



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 49307

(13) A

(51) 6 G01F23/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СИГНАЛІЗАТОР РІВНЯ

1

2

(21) 2001107312

(22) 26 10 2001

(24) 16 09 2002

(46) 16 09 2002, Бюл. № 9, 2002 р.

(72) Лях Григорій Бенгардович, Лях Бенгард Григорович, Дубовець Олексій Миколайович, Лазаренко Валентина Іванівна, Бондаренко Вячеслав Мартіянович, Литвиненко Ігор Іванович, Тошинський Володимир Ільич

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) 1 Сигналізатор рівня, який складається з чутливого елемента, захисного кожуха і контактного пристрою, який відрізняється тим, що чутливий елемент виконано в вигляді стрічкової еластичної мембрани, робоча поверхня якої згорнута по периметру незамкнутої кривої, яка складається з двох рівних півкіл, сполучених загальною дотичною, і закріплена на вертикально установленій опорній пластині так, щоб віддаль між центрами півкіл дорівнювала ширині опорної пластини, а відношення міжцентрової віддачі півкіл до їх радіуса, довжини і ширини стрічкової мембрани, її віддаль від нижнього кінця опорної пластини знаходились при $R=(5-7)$ мм в межах $L/R=10-12$, $L_1=L+(8,9-9,3)R$, $B=(0,7-0,8)L$, $I=(1,6-1,8)R$,

де

L - віддаль між центрами півкіл (міжцентрова віддаль півкіл),

R - радіус півкіл,

L₁ - довжина стрічкової мембрани,

B - ширина стрічкової мембрани,

I - віддаль від стрічкової мембрани до нижнього кінця опорної пластини

2 Сигналізатор рівня за п. 1, який відрізняється тим, що на внутрішньому боці стрічкової мембрани і на опорній пластині попарно встановлені в вертикальній площині однойменними полюсами один одному назустріч плоскі постійні магніти, на зовнішній стороні пластини закріплена стопорна пластина, яка розміщена так, щоб вертикальні осі вказаних пластин співпадали, ширина стопорної пластини рівна ширині стрічкової мембрани, довжина визначається за формулою

 $L_2=L_1+(1,5-1,6)R$,а максимальна товщина опорної пластини в зоні склеювання з стрічковою мембраною дорівнює товщині останньої і зменшується до нуля до краю пластини при ширині виступу для склеювання $b=(1,4-1,6)R$

Запропонований винахід відноситься до вимірювальної техніки і може бути використаний в приладах, що здійснюють сигналізацію (світлову і звукову) верхнього граничного рівня сипучих матеріалів (пісок, цукор, зерно, гранульовані добрива, дрібний гравій та ін.) в ємностях, бункерах, сховищах

Прилад може бути використаний практично в усіх галузях промисловості (будівельна, харчова, хімічна та ін.) де необхідно вимірювати та сигналізувати верхні граничні рівні сипучих матеріалів з розмірами часток в межах $d_{\text{с}} \in (0,6 - 5,0)$ мм,

де $d_{\text{с}}$ - еквівалентний діаметр гранули частки

Відомий сигналізатор - показник рівня, який складається з корпусу - кожуха, металевої мембрани, контактного пристрою, підімкненого в ланцюг сигналізації (Е. Ф. Шкатов, В. В. Шувалов Основы

автоматизации технологических процессов химических производств Учебник для техникумов - М. Химия, 1988 - с. 77)

Недоліком відомого сигналізатора є низька чутливість до зміни рівня сипучого матеріалу, неможливість його використання в ємностях з надлишковим або негативним тиском, залежність межі спрацьовування від фізичних властивостей контрольованого матеріалу

За прототип запропонованому сигналізаторові рівня може служити мембранний датчик рівня типу МДУ - 20, призначений для попередження аварійного накопичення зерна, борошна та інших сипучих матеріалів, який складається з корпусу - кожуха, еластичної мембрани й контактного пристрою (Промышленные приборы и средства автоматизации Справочник Под общ. ред. В. В. Черепкова -

(13) A

(11) 49307

(19) UA

Л. Машиностроение, 1987 - с. 847)

Недоліком цього сигналізатора є наявність фальшивих спрацювань під час вимкнення надлишкового тиску в ємкості, обмеженість тиску на мембрану, виникнення додаткової похибки спрацювання при зміні густини структури сипучого матеріалу.

