



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 92629

(13) C2

(51) МПК (2009)  
G01N 9/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ТЕНЗОДАТЧИК ДЛЯ ОБ'ЄМНО-ВАГОВОГО ВИМІРЮВАЧА ГУСТИНИ РІДИНИ І ОБ'ЄМНО-ВАГОВИЙ ВИМІРЮВАЧ ГУСТИНИ РІДИНИ НА ЙОГО ОСНОВІ

1

2

(21) а200810237

(22) 08.08.2008

(24) 25.11.2010

(46) 25.11.2010, Бюл. № 22, 2010 р.

(72) КОВАЛЮХ СЕРГІЙ ВСЕВОЛОДОВИЧ

(73) КОВАЛЮХ СЕРГІЙ ВСЕВОЛОДОВИЧ

(56) US 4285239 A; 25.08.1981

US 4644803 A; 24.02.1987

SU 1245941 A1; 23.07.1986

SU 1073620 A1; 15.02.1984

GB 2286686 A; 23.08.1995

SU 714232; 05.02.1980

Ковалюх М.В., Ковалюх С.В. Углеразомольная трубо-конусная мельница нового поколения, приборы и устройства управления // Энергетика и электрификация. - 2001. - № 8. - С. 45-55.

(57) 1. Тензодатчик для об'ємно-вагового вимірювача густини рідини, який включає принаймні один чутливий пружний елемент, оснащений принаймні двома наклеєними на його чутливі до деформації поверхні тензометричними перетворювачами, гнучку пружну трубу, виконану з можливістю герметичного приєднання до виходу вхідного трубопроводу та до входу потокоцутливої труби зі співвісним розміщенням суміжних отворів, вхідний засіб приєднання, виконаний з можливістю приєднання до виходу вхідного трубопроводу та жорсткого приєднання до нерухомої відносно землі опори, і вихідний засіб приєднання, виконаний з можливістю жорсткого приєднання до потокоцутливої труби, причому кожен з вказаних принаймні одного чутливих елементів зв'язаний з вказаними засобами приєднання ззовні гнучкої труби, а тензодатчик виконаний з можливістю деформуватися під впливом ваги потокоцутливої труби, який **відрізняється** тим, що гнучка труба виконана у вигляді першого сільфона, жорстко прикріпленого своїми кінцями до вказаних засобів приєднання зі співвісним розташуванням його отворів на кінцях, кожен з вказаних чутливих елементів виготовлений у вигляді жорсткої балки, жорстко зв'язаної з вказаними засобами приєднання, причому балки розташовані уздовж першого сільфона і виконані з можливістю запобігання деформації тензодатчика у вертикальному напрямку при розтягуванні чи стисканні сільфона.

2. Тензодатчик за п. 1, який **відрізняється** тим, що перший сільфон є циліндричним, а його внутрішній прохідний діаметр дорівнює діаметрам отворів вхідного трубопроводу і потокоцутливої труби.

3. Тензодатчик за п. 2, який **відрізняється** тим, що вхідний і вихідний засоби приєднання мають пару отворів, діаметр яких дорівнює діаметрам отворів вхідного трубопроводу і потокоцутливої труби і які виконані з можливістю їх взаємного суміщення з отворами вхідного трубопроводу і потокоцутливої труби, відповідно, а перший сільфон герметично прикріплений своїми кінцями у отвори вказаних засобів приєднання.

4. Тензодатчик за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що внутрішня поверхня першого сільфона покрита футерівкою із полімерного матеріалу.

5. Тензодатчик за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що жорсткі балки прикріплені до засобів приєднання проміжними або крипильними елементами.

6. Тензодатчик за будь-яким з пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що жорсткі балки виконані як єдине ціле з засобами приєднання.

7. Тензодатчик за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що містить дві однакові балки, розташовані при виготовленні по обидві сторони від першого сільфона, паралельно осі першого сільфона і симетрично відносно осі першого сільфона.

8. Тензодатчик за будь-яким з пп. 1-6, який **відрізняється** тим, що додатково містить другий сільфон, жорстко прикріплений своїми кінцями до вказаних засобів приєднання зі співвісним розташуванням його отворів на кінцях і виконаний з можливістю герметичного приєднання до виходу вказаної потокоцутливої труби і до входу вихідного трубопроводу, а вхідний і вихідний засоби приєднання виконані з можливістю, відповідно, приєднання до входу вихідного трубопроводу та жорсткого приєднання до виходу вказаної U-подібної потокоцутливої труби.

9. Тензодатчик за п. 8, який **відрізняється** тим, що внутрішній прохідний діаметр другого сільфона дорівнює діаметрам отворів вхідного трубопроводу і потокоцутливої труби.

(13) C2

(11) 92629

(19) UA



10. Тензодатчик за п. 8 або 9, який **відрізняється** тим, що вхідний і вихідний засоби приєднання мають другу пару отворів, діаметр яких дорівнює діаметрам отворів вихідного трубопроводу і потокочутливої труби і які виконані з можливістю їх взаємного суміщення з отворами вхідного трубопроводу і потокочутливої труби, а другий сильфон герметично прикріплений своїми кінцями у отвори другої пари у вказаних засобах приєднання.

11. Тензодатчик за будь-яким з пп. 8-10, який **відрізняється** тим, що внутрішня поверхня другого сильфона покрита футерівкою з полімерного матеріалу.

12. Тензодатчик за будь-яким з пп. 8-11, який **відрізняється** тим, що містить одну балку, розташовану між першим і другим сильфонами.

13. Тензодатчик за будь-яким з пп. 8-11, який **відрізняється** тим, що осі першого і другого сильфонів при виготовленні є паралельними, а тензодатчик містить дві балки, розташовані по обидві сторони від першого і другого сильфонів і симетрично відносно площини, що проходить через їхні осі, або площину симетрії їхнього розташування.

14. Тензодатчик за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що балки містять концентратори напруги у вигляді ділянок зі зменшеним поперечним перерізом, у яких наклеєні тензометричні перетворювачі.

15. Тензодатчик за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що містить гнучкий пружний кожух, який закріплений на засобах приєднання і закриває простір між ними.

16. Тензодатчик за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що нерухомою відносно землі опорою для нього служить трубопровід.

17. Тензодатчик за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що принаймні один сильфон оснащений датчиком тиску на основі додаткових тензометричних перетворювачів, виконаним з можливістю реагування на зміни тиску рідини всередині сильфона.

18. Тензодатчик за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що принаймні один сильфон оснащений датчиком температури.

19. Об'ємно-ваговий вимірювач густини рідини, який включає потокочутливу трубу, перший тензодатчик та вимірювальний прилад, причому перший тензодатчик містить принаймні один чутливий пружний елемент, оснащений принаймні двома наклеєними на його чутливі до деформації поверхні тензометричними перетворювачами, гнучку пружну трубу, герметично приєднану до входу потокочутливої труби та виконану з можливістю герметичного приєднання до виходу вхідного трубопроводу та жорсткого приєднання до нерухокої відносно землі опори, і вихідний засіб приєднання, жорстко приєднаний до потокочутливої труби, кожен з вказаних принаймні одного чутливих елементів зв'язаний з вказаними засобами приєднання ззовні гнучкої труби, виходи тензометричних перетворювачів підключені до виходів вимірювального приладу, а перший тензодатчик виконаний з можливістю деформуватися під впливом ваги потокочутливої труби, який **відрізняється** тим, що гнучка труба виконана у вигляді першого сильфона, жор-

стко прикріпленого своїми кінцями до вказаних засобів приєднання зі співвісним розташуванням його отворів на кінцях, кожен з вказаних чутливих елементів виготовлений у вигляді жорсткої балки, жорстко зв'язаної з вказаними засобами приєднання, причому балки розташовані уздовж сильфона і виконані з можливістю запобігання деформації першого тензодатчика у вертикальному напрямку при розтягуванні чи стисканні першого сильфона.

20. Вимірювач за п. 19, який **відрізняється** тим, що перший сильфон є циліндричним, а його внутрішній прохідний діаметр дорівнює діаметрам отворів вхідного трубопроводу і потокочутливої труби.

21. Вимірювач за п. 20, який **відрізняється** тим, що вхідний і вихідний засоби приєднання мають пару отворів, діаметр яких дорівнює діаметрам отворів вхідного трубопроводу і потокочутливої труби і які виконані з можливістю їх взаємного суміщення з отворами вхідного трубопроводу і потокочутливої труби, відповідно, а перший сильфон герметично прикріплений своїми кінцями у отвори вказаних засобів приєднання.

