



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37294 (13) C2

(51) 6 G01F1/68

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ДАТЧИК ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ТА СПОСІБ ЙОГО ВИГОТОВЛЕННЯ

(21) 98115974

(22) 10.11.1998

(24) 15.05.2001

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001р.

(72) Павлов Євген Анатолійович, Колодяжний Борис Якович, Артемов Олександр Федорович

(73) ПРИВАТНА ФІРМА "АРНАТ"

(56) Заявка Німеччини № 4017077, МПК G01F1/66, 1991, прототип.

(57) 1. Датчик для вимірювання витрати, що містить корпус з немагнітної нержавіючої сталі з закритим нижнім кінцем, каркас, розміщений у нижній частині корпусу, перший шар ізоляції, який нанесений на бічну поверхню каркаса, намотану на перший шар ізоляції обмотку нагрівника, на яку нанесено другий шар ізоляції, між яким і внутрішньою поверхнею корпусу розміщений заповнювач з високим коефіцієнтом теплопередачі, який **відрізняється** тим, що каркас виконано у вигляді стрижня з металу з високим коефіцієнтом теплопровідності, причому діаметр каркаса на 0,5 мм менший за внутрішній діаметр корпусу, шари ізоляції виконано з матеріалу з високим коефіцієнтом теплопровідності, а як заповнювач використаний метал.

2. Датчик для вимірювання витрати по п. 1, який **відрізняється** тим, що як заповнювач використаний легкоплавкий метал.

3. Спосіб виготовлення датчика для вимірювання витрати, що полягає в виготовленні корпусу з нержавіючої сталі, виготовленні каркаса, нанесенні на нього першого шару ізоляції, закріпленні на каркасі кінця обмотки нагрівника, намотуванні обмотки на перший шар ізоляції, нанесенні на обмотку другого шару ізоляції і розміщенні в корпусі каркаса і заповнювача, який **відрізняється** тим, що каркас виконують у вигляді стрижня з металу, діаметр якого на 0,5 мм менший за внутрішній діаметр корпусу, обмотку нагрівника намотують дротом, що складений вдвоє, з коефіцієнтом заповнення 0,5–0,9, на другий шар ізоляції осаджують шар міді, який гальванічно нарощують до товщини 10–20 мікрон, а в корпусі між його внутрішньою поверхнею і шаром міді розміщують металевий заповнювач.

4. Спосіб виготовлення датчика для вимірювання витрати по п. 3, який **відрізняється** тим, що для закріплення кінця обмотки його приклеюють до каркасу клеєм, що швидко схоплюється, який після намотування обмотки покривають епоксидно-уретановим клеєм, і сушать каркас з обмоткою при температурі 200°C протягом 1 години.

Винахід належить до вимірювальної техніки, а саме до вимірювальних (чутливих) елементів – датчиків теплових витратомірів, і може бути використаний у вимірюванні масової витрати рідинних і газоподібних середовищ, пульп, багатоконпонентних потоків в трубопроводах і відкритих лотках.

Найбільш близьким за технічною суттю є датчик для вимірювання витрати та спосіб його виготовлення, що містить корпус з нержавіючої сталі з закритим нижнім кінцем, каркас, розміщений у нижній частині корпусу, перший шар ізоляції, який нанесений на бічну поверхню каркасу, намотану на перший шар ізоляції обмотку нагрівача, на яку нанесено другий шар ізоляції, між яким і внутрішньою поверхнею корпусу розміщений заповнювач з високим коефіцієнтом теплопередачі, при цьому процес виготовлення датчика полягає в виготов-

ленні корпусу з нержавіючої сталі, виготовленні каркасу, нанесенні на нього першого шару ізоляції, закріпленні на каркасі кінця обмотки нагрівача, намотуванні обмотки на перший шар ізоляції, нанесенні на обмотку другого шару ізоляції і розміщенні в корпусі каркаса і заповнювача [1].

