



УКРАЇНА

(19) UA (11) 88532 (13) C2
(51) МПК (2009)
G01N 29/024 (2009.01)
G01N 29/14

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

(54) СПОСІБ АКУСТИЧНОГО ПОШУКУ ПЕРЕШКОД УСЕРЕДИНІ ТРУБОПРОВОДУ

1

(21) а200714646
(22) 24.12.2007
(24) 26.10.2009
(46) 26.10.2009, Бюл.№ 20, 2009 р.
(72) НОГАЧ МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ, СЛОБОДЯН ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, КРИНИЧНИЙ ПЕТРО ЯКОВИЧ, КАРПАШ ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ
(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ
(56) UA 61587 A, 15.11.2003
SU 599209, 25.03.1978
SU 1308850 A1, 07.05.1987
RU 2063029 C1, 27.06.1996
EP 0971221 A2, 12.01.2000
US 4457163, 03.07.1984
US 4858462, 22.08.1989
DE 3607913 C1, 13.08.1987
GB 1149284, 23.04.1969
(57) Спосіб акустичного пошуку перешкод усередині трубопроводу, що включає збудження акусти-

2

чних хвиль акустичним перетворювачем, одну частину хвиль якого пропускають по робочому агенту, а другу - по стінці трубопроводу, який **відрізняється** тим, що визначають час розповсюдження і швидкість акустичних хвиль в робочому агенті і в тілі трубопроводу і за різницею величин співвідношень $C_{p,a} \cdot t_{p,a}/2$ та $C_T \cdot t_T/2$ визначають відстань від акустичного перетворювача до перешкоди за наступним виразом:

$$L = C_{p,a} \cdot t_{p,a}/2 = C_T \cdot t_T/2,$$

де L - відстань від акустичного перетворювача до перешкоди, м

$t_{p,a}$ - час розповсюдження акустичних хвиль в робочому агенті, с

t_T - час розповсюдження акустичних хвиль в тілі трубопроводу, с

$C_{p,a}$ - швидкість розповсюдження акустичних хвиль в робочому агенті, м/с

C_T - швидкість розповсюдження акустичних хвиль в тілі трубопроводу.

Винахід належить до акустичного контролю матеріалів і може бути використаний для визначення віддалі перешкод усередині трубопроводу від початку трубопроводу до перешкоди.

Відомий спосіб визначення місця створення закупорки у трубопроводі шляхом вимірювання об'єму робочого агента при його рівномірній закачці, а також тиску і температури до граничних значень. При цьому спосіб здійснюють вимірювання часу, змінювання тиску і температури до граничних значень як при закачці робочого агента, так і після її припинення, а віддалі до місця створення закупорки визначають із співвідношення:

$$L = V_{p,a}/S_{tp} [1 + P_0 T_1 / (P_1 T_0 - P_0 T_1) (1(t_1/t_2))],$$

де: L - віддалі від закритої засувки до місця створення закупорки в трубопроводі, м;

S_{tp} - площа перерізу трубопроводу m^2 ;

P_0, T_0, P_1, T_1 - відповідно нижні і верхні границі значення тиску і температури умов стану газу в трубопроводі;

t_1, t_2 - час зміни умов стану газу в трубопроводі відповідно при рівномірній закачці робочого аген-

та, та при її припиненні. Пристрій для здійснення цього способу містить вузол подачі робочого агента, датчики тиску та температури, блок для зчитування значень тиску і температури та вимірювання часу зміни тиску і температури як при закачуванні робочого агента, так і при його припиненні [1].

Недоліком цього способу є:

а). Необхідність мати наявність значних енерговитрат для здійснення технологічних операцій.

б). В залежності від віддалі знаходження закупорки і діаметру трубопроводу виникає необхідність використовувати значні об'єми робочого агента.

в). Складність виміру температури на значній довжині трубопроводу.