В основу запропонованого винаходу поставлена задача усунення фальшивих спрацювань під час виникнення надлишкового тиску в ємкості, підвищення чутливості сигналізатора, вимення похибки спрацювання при зміні фізичних властивостей і структури сипучого матеріалу за рахунок того, що в сигналізатор рівня, який складається з чутливого елемента, захисного кожуха, контактної пристрою, чутливий елемент виконано в вигляді стрічкової мембрани робоча поверхня якої згорнута по периметру незамкнутої кривої, яка складається з двох рівних півкіл, з'єднаних загальною дотичною, закріплена на вертикально установленій опорній пластині так, щоб віддаль між центрами півкіл дорівнювала ширині опорної пластини, а відношення міжцентрової віддалі півкіл до їх радіуса, довжина й ширина стрічкової мембрани, її віддаль від нижнього кінця опорної пластини була $R = (5 - 7) \text{ мм}$ в межах $L / R = 10 - 12$, $L_1 = L + (8,9 - 9,3)R$, $B = (0,7 - 0,2)L$, $l = (1,6 - 1,8)R$ де

L - віддаль між центрами півкіл (міжцентрова віддаль півкіл),

R - радіус півкіл,

L_1 - довжина стрічкової мембрани,

B - ширина стрічкової мембрани,

l - віддаль від стрічкової мембрани до нижнього кінця опорної пластини

Відмінні ознаки запропонованого пристрою дозволяють усунути випадкові спрацювання при виникненні надлишкового тиску в ємкості, або зміні фізичних властивостей і структури сипучого матеріалу, підвищити чутливість сигналізатора

На фіг. 1, 2, 3 зображен сигналізатор рівня, який складається з опорної пластини 1, стрічкової еластичної мембрани 2, контрольного плоского постійного магніта 3, стабілізуючих плоских постійних магнітів 4, 5, 6, 7, геркона 8, стопорної пластини 9 і захисного кожуха 10, при цьому

- стрічкова мембрана 2 і стопорна пластина жорстко закріплені на опорній пластині 1,

- контрольний плоский постійний магніт 3 розміщено на внутрішній поверхні стрічкової мембрани 2,

- геркон 8 встановлено в ніші Д опорної пластини 1 симетрично контрольному магніту 3 так, щоб при наближенні магніта 3 до геркону 8 на віддаль менше 2,0 мм, останній обов'язково спрацював (замикаючи свої контакти), корпус геркона 8 прикріплено до стінок ніші додатково утримується в ній опорною пластиною 9,

- стабілізуючі плоскі магніти 4, 6 закріплені на внутрішній поверхні стрічкової мембрани 2,

- стабілізуючі плоскі магніти 5 і 7, встановлені в нішах опорної пластини 1 і розміщені симетрично (напроти) стабілізуючих магнітів 4 і 6, внаслідок чого при наближенні магнітів 4, 6 та 5, 7 на віддаль ближче 3 - 4 мм, останні починають відштовхуватись один від одного (див фіг. 4),

- захисний кожух 10 закріплено на опорній

пластині 1 і, перекручуючи верхню зону стрічкової мембрани 2 на 15 - 20% її ширини, попереджує попадання контрольованого сипучого матеріалу в простір між мембраною та опорною пластиною зверху

Робота сигналізатора рівня здійснюється таким чином

Сигналізатор (фіг. 1, 2, 3) розміщується вертикально (на заданій граничній висоті в ємкості - бункері) так, щоб горизонталь стрічкової мембрани 2 проходила через її центр і співпадала з межею спрацювання (з рівнем сипучого матеріалу в бункері, при якому повинно відбутися спрацювання сигналізатора - замикання контактів геркона - 8)

