

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

На правах рукопису

ВОЩИНСЬКИЙ ВІКТОР СТАНІСЛАВОВИЧ

УДК.681.122.088.6

КОРЕКТОРИ ОБ'ЕМУ

ДЛЯ ЛІЧИЛЬНИКІВ І ВИТРАТОМІРІВ ГАЗУ

05.11.01 - Прилади і методи вимірювання механічних
величин

А в т о р е ф е р а т

дисертації на здобуття вченого ступеня

кандидата технічних наук

Львів, 1994



AB 29.75

Робота виконана на кафедрі автоматизації виробничих процесів Івано-Франківського Інституту нафти і газу.

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК — доктор технічних наук,
професор БРОДИН І.С.

ОФІЦІЙНІ ОПОНЕНТИ — доктор технічних наук,
професор СТРИЖАК В.Я.

— кандидат технічних наук,
доцент КРУК І.С.

ПРОВІДНА ОРГАНІЗАЦІЯ — Управління магістральних
газопроводів /підприємство/
"Прикарпаттрансгаз"
м. Івано-Франківськ

Захист дисертації відбудеться 18 травня 1994р.
в 16 годин на засіданні спеціалізованої Ради К
04.06.01 в Державному університеті "Львівська
політехніка" за адресою:

290646, Львів -13, вул. Бандери, 12.

З дисертацією можна познайомитись в бібліотеці
університету.

Автореферат розісланий 15 квітня 1994р.

Вчений секретар

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми: Перехід народного господарства України і інших країн СНД на ринкові відносини ставить на порядок денний питання раціонального і економного споживання природного газу і, відповідно, його точний облік. Точність обліку повинна бути настільки високою, щоб звести до мінімуму розходження результатів при розрахунках між постачальниками і споживачами газу.

Актуальність теми полягає в тому, що на Україні, як і в інших країнах СНД, промислові лічильники і витратоміри газу, виробництво яких освоєно, випускаються без коректорів його об'єму. Застосування подібних пристроїв закордонних фірм було б економічно неоправданно в зв'язку з їх недосконалістю. Відповідно, при вимірюванні витрати і об'єму газу при змінних температурі і тиску, вплив цих параметрів, в кращому випадку, враховувався шляхом перерахунку результату тільки по окремо вимірних значеннях цих параметрів по спрощених рівняннях. Внаслідок цього, реальна похибка вимірювання витрати і об'єму газу була значною, а його втрати складали мільйони кубічних метрів.

Актуальність теми підтверджується також і тим, що роботи проведені автором на Івано-Франківському ВО "Промприлад" ввійшли в Постанову Ради Міністрів СРСР від 23 серпня 1984 року № 910 "О мерах по улучшению учета расхода газа, поставляемого народному хозяйству, и населению" (додаток 1, завдання 2).

Мета роботи - розробка принципів побудови, створення та впровадження коректорів об'єму для лічильників і витратомірів газу.

Вказана мета досягається вирішенням таких задач теоретичного і прикладного характеру.

1. Виходячи із аналізу сучасного стану коректорів об'єму газу необхідно було визначити найбільш перспективну їх структуру, яка забезпечила б мінімальну похибку в широкому діапазоні зміни тиску і температур робочого середовища.

2. На основі термодинамічних законів газового стану слід було

провести теоретичні і експериментальні дослідження газонаповнених чутливих елементів ГЧЕ і розробити принципи їх побудови. При цьому необхідно було дослідити зміну об'єму, витісненого гофрованою частиною сильфону при дії на нього зустрічно напрямлених рівномірно розподіленого тиску і зосередженої сили.

3. Необхідно було провести теоретичні і експериментальні дослідження функції перетворення (ФП) коректорів об'єму газу з врахуванням ФП його структурних елементів.

4. Необхідно було розробити коректори об'єму газу, методику і пристрій для їх градування і повірки, дослідити їх метрологічні характеристики і забезпечити впровадження коректорів в газовий промисловість.

Методи досліджень. Теоретичні дослідження виконані з застосуванням теорії плоскої анізотропної мембрани в великих переміщеннях, методу послідовних наближень, законів термодинамічного стану газів, теорії теплообмінних процесів, теорії ймовірності і математичної статистики, а також інтегрального і диференційного числення. Аналіз одержаних аналітичних залежностей проводився числовими методами за допомогою ЕОМ. Експериментальні дослідження проводились по індивідуально розроблених програмах за допомогою запропонованих і створених приладів і пристроїв, а також стандартної апаратури.