Даний датчик для вимірювання витрати також, як і датчик для вимірювання витрати, що заявляється, містить корпус з нержавіючої сталі з закритим нижнім кінцем, каркас, розміщений у нижній частині корпусу, перший шар ізоляції, який нанесений на бічну поверхню каркаса, намотану на перший шар ізоляції обмотку нагрівача, на яку нанесено другий шар ізоляції, між яким і внутрішньою поверхнею корпусу розміщений заповнювач з високим коефіцієнтом теплопередачі. Однак, відсутність виконання каркасу у вигляді стрижня з металу з високим коефіцієнтом теплопровідності,

шарів ізоляції з матеріалу з високим коефіцієнтом теплопроводності і використання в якості заповнювача метала призводить до збільшення теплового опору датчика (переходу нагрівач – середовище, витрата якого вимірюється), що знижує точність вимірювання витрати середовища. Даний спосіб виготовлення датчика також, як і спосіб, що заявляється, включає виготовлення корпусу з нержавіючої сталі, виготовлення каркасу, нанесення на нього першого шару ізоляції, закріплення на каркасі кінця обмотки нагрівача, намотування обмотки на перший шар ізоляції, нанесення на обмотку другого шару ізоляції і розміщення в корпусі каркаса і заповнювача. Однак, відсутність використання в якості каркасу металевий стрижня, діаметр якого на 0,5 мм менший за внутрішній діаметр корпусу, намотування обмотки нагрівача дротом, що складений вдвоє, з коефіцієнтом заповнення 0,5–0,9, осадження на другий шар ізоляції шару міді і розміщення в корпусі між його внутрішньою поверхнею і шаром міді металевий заповнювач також призводить до збільшення теплового опору датчика (переходу нагрівач – середовище, витрата якого вимірюється), що знижує точність вимірювання витрати середовища.

В основу передбачуваного винаходу поставлена задача вдосконалення датчика для вимірювання витрати та способу його виготовлення шляхом підвищення точності визначення витрати за рахунок зменшення теплового опору датчика (переходу нагрівач – середовище, витрата якого вимірюється), при поліпшенні захисної здібності корпусу датчика.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому датчику для вимірювання витрати, що містить корпус з немагнітної нержавіючої сталі з закритим нижнім кінцем, каркас, який розміщений у нижній частині корпусу, перший шар ізоляції, який нанесений на бічну поверхню каркаса, намотану на перший шар ізоляції обмотку нагрівача, на яку нанесено другий шар ізоляції, між яким і внутрішньою поверхнею корпусу розміщений заповнювач з високим коефіцієнтом теплопередачі, згідно з винаходом каркас виконано у вигляді стрижня з металу з високим коефіцієнтом теплопроводності, причому діаметр каркасу на 0,5 мм менший за внутрішній діаметр корпусу, шари ізоляції виконано з матеріалу з високим коефіцієнтом теплопроводності, а в якості заповнювача використаний легкоплавкий метал.

Крім того, поставлена задача вирішується тим, що в способі виготовлення датчика для вимірювання витрати, що полягає в виготовленні корпусу з нержавіючої сталі, виготовленні каркаса, нанесенні на нього першого шару ізоляції, закріпленні на каркасі кінця обмотки нагрівача, намотуванні обмотки на перший шар ізоляції, нанесенні на обмотку другого шару ізоляції і розміщенні в корпусі каркасу і заповнювача, згідно з винаходом в якості каркасу використовують металевий стрижень, діаметр якого на 0,5 мм менший за внутрішній діаметр корпусу, обмотку нагрівача намотують дротом, що складений вдвоє, з коефіцієнтом заповнення 0,5–0,9, на другий шар ізоляції осаджують шар міді, який гальванічно нарощують до товщини 10–20 мікрон, а в корпусі між його внутрішньою поверхнею і шаром міді розміщують

металевий заповнювач, а також для закріплення кінця обмотки його приклеюють до каркасу клеєм, що швидко схоплюється, який після намотування обмотки покривають епоксидно-уретановим клеєм і каркас з обмоткою при температурі 200°C протягом 1 години.