При подачі сипучого матеріалу в бункер останній поступово заповнює його, створюючи конус з вершиною в верхній частині (див фіг. 5, 6), причому контрольований матеріал "безперервно" осипається з вершини конуса до периферії (до стінок) бункера. В певний момент матеріал досягає рівня (нижнього краю) стрічкової мембрани 2 і починає спричиняти на неї тиск. Мембрана поступово прогинається під дією матеріалу і при збільшенні його рівня до горизонталі, що проходить через її центр (коли тиск сипучого матеріалу стає більше сили її пружності і сил відштовхування стабілізуючих магнітів), вона прогинається на стільки, що контрольний магніт 3 наближається до геркону 8 на віддаль менше 2 мм, що викликає замикання контактів геркона і вмикання системи світло-звукової сигналізації (при цьому може одночасно вимикатись система подачі сипучого матеріалу в бункер)

В процесі витрати матеріалу рівень його (Н1, Н2, Н3) в бункері знижується, що призводить до зменшення тиску матеріалу на стрічкову мембрану 2. В результаті, на певному рівні сипучого матеріалу сила пружності мембрани і сили відштовхування стабілізуючих плоских магнітів 4, 6 і 5, 7 (див фіг. 4, 5, 6) повертають мембрану в вихідне положення (l_1 , l_2 , l_3 - положення мембран). При цьому контрольний постійний магніт 3 відсувається від геркона 8 на віддаль не більше 2 мм, його контакти розмикаються - сигналізатор готується до нового спрацювання при наступному збільшенні рівня сипучого матеріалу в бункері (при досягненні матеріалом верхнього граничного значення)

Обґрунтування оптимальності запропонованих розмірів-параметрів окремих елементів запропонованого сигналізатора рівня сипучих матеріалів

1. В процесі конструювання сигналізатора рівня розглядалися й випробувалися 4 варіанти закріплення мембрани 2 (фіг. 7, 8, 9, 10) на опорній пластині 1

Вказані варіанти порівнювались з позицій

1) чутливості до змін рівня сипучого матеріалу в ємкості,

2) мінімізації розмірів стрічкової мембрани і сигналізатора (всіх його складових частин),

3) зручності (простоти) складення і закріплення складових частин сигналізатора рівня

При всіх наведених вище прикладах кращі показники мав варіант (фіг. 10), прші (з позиції чутливості) варіант (фіг. 9), потім (фіг. 7)

2. Експериментально визначено, що чутли-

вість стрічкової мембрани до змін тиску на неї сипучого матеріалу залежить від товщини мембрани δ , L - міжцентрової відстані напівкіп (див. фіг. 3) та ширини B . Товщина мембран знаходиться в межах $0,6 - 2,0$ мм, найчастіше вона не перевищує (в промислових зразках) $1,5$ мм, тому експерименти проводились, в основному, на мембранах товщиною матеріалу резини $1,5 - 1,6$ мм.

Експерименти показали, що чутливість стрічкової мембрани (фіг. 10) в більший мірі залежить від міжцентрової відстані L напівкіп, при ньому в межах $L = (6 - 10) R$ вказана чутливість зростає активно, при $L = (10 - 14) R$ - менш активно, при $L = (14 - 20) R$ істотно не зростає (при цьому при $R < 5R$ і при $R > 20R$ мембрана не зберігає заданої форми). Тому за оптимальні будуть прийняті межі $L = (10 - 12)R$.

3. Оптимальна ширина стрічкової мембрани визначалась виходячи з умов мінімізації її розмірів, з урахування необхідності установки кожуха 10 (фіг. 1) для захисту від попадання зверху часток гранул сипкого матеріалу в просторі між стрічковою мембраною 2 і опорною пластиною 1 (для чого мембрана в верхній частині перекривається на $15 - 20\%$ її ширини захисним кожухом).