22. Вимірювач за будь-яким з пп. 19-21, який **відрізняється** тим, що внутрішня поверхня першого сильфона першого тензодатчика покрита футерівкою із полімерного матеріалу.

23. Вимірювач за будь-яким з пп. 19-22, який **відрізняється** тим, що жорсткі балки прикріплені до засобів приєднання проміжними або кріпильними елементами.

24. Вимірювач за будь-яким з пп. 19-22, який **відрізняється** тим, що жорсткі балки виконані як єдине ціле з засобами приєднання.

25. Вимірювач за будь-яким з пп. 19-24, який **відрізняється** тим, що потокочутлива труба має U-подібну форму, вимірювальний прилад має другі входи, аналогічні першим входам, а вимірювач додатково містить аналогічний першому другий тензодатчик, вхідний засіб приєднання другого тензодатчика є аналогічним вихідному засобу приєднання першого тензодатчика і жорстко приєднаний до потокочутливої труби, вихідний засіб приєднання другого тензодатчика є аналогічним вихідному засобу приєднання першого тензодатчика і виконаний з можливістю приєднання до вихідного трубопроводу, а виходи його тензометричних перетворювачів приєднані до других виходів вимірювального приладу.

26. Вимірювач за будь-яким з пп. 19-24, який **відрізняється** тим, що потокочутлива труба має U-подібну форму, а перший тензодатчик додатково містить другий сильфон, жорстко прикріплений своїми кінцями до вказаних засобів приєднання зі співвісним розташуванням його отворів на кінцях і виконаний з можливістю герметичного приєднання до виходу U-подібної потокочутливої труби і до входу вихідного трубопроводу, вхідний засіб приєднання виконаний з можливістю приєднання до входу вихідного трубопроводу, а вихідний засіб приєднання жорстко приєднаний до виходу U-подібної потокочутливої труби.



27. Вимірювач за п. 26, який **відрізняється** тим, що внутрішній прохідний діаметр другого сильфона дорівнює діаметрам отворів вхідного трубопроводу і потокочутливої труби.

28. Вимірювач за будь-яким з пп. 26 або 27, який **відрізняється** тим, що вхідний і вихідний засоби приєднання мають другу пару отворів, діаметр яких дорівнює діаметрам отворів вихідного трубопроводу і потокочутливої труби і які виконані з можливістю їх взаємного суміщення з отворами вхідного трубопроводу і потокочутливої труби, а другий сильфон герметично прикріплений своїми кінцями у отвори другої пари у вказаних засобах приєднання.

29. Вимірювач за будь-яким з пп. 26-28, який **відрізняється** тим, що внутрішня поверхня другого сильфона покрита футерівкою з полімерного матеріалу.

30. Вимірювач за будь-яким з пп. 26-29, який **відрізняється** тим, що містить одну балку, розташовану між першим і другим сильфонами.

31. Вимірювач за будь-яким з пп. 26-29, який **відрізняється** тим, що осі першого і другого сильфонів при виготовленні є паралельними, а перший тензодатчик містить дві балки, розташовані по обидві сторони від першого і другого сильфонів уздовж них і симетрично відносно площини, що проходить через їхні осі або площини симетрії їхнього розташування.

32. Вимірювач за будь-яким з пп. 19-24, який **відрізняється** тим, що містить дві балки, розташовані по обидві сторони від першого сильфона паралельно, при виготовленні, його осі і симетрично відносно його осі.

33. Вимірювач за будь-яким з пп. 19-24, 32, який **відрізняється** тим, що потокочутлива труба є прямою.

34. Вимірювач за п. 33, який **відрізняється** тим, що вихідний кінець потокочутливої труби оснаще-

ний герметично приєднаним до нього третім сильфоном, виконаним з можливістю герметичного приєднання своїм вихідним кінцем до вихідного трубопроводу.

35. Вимірювач за п. 33, який **відрізняється** тим, що потокочутлива труба має відкритий вихідний кінець.

36. Вимірювач за п. 35, який **відрізняється** тим, що вихідний отвір потокочутливої труби розташований нижче вхідного отвору першого тензодатчика.

37. Вимірювач за будь-яким з пп. 19-36, який **відрізняється** тим, що балки містять концентратори напруги у вигляді ділянок зі зменшеним поперечним перерізом, у яких наклеєні тензометричні перетворювачі.

38. Вимірювач за будь-яким з пп. 19-37, який **відрізняється** тим, що містить гнучкий пружний кожух, який закріплений на засобах приєднання і закриває простір між ними.

39. Вимірювач за будь-яким з пп. 19-38, який **відрізняється** тим, що нерухомою відносно землі опорою для нього служить трубопровід.

40. Вимірювач за будь-яким з пп. 19-39, який **відрізняється** тим, що принаймні один сильфон оснащений датчиком тиску на основі додаткових тензометричних перетворювачів, виконаний з можливістю реагування на зміни тиску рідини всередині сильфона, а вимірювальний прилад має канал урахування тиску рідини, до входу якого підключені виходи вказаних додаткових тензометричних перетворювачів.

41. Вимірювач за будь-яким з пп. 19-40, який **відрізняється** тим, що принаймні один сильфон або потокочутлива труба оснащені датчиком температури, а вимірювальний прилад має канал урахування температури рідини, до входу якого підключений вихід датчика температури.

Винахід стосується контрольно-вимірювальної техніки, а саме, об'ємно-вагових вимірювачів густини рідини (далі за текстом - ОБВГР) і тензодатчиків для здійснення їхньої роботи, й може знайти застосування в різних галузях промисловості, технологія яких передбачає вимірювання густини рідини, що проходить по трубопроводах.

Загальний принцип вимірювання у таких пристроях заснований на відомій залежності ваги відрізка трубопроводу фіксованого об'єму з рідиною від густини цієї рідини. Вказаний відрізок трубопроводу звичайно зв'язаний з вхідним трубопроводом гнучким пружним елементом, і його звичайно називають потокочутливою трубою. Другий кінець прямої потокочутливої труби може бути відкритим або зв'язаним з продовженням трубопроводу ще одним гнучким пружним елементом. У іншому варіанті потокочутлива труба може мати U-подібну форму, і тоді її вихідний кінець зв'язаний другим гнучким пружним елементом з продовженням трубопроводу, який розташований під кутом до вхідного трубопроводу або паралельно йому.

З А.С. СРСР №1073620 (МПК: G01N9/20, опубл. 15.02.84, Бюл. №6) відомий ОБВГР, який включає потокочутливу трубу, яка з'єднана з основним трубопроводом за допомогою гнучкої пружної труби, і на якій встановлений диференційно-трансформаторний перетворювач переміщення, пов'язаний з вихідним феродинамічним перетворювачем і вторинним приладом.

У цьому пристрої вимірюється переміщення підвішеної на пружині потокочутливої труби в залежності від густини досліджуваної речовини. При цьому положення потокочутливої труби суттєво змінюється у просторі, і гнучка труба піддається значним деформаціям, що призводить до значного впливу на положення потокочутливої труби, а отже і на результат вимірювання, тиску і температури потоку рідини у трубопроводі. Крім того, при застосуванні гумової манжети як гнучкого пружного елемента з'являється додаткова похибка, яка пов'язана з великим часом релаксації (порядку 10с), залишковою деформацією і неоднорідністю матеріалу манжет і яка досягає 2%.



У А.С. СРСР №1245941 (МПК G01N9/02, опубл. 23.06.87, Бюл. 27) описаний ОВВГР, який складається з потокочутливої труби, з'єднаної з магістральним трубопроводом гнучкими резино-вими манжетами, основних і додаткових тензодатчиків і блока порівняння. Завдяки застосуванню у тензодатчиках чутливих тензометричних перетворювачів, стало можливим зменшити переміщення потокочутливої труби у просторі. Проте, внаслідок того, що тензометричні перетворювачі використовуються безпосередньо у опорах, яких до того ж дві, сили, які на них діють, порівняно невеликі, і тому вимірювач має невисоку чутливість. Крім того, він не позбавлений недоліків вищеприданого пристрою, пов'язаних з недосконалістю резинових манжет.

З цього ж документу відомий тензодатчик, який містить тензометричні перетворювачі і виконаний з можливістю встановлення на нерухому відносно землі опору і деформування під впливом ваги потокочутливої труби. Недоліком такого тензодатчика є, як зазначалося вище, недостатня чутливість.