Введення в датчик для вимірювання витрати стрижня з металу з високим коефіцієнтом теплопроводності і розміщення його у нижній частині корпусу, також поліпшує теплопередачу від обмотки нагрівача до корпусу датчика і далі в середовище, витрата якого вимірюється, і отже, зменшує тепловий опір.

Виготовлення корпусу датчика з немагнітної нержавіючої сталі дозволяє застосовувати датчик, що пропонується, для вимірювання витрати середовищ, що неочищені, оскільки забезпечують надійний захист вимірювального елемента від впливу середовища.

Осадження на другий шар ізоляції шару міді і нарощування його до вказаної товщини дозволяє поліпшити тепловий контакт між шаром ізоляції і заповненням, що сприяє зменшенню теплового опору запропонованого датчика.

Виконання намотування обмотки нагрівача врозрядку з коефіцієнтом заповнення 0,5...0,9 дротом, складеним вдвоє, також поліпшує теплопередачу від обмотки нагрівача до корпусу датчика і далі у середовище, витрата якого вимірюється, і, отже, зменшує тепловий опір, внаслідок того, що між двома дротами, які розташовані поряд і в яких напрями струму протилежні, виникає електричне поле, яке нагріває безпосередньо корпус датчика і поліпшує теплопередачу у середовищі, витрата якого вимірюється.

На кресленні приведені схематичне зображення запропонованого датчика для вимірювання витрати.

Датчик для вимірювання витрати містить корпус 1 із закритим нижнім кінцем, каркас – металевий стрижень 2, розміщений в нижній частині корпусу 1, перший шар ізоляції 3, нанесений на каркас 2, обмотку нагрівача 4, яка намотана на перший шар ізоляції 3, другий шар ізоляції 5, що нанесений на обмотку нагрівача 4, заповнення 6, яке поміщене в простір між другим шаром ізоляції 5 і внутрішньою поверхнею корпусу 1.

Діаметр каркасу 2 обирається на 0,5 мм менше, ніж внутрішній діаметр корпусу 1. Висота каркасу 2 обирається, виходячи з того, щоб розмістити на ньому один шар обмотки нагрівача 4 обраним дротом при омичному опорі обмотки 46+1 Ом.

Товщина шарів ізоляції 3 і 5 обирається, виходячи з того, що вона повинна витримати робочу напругу 100 В і випробувальну напругу на пробій 150 В постійного струму.

Датчик для вимірювання витрати працює таким чином.

Датчик для вимірювання витрати вводиться в потік середовища, витрата якого вимірюється, на обмотку нагрівача 4 подається перемінна напруга від джерела живлення (на кресленні не показано) і вимірювальної схеми (на кресленні не показана), вимірюється потужність, що споживається датчиком. Частина електричної енергії, що поступає на обмотку датчика, нагріває обмотку нагрівача 4, при

