



УКРАЇНА

(19) UA (11) 4574 (13) U

(51) 7 G01N9/14

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) РАДІОІЗОТОПНИЙ ГУСТИНОМІР

1

2

(21) 20040604482

(22) 09.06.2004

(24) 17.01.2005

(46) 17.01.2005, Бюл. № 1, 2005 р.

(72) Резниченко Миколай Кирилович, Дубовець
Олексій Миколайович, Лях Бенгард Григорович,
Тошинський Володимир Ілліч, Литвиненко Ігор
Іванович(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"(57) Радіоізотопний густиномір, що містить зону
контролю у вигляді трубопроводу, обертове дже-
рело γ -випромінювання, яке сканує зону контролю
з досліджуванним середовищем поперемінно по
двох каналах, приймач випромінювання,
підсилювач, реверсивний двигун, компенсаційний
клин, вихідний перетворювач і вторинний прилад,
який відрізняється тим, що канали сканування
зони контролю γ -випромінюванням розташовані вдвох площинах, перша з яких проходить через вісь
зони контролю, друга - перпендикулярна до цієї
осі, канали сканування зорієнтовані в зазначених
площинах так, що при використанні як зони кон-
тролю трубопроводу з постійним круглим пе-
рерізом виконуються умови

$$l_1 - l_2 = (0,55 - 0,65)d, b_1 = b_2,$$

де l_1 і l_2 - довжина шару досліджуваного середо-
вища в границях першого і другого каналів скану-
вання (розташованих відповідно в першій і другій
площинах); b_1 і b_2 - товщина стінок зони контролю в границях
першого і другого каналів сканування, при цьому
вісь каналу сканування, розташованого в першій
площині, нахилена до осі зони контролю під кутом
 $\alpha = (40 - 45)^\circ$, а кут між віссю каналу сканування, роз-
ташованого в другій площині, і проекцією на цю
площину осі каналу сканування, розташованого в
першій площині, дорівнює $\beta = (20 - 30)^\circ$.

Корисна модель відноситься до вимірюваль-
ної техніки і може бути використане для виміру
щільності будь-яких текучих рідких середовищ,
включаючи середовища з абразивними твердими
частками (пульпи, суспензії) які активно налипа-
ють на внутрішню поверхню проточних трактів
(шлами, нафтопродукти).

Відомий радіоізотопний густиномір, що міс-
тить зону контролю - трубопровід з досліджува-
ним середовищем, обертове джерело γ -
випромінювання, приймач випромінювання, під-
силювач, реверсивний двигун, компенсаційний
клин, вихідний перетворювач і вторинний прилад.
Даний густиномір має два канали сканування γ -
випромінюванням зони контролю, перший з яких
проходить через трубопровід з досліджуванним
середовищем, другий - через компенсаційний
клин [Кулаков М.В. Технологічні виміри і прилади
для хімічних виробництв. М.: Машинобудування,
1974, с.335-336].

Недоліком даного радіоізотопного густиномі-
ра є залежність результатів виміру від зміни тов-
щини стінок зони контролю внаслідок або абра-

зивної дії на її внутрішню поверхню часток
твердої фази пульпи і суспензій (унаслідок чого
товщина стінок зменшується), або в результаті
налипання на внутрішню поверхню і міцне закрі-
плення на ній часток твердої фази, парафінових
опадів і т.д., що приводить до збільшення товщи-
ни стінок зони контролю.

Зазначений недолік є результатом того, що
початкова товщина стінок зони контролю (почат-
кова умова виміру) змінюється в процесі експлуа-
тації густиноміра тільки в границях першого ка-
налу, по якому γ -випромінювання сканує зону
контролю з досліджуванним середовищем при
незмінності конструктивних параметрів компен-
саційного клина, скануемого γ -випромінюванням
при проходженні по другому каналу.

Найбільш близьким пропонуваному радіоізо-
топному густиноміру може служити радіоізотоп-
ний густиномір [Авторське посвідчення
№1081411 G01B10/00; G01N9/14 із пріоритетом
від 5 березня 1983р.], що містить зону контролю у
вигляді трубопроводу, що складається з двох
ділянок: перший із круглим, другий з еліптичними

(19) UA (11) 4574 (13) U

перерізами, з'єднаних конічним переходом, обертове джерело γ -випромінювання, приймач випромінювання, реверсивний двигун, компенсаційний клин, вихідний перетворювач і вторинний прилад.