Наукова новизна.

1. Обґрунтовані класифікаційні ознаки коректорів об'єму газу і розроблена їх загальна класифікація.

2. Розроблені і досліджені функції перетворення ГЧЕ і коректорів об'єму газу з врахуванням їх структурних елементів, а також алгоритми і програми їх розв'язання.

3. Отримана математична модель ГЧЕ з допомогою якої досліджено зміну об'єму, витісненого гофрованою частиною сильфону ГЧЕ, навантаженого зустрічно напрямленими і рівномірно розподіленим тиском і зосередженою в центрі силою.

4. Розроблений пристрій лінеаризації функції перетворення коректора об'єму газу.

5. Розроблена методика і пристрій для градування і повірки коректорів об'єму газу.

Практична цінність. В результаті узагальнення матеріалів багаторічних досліджень і особистої участі автора в конструкторських і технологічних роботах розроблені і створені механічні коректори в складі лічильників газу типу СГК, а також електричні коректори типу КОРГАЗ, які знаходяться в стані підготовки до серійного виробництва.

Апробація роботи. Матеріали дисертації доповідались на нарадах спеціалістів країн - членів РЕВ по темі плану робіт "Інтереталон-прилад" 09.03.2 "Спільна розробка і виготовлення зразкових газових лічильників", що відбулися 19 - 22 листопада 1985 року і 22 - 25 листопада 1988 року (м.Будапешт, Угорщина), на семінарі УРУ Держстандарту СРСР "Стан і перспективи розвитку засобів повірки лічильників газу" - квітень 1990 року в Івано-Франківську, всесоюзній конференції "Розвиток систем метрологічного забезпечення вимірювань витрати і кількості" в листопаді 1991 року в м.Казані, на науково-технічній раді Мінприладу СРСР про виконання завдання "Лічильники газу з корекцією по температурі і тиску продуктивністю 1000, 3000 і 5000 м³/год при робочому тиску 1,0 і 2,5 МПа і установки для їх повірки" згідно постанови Ради Міністрів СРСР від 24 серпня 1984 року № 910 в березні 1987 року, на засіданні кафедри автоматизації виробничих процесів Івано-Франківського інституту нафти і газу в грудні 1987 року. Матеріали дисертації використовувались в лекціях, які читались автором студентам Івано-Франківського інституту нафти і газу, а також в процесі курсового і дипломного проектування. Всього зроблено більше десяти доповідей.

Реалізація результатів роботи. Результати теоретичних і експериментальних досліджень знайшли втілення в газовій промисловості шляхом створення і впровадження лічильників газу з коректорами типу СГК у виробничому об'єднанні "Мострансгаз" (м.Комунарка, Московської обл.).

Вказані коректори об'єму газу забезпечені розробленими методами і засобами повірки.

Публікації. Основні результати досліджень відображені в 12 публікаціях, із яких 6 опублікованих автором особисто. В числі публікацій є 2 авторські свідчення на винаходи.

Структура і об'єм дисертації. Дисертація складається із вступу, чотирьох глав, висновків, списку літератури і додатків. Вона викладена на 112 сторінках машинописного тексту, 23 сторінки - рисунків, 16 сторінок таблиць, списку літератури та додатків на 82 сторінках. Список літератури складається із 65 джерел, з яких 42 іноземні.

На захист виносяться: 1. Нові класифікаційні ознаки коректорів об'єму газу і їх загальна класифікація.

2. Функції перетворення ГЧЕ і коректорів об'єму газу.

3. Результати дослідження зміни витісненого об'єму гофрованої частини силфона, навантаженої зустрічно рівномірно розподіленим тиском і зосередженої в центрі сили.

4. Нова структура і конструкція коректорів об'єму газу.

5. Методика і засоби градування і повірки розроблених коректорів газу.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі дана характеристика проблеми, обгрунтована актуальність роботи, сформульовані мета і основні задачі досліджень, приведені методи досліджень, наукова новизна, практична цінність роботи її реалізація і апробація, сформульовані основні положення, які виносяться автором на захист.