цьому тепло, що виділяється обмоткою нагрівача 4, через шар ізоляції 5 і заповнення 6 передається до корпусу 1 і далі у середовище, витрата якого вимірюється. Крім того, оскільки у сусідніх витках обмотки нагрівача 4 струм має протилежний напрям, між витками виникає електричне поле, на утворення якого витрачається решта електричної енергії, що поступає в обмотку нагрівача 4. За рахунок електричного поля, яке виникає, корпус 1 датчика також нагрівається і це тепло також передається в середовище, витрата якого вимірюється. Каркас 2, виконаний у вигляді металевго стрижня нагрівається від обмотки нагрівача 4 і також випромінює тепло через шари ізоляції 4 і 5, обмотку нагрівача 4, заповнення 6 і корпус 1 в середовище, витрата якого вимірюється. Потік середовища, в якому знаходиться датчик, відносить тепло, тому встановлюється динамічна рівновага між кількістю енергії, яка поступає від джерела живлення, і кількістю енергії, що відносить середовище. Можливі два варіанти роботи датчика. При одному підтримується постійна температура датчика, при другому підтримується постійна різниця температур між середовищем і поверхнею датчика (термопари, що вимірюють температуру датчика і температуру середовища, на кресленні не показані). В першому випадку – при підтриманні постійної температури датчика, потужність, що витрачається на нагрівання датчика, залежить від масової витрати (Q_m) і від величини зворотної температури вимірюваного середовища ($1/T$) – $W = f(Q_m, 1/T)$. В другому випадку – при підтримванні постійної різниці температур між середовищем і поверхнею датчика, потужність, що витрачається на нагрів датчика, залежить від масової витрати і від температури вимірюваного середовища – $W = f(Q_m, T)$. Оскільки тепловий опір датчика менший за відомі, то указані залежності потужності, що витрачена датчиком, від масової витрати середовища і його температури виконуються з більш високою точністю, ніж при використанні інших датчиків. За величинами потужності, що витрачена датчиком, і температурою датчика або температурами датчика і середовища по одній з вищевказаних залежностей обчислюють масову витрату середовища.

Спосіб виготовлення датчика реалізується таким чином.

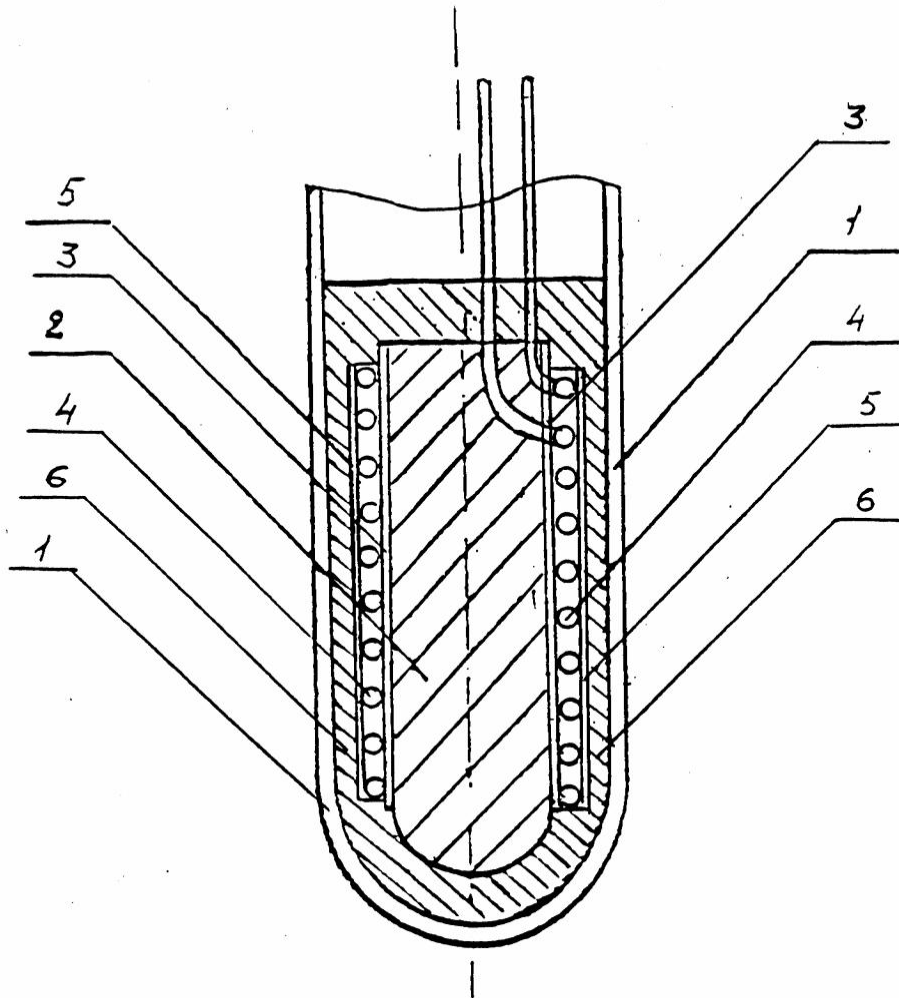
Спочатку виготовляють корпус 1 датчика, наприклад виточують з заготовки з немагнітної нержавіючої сталі і підготовлюють його.