Експериментально встановлено, що чутливість стрічкової мембрани в межах $B = (0,6 - 1,0)L$ істотно не залежить від ширини, але (з урахуванням установки захисного кожуха 10 і необхідності закріплення на поверхні мембрани плоских постійних магнітів 3, 4, 6) оптимальною можна вважати ширину мембрани $B = (0,7 - 0,8)L$, де L - міжцентрова відстань напівкіп периметру стрічкової мембрани.

4. За замикаючий контактний пристрій править геркон 8, розміщений в ніші Д опорної пластини і закріплений на мембрані 2 контрольний постійний магніт 3. Вказані елементи забезпечують одночасно і герметичність контактів, а також мінімізацію зусиль (тиск сипучого матеріалу на стрічкову мембрану), яке викликає замикання контактів геркона.

Контрольний постійний плоский магніт 3, виконаний з смуги загартованої сталі (з якої виготовляються ножовочні полотна) з подальшим її намагнічуванням, і має товщину $0,5 - 0,8$ мм. Експерименти, які проводились на протязі 4 років показали, що склеювання за допомогою клею 88 постійних магнітів (з мінімальною товщиною) з резиновою стрічковою мембраною забезпечує необхідну міцність (в процесі експериментів відклеювання магнітів не спостерігалось), а напруженість магнітного поля магніта за вказаний період практично не мінялась і гарантовано забезпечала замикання контактів геркона під час наближення мазшта до геркона на відстань $(1,5 - 2,0)$ мм.

5. Вказані плоскі постійні магніти 4, 6 та 5, 7, які наближені однойменними полюсами на відстань $3 - 4$ мм, забезпечуючи взаємне відштовхування, створюють умови (при попарній їх установці на опорній плиті та мембрані 2) для "миттєвого" повернення стрічкової мембрани (після зняття з неї навантаження-тиску сипучого матеріалу) в вихідне положення. Експерименти показали, що навіть при усуненні з мембрани критичної довготривалої навантаження, коли мембрана повністю притиснута до опорної пластини на кілька десятків діб, вона обо-

в'язково повертається в вихідне положення.

Варто відмітити, що закріплені за допомогою клею 88 на поверхні мембрани плоскі постійні стабілізуючі магніти 4, 6 не змінюють своєї чутливості та заданої оптимальної форми.

6. В процесі випробувань запропонованого сигналізатора було встановлено, що приклеювання стабілізуючих постійних магнітів 5, 7 на плоску поверхню опорної пластини 1 і притиснення до них стабілізуючих магнітів 4, 6 (закріплених на стрічкової мембрані 2), як і контрольного магніта 3 до плоскої поверхні опорної пластини неприпустимо, тому що, по-перше, стабілізуючі магніти 4, 6 та 5, 7 при критичних навантаженнях будуть вдарятися одні об одні, що може привести до руйнування їх кріплення та до зменшення напруженості магнітних полів, по-друге, змінять форму стрічкової мембрани (вона не повністю дотикається до опорної пластини, внаслідок чого порушується рівномірність поверхні мембрани).

Для усунення наведених вище похибок в опорній плиті 1 виконані ніші А, В, С, Е, К (див. фіг. 4) в які при критичних навантаженнях заглиблюються плоскі магніти і частково стрічкова мембрана, дякуючи чому вдається усунути всі перераховані вище явища, які негативно впливають на роботу стрічкової мембрани та магнітів.

7. Експериментальна перевірка показала, що при однаковій товщині і площі поверхні стрічкової дисково-круглої (використовуваних в відомих мембранних сигналізаторах) мембрани чутливість стрічкової мембрани до зміни рівня сипучого матеріалу в ємкості в $8 - 10$ раз вище, тому товщину стрічкової мембрани можна збільшувати в $1,5 - 2$ рази при чому її чутливість все рівно буде в $2 - 3$ рази вище, ніж у круглої.