В першій главі на основі вивченої науково-технічної літератури виконано аналіз існуючих промислових коректорів об'єму газу, які застосовуються для перерахунку вимірюного лічильником об'єму газу з врахуванням його стискуваності при робочих значеннях тиску і температури. Аналіз проводився згідно класифікації промислових коректорів запропонованої автором. В її основу поряд з такими ознаками як вид споживаної енергії, і реалізованого рівняння стану газу покладені

принципи конструкторського рішення пружних чутливих елементів і лічильно-інтегруючих пристроїв. В залежності від виду споживаної енергії всі промислові коректори розділені на дві групи: механічні, які працюють за рахунок енергії потоку газу, і електричні, які живляться електричною енергією. Крім того механічні коректори розділені на дві підгрупи. В коректорах першої підгрупи чутливим елементом, як правило, застосовують перетворювачі температури і тиску, а в коректорах другої підгрупи – газонаповнені чутливі елементи. В залежності від виду застосованого чутливого елемента коректори мають лічильно-інтегруючі пристрої у вигляді торцевих, гіперболоїдних, конічних та інших варіаторів. Аналогічну класифікацію по конструктивному рішенню пружних елементів мають електричні коректори.

Із проведеного аналізу встановлено, що в механічних коректорах з ГЧЕ враховується коефіцієнт стискуваності і вони мають підвищену чутливість до зміни стану в процесі вимірювання. Такі коректори практично безінерційні, а термодинамічний стан газу в ГЧЕ змінюється відповідно до стану газу в трубопроводі.

В результаті класифікації і аналізу особливостей коректорів встановлено загальні тенденції розвитку як механічних, так і електричних коректорів. Перспективним напрямком розвитку механічних і електричних коректорів можна вважати створення цих пристроїв на базі ГЧЕ. В результаті виконаного аналізу встановлено, що механічні і електричні коректори з ГЧЕ в порівнянні з іншими мають найвищу точність. В першій главі дисертації також сформульована задача дослідження і розробки коректорів об'єму газу з широким діапазоном вимірювання на базі ГЧЕ.

Друга глава присвячена розробці принципів побудови і дослідженню функцій перетворення ГЧЕ коректорів об'єму газу. Розроблені три схеми ГЧЕ, які зображені на рис.1. На схемі прийняті позначення: 1 - сильфон, 2 - жорсткий центр, 3 - основа, 4 - циліндр, 5 - баластні кільця.