Для цього, наприклад, внутрішню поверхню корпусу 1 проходять розгорткою для зняття можливих шорсткостей, очищують від стружки і забруднень трихлоретиленом, промивають етиловим спиртом і провадять при температурі +260–280°C дозоване її лудіння, наприклад, припоєм ПОС-61 з використанням в якості флюса

ортофосфорної кислоти. Надлишки припою у рідинному стані виводять з допомогою відсоса. Після цього внутрішню поверхню корпусу промивають гарячою водою (температура води +70–85°C) і корпус сушать протягом двох годин при температурі 85±5°C.

Каркас 2 – металевий стрижень виточують з металу з високою теплопровідністю, наприклад, з міді марки М1 (ГОСТ 859–78) або з іншого матеріалу з теплопровідністю не гірше, ніж у міді, і знежирюють бензином, наприклад, марки "Калоша", в ультразвуковій ванні. На каркас 2 наносять шар ізоляції 2 і на нього намотують обмотку нагрівача 4. Намотка виконується дротом складеним вдвоє, вразрядку з коефіцієнтом заповнення 0,5...0,9 і починається з закріплення кінця обмотки 4 на металевому стрижні, наприклад, шляхом приклеювання кінця обмотки 4 клеєм, що швидко схоплюється, наприклад, циакрином, потім обмотка 4 намотується на каркас 2. Виводи обмотки 4 з'єднують з підвідними проводами шляхом приварки методом одностороннього контактного зварювання. Місця з'єднання виводів обмотки 4 з підводячими проводами і кінець обмотки 4 (додатково) приклеюють до каркасу 2 епоксидно-уретановим клеєм марки УП5-207 і каркас 2 з обмоткою нагрівача 4 сушать при температурі 200°C протягом 1 години. Після цього обмотка 4, місце кріплення її кінця і місця з'єднання виводів обмотки 4 з підвідними проводами покривають другим шаром ізоляції 5, наприклад кремнієвоорганічним лаком марки КО-921. Шари ізоляції 3 і 5 наносять методом хімічного або вакуумного осадження. Товщина шарів ізоляції 3 і 5, як вказувалося вище, визначається ізолюючим матеріалом, що використовується, наприклад, при ізоляції кремнієвоорганічним лаком марки КО-921 товщина кожного з шарів ізоляції 3 і 5 повинна бути 4–5 мікрон, при ізоляції алмазоподібними плівками 1–1,5 мікрона. На шар ізоляції 5, нанесений на обмотку, осаджують (хімічно або у вакуумі) шар міді, який гальванічно нарощують до товщини 20 мікрон.

Далі обчислюють об'єм металу, яким необхідно заповнити корпус 1. Обчислений об'єм металу, що застосовують у якості заповнення, вміщують в корпус 1 і нагрівають до його розплавлення. Каркас 2 з обмоткою нагрівача 4, на котру нанесений шар ізоляції 5, на якому знаходиться шар міді, занурюють в розплав металу, що використовують у якості заповнення 6, виймають і вставляють в корпус 1, у якому знаходиться розплавлене заповнення 6. Після охолодження корпусу 1 виводять надлишки заповнення 6, що видавлені при вставленні каркасу 2 в корпус 1. Далі перевіряють величину омичного опору обмотки нагрівача 4, яка повинна бути 46±1 Ом і провадять метрологічні випробування спільно з вторинним приладом.



Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03
