі газу в інтервалі [56,85862829, 61,0795412], витрат газу за добу в інтервалі [12,17173102, 12,1931817], коефіцієнту ефективності в інтервалі [1,330897039, 1,33116231].

- 20 В результаті проведених у програмному блоці 16 обчислень були одержані необхідні значення вхідних параметрів для одержання бажаних значень кінцевого тиску та кінцевої температури газу.

- 25 Далі, за допомогою програмного блока (цифрового регулятора) 17, регулятора тиску газу 18 та регулюючого клапана 5 автоматично встановлюються необхідні параметри на вхідній ділянці 1 для одержання заданих значень параметрів на вихідній ділянці 3.

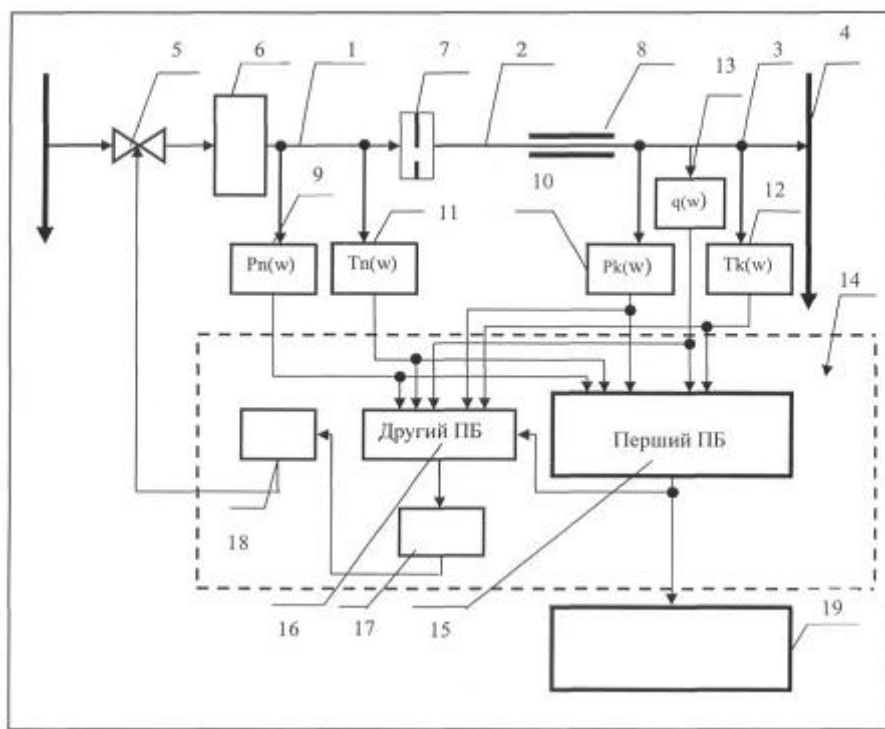
- 30 Таким чином, запропонована система дозволяє забезпечити можливість визначення вхідних параметрів тиску і температури газу для отримання заданих значень тиску і температури на виході ділянки трубопроводу та забезпечити вибір оптимального режиму транспорту газу оперативно і максимально точно.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 35 Система для визначення параметрів транспорту природного газу на ділянці трубопроводу, яка містить ділянку контрольованого газу, що містить вхідну ділянку, підключену входом до джерела контрольованого газу, регулюючий клапан, встановлений на вхідній ділянці лінії контрольованого газу, турбулентний і ламінарний дроселі, встановлені послідовно на лінії контрольованого газу, і вихідну ділянку, підключену виходом до лінії транспортування газу, датчики абсолютного тиску, встановлені на лінії контрольованого газу, відповідно, перед
- 40

турбулентним дроселем і після ламінарного дроселя; датчики температури, встановлені на вхідній ділянці перед турбулентним дроселем і після ламінарного дроселя, обчислювальний пристрій для обчислювання та регулювання показників фізичних властивостей газу, до входу якого підключені перелічені датчики, причому обчислювальний пристрій містить перший програмний блок, другий програмний блок, цифровий регулятор та регулятор тиску газу, виходи датчиків, з'єднані із входами зазначених програмних блоків, вихід першого програмного блока з'єднаний з одним із входів другого програмного блока і пристроєм відображення інформації, а вихід другого програмного блока з'єднаний з цифровим регулятором, що з'єднаний з регулятором тиску газу, вихід якого з'єднаний з встановленим на вхідній ділянці лінії контролюваного газу регулюючим клапаном, яка **відрізняється** тим, що на вихідній ділянці лінії контролюваного газу встановлений датчик витрат газу, вихід якого з'єднаний із входом відповідного програмного блока, а в обчислювальному пристрої в першому програмному блоці встановлений програмний модуль для вирішення прямої задачі інтервального аналізу для визначення максимального і мінімального значення тиску та температури, в другому програмному блоці встановлений програмний модуль для вирішення зворотної задачі інтервального аналізу для заданих кінцевих значень тиску і температури газу, визначення вхідних значень тиску газу, витрат газу і коефіцієнта ефективності експлуатації на різних ділянках газотранспортної системи.

Схема 1



20

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601