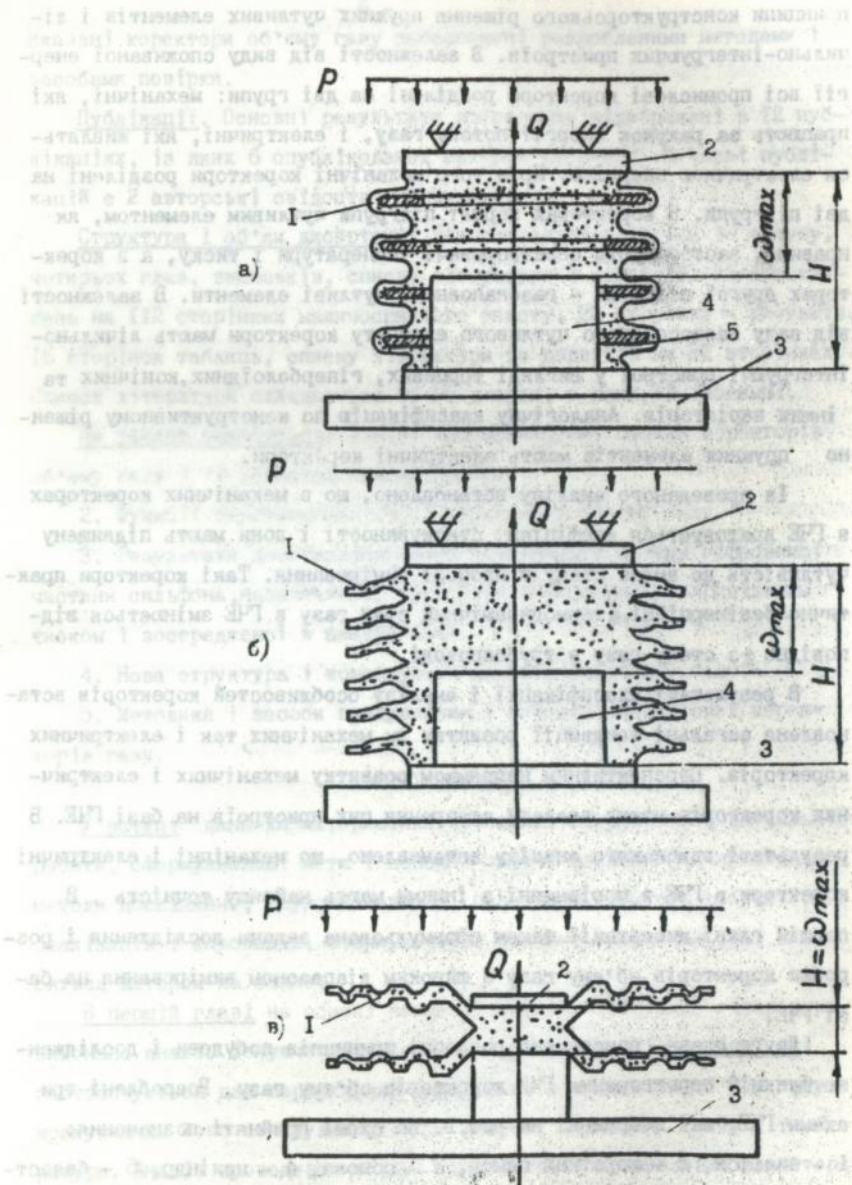


Рис. I. Схеми газонаповнених чутливих елементів:
а) - з безшовним сільфоном; б) - зі зварним сільфоном; в) - з мембранною коробкою

Функцію перетворення визначено виходячи із рівняння стану еталонного газу в ГЧЕ і балансу сил, що виникають під дією тиску і температури, або інших дестабілізуючих факторів. Вона має такий вигляд:

$$\text{для } P < P_0 \quad \omega = \frac{1}{2\alpha} \left[\beta \pm (\beta^2 + 4\alpha c)^{0.5} \right] \quad (1)$$

$$\text{для } P > P_0 \quad \omega = \frac{1}{2\alpha} \left[\beta \pm (\beta^2 - 4\alpha c)^{0.5} \right]$$

$$\text{де } \alpha = C_p \cdot F_2 \cdot T_1 \cdot K_1, \quad \beta = (P \cdot F_2 - C_p V_1 - Q) T_1 \cdot K_1,$$

$$c = (P - Q/F_2) V_1 \cdot T_1 \cdot K_1 - (P_1 - Q/F_2) V_1 \cdot T \cdot K,$$

P - абсолютний тиск газу в трубопроводі, P_0 - абсолютний тиск еталонного газу в ГЧЕ, T_1, K_1, V_1 - абсолютна температура, коефіцієнт стискуваності і об'єм еталонного газу, що відповідають коефіцієнту корекції Z_1 ; T, K, V - теж для Z ; C_p - жорсткість чутливого елемента, Q - сила протидії лічильно-інтегруючого пристрою коректора.

Досліджується вплив жорсткості чутливого елемента і сил опору лічильно-інтегруючого пристрою на функцію перетворення ГЧЕ. Доказано, що лічильно-інтегруючий пристрій практично не впливає на функцію перетворення елемента, а суттєвий на неї вплив має жорсткість пружного елемента.

Досліджено зміну об'єму витісненого гофрованою частиною сильфона при дії зустрічно направлених рівномірно розподіленого тиску і зосередженої сили. Задача розв'язувалась виходячи із системи диференціальних рівнянь плоскої анізотропної мембрани у великих переміщеннях з врахуванням зосередженої сили Q і тиску P . Розв'язок системи цих рівнянь отримано у такому вигляді:

$$V_1 = 2\pi R^3 \left[\lambda_p a_1 - \lambda_Q a_2 + (-\lambda_p^3 a_3 + \lambda_p^2 \lambda_Q a_4 + \lambda_p \lambda_Q^2 a_5 + \lambda_Q^3 a_6) \eta \right] n + \gamma z_0 \omega_n \cdot n, \quad (2)$$

$$\text{де } \lambda_p = \frac{P \cdot R^3 \cdot k_1}{2D}, \quad \lambda_Q = \frac{Q \cdot R \cdot k_1}{2\pi D}, \quad D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \mu^2/\alpha^2)},$$

$$\eta = 12(1 - \mu/\alpha^2) k_1 R^2 / h^2, \quad \alpha = k_1 - k_2,$$

R - зовнішній радіус мембрани, z_0 - радіус жорсткого центру мембрани, μ - коефіцієнт Пуассона, k_1, k_2 - коефіцієнти, що залежать від геометрії мембрани, h - товщина мембрани, ω_n - переміщення її жорсткого центру, n - кількість мембран, $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ - коефіцієнти, що залежать від α, ρ ; ρ - відносний радіус мембрани

$\rho = \tau/R$. Коефіцієнти $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$, розраховані за допомогою ЕОМ ES 1841. Експериментально показано, що похибка розрахунків виконаних за формулою (2) складає 4,86 %, що майже в чотири рази точніше порівняно з іншими відомими формулами.