Прототип має два канали сканування γ -випромінюванням зони контролю, перший з них проходить через її ділянку з еліпсним перетином, другий - через ділянку з круглим перерізом і компенсаційний клин. При цьому канали сканування розташовані в одній площині, а їхні осі нахилені під рівними кутами до осі зони контролю, унаслідок чого при двоканальному скануванні зони контролю γ -випромінюванням різниця довжин ділянок досліджуваного середовища в границях першого і другого каналів можна одержати тільки за рахунок геометричної розбіжності конфігурацій площ поперечного переріза ділянок зони контролю, через які попеременно проходить γ -випромінювання (коло-еліпс, коло-прямокутник і т.д. при рівності площ їхнього поперечного переріза).

Недоліками відомого радіоізотопного густиноміра є:

- складність конструкції зони контролю, що складається з двох ділянок трубопроводу з круглим і еліпсним перерізами, з'єднаних конічним переходом;
- можливість перерозподілу в конічному переході часток твердої фази пульпи і суспензій і різниця їхнього розподілу в ділянках зони контролю з круглим і еліпсним перетинами, що приводить до порушення показності досліджуваного середовища в зоні контролю;
- підвищений знос стінок зони контролю в ділянці з еліпсним перерізом в областях з малою віссю еліпса;
- складність установки зони контролю в розриві технологічного трубопроводу (тому що вхід і вихід зони контролю мають різні форми і розміри);
- нерівноцінність (у результаті різної конфігурації перетинів ділянок зони контролю) зносу її стінок в областях проходження γ -випромінювання.

Задачею пропонованої корисної моделі є спрощення конструкції зони контролю радіоізотопного густиноміра (при використанні двоканального способу її сканування γ -випромінюванням), виключення порушення показності рідких середовищ із твердими включеннями в зоні контролю і забезпечення ідентичності зміни товщини стінок зони контролю в областях її сканування γ -випромінюванням при абразивному й адгезіонному впливі на них досліджуваного середовища.

Зазначена задача досягається за рахунок того, що у відомому радіоізотопному густиномірі, що містить зону контролю у вигляді трубопроводу, обертове джерело γ -випромінювання, зону сканування контролю з досліджуванним середовищем попеременно по двох каналах, приймач випромінювання, підсилювач, реверсивний двигун, компенсаційний клин, вихідний перетворювач і вторинний прилад, відповідно до винаходу ка-

нали сканування γ -випромінюванням зони контролю розташовані в двох площинах, перша з яких збігається з віссю зони контролю, друга перпендикулярна цієї осі і зазначені канали зорієнтовані в цих площинах так, що при використанні як-зону контролю трубопроводу з постійним круглим перерізом виконуються умови

$$l_1 - l_2 = (0,6 - 0,7)d, b^1 = b^2$$

де l_1 і l_2 - довжина шару досліджуваного середовища в границях відповідно першого і другого каналів сканування, розташованих відповідно в першій і другій площинах;

b_1 і b_2 - товщина стінок зони контролю в границях відповідно першого і другого каналів;

d - діаметр зони контролю-трубопроводу,

При цьому вісь каналу сканування, розташованого в першій площині нахилена до осі зони контролю під кутом $\Delta = (40 - 45)^\circ$, а кут між віссю каналу, розташованого в другій площині і проекцією на цю площину осі каналу, розташованого в першій площині, знаходиться в межах $\gamma = (20 - 30)^\circ$.

Корисна модель представлена кресленням.

На Фіг.1 зображена схема пропонованого радіоізотопного густиноміра.

Густиномір містить джерело γ -випромінювання 1, закріплене на диску 2, установленому на валу 3 синхронного двигуна 4, зону контролю (виконану у вигляді ділянки трубопроводу з круглим перетином постійного діаметру по всій довжині), приймач випромінювання 6, перетворюючий блок 7, фазочутливий підсилювач 8, реверсивний двигун 9, компенсаційний клин 10, вихідний перетворювач 11 і вторинний прилад 12.

Робота густиноміра здійснюється в такий спосіб.

Джерело випромінювання 1, закріплений на диску 2, установленому на валу 3, обертається з заданою швидкістю синхронним двигуном 4. Потік γ -випромінювання сканує зону контролю (виконану у виді ділянки трубопроводу з круглою і постійним по всій довжині поперечним перерізом) з досліджуванним середовищем попеременно по двох каналах, перший (K1) з яких (розташований у першій площині, що проходить через вісь зони контролю) має довжину L_1 (див. Фіг.2), другий (K2), розташований у другій площині, перпендикулярній осі зони контролю, має довжину L_2 (див. Фіг.3), при цьому

$$L_1 = 2b_1,$$

$$L_2 = l_2 + 2b_2 + \Delta l_{\text{кл}}$$

де l_1 - довжина шляху γ -випромінювання в досліджуваному середовищі в границях K1;

l_2 - довжина шляху γ -випромінювання в досліджуваному середовищі в границях K2;

b_1 і b_2 - товщина стінок зони контролю в границях відповідно K1 і K2;

$\Delta l_{\text{кл}}$ - товщина компенсаційного клина в границях K2.