Найбільш близькими до пристроїв, що заявляються, за сукупністю ознак є тензодатчик і створений на його основі ОВВГР, описані у статті Ковалюха М.В. і Ковалюха С.В. «Углеразмольная трубно-конусная мельница нового поколения, приборы и устройства управления», Киев, «Энергетика и электрификация», №8, 2001г., стр.53-54.

Зазначений тензодатчик включає один чутливий пружний елемент у вигляді мембрани, оснащений наклеєними на його чутливі до деформації поверхні тензометричними перетворювачами, гнучку пружну трубу у вигляді резинової манжети, виконану з можливістю герметичного приєднання до виходу вхідного трубопроводу та до входу потокочутливої труби зі співвісним розміщенням суміжних отворів, та вхідний засіб приєднання чутливих елементів, виконаний з можливістю жорсткого приєднання до виходу вхідного трубопроводу, який виконує роль нерухомої відносно землі опори, і вихідний засіб жорсткого приєднання чутливих елементів до потокочутливої труби, причому мембрана прикріплена до вказаних засобів приєднання ззовні гнучкої труби перпендикулярно їй, а тензодатчик виконаний з можливістю деформуватися під впливом ваги потокочутливої труби.

ОВВГР включає цей тензодатчик, потокочутливу трубу, яка жорстко приєднана до вихідного засобу приєднання, і вимірювальний прилад, причому виходи тензометричних перетворювачів підключені до входів вимірювального приладу.

Похибка вимірювання такого вимірювача становить біля 1,5% і викликана, головним чином, зазначеними вище пружними недосконалістями резинової гнучкої труби, у тому числі, зміною її форми і пружних властивостей зі зміною температури і тиску в трубопроводі, що зрештою впливає на положення потокочутливої труби.

Значні кутові переміщення потокочутливої труби під дією вказаних шкідливих факторів викликають зміни відповідних сигналів тензометричних перетворювачів, які розташовані на мембрані зве-

рху і знизу потокочутливої труби, тобто виникають відповідні складові похибки вимірювання густини рідини, які практично не піддаються ні компенсації, ні врахуванню.

Внаслідок того, що основний трубопровід, корпус і тензодатчик виконуються з окремих деталей і підлягають складанню-розбиранню, виконати абсолютно точно співвісне розташування трубопроводу й потокочутливої труби неможливо. Випадкові неспіввісності в розташуванні основного трубопроводу й потокочутливої труби, а також кріпильні елементи гумової манжети приводять до нерівномірних деформацій манжети і подальшому невизначеному впливу температури і тиску на результат вимірювання. При цьому величина похибки вимірювання буде змінюватися після кожного складання-розбирання пристрою.

В основу цього винаходу поставлене завдання створення ОВВГР і тензодатчика для здійснення його роботи, що дозволяють зменшити похибку вимірювання густини за рахунок зменшення або компенсації складових похибки, викликаних впливом температури потоку і тиску у трубопроводі на положення потокочутливої труби, забезпечити технологічність виготовлення приладу й зручність його обслуговування.

Поставлене завдання щодо тензодатчика для ОВВГР вирішується тим, що у відомому тензодатчику, який включає принаймні один чутливий пружний елемент, оснащений принаймні двома наклеєними на його чутливі до деформації поверхні тензометричними перетворювачами, гнучку пружну трубу, виконану з можливістю герметичного приєднання до виходу вхідного трубопроводу та до входу потокочутливої труби зі співвісним розміщенням суміжних отворів, вхідний засіб приєднання, виконаний з можливістю приєднання до виходу вхідного трубопроводу та жорсткого приєднання до нерухомої відносно землі опори, і вихідний засіб приєднання, виконаний з можливістю жорсткого приєднання до потокочутливої труби, причому кожен з вказаних чутливих елементів зв'язаний з вказаними засобами приєднання ззовні гнучкої труби, а тензодатчик виконаний з можливістю деформуватися під впливом ваги потокочутливої труби, проведені такі вдосконалення:

- гнучка труба виконана у вигляді сильфона;
- сильфон жорстко прикріплений своїми кінцями до вказаних засобів приєднання зі співвісним розташуванням отворів на кінцях;
- кожен з вказаних чутливих елементів виготовлений у вигляді жорсткої балки, жорстко зв'язаної з вказаними засобами приєднання;
- балки розташовані уздовж сильфона;
- балки виконані з можливістю запобігання деформації тензодатчика у вертикальному напрямку при розтягуванні чи стисканні сильфона.

Виконання гнучкої труби у вигляді сильфона дозволяє зменшити похибки, пов'язані з пружними недосконалістями гнучких труб з полімерних матеріалів, такими як великий час релаксації, залишкова деформація і неоднорідність пружних властивостей, оскільки сильфон позбавлений цих недоліків: він практично миттєво відгукується на деформації, не має залишкової деформації, його



пружні властивості однакові як уздовж, так і навколо осі, його діаметр практично не залежить від тиску усередині, він здатен пружно згинатися. При цьому він також здатен пружно стискатися і розтягуватися, що у даному разі є недоліком, але таким, що його наслідки можна суттєво зменшити, зокрема тим, що сільфон жорстко прикріплений своїми кінцями до вказаних засобів приєднання, жорстко зв'язаних між собою розташованими уздовж сільфона жорсткими балками, що суттєво обмежує можливість розтягування і стискання сільфона.

Жорстке прикріплення кінців сільфона до вказаних засобів приєднання зі співвісним розташуванням отворів на кінцях виключає випадковість положення сільфона принаймні відносно засобів приєднання і тим самим зменшує невизначений вплив температури і тиску на результат вимірювання.

Виконання чутливих елементів у вигляді жорстких балок, жорстко зв'язаних з вказаними засобами приєднання, дозволяє суттєво зменшити величини їх лінійних і кутових деформацій і, відповідно, величини лінійних і кутових переміщень потокочутливої труби, що, у свою чергу, зменшує вплив небажаних факторів на положення потокочутливої труби і отже на результат вимірювання, оскільки положення потокочутливої труби є практично незмінним і, більш того, вона практично завжди співвісна з віссю сільфона і напрямком потоку.

Виконання балок з можливістю запобігання деформації тензодатчика у вертикальному напрямку при розтягуванні сільфона означає, що кількість балок і їх розташування вибираються такими, щоб тиск у рідині і її температура, які створюють сили, що у тому чи іншому ступені розтягують сільфон, не призводили до деформації тензодатчика у вертикальному напрямку, тобто щоб така деформація викликала б тільки вагою потокочутливої труби, а це означає зменшення похибки вимірювання за рахунок виключення її складових, викликаних впливом тиску і температури.

Прикладом такого виконання балок є одна балка, яка розташована збоку від сільфона і яка має два однакові тензометричні перетворювачі, наклеєні на найбільш чутливі до деформації плоскі паралельні одна одній поверхнях балки, які паралельні площині, що проходить через вісь сільфона між вказаними тензометричними перетворювачами паралельно вказаним плоским поверхням, на які вони наклеєні, і на однакових відстанях від них (далі - перша площина). При розташуванні такого тензодатчика так, щоб вказана перша площина була перпендикулярна вертикальній площині, що проходить через вісь сільфона (далі - друга площина), подовження сільфона внаслідок, наприклад, збільшення тиску викликає подовження і вигин балки паралельно першій площині, внаслідок чого однакові тензометричні перетворювачі реагують на ці деформації однаково, і цю реакцію можна компенсувати, наприклад, шляхом включення тензометричних перетворювачів у міст Уйтсона.

Іншими прикладами виконання балок згідно з цим винаходом є такі:

- дві балки, кожна з яких аналогічна описаній вище одній балці і які розташовані симетрично другій площині;

- дві балки, розташовані зверху і знизу сільфона, причому плоскі поверхні, на які наклеєні тензометричні перетворювачі, паралельні осі сільфона і перпендикулярні вертикальній площині, що проходить через сільфон, що відповідає тензодатчику паралелограмного типу, створеного вказаними балками і засобами приєднання.

Обидва варіанти мають підвищену чутливість, оскільки сили, що створюються у балках для врівноваження, відповідно, моменту сили, створеної потокочутливою трубою відносно зони вигину балок, чи її ваги діють в самій зоні вигину балок, що дозволяє одержати значні сигнали при порівняно малих лінійних і кутових деформаціях балок.

Треба зазначити, що балки, з одного боку, повинні бути виконані настільки жорсткими, щоб в діапазоні вимірюваних значень густини рідини кутові і лінійні деформації тензодатчика були настільки малими, щоб неспіввісністю частин тензодатчика можна було знехтувати. З іншого боку, балки повинні бути не занадто жорсткими, щоб деформації їх частин, на які наклеєні тензометричні перетворювачі, були достатніми для вимірювання їх сигналів з достатньою точністю у вказаному діапазоні.