В роботі також отримані співвідношення між параметрами ГЧЕ з холоднотягнутими гофрами, необхідні конструювання таких ГЧЕ виходячи з умов максимальної чутливості.

В третій главі проведено теоретичні і експериментальні дослідження функції перетворення коректорів об'єму газу з ГЧЕ. Для механічних коректорів функція перетворення отримана в такому вигляді:

$$V_n = V_0 \cdot \mu_n \frac{z_x}{z_x + 1 - i \cdot \omega_{c,3} / \omega_A} \quad (3)$$

де V_n - об'єм газу, приведений до нормальних умов, V_0 - об'єм, вимірюваний лічильником газу, $z_x = R_0 / \omega_0$, - коефіцієнт пропорційності, - переміщення жорсткого центру ГЧЕ, ω_A - діапазон переміщення сепаратора, μ_n - постійне передаточне відношення коректора. Показано, що механічні коректори в своїй структурі поряд з такими ланками як механізм кутових переміщень, ГЧЕ, сепараторний механізм, торцовий варіатор, повинен мати механізм лінеаризації функції перетворення. Похибка механічних коректорів такої структури не перевищує $\pm 1,0$ %.

Розглянуті два типи механізмів лінеаризації функції перетворення коректорів: з кулісно-важелевим механізмом і шарнірно-важелевим механізмом. Показано, що механізм лінеаризації з кулісно-важелевим механізмом забезпечує ширший діапазон лінеаризації функції перетворення коректора. Розрахунок нелінійності функції перетворення згаданих механізмів лінеаризації виконувався з допомогою ЕОМ типу IBM PC/AT.

На основі одержаних результатів автором розроблена така принципова схема механічного коректора об'єму газу (див. рис. 2).

Під дією температури і тиску газу, що протікає в трубопроводі, жорсткий центр сальфона ГЧЕ 1, переміщає шток 2 і зв'язаний з ним

важіль 3, через вал 15 діє на важіль II механізму лінеаризації, що складається з важелів 6, 8, 10, II і лекала 5. Пружина 7 намагається звести важелі 6 і II між собою, в результаті чого за допомогою важелів 8 і 10 ролик 9 постійно притиснутий до лекала 5. Вал 15 повертає важелі 6, 8, 10 і II навколо осі 16 і при цьому ролик 9 обкочується по лекалу 5, закріпленому на основі 4. В залежності від положення лекала 5 відносно осі 16 міняється радіус обкочуваної поверхні його профілю. При цьому міняється кут Θ між важелем 6 і II. Хвостовик важеля 6 діє на сепаратор 14 і переміщує кульки 19, які розміщені між фрикційним диском 12 і циліндром 17. Фрикційний диск, що несе інформацію про скоректований об'єм газу, передає свій рух лічильному механізму 18.

На рис.3 показана структура ^{електричного} запропонованого коректора об'єму газу. В структуру входять: перетворювач відносної густини 1 з ПЧЕ, обчислювальний пристрій 2 з пультом вводу інформації 3 і блоком живлення 4.

Основною обчислювальною пристроєм є мікропроцесор ППІ, виконаний на базі мікросхеми типу КР1621ВМ25, оперативно-запам'ятовуючого пристрою ОЗУ у вигляді мікросхеми К537Р410, постійно-запам'ятовуючого пристрою ППЗУ типу К573РФЧ, програмований таймер і канал інтерфейсного зв'язку. Функція перетворення електричного коректора має вигляд

$$V_n = c_1 \int_0^t I_A \cdot I_0 dt, \quad (4)$$

де c_1 - постійна обчислювального пристрою; I_A - вихідний сигнал лічильника газу; I_0 - лінеаризований сигнал обчислювального пристрою; t - час вимірювання об'єму газу.