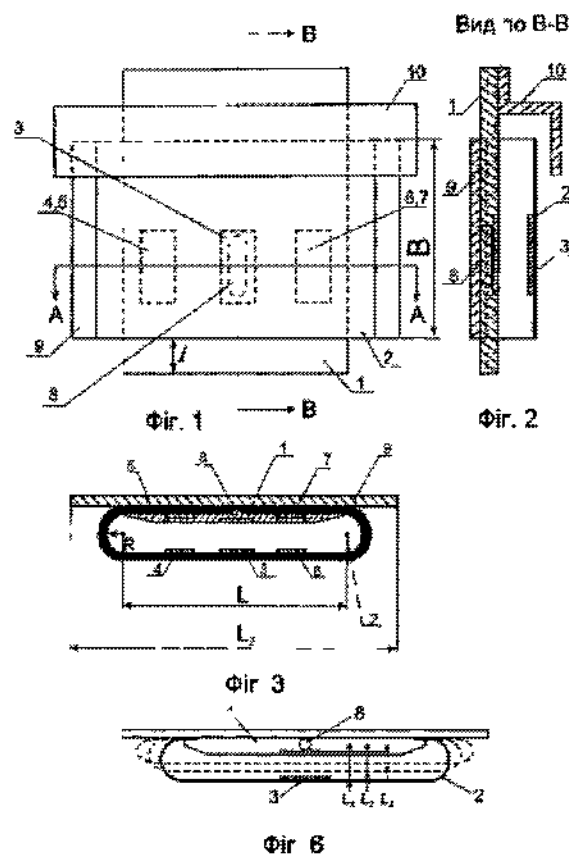
8. В процесі експериментів виявлено, що при установці нижніх танців опорної пластини і та стрічної мембрани 2 на одному рівні в деяких випадках спостерігається дострокове спрацювання сигналізатора. Так відбувається в момент мінімуму - зсуву сипучого матеріалу з його конуса, особливо при незначних об'ємах зрушеного матеріалу. В момент зсуву матеріалу з конуса останній різко прогинає мембрану, а магніт 3 також ривком наближається до геркону 8, який спрацьовує, а мембрана, прогнувшись, "пропускає" сипучий матеріал за себе і повертається в вихідне положення, що приводить до виникнення додаткової похибки (до 10 мм). Щоб не допускати подібних явищ, нижчий кінець опорної пластини 1 має бути зсунутий відносно нижнього кінця стрічкової мембрани 2 на величину $l = (1,6 - 1,8)R$. В цьому випадку сипучий матеріал спочатку спирається на опорну пластину 1, яка не прогинається і не пропускає його далі до периферії бункера, а потім починає прогинати стрічкову мембрану 2 до того моменту, поки не спрацює геркон 8. Оскільки при міні зрушенні і при поступовому навантаженні сипучого матеріалу до сигналізатора матеріал обов'язково фіксується нижчим кінцем опорної пластини, то дострокове спрацювання сигналізатора (внаслідок операцій різкого прогинання стрічкової мембрани, пропускання мембраною сипучого матеріалу за себе, повернення після цього мембрани в вихідне положення) повністю виключено.

9 Порівняльні випробування сигналізаторів з круглою та стрічковою мембранами при однаковій їх товщині (1,0мм) матеріалах (медична резина) і площах робочої поверхні (80см²) показали, що при зміні контрольованих матеріалів (гранульований пральний порошок, зерно, сіль, мілкий гравій) максимальна додаткова похибка сигналізатора з стрічковою мембраною складає ± 4мм, а сигналізатора з круглою мембраною ± 19мм, тобто додаткова похибка запропонованого сигналізатора з стрічковою мембраною приблизно в 5 разів менше в порівнянні з відомим сигналізатором з круглою мембраною, за рахунок зміни щільності речовин і розмірів часток сипучих матеріалів