Наведеними вище прикладами не вичерпуються усі можливі варіанти виконання балок. Дійсно, поверхні, на які наклеєні тензометричні перетворювачі, можуть бути неплоскими, тензометричні перетворювачі можуть бути неоднаковими як по принципу дії, так і по чутливості, що може бути враховане як схемними рішеннями, так і вимірюванням поперечних деформацій чи фізичних величин (температури і тиску), які є небажаними факторами впливу на результат вимірювання, тензометричні перетворювачі можуть бути до певної міри несиметричними відносно згаданої вище першої поверхні і т.д. Важливо тільки, щоб кількість балок, їх конфігурація і розташування, а також розташування тензометричних перетворювачів на них були такими, щоб тиск у рідині і її температура, які створюють сили, що у тому чи іншому ступені розтягують чи стискають сільфон уздовж його осі, не призводили до деформації тензодатчика у вертикальному напрямку.

У описаному вище узагальненому варіанті виконання тензодатчика задача винаходу вирішується при будь-якій круговій формі сільфона, у тому числі - конічній. У випадку сільфона циліндричної форми з внутрішнім прохідним діаметром, який дорівнює діаметрам отворів вхідного трубопроводу і потокочутливої труби суттєво підвищується ламінарність потоку за рахунок відсутності перешкод та неоднорідностей на стиках сусідніх отворів і, відповідно, зменшується випадкова складова похибки вимірювання.

У найкращому варіанті виконання тензодатчика згідно з винаходом вхідний і вихідний засоби приєднання мають пару отворів, діаметр яких дорівнює діаметрам отворів вхідного трубопроводу і потокочутливої труби і які виконані з можливістю їх взаємного суміщення з отворами вхідного трубо-



роводу і потокоцутливої труби, відповідно, а сільфон герметично прикріплений своїми кінцями у отвори вказаних засобів приєднання. У цьому разі вхідний і вихідний засоби приєднання фактично виконують роль фланців, які мають вказану пару отворів і які можуть бути приєднані, з герметичним ущільненням отворів, відповідно, до фланців вхідного трубопроводу і потокоцутливої труби так, що отвори у фланцях, що з'єднуються, суміщаються, що забезпечує єдиний напрямок потоку і у подальшому ступені знижує випадкову складову похибки вимірювання, особливо, коли сільфон є циліндричним.

Подальше вдосконалення тензодатчика згідно з винаходом полягає у тому, що внутрішня поверхня сільфона покрита футеровкою із полімерного матеріалу. Це також сприяє підвищенню ламінарності потоку і зменшенню випадкової складової похибки вимірювання.

У одному з конкретних варіантів виконання тензодатчика жорсткі балки можуть бути прикріплені до засобів приєднання проміжними або кріпильними елементами за умови, що всі з'єднання виконані достатньо жорсткими і такими, що, навіть коли вони є розбірними, забезпечують однозначність збирання зі збереженням жорсткості тензодатчика в цілому, співвісності отворів сільфона, співвісності суміжних отворів сільфона і отворів вхідного трубопроводу і потокоцутливої труби.

Найкращим варіантом виконання балок тензодатчика є їх виготовлення як єдиного цілого з засобами приєднання. Це забезпечує найбільшу жорсткість тензодатчика в цілому, найбільшу співвісність отворів у засобах приєднання і найбільш високі експлуатаційні характеристики, обумовлені відсутністю необхідності його розбирання-збирання, простотою обслуговування і високою технологічністю виготовлення.

Краще, коли використовуються дві однакові балки, які розташовані по обидві сторони від сільфона паралельно, при виготовленні, осі сільфона і симетрично відносно осі сільфона і які, відповідно, однаково запобігають значному розтягуванню сільфона і однаково деформуються при розтягуванні сільфона під дією тиску та/або температури, що може бути компенсовано описаним вище чином.

Описані вище варіанти виконання тензодатчика допускають його подальше вдосконалення, яке полягає у тому, що він додатково містить другий сільфон, жорстко прикріплений своїми кінцями до вказаних засобів приєднання зі співвісним розташуванням його отворів на кінцях і виконаний з можливістю герметичного приєднання до виходу U-подібної потокоцутливої труби і до входу вихідного трубопроводу, а вхідний і вихідний засоби приєднання виконані з можливістю, відповідно, приєднання до входу вихідного трубопроводу та жорсткого приєднання до виходу U-подібної потокоцутливої труби. Це вдосконалення дозволяє розширити функціональні можливості тензодатчика, а саме, можливість його використання на поворотах трубопроводу, тобто при будь-якому куті між вхідним і вихідним трубопроводами.

Описані вище вдосконалення і конкретні варіанти виконання тензодатчика з одним сільфоном цілком і повністю можуть бути застосовані для тензодатчика з двома сільфонами.

Тензодатчик з двома сільфонами може містити тільки одну балку яка розташована між сільфонами. У одному з варіантів осі сільфонів лежать в одній площині, зокрема, паралельні одна одній, а балка має два однакові тензометричні перетворювачі, наклеєні на найбільш чутливі до деформації плоскі паралельні одна одній поверхнях балки, які паралельні площині, що проходить через осі сільфонів між вказаними тензометричними перетворювачами, і на однакових відстанях від них. Така балка повинна бути достатньо жорсткою для забезпечення незначних лінійних і кутових переміщень частин тензодатчика.

Тензодатчик з двома сільфонами, осі яких, наприклад, лежать у одній площині, може містити дві балки, аналогічні описаним вище для одного сільфона і розташовані по обидві сторони від сільфонів і симетрично відносно площини, що проходить через осі сільфонів (тензодатчик паралелограмного типу), або площини симетрії розташування сільфонів. Це практично виключає вигин сільфона при збільшенні тиску всередині сільфонів і, отже, небажаний вплив зміни тиску на похибку вимірювання.

У одному з найкращих варіантів тензодатчик з двома сільфонами може мати чотири балки, розташовані попарно симетрично відносно площини, що проходить через осі сільфонів.

Цими прикладами усі можливі варіанти виконання балок не вичерпуються. Насправді, поряд з факторами, описаними вище для тензодатчика з одним сільфоном, сільфони можуть бути до певної міри неоднаковими, осі сільфонів можуть бути до певної міри схрещеними, що відповідає відсутності площини, у якій вони обидві лежать, кут між площиною, у якій лежать осі сільфонів, якщо така є, і вертикальною площиною, паралельною осям сільфонів, може до певної міри відрізнятись від прямого. Але при цьому необхідно, щоб кількість балок, їх конфігурація і розташування, а також розташування тензометричних перетворювачів на них були такими, щоб тиск у рідині і її температура, які створюють сили, що у тому чи іншому ступені розтягують чи стискають сільфон уздовж його осі, не призводили до деформації тензодатчика у вертикальному напрямку.

Доцільно, щоб у всіх зазначених вище варіантах виконання тензодатчика балки містили концентратори напруги у вигляді ділянок зі зменшеним поперечним перерізом, у яких наклеєні тензометричні перетворювачі. Саме це дає змогу одержати значні рівні сигналів з них при відносно малих лінійних і кутових переміщеннях.

Для захисту частин тензодатчика від пошкоджень і інших зовнішніх впливів передбачена можливість закріплення на засобах приєднання гнучкого кожуха, який закриває простір між ними і, завдяки гнучкості і пружності, практично не викликає додаткових проблем з похибкою вимірювання.

Оскільки деформація тензодатчика викликається вагою потокоцутливої труби, яка залежить



від густини рідини, вхідний засіб приєднання повинен бути нерухомим відносно землі, що досягається, як сказано вище його виконанням з можливістю жорсткого приєднання до нерухомої відносно землі опори. У конкретному і найбільш поширеному варіанті виконання такою нерухомою відносно землі опорою може бути самі вхідний та/або вихідний трубопроводи, якщо, безумовно, для цього здійснені відповідні заходи.

Подальшим вдосконаленням тензодатчика за будь-яким з описаних вище варіантів виконання є те, що на поверхню принаймні одного сильфона наклеєний принаймні один додатковий тензометричний перетворювач, виконаний з можливістю реагування на тиск рідини всередині сильфона і підключення до вимірювального приладу. Такий засіб дозволяє враховувати вплив тиску на результати вимірювання, зокрема, шляхом схемної компенсації.