Враховуючи, що функція перетворення газонаповненого чутливого елемента нелінійна, її лінеаризація реалізована шляхом введення в ППІ обчислювального пристрою комп'ютерного алгоритму. Експериментально доказано, що похибки електричних коректорів можуть бути меншими 0,5 %.

В четвертій главі на основі сформульованих технічних вимог і проведених досліджень висвітлені питання конструювання механічних і

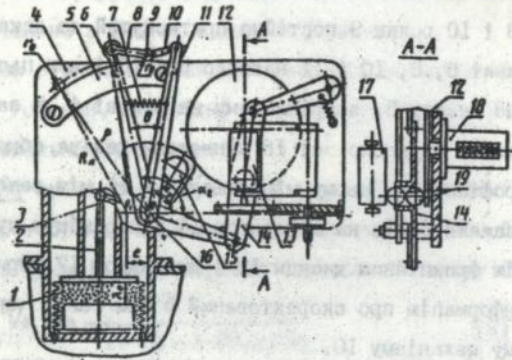


Рис.2. Принципова схема механічного коректора об'єму газу з ГЧЕ.

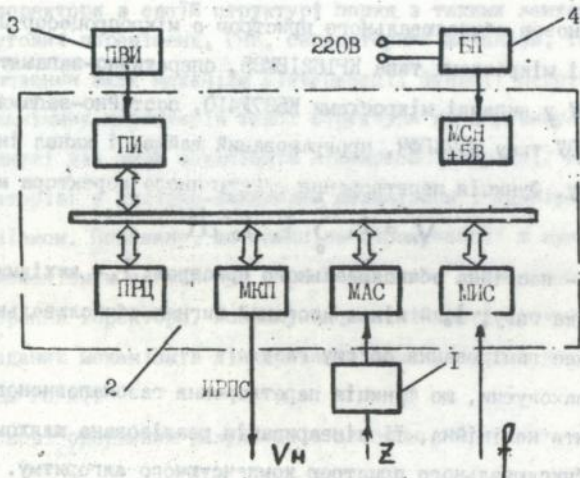


Рис.3. Структурна схема електричного коректора об'єму газу.

електричних коректорів об'єму газу та ГЧЕ, розроблена методика і пристрій для їх градування. Тут також приведені результати експериментальних досліджень і впровадження коректорів.

Розроблені ГЧЕ забезпечують переміщення жорсткого центру в межах від $W = 1,0$ до $W = 40$ мм при коефіцієнтах корекції $Z = 0,002...30$. Вони розраховані на робочий тиск $P =$ до 25 МПа і забезпечують роботу коректорів в широкому діапазоні температур ($-30...+60$ °С). Згадані елементи уніфіковані, універсальні і можуть застосовуватися для побудови, як механічних, так і електричних коректорів.

Розроблені два типи механічних коректорів - К/1,0 і К/2,5 з верхніми границями коефіцієнта корекції $Z_{max} = 10$ і $Z_{max} = 25$, відповідно, діапазоном корекції $D = 5,0$, основною відносною похибкою $\pm 1,0$ %. Широкий діапазон корекції ($D = 5,0$) досягнутий завдяки конструктивним рішенням, що були запропоновані автором при створенні ГЧЕ, а висока точність - за рахунок застосування механізму лінеаризації. Вказаний тип коректорів застосовується у складі промислових лічильників газу СГК.

Розроблені електричні коректори типу КОПАЗ з шістьнадцятьма піддіапазонами корекції в межах від $Z_{max} = 0,01$ до $Z_{max} = 0,25$, діапазоном корекції $D = 5,0$ та основною відносною похибкою $\pm 0,5$ %. Для досягнення вказаної точності в коректорі застосовані такі оригінальні технічні рішення: ГЧЕ з клиноподібними заповнювачами, пристрій температурної компенсації похибки, а також мікропроцесорний обчислювальний пристрій з введеним алгоритмом лінеаризації функції перетворення ГЧЕ.

Градування коректорів об'єму газу здійснюється шляхом ступінчастої зміни тиску і температури в спеціальному пристрої і вимірювання цих параметрів з високою точністю при допомозі перетворювачів температури і тиску на протязі розрахункового часу t . В пристрої застосовані перетворювачі тиску, похибка яких не перевищує $\pm 0,1$ %, перетворювачі температури (похибка $\pm 0,1$ К), а також забезпечується рівномірність поля температур з відхиленням не більше як 0,2 %.