Відомий спосіб акустичного контролю геометричних характеристик труб, який полягає в тому, що прямий суміщений ультразвуковий перетворювач і співвісний з ним конусний відбивач встановлюють усередині по осі контрольованої труби, заповненої рідиною, в осьовому напрямку збуджують ультразвукові коливання, приймають відбиті від

(13) C2

(11) 88532

(19) UA

стінок труби сигнал та за розміщенням в часі пари імпульсів, відбитих від внутрішньої та зовнішньої поверхонь труб, визначають необхідні геометричні характеристики, при цьому відбивач виконаний у вигляді симетричних конусоподібних частин з кутом нахилу твірних 45° , з яких кожен наступну відносно попередньої зміщують у напрямку повздовжньої осі труби на певну віддаль так, щоб відбиті від неї сигнали попадали на перетворювач в часі, відмінному від часу приходу сигналів, відбитих від інших частин, та повертають на кут 360° для забезпечення сканування всього периметра труби, крім того перед перетворювачем встановлюють прискорювальну призму так, щоб перекрити половину діаграми направленості акустичного поля перетворювача та одну частину кожного з симетричних конусоподібних відбивачів [2].

Запропонований спосіб дозволяє отримати при чотирьох відбивачах вісім інформаційних каналів, розділених у часі з використанням одного вимірювального каналу. Кожен з конусоподібних відбивачів дозволяє контролювати частину поверхні труби, але в реальному часі отримана інформація стосується різних перерізів. Знаючи числові значення затримки сигналів між відбивачами, при обробці прийнятих даних контролю відтворюється реальна картина розподілу проконтрольованих характеристик в перерізах труби. Проте, відомий спосіб не дозволяє визначити відстань від перетворювача ультразвукових коливань до перешкоди.

Найбільш близьким до запропонованого відомо спосіб ультразвукової дефектоскопії труб, який полягає в тому, що ультразвукові імпульси, збуджені пошукачем (акустичним перетворювачем), відбиваються від конусного відбивача, попадають в метал труби, відбиваються від дефектів металу і тим ж шляхом повертаються на пошукач. Оскільки пошукач і відбивач встановлені ексцентрично в трубі, а конусний відбивач виконаний у вигляді двох симетричних частин, одна з яких зміщена відносно другої у напрямку повздовжньої осі таким чином, щоб відбиті від неї сигнали попадали на пошукач у часі, відмінному від часу надходження сигналів відбитих від другої частини, то знаючи відстань від пошукача до конусних відбивачів і стінок труби, визначають місцезнаходження дефекта [3].

Спосіб дозволяє визначити місцезнаходження дефектів в трубі, але він не передбачає знаходження акустичним методом місцезнаходження механічної перешкоди довільної геометричної форми в трубопроводі з робочим агентом газоподібним або рідинним фазовим станом.

Задачею винаходу є розроблення способу акустичного пошуку перешкод усередині трубопроводу шляхом врахування швидкості і часу проходження акустичних хвиль, відбитих від перешкоди та направлених і сприйнятих акустичним перетворювачем по каналу робочого агента і тіла трубопроводу.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що у способі акустичного пошуку перешкод усередині трубопроводу, що полягає у збудженні акустичних хвиль акустичним перетворювачем, одну

частину хвиль з якого пропускають по робочому агенту, а другу - по стінці труби, згідно з винаходом визначають час розповсюдження і швидкість хвиль у робочому агенті і тілі трубопроводу і за різницею величин співвідношень $C_{p,a} t_{p,a}/2$ та $C_T t_T/2$ визначають відстань від акустичного перетворювача до перешкоди за наступним виразом:

$$L = C_{p,a} t_{p,a}/2 = C_T t_T/2$$

де L - відстань від акустичного перетворювача до перешкоди, м;

$t_{p,a}$ - час розповсюдження акустичних хвиль в робочому агенті, с;

t_T - час розповсюдження акустичних хвиль в трубопроводі, с;

$C_{p,a}$ - швидкість розповсюдження акустичних хвиль в робочому агенті, м/с;

C_T - швидкість розповсюдження акустичних хвиль в трубопроводі, м/с.

Принцип створення винаходу ґрунтується на наступному.

Відомо, що акустичні хвилі повздовжні, поперечні, поверхневі, нормальні розповсюджуються в твердих тілах, а в газоподібних і в рідинах утворюються і поширюються тільки повздовжні хвилі. Хвилі поширюються і відбиваються при лунометоді як вздовж потоку робочого агента, так і від стінки трубопроводу. При цьому час поширення луносигналу в системі трубопроводу - робочий агент залежить також від швидкості акустичних коливань в робочому агенті (рідина чи газ), швидкості акустичних коливань в тілі труби, на що впливає матеріал, з якого виготовлений трубопровід, від стану газу в реальних умовах, що залежить від температури, тиску, вологості як робочого агента, так і навколишнього середовища, від напрямку потоку газу (рідини). Необхідно також враховувати різні швидкості розповсюдження акустичних хвиль у газі і воді, оскільки перекачуваний газ містить у своєму складі воду.