Ще одним вдосконаленням, яке дозволяє врахувати вплив температури на результати вимірювання є оснащення сильфона або сильфонів датчиками температури, виходи яких також можуть бути підключені до вимірювального приладу. Такий засіб дозволяє враховувати вплив температури на результати вимірювання також, зокрема, шляхом схемної компенсації.

Поставлена у цьому винаході задача щодо ОВВГР вирішується тим, що у відомому вимірювачі, який включає потокочутливу трубу, тензодатчик та вимірювальний прилад, причому тензодатчик містить принаймні один чутливий пружний елемент, оснащений принаймні двома наклеєними на його чутливі до деформації поверхні тензометричними перетворювачами, гнучку пружну трубу, виконану з можливістю герметичного приєднання до виходу вхідного трубопроводу та до входу потокочутливої труби зі співвісним розміщенням суміжних отворів, та вхідний засіб приєднання чутливих елементів, виконаний з можливістю жорсткого приєднання до нерухомої відносно землі опори та до виходу вхідного трубопроводу і вихідний засіб жорсткого приєднання чутливих елементів до потокочутливої труби, причому кожен з вказаних принаймні одного чутливий елемент зв'язаний з вказаними засобами приєднання ззовні гнучкої труби, виходи тензометричних перетворювачів підключені до входів вимірювального приладу, а тензодатчик виконаний з можливістю деформуватися під впливом ваги потокочутливої труби, проведено такі вдосконалення:

- гнучка труба виконана у вигляді сильфона;
- сильфон жорстко прикріплений своїми кінцями до вказаних засобів приєднання зі співвісним розташуванням його отворів на кінцях;
- кожен з вказаних чутливих елементів виготовлений у вигляді жорсткої балки;
- балки жорстко зв'язані з вказаними засобами приєднання;
- балки розташовані уздовж сильфона;
- балки виконані з можливістю запобігання деформації тензодатчика у вертикальному напрямку при розтягуванні чи стисканні сильфона.

Причинно-наслідковий зв'язок між цими вдосконаленнями і технічним результатом, який одер-

жують завдяки створенню ОВВГР за цим винаходом, є еквівалентним описаному вище причинно-наслідковому зв'язку, який одержують завдяки створенню тензодатчика за цим винаходом, з тією різницею, що тензодатчик створює передумови для одержання цього технічного результату, а у ОВВГР цей технічний результат досягається повною мірою.

Додаткові технічні результати і переваги, що одержують завдяки подальшим вдосконаленням і конкретним варіантам виконання ОВВГР, які стосуються саме тензодатчика і описані вище, еквівалентні тим, що описані вище відносно тензодатчика і зрозумілі для фахівця у цій галузі.

Крім того, у одному з конкретних варіантів виконання ОВВГР згідно з винаходом потокочутлива труба має відкритий вихідний кінець. Цим створюється ОВВГР кінцевого типу і, зокрема, виключає будь-який вплив на потокочутливу трубу елементів зі сторони відкритого кінця.

У альтернативному конкретному варіанті виконання ОВВГР згідно з винаходом вихідний кінець прямої потокочутливої труби оснащений герметично приєднаним до нього розв'язуючим сильфоном, виконаним з можливістю герметичного приєднання своїм вихідним кінцем до вихідного трубопроводу. Це дозволяє створити ОВВГР прохідного типу, при цьому вплив зв'язку потокочутливої труби з вихідним трубопроводом послаблений завдяки розв'язуючому сильфону. У кращому випадку потокочутлива труба є прямою, що виключає її відхилення під впливом швидкості потоку рідини.

У ще одному конкретному варіанті виконання ОВВГР згідно з винаходом вихідний отвір потокочутливої труби розташований нижче вхідного отвору тензодатчика, що дозволяє забезпечити зручне зливання рідини з пристрою при перекритті трубопроводу.

У альтернативному прямій потокочутливій трубі варіанті виконання ОВВГР потокочутлива труба має U-подібну форму, при цьому вимірювальний прилад має другі входи, аналогічні першим входам, а вимірювач додатково містить аналогічний першому другий тензодатчик, вхідний засіб приєднання другого тензодатчика є аналогічним вихідному засобу приєднання першого тензодатчика і жорстко приєднаний до потокочутливої труби, вихідний засіб приєднання другого тензодатчика є аналогічним вхідному засобу приєднання першого тензодатчика і виконаний з можливістю приєднання до вихідного трубопроводу, а виходи його тензометричних перетворювачів приєднані до других виходів вимірювального приладу. Цей варіант відповідає прохідному варіанту ОВВГР з двома тензодатчиками у разі розташування вхідного і вихідного трубопроводів під кутом один до одного, а також паралельно один одному у зворотних напрямках.

У альтернативному попередньому варіанті прохідного ОВВГР потокочутлива труба має U-подібну форму, а тензодатчик додатково містить другий сильфон, жорстко прикріплений своїми кінцями до вказаних засобів приєднання зі співвісним розташуванням його отворів на кінцях і вико-



ний з можливістю герметичного приєднання до виходу U-подібної потокочутливої труби і до входу вихідного трубопроводу, вхідний засіб приєднання виконаний з можливістю приєднання до входу вихідного трубопроводу, а вихідний засіб приєднання жорстко приєднаний до виходу U-подібної потокочутливої труби. Це відповідає описаному вище варіанту виконання тензодатчика з двома сильфонами, переваги вдосконалень і конкретних варіантів виконання якого описані вище.

З метою більш точного врахування впливу тиску у сильфоні на результат вимірювання зокрема, шляхом схемної компенсації, ОВВГР може бути вдосконалений таким чином, що на поверхню принаймні одного сильфона наклеєний принаймні один додатковий тензометричний перетворювач, виконаний з можливістю реагування на тиск рідини усередині сильфона, а вимірювальний прилад має канал урахування тиску рідини, до входу якого підключений вихід вказаного додаткового тензометричного перетворювача.

Для більш точного врахування впливу температури на результат вимірювання зокрема, шляхом схемної компенсації, принаймні один сильфон та/або потокочутлива труба можуть бути оснащені датчиком температури, причому вимірювальний прилад повинен мати канал урахування температури рідини, до входу якого підключений вихід датчика температури.

Варіанти виконання тензодатчика для ОВВГР і самого ОВВГР представлені на доданих кресленнях, а саме:

- на Фіг.1 схематично представлений вигляд спереду на тензодатчик для ОВВГР;
- на Фіг.2 схематично представлений вигляд спереду ОВВГР з тензодатчиком за Фіг.1;
- на Фіг.3 представлений подовжній переріз з'єднаного з потокочутливою трубою тензодатчика з двома балками, симетричними відносно вертикальної площини через вісь сильфона;
- на Фіг.4 представлений збільшений вигляд у розрізі за А-А тензодатчика на Фіг.3;
- на Фіг.5 представлений подовжній переріз з'єднаного з потокочутливою трубою тензодатчика з двома балками, симетричними відносно горизонтальної площини через вісь сильфона;
- на Фіг.6 представлений збільшений вигляд у розрізі за Б-Б тензодатчика на Фіг.5;
- на Фіг.7 схематично представлений вигляд зверху на тензодатчик з двома сильфонами, який з'єднаний з U-подібною потокочутливою трубою і має одну балку між сильфонами;
- на Фіг.8 представлений збільшений вигляд у розрізі за В-В тензодатчика на Фіг.7;
- на Фіг.9 представлений вигляд у розрізі посередині між фланцями іншого варіанта виконання тензодатчика з двома сильфонами, який має чотири балки (тензометричні перетворювачі не попадають у площину розрізу);
- на Фіг.10 представлений вигляд у розрізі на тензодатчик з одним сильфоном, на який наклеєні додаткові тензометричні перетворювачі для вимірювання змін тиску усередині сильфона;
- на Фіг.11 представлений вигляд у перспективі на ОВВГР з одним сильфоном.