Теплообмінні процеси, що протікають в ГЧЕ і пристрої для градування, повірки коректора вимагають часу для їх стабілізації. На основі теорії теплообмінних процесів отримано залежність між часом стабілізації і температурою еталонного газу в ГЧЕ. Вона має вигляд

$$t = \frac{C_p}{\alpha_0} [\ln(T_2 - T_c) - \ln(T - T_c)] \quad (5)$$

де α_0 - коефіцієнт теплопередачі через стінки сільфона ГЧЕ, T_2 - температура еталонного газу при стрибкоподібній зміні тиску в градувальному пристрої. В роботі вона представлена такою залежністю

$T_2 = T_1(P_1/P_2)^{(1-\kappa)/\kappa}$, де P_1 і P_2 - тиск газу в ГЧЕ, κ - показник адіабати газу.

Експериментальна перевірка залежності (5) показала, що згадана залежність описує фізичний процес з похибкою, що не перевищує $\pm 0,2\%$.

Механічні коректори К/1,0 і К/2,5 пройшли метрологічну атестацію по програмі затвердженій головним інститутом витратометрії - Казанським ВНДІР та програми метрологічної атестації лічильників газу типу СГК. Основна відносна похибка коректора типу К/1,0 не перевищує $0,72\%$, а коректора К/2,5 - $0,43\%$.

Електричні коректори типу КОРГАЗ також випробовувались по згаданій методиці. Випробуванням були піддані коректори з коефіцієнтами корекції $Z_{\text{max}}=1,6$ і $Z_{\text{max}}=25$. Їх основна відносна похибка виявилася не більшою ніж $\pm 0,5\%$. Промислове впровадження електричних коректорів планується здійснити в комплекті з лічильником газу типу СГ (лічильники типу СГ виготовляються серійно Івано-Франківським ВО "Промприлад) на підприємствах ВО "Прикарпаттрансгаз".

Лічильники газу типу СГК з механічними коректорами впроваджені в ВО "Мострансгаз" (Росія). Економічний ефект від їх впровадження за період з 1988 по 1990 рік склав 81,278 тис. карбованців в цінах 1990 року.

В додатках приведені основні результати числового аналізу одержаних аналітичних залежностей, математичні вирази для визначення постійних коефіцієнтів в одержаних формулах, програма метрологічної атестації лічильників газу з корекцією типу СГК, документи про

метрологічну атестацію лічильників газу з коректорами, а також акт промислового впровадження і розрахунок економічної ефективності.

ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовані класифікаційні ознаки коректорів об'єму газу і розроблена їх загальна класифікація. Встановлено, що одним із перспективних напрямків розвитку коректорів об'єму газу є їх створення на базі газонаповнених чутливих елементів.

2. Проведені теоретичні і експериментальні дослідження функції перетворення газонаповнених чутливих елементів. Досліджено вплив жорсткості пружного елемента, а також зусилля протидії лічильно-інтегруючого пристрою на функцію перетворення газонаповнених чутливих елементів. Розроблені принципи побудови газонаповнених чутливих елементів.

3. Теоретично обґрунтовані і експериментально досліджені газонаповнені чутливі елементи, які забезпечують високу чутливість і точність перетворення.

4. Отримано математичну модель ГЧЕ з допомогою якої досліджено зміну об'єму, витісненого його гофрованою частиною, при дії на ГЧЕ зустрічно напрямлених розподіленого тиску і зосередженої в центрі сили. В основу математичної моделі покладено рішення системи диференціальних рівнянь рівноваги сил і сукупності деформацій плоскої анізотропної пластини. Система рівнянь розв'язана методом послідовних наближень.

5. Досліджені функції перетворення механічного і електричного коректорів об'єму газу з газонаповненими чутливими елементами, а також функції перетворення їх складових частин. Вказані шляхи підвищення точності коректорів.

6. Запропоновані структури механічного і електричного коректорів об'єму газу. Встановлено, що в механічному коректорі нелінійність функцій перетворення ГЧЕ і варіатора компенсують одна одну за допомогою розробленого механізму лінеаризації. Розроблена методика лінеаризації функції перетворення перетворювача відносної густини в електричному коректорі.

7. Аналітично встановлено і експериментально підтверджено, що в механічному коректорі за допомогою механізму лінеаризації, а в електричному коректорі - при допомозі компенсуючого алгоритму в процесорі обчислювального пристрою можливе досягнення підвищеної точності для механічних коректорів похибка не перевищує $\pm 1,0\%$, для електричних похибка не більше $\pm 0,5\%$.