На підставі експериментальних досліджень авторами були отримані лунограми імпульсів, відбитих від стінки труби сталеві і від потоку газу на різних відстанях знаходження перешкоди, внаслідок чого було встановлено, що відношення часу розповсюдження акустичних хвиль у металі від одної і тої самої перешкоди є величиною сталою. Це може бути інформативним параметром, взятим за основу для визначення віддалі до перешкоди за залежністю:

$$L = C_{p,a} t_{p,a}/2 = C_T t_T/2$$

де L - відстань від акустичного перетворювача до перешкоди, м;

$t_{p,a}$ - час розповсюдження акустичних хвиль в робочому агенті, с;

t_T - час розповсюдження акустичних хвиль в трубопроводі, с;

$C_{p,a}$ - швидкість розповсюдження акустичних хвиль в робочому агенті, м/с;

C_T - швидкість розповсюдження акустичних хвиль в трубопроводі, м/с.

Винахід ілюструється кресленням, де на Фіг. зображено структурну схему установки для реалізації запропонованого способу акустичного пошуку перешкод усередині трубопроводу.

Установка складається з генератора зондуючих імпульсів 1, синхронізатора 2, підсилювача радіоімпульсів 3, підсилювача відео імпульсів 4, формувача вимірювальних сигналів 5, вимірювача 6 осцилографічного індикатора 7, звукового сигналізатора 8, акустичного перетворювача 9, трубопроводу 10, заповненого робочим агентом (газ рідина), механічної перешкоди 11.

Спосіб акустичного пошуку перешкод усередині трубопроводу здійснюють наступним чином (Фіг.).

Радіочастотні коливання за допомогою генератора 1, який синхронізується синхронізатором 2 направляються на акустичний перетворювач 9, який випромінює акустичні хвилі в напрямі механічної перешкоди 11, що знаходиться у трубопроводі 10.

Відбиті від перешкоди 11 акустичні сигнали повертаються не лише по середовищу робочого агента трубопроводу 10, а також по тілу трубопроводу 10 і поступають на акустичний перетворювач 9, який виконує роль приймача акустичних сигналів, які після перетворення в електричні сигнали поступають на вхід підсилювача 3 радіо імпульсів. З виходу підсилювача 3 протектовані імпульси подаються на вхід підсилювача відео імпульсів 4, з виходу якого поступають на блок 5 формування вимірювальних сигналів.

З блоку 5 сигнали прямокутної форми поступають на блок 6 - вимірювач, який виконує операцію по визначенні віддалі місцезнаходження перешкод в трубопроводі за виразом $L=C \cdot t/2$ за часовим інтервалами, які отримані на вході з блоку

5 і за співвідношенням швидкостей в стінці трубопроводу і середовищі робочого агента, отриманих на базі експериментальних досліджень.

Для візуальної оцінки сигнали з виходу відео підсилювача 4 поступають на осцилографічний індикатор 7 і на блок 8 звукової сигналізації.

Приклад

На підставі експериментальних досліджень авторами були отримані лунограми імпульсів, відбитих від стінки труби сталеві і від потоку газу на різних відстанях знаходження перешкоди.

$$L=Ct/2$$

$$C_r=336,1\text{м/с} - \text{газ}$$

$$t_r=14,877\text{с}$$

$$L_r=336,1 \cdot 14,877/2=2500,0798\text{м}$$

$$C_{ст}=5850\text{м/с}$$

$$t_{ст}=0,855\text{с}$$

$$L_{ст}=5850 \cdot 0,855/2=2500,875\text{м.}$$

Перелік посилань.

1. Прогнозирование места образования закупорки в трубопроводе. Султанов Р.Г., Куанг Буи Минь. Научно-практичная конференция "Проблеми і засоби забезпечення надійності та безпечності систем транспорту нафти, нафтопродуктів, газу", Уфа, 24 травня 2006р. Тези доповідей.

2. UA №61587, Бюл. №11. 7.11.2003. Спосіб акустичного контролю геометричних характеристик труб.

3. А.С. СССР №599209, Бюл. №11, 25.03.1978г. "Способ ультразвуковой дефектоскопии труб" (прототип).