Тензодатчик 1, який представлений на Фіг.1 і який є частиною ОВВГР, представленого на Фіг.2, включає сильфон 2, вхідний 3 і вихідний 4 засоби приєднання, до яких жорстко прикріплені сильфон 2, і дві балки 5, розташовані перед сильфоном 2 і за сильфоном 2 (не видна). Балки 5 мають концентратори напруги у вигляді ділянок 6 зі зменшеним поперечним перерізом, на дві поверхні яких наклеєні тензометричні перетворювачі 7. Балки 5 розташовані уздовж сильфона 2 і жорстко з'єднані з вхідним 3 і вихідним 4 засобами приєднання. Вхідний засіб 3 приєднання (Фіг.1) виконаний з можливістю жорсткого приєднання (на Фіг.2 жорстко приєднаний) до нерухомої відносно землі опори 9 і з можливістю приєднання (на Фіг.2 приєднаний) до вхідного трубопроводу. Вихідний засіб 4 приєднання виконаний з можливістю жорсткого приєднання (а на Фіг.2 жорстко приєднаний) до потокочутливої труби 8 (Фіг.2). Сильфон 2 виконаний з можливістю герметичного приєднання до виходу вхідного трубопроводу та до входу потокочутливої труби 8 зі співвісним розміщенням суміжних отворів. Припускається, що на Фіг.2 таке приєднання реалізоване, але не показано і що сильфон 2 жорстко прикріплений своїми кінцями до вхідного 3 і вихідного 4 засобів приєднання зі співвісним розташуванням його отворів на кінцях. При різних діаметрах отворів вхідного трубопроводу і потокочутливої труби 8 сильфон 2 може бути як циліндричним, так і конічним. Конкретні варіанти приєднання сильфона 2 до засобів 3 і 4 приєднання, до вхідного трубопроводу і до потокочутливої труби 8 показані на наступних кресленнях. Балки 5 з тензометричними перетворювачами 7 виконані і розташовані таким чином, щоб розтягування чи стискання сильфона не викликали деформацію тензодатчика 1 у вертикальному напрямку, тобто щоб остання викликала тільки потокочутливою трубою 8. На Фіг.1 і 2 балки 5 виконані симетричними відносно горизонтальної площини, що проходить посередині між тензометричними перетворювачами 7, і ця площина співпадає з горизонтальною площиною, що проходить через вісь сильфона 2.

На Фіг.2 представлений ОВВГР з тензодатчиком 1, жорстко приєднаною до нього потокочутливою трубою 8, жорсткою опорою 9, до якої жорстко приєднаний вхідний засіб 3 приєднання, і вимірювальним приладом 10, до входів якого підключені виходи тензометричних перетворювачів 7, причому тензодатчик 1 деформується під дією потокочутливої труби 8.

На Фіг.2 представлений варіант, коли вхідний засіб 3 приєднання жорстко закріплений на жорсткій нерухомій відносно землі опорі 9. У цьому разі для приєднання тензодатчика 1 до вхідного трубопроводу може знадобитися гнучка труба, наприклад, сильфон, який також може входити до складу вхідного засобу 3 приєднання.

Якщо ж вхідний трубопровід жорстко закріплений відносно землі, додаткова опора може бути зайвою, і вхідний засіб 3 приєднання жорстко закріплюється на вхідному трубопроводі.

На Фіг.3 представлений подовжній розріз одного з кращих варіантів здійснення ОВВГР і його



тензодатчика, у якому вхідний 3 і вихідний 4 (Фіг.2) засоби приєднання виконані у вигляді, відповідно, фланців 11, 12, з болтами 13 і 14 і ущільнюючими кільцями 15 і 16. При цьому кінець вхідного трубопроводу вважається нерухомим відносно землі і оснащений фланцем з отворами, через які болтами 13 фланець 11 прикріплений до фланця трубопроводу, вхідний кінець потокоцутливої труби 8 оснащений фланцем 17 з отворами, через які болтами 14 фланець 12 прикріплений до фланця 17. Фланці 11 і 12 мають отвори 18 і 19, відповідно, діаметр яких дорівнює діаметрам отворів вхідного трубопроводу і потокоцутливої труби 8 і які виконані з можливістю їх взаємного суміщення з отворами вхідного трубопроводу і потокоцутливої труби 8, відповідно. Кінці циліндричного у цьому разі сильфона 2, внутрішній прохідний діаметр якого дорівнює діаметрам отворів вхідного трубопроводу і потокоцутливої труби 8, герметично прикріплені в отвори 18 і 19 фланців 11 і 12. Дві жорсткі балки 5 виконані як єдине ціле з фланцями 11 і 12 і розташовані паралельно, при виготовленні, осі сильфона 2 і симетрично відносно його осі.

Як видно з Фіг.4, на якій представлений збільшений розріз ОБВГР за А-А (Фіг.3), пристрій містить дві балки 5, розташовані симетрично відносно вертикальної площини, що проходить через вісь сильфона 2. Балки 5 мають горизонтальну площину симетрії, яка проходить між ділянками 6 і яка співпадає з горизонтальною площиною, що проходить через вісь сильфона 2.

На Фіг.5, 6 представлені, відповідно, подовжний розріз і поперечний розріз за Б-Б іншого варіанта виконання ОБВГР і його тензодатчика згідно з винаходом, які є аналогічними тим, що представлені на Фіг.3 і 4, з тією різницею, що балки 5 розташовані симетрично відносно вертикальної площини, яка проходить через вісь сильфона 2 і яка співпадає з вертикальною площиною симетрії самих балок 5. У цьому разі створюється тензодатчик паралелограмного типу, і найбільш чутливий до деформації ділянки 6 балок 5 розташовані на їх кінцях.

На Фіг.7 і 8 представлені, відповідно, вигляд зверху на ОБВГР з U-подібною потокоцутливою трубою і розріз тензодатчика цього ОБВГР за В-В. Обидва сильфони 2 і 2', діаметр прохідних отворів яких співпадає з діаметрами отворів вхідного і вихідного трубопроводів і вхідним і вихідним отворами U-подібної потокоцутливої труби, жорстко прикріплені своїми кінцями, відповідно, у отвори 18, 18' і 19, 19' фланців 11 і 12 зі співвісним розташуванням отворів сильфонів 2 і 2' на кінцях. Фланець 11 виконаний з можливістю кріплення болтами до фланців трубопроводу, а фланець 12 болтами жорстко прикріплений до фланців 18 і 18' U-подібної потокоцутливої труби. Сильфони 2 і 2' виконані з можливістю герметичного приєднання відповідно до виходу вхідного трубопроводу і до входу вихідного трубопроводу, а також, відповідно, до входу і виходу U-подібної потокоцутливої труби за допомогою, наприклад, ущільнюючих кілець (не показані), аналогічних тим, що описані вище.

Тензодатчик 1 у цьому разі містить тільки одну балку 5, яка має горизонтальну площину симетрії,

що співпадає з горизонтальною площиною, що проходить через вісі сильфонів 2 і 2'.

На Фіг.9 представлений поперечний розріз тензодатчика з двома сильфонами 2 і 2', аналогічний тому, що представлений на Фіг.8, але з чотирма балками 5, які разом з фланцями 11 і 12 створюють тензодатчик паралелепіпедного типу.

В усіх представлених варіантах здійснення тензодатчиків і ОБВГР кожна з балок 5 містить парну кількість тензометричних перетворювачів 7, характеристики відгуку на лінійну деформацію яких або однакові або вирівняні у вимірювальному приладі 10.

В усіх представлених узагальненому і конкретних варіантах балки 5 з тензометричними перетворювачами 7 мають таку форму і розташування, що при розтягуванні чи стисканні сильфонів під дією тиску у трубопроводі чи температурі вимірюваної рідини балки не деформуються у вертикальному напрямку, а сигнали з тензометричних перетворювачів 7, які відповідають деформації балок при розтягуванні-стисканні сильфона, компенсуються (віднімаються один від одного).

Для більш точного врахування впливу тиску на результат вимірювання на сильфон можуть бути наклеєні додаткові тензометричні перетворювачі 20, зображені на Фіг.10. Наявність зміни сигналів одночасно на трьох тензометричних перетворювачах 21 свідчить про зміну тиску в рідині і її величину, що може бути враховано в результатах вимірювання.

Вплив температури на результат вимірювання може бути додатково врахований шляхом її вимірювання відомими методами за допомогою датчика температури будь-якого придатного типу, який може бути закріплений відомими методами як на сильфоні, так і на потокоцутливій трубі або в іншому прийнятному місці.

На Фіг.11 показаний вигляд у перспективі одного з варіантів виконання ОБВГР з одним сильфоном і відкритою на дальньому кінці потокоцутливою трубою, у якому тензодатчик 1 містить гнучкий пружний кожух вигляді зовнішнього сильфона 21, який закріплений на фланцях 11 і 12 і закриває простір між ними, вхідний засіб 3 приєднання (Фіг.1) тензодатчика 1 додатково включає перехідний патрубок 22, фланець 23 якого жорстко прикріплений до вхідного фланця 11, а фланець 24 якого виконаний з можливістю жорсткого приєднання до фланця вхідного трубопроводу (не показаний). Крім того, вимірювальний прилад 10 виконаний у двох блоках - блок 25 оброблення сигналів і блок 26 вимірювання і індикації.