Канали K1 і K2 зорієнтовані з першої і другої площини так, що $l_1 - l_2 = (0,55 - 0,65)d$, завдяки чому

забезпечується можливість виміру щільності досліджуваного середовища в зоні контролю (при двоканальному її скануванні γ -випромінюванням), і досягнення необхідної чутливості радіоізотопного густиноміра до зміни щільності досліджуваного середовища.

Минулі через канали K1 і K2 потоки випромінювання (відповідно I_1 і I_2) направляються в приймач випромінювання 6 (поперемінне й у протифазі), що перетворює них в електричні постійно порівнювані сигнали E_1 і E_2 . Унаслідок цього приймач 6 формує (за один поворот диска 2 джерела γ -випромінювання 1) сигнал $\Delta E = E_1 - E_2$, значення якого пропорційно

$$\Delta I = I_1 + 2b_1 - [(I_2 + 2b_2) + \Delta I_{\text{кл}}] = I_1 - (I_2 + \Delta I_{\text{кл}})$$

Тому що $\Delta I_{\text{кл}} = \text{const}$ для кожної межі виміру і кожної оцінки шкали вторинного приладу, то ΔE не залежить від товщини стінок зони контролю в границях K1 і K2, а взаємозв'язок щільності досліджуваного середовища в зоні контролю з інтенсивністю γ -випромінювання визначається формулою

$$\Delta I_{\text{кл}} = I_0 e^{-\mu r \Delta l},$$

де $\Delta I_{\text{кл}}$ - ослаблення γ -випромінювання при двоканальному скануванні зони контролю з досліджуваним середовищем;

μ - коефіцієнт масового поглинання, пропорційний щільності

досліджуваного середовища;

r - щільність досліджуваного середовища в зоні контролю.

При значенні щільності досліджуваного середовища в зоні контролю 5, що відповідає початковій оцінці шкали, компенсаційний клин 10 виставляється в положення, що вирівнює значення інтенсивностей випромінювань, що надходять на приймач через перший і другий канали сканування, унаслідок чого має місце $I_1 = I_2$ (де I_1 і I_2 - інтенсивності випромінювання які прийшли на приймач через K1 і K2. У цьому випадку ослаблення γ -випромінювання шаром Δl досліджуваного середовища в K1 врівноважується ослабленням γ -випромінювання початковою товщиною компенсаційного клина в границях K2 і різницею сигнал $\Delta E = E_1 - E_2$, що виникає в приймачі 6 за один поворот джерела γ -випромінювання, дорівнює 0.

Якщо щільність контрольованого середовища в зоні контролю збільшується, то ослаблення γ -випромінювання шаром контрольованого середовища Δl стає більше ослаблення γ -випромінювання товщиною компенсаційного клина при початковому його положенні. У приймачі 6 виникає сигнал розбалансу $\Delta E \neq 0$, що перетворюється в блоці 7 і надходить на вхід фазочутливого підсилювача 8. Після посилення (по напрузі і потужності) сигнал пускає вхід реверсивний двигун 9. Останній переміщає компенсаційний клин 10 ("збільшуючи" його

10 ("збільшуючи" його товщину) доти, поки сприймані по першому і другому каналах приймачем 6 інтенсивності потоків γ -випромінювання не стануть рівними (при цьому сигнал розбалансу ΔE в приймачі 6 стає рівним 0 і вимірювальна схема врівноважується). Вал реверсивного двигуна 9 кінематично зв'язаний з "чутливим" елементом вихідного перетворювача 11 (який виробляє сигнал 0-5мА). Зазначений сигнал сприймається вторинним приладом 12 зі шкалою, яка проградуїрована в одиницях виміру щільності відповідно до залежності $(\Delta I = I_0 e^{-\Delta l \mu r})$.

Аналіз різних варіантів розташування каналів сканування K1 і K2 у першій (П1) і другій (П2) площинах, що базується на основі результатів графічного і фізичного моделювання, показав, що оптимальне значення кута нахилу осі K1 до осі зони контролю (у площині П1) знаходиться в межах $\alpha = (40 - 45)^\circ$, а оптимальне значення кута між віссю K2, розташованого в площині П2, і проекцією K1 на площину П2 знаходиться в межах $\beta = (20 - 30)^\circ$.