8. Досліджені термодинамічні процеси, що протікають в ГЧЕ і експериментально знайдені значення часу релаксації і часу стабілізації перехідних процесів.

9. Розроблена методика і пристрій для градування і перевірки коректорів об'єму газу, які дозволяють практично виключити методичну складову похибки.

10. Розроблені, створені і впроваджені механічні коректори об'єму газу типів К/1,0 і К/2,5 з похибкою $\pm 1,0\%$. Вони застосовуються в комплекті лічильників газу типу СГК і впроваджені у ВО "Мострангаз" (Росія). Розроблені і створені електричні коректори об'єму газу типу КОГАЗ. Лабораторні випробовування показали, що їх похибка не перевищує $\pm 0,5\%$.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ ВІДОБРАЖЕНИЙ В СЛІДУЮЧИХ

РОБОТАХ:

1. Бродин І.С., Вошинский В.С. Анализ погрешностей корректирующих устройств промышленных средств измерения количества газа измерительная техника, 1987, №8, с.31-33.

2. Бродин И.С., Вошинский В.С. Функция преобразования чувствительных элементов корректоров количества газа // Приложение к измерительной технике, Метрология, 1987, № 3, с.51-57.

3. Бродин И.С., Вошинский В.С. Повышение точности корректоров плотности счетчиков газа // Приложение к измерительной технике, Метрология, 1988, № 10, с.26-31.

4. Вошинский В.С. Изменение объема мембраной при воздействии измеряемого давления. - М., 1985. 12с - Рукопись деп. в НИИТЭИприборо-

строения, № 3146 пр.Д.85.

5. Вошинский В.С. Методика и устройство для градуировки механических корректоров объема газа //: Тез. докл. Всесоюз. конф. : Развитие систем метрологического обеспечения измерений расхода и количества веществ. Казань, 1991.- с.92-93.

6. Вошинский В.С. Счетчики газа с коррекцией на сжимаемость // Материалы совещания специалистов стран - членов СЭВ по темам плана работ НПО "Интерэталонприбор", т.1. Будапешт, 1988, с.52-60.

7. Вошинский В.С. Испытание счетчиков газа с помощью критических сопел // Материалы совещания специалистов стран-членов СЭВ по темам работ НПО "Интерэталонприбор", т.1. Будапешт, 1988, с.61-70.

8. Вошинский В.С. Расчет профиля опорной поверхности гофрированных мембран в преобразователях разности давления. - М. 1984.- с.21. Рукопись деп. в ЦИИТЭИприборостроение, № ДР 2495 пр. - 84 Деп.

9. Корректоры для турбинных преобразователей количества газа (заключительный отчет) Ивано-Франковское специальное конструкторское бюро средств автоматизации ПО "Геофизприбор" Руководитель темы В.С.Вошинский. - № ГР ОI.84.0.067786; Инв.№ 0285.0075549.- М., 1985,- с.102.

10. А.с. 1506277 (СССР): МКИ G 01 F 1/12/ Вошинский В.С., Бродин И.С. Газонаполненный чувствительный элемент для корректоров количества газа // Открытия. Изобретения.- 1989. - №33- с.192.

11. А.с. 1425450 (СССР) : МКИ G 01 F 1/50, I5/02/ Вошинский В.С. Устройство линеаризации угловых перемещений // Открытия.Изобретения. - 1988. - №35. -с.151.

12. А.с. 524068 СССР : МКИ G 01 L 13/02/ Вошинский В.С., Смага И.Г., Слободян В.И., Зобкин Н.Г. Датчик разности давлений // Открытия. Изобретения. - 1976. - № 29. - с.112.

ПОИСКАЧ: - В В -

... ..
... ..
... ..

6. Розробити Б.С. Сметки та є корисними на користь
... ..
... ..

7. Розробити Б.С. Накази стосовно
... ..
... ..

8. Розробити Б.С. Програми
... ..
... ..

Зак. 522 тир. 100
Підписано до друку 8.04.94, формат паперу 60x84 1/16, об'єм 1.8 л. арк.

Відділ оперативної поліграфії ЦУС.

10. А.С.
... ..
... ..

11. А.С.
... ..
... ..

12. А.С.
... ..
... ..

469189

AB 29.756

AB 29.756