Нижче описана робота пристроїв згідно з винаходом на прикладі ОБВГР за Фіг.1-6 і 11.

Перехідний патрубок 22 фланцем 24 приєднують до фланця вхідного трубопроводу та, якщо необхідно, до нерухомої відносно землі опори 9 (Фіг.2). При створенні потоку вимірюваної рідини, такого, щоб уся потокоцутлива труба 8 була заповнена нею, тензодатчик 1 починає деформуватися під дією ваги потокоцутливої труби 8. При цьому жорсткі балки 5 (Фіг.1-6) створюють опір цій деформації, а найбільш чутливі їх ділянки 6, на які наклеєні тензометричні перетворювачі 7, деформу-

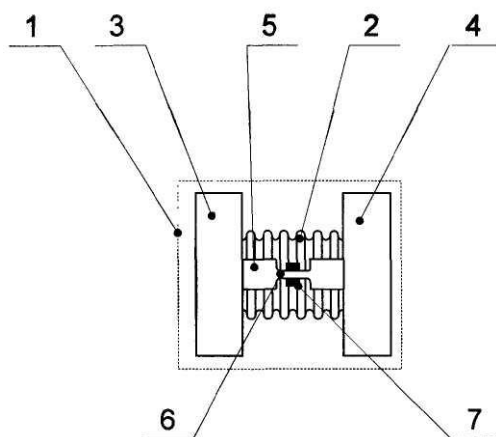


ються, тобто розтягуються чи стискаються, у більшому ступені, ніж інші частини балок 5, на що власне і реагують наклеєні на них тензометричні перетворювачі 7 шляхом зміни сигналів, що в них утворюються. Сигнали тензометричних перетворювачів 7 поступають у блок оброблення 25, який їх обробляє відомим у цій галузі чином з одержанням величини, наприклад електричної напруги, яку блок 26 вимірює і знаходить на заздалегідь визначеній градувальній кривій відповідне йому значення густини рідини. Крім того, жорсткі балки 5, створюючи опір деформації під дією ваги потоко-чутливої труби 8 з рідиною, не дозволяють потоко-чутливій трубі 8 у значній мірі відхилятися від пер-вісного положення (без рідини або з рідиною, яка має найменшу густину, в залежності, від діапазону градування), а сильфону 2 у значній мірі зміню-вати свої розміри у подовжньому напрямку при змінах тиску усередині ОВВГР.

Найважливішою ознакою тензодатчика і ОВВГР згідно з винаходом є те, що дія шкідливих факторів, які впливають на похибку вимірювання, а саме, тиску і температури у значній мірі усу-вається тим, що сильфон 2 під дією цих факторів рів-номірно деформується у радіальному напрямку, не впливаючи на деформацію найбільш чутливих ділянок 6 балок 5, а його деформація у осьовому напрямку, навіть якщо приводить до його вигину, тобто до повороту засобів 3 і 4 приєднання один відносно одного, але за рахунок виконання балок, тобто їх форми, жорсткості, жорсткого зв'язку з засобами 3 і 4 приєднання, розташування відносно осі сильфона і навкруги осі, вказаний вигин може відбуватися тільки у напрямку, перпендикулярно-му вертикальній площині, що проходить через вісь

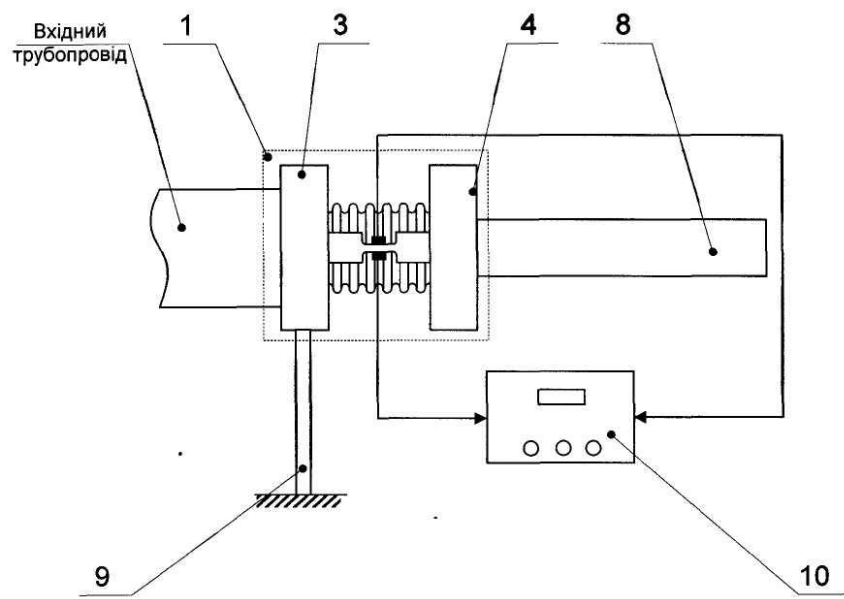
сильфона або потокочутливої труби, тобто з ну-льовою складовою у вертикальному напрямку.

Згідно з цим винаходом був виготовлений ОВВГР, який складається з тензодатчика, потоко-чутливої труби з прохідним діаметром 70мм і циф-рового вагового індикатора (вимірювальний при-лад). Тензодатчик включає вхідний і вихідний сталеві фланці діаметром 148мм з отворами, про-хідний діаметр яких складає 70мм, дві балки між фланцями довжиною 60мм, шириною 22мм і висо-тою 30мм з мінімальною висотою 5мм в зоні ділян-ки зі зменшеним перерізом, виготовлені зі сталі як єдине ціле з фланцями, і металевий сильфон з прохідним діаметром 70мм який жорстко прикріп-лений своїми кінцями у отвори фланців. У центра-льній частині балок виконані вирізи, що зменшу-ють товщину балок до 5мм. При встановленні тензодатчика у ОВВГР балки розташовані симет-рично відносно вертикальної площини, що прохо-дить через вісь сильфона на одному рівні з силь-фоном. Роль тензометричних перетворювачів виконують тензорезистори з опором 350 Ом, які наклеєні по два на кожну балку в зонах максима-льного розтягання й стискання і включаються в міст Уїтстона. Додаткова компенсація температури й тиску виконується шляхом включення тензоре-зисторів як датчика тиску і терморезистора як дат-чика температури у ланцюг живлення й між пле-чима моста Уїтстона. До вихідного фланця тензодатчика за допомогою болтового з'єднання жорстко кріпиться потокочутлива труба довжиною 400мм з прохідним діаметром 70мм. Датчик підк-лючений до цифрового вагового індикатора, точ-ність якого складає 0,015%. Отримана похибка вимірювання густини рідини вказаного ОВВГР складає не більше 0,1%.