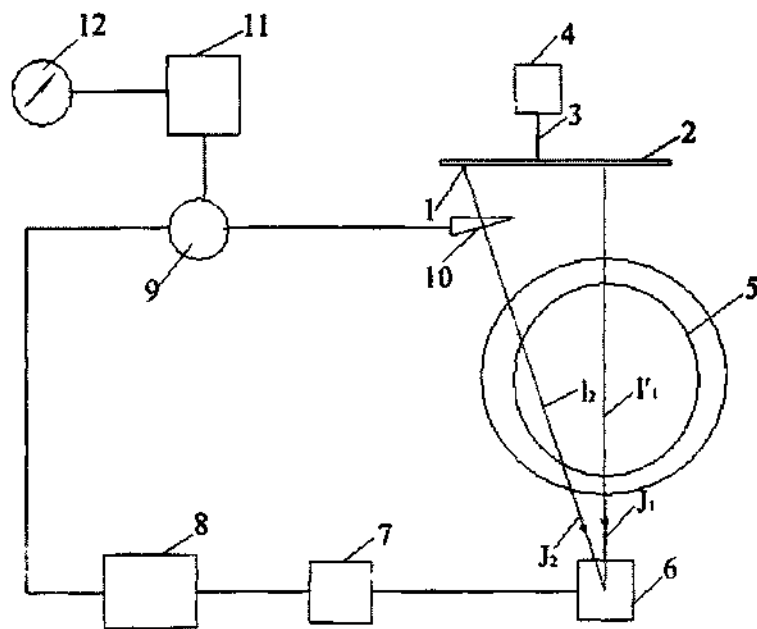
Установлено, що при зменшенні кута α до 35° і менш істотно зростає товщина стінок b_1 і b_2 зони контролю в границях каналів K1 і K2, унаслідок чого велика частина інтенсивності γ -випромінювання послабляється саме стінками зони контролю, а не досліджуваним середовищем - шаром досліджуваного середовища Δl .

При збільшенні α до 50° більш важко одержати $\Delta I = I_1 - I_2 = (0.55 - 0.65)I$, що приводить до зменшення чутливості густиноміра до зміни щільності досліджуваного середовища й істотно відсуває приймач випромінювання 6 від зони контролю, збільшуючи габарити конструкції радіоізотопного густиноміру.

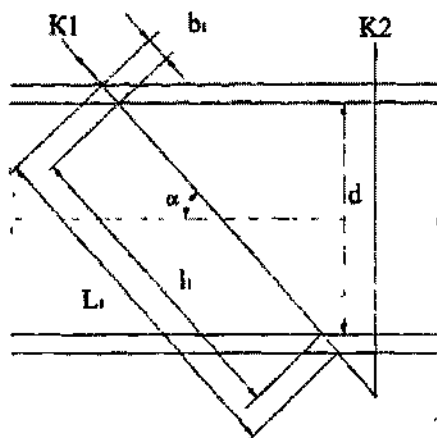
Значення кута β жорстко (як показало графічне і фізичне моделювання) прив'язано до значень $\alpha = (40 - 45)^\circ$ і для кожного α в межах $(40 - 45)^\circ$ можна знайти такий кут β у межах $(20 - 30)^\circ$, при якому $b_1 = b_2$.

З обліком вищесказаного рекомендується вибирати кут нахилу осі першого каналу сканування до осі зони контролю (у площині П1) у межах $\alpha = (40 - 45)^\circ$, а кут між віссю K2 і проекцією осі K1 на площину П2 у межах $\beta = (20 - 30)^\circ$.

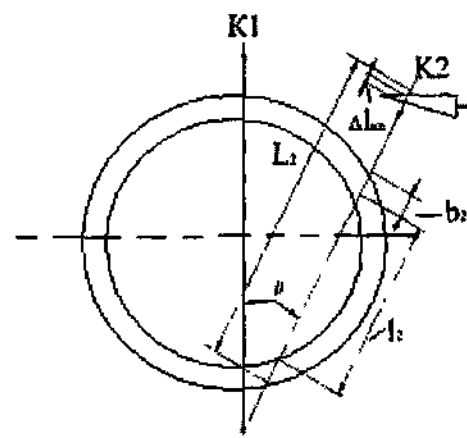
Пропонований радіоізотопний густиномір у порівнянні з відомим істотно спрощує конструкцію зони контролю (при забезпеченні періодичного двоканального її сканування γ -випромінюванням), зменшує погрішність виміру, викликану нерівноцінною зміною товщини стінок зони контролю в границях каналів сканування; веде до мінімуму додаткові погрішності в результаті нерівноцінного розподілу твердої фази в рідкій в обсязі зони контролю.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3