Із наведеної вище інформації випливає, що при допустимій похибці механічних сигналізаторів з стрічковою мембраною можуть не перебудовуватись-переградуватись при зміні густини і гранулометричного складу сипучих матеріалів в межах відповідно $\rho = (1200 - 2800) \text{ кг/м}^3$ й $d_0 = (0,8 - 5,0) \text{ мм}$

10 Експериментальні дослідження різних модифікацій запропонованого сигналізатора рівня сипучого матеріалу проводились на протязі 4х років. За цей час було зафіксовано більше 24000 спрацьовувань сигналізатора, при цьому - фальшивих спрацьовувань сигналізатора (на піску, солі, зерні, гранульованих матеріалах для виготовлення пластичних мас) не спостерігалось,

- при критичних навантаженнях на стрічкову мембрану (в процесі спеціально промодульованих зсувів сипучого матеріалу) сигналізатор не втрачав своєї працездатності,



- надмірний і негативний тиск в ємкості не викликає фальшивих спрацьовувань і втрати працездатності сигналізатора,

- чутливість сигналізатора до зміни рівня сипучого матеріалу в ємкості під час експериментальної перевірки не змінювалась (мембрана була виконана з вакуумної або медичної резини)

На підставі аналізу одержаних під час експериментів даних, які наведені вище, можна зробити такі висновки

Запропонований сигналізатор рівня сипучих матеріалів в порівнянні з існуючими мембранними сигналізаторами

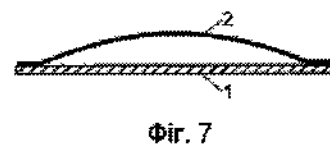
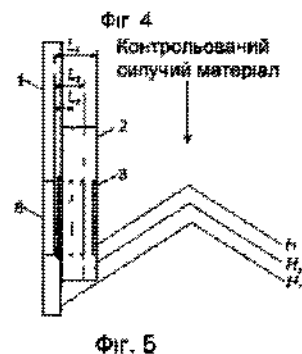
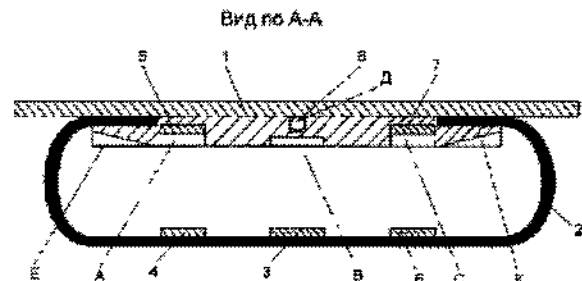
- має більш високу (до 10 раз) чутливість до зміни рівня контрольованого матеріалу,

- має менші основну та додаткову похибки вимірювання сигналізації,

- не потребує перебудування при зміні густини контрольованого матеріалу в межах $\delta = (0,8 - 5,0) \text{ мм}$,

- має більш високу працездатність (мембрана витримує критичні довготермінові навантаження) та галузь виконання, оскільки при використуванні в об'єктах при надлишковому та негативному тиску не дає фальшивих спрацьовувань при зміні тиску в об'єктах

Усі вказані переваги забезпечуються завдяки використанню нових конструктивних рішень складових елементів запропонованого сигналізатора, параметри і співвідношення параметрів наведені в формулі винаходу і описі приладу й принципу його дії



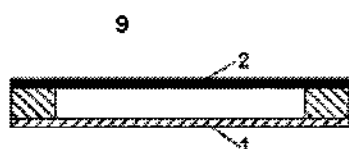


Fig. 8

49307

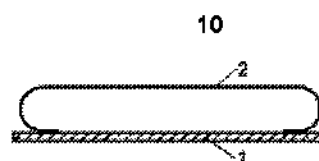


Fig. 9

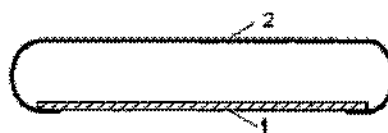


Fig. 10

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
 вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
 (044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
 вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
 (044) 216 – 32 – 71