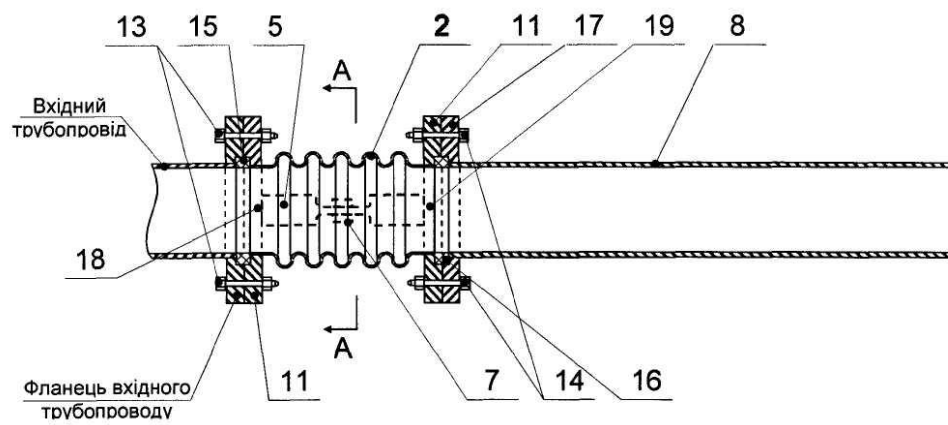


Фиг. 1



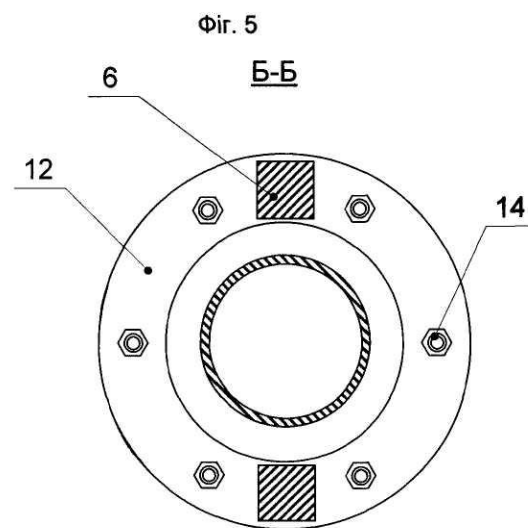
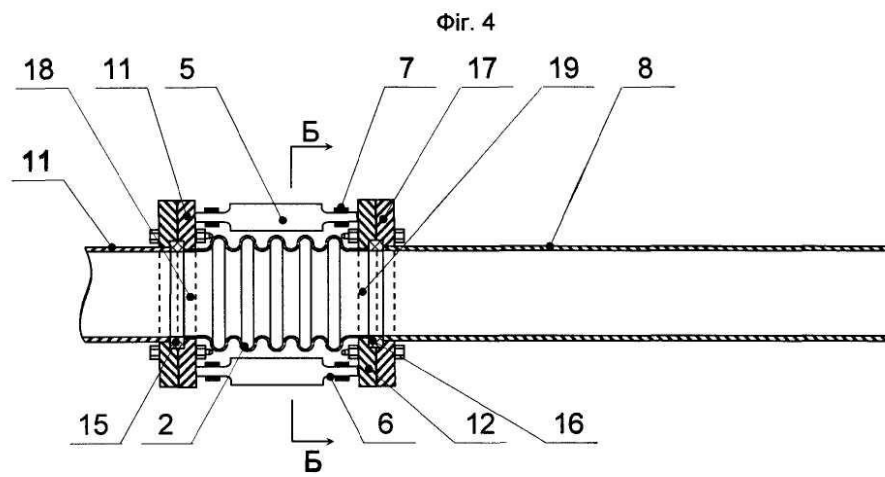
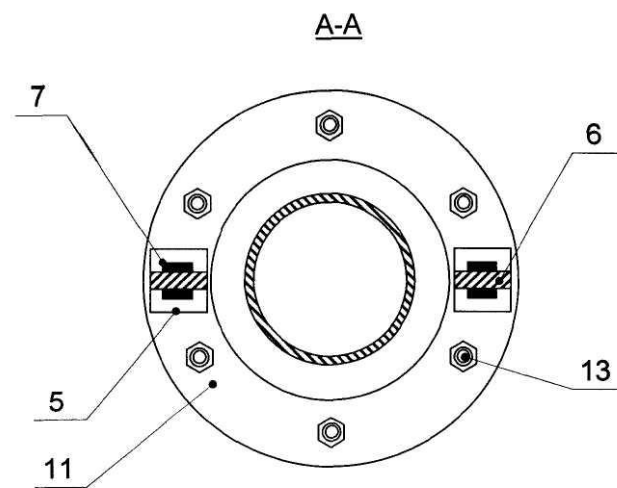


Фиг. 2



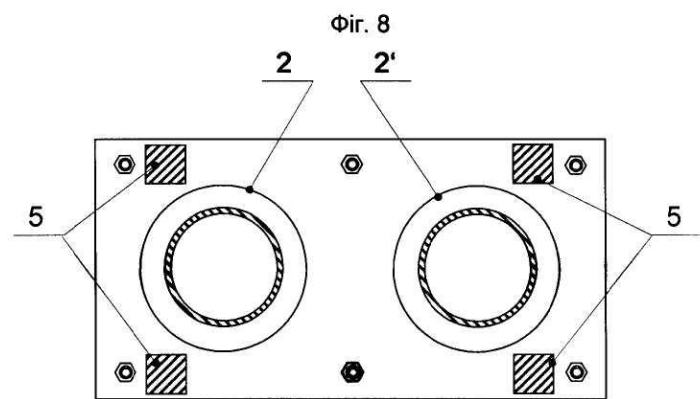
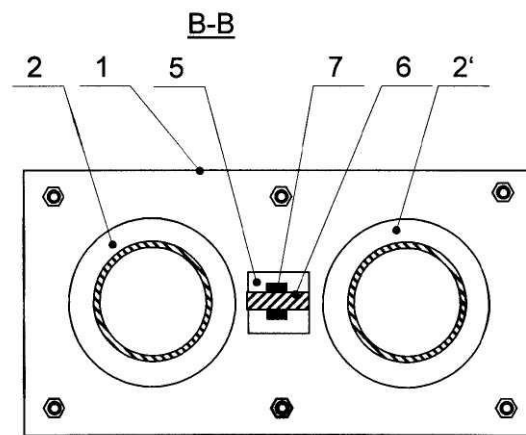
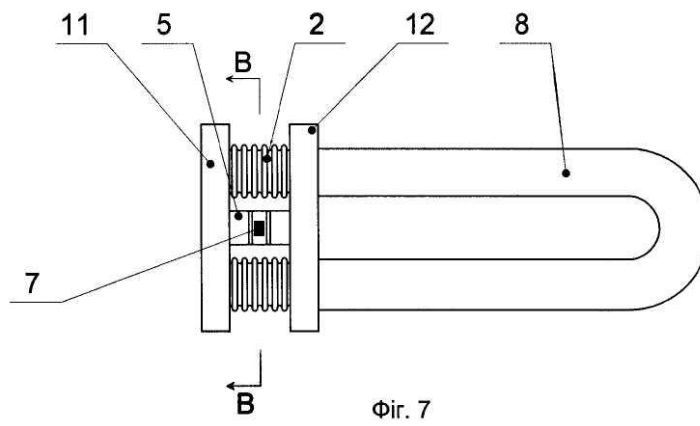
Фиг. 3





Фиг. 6







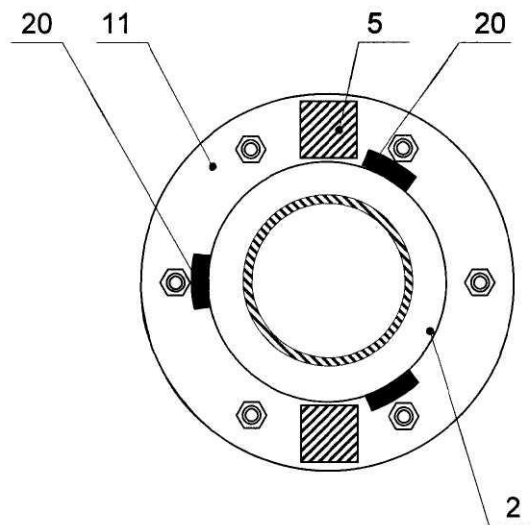


Fig. 10

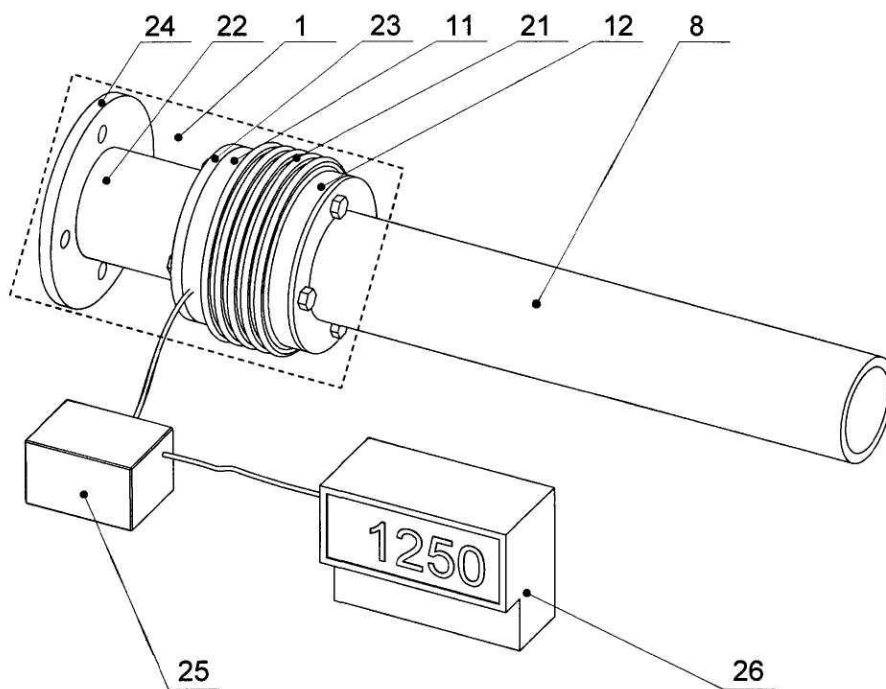


Fig. 11