



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111518** (13) **U**  
(51) МПК (2016.01)  
**G01N 11/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

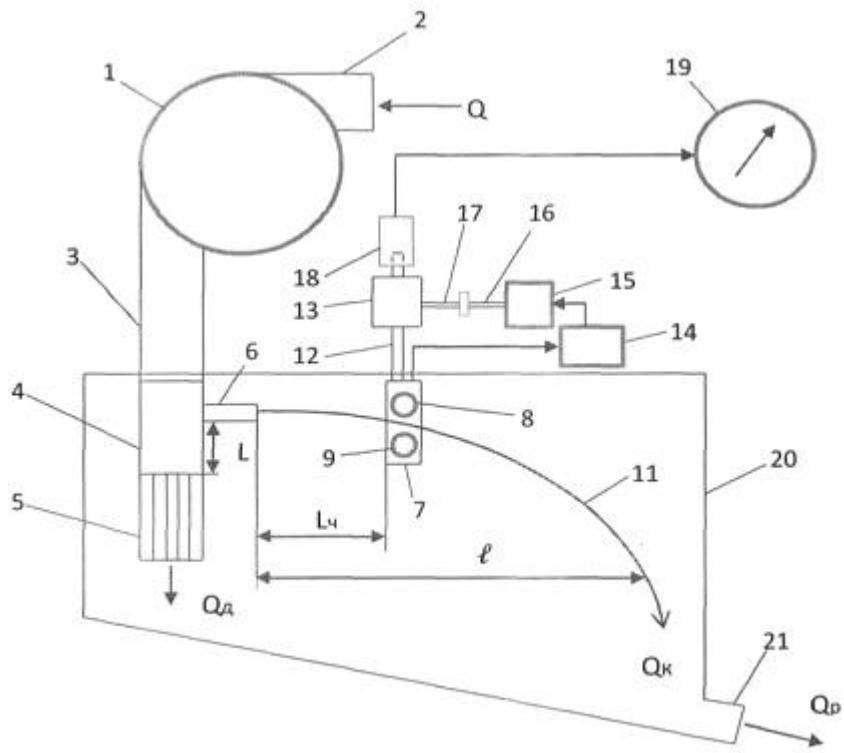
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2016 05452</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>19.05.2016</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.11.2016</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.11.2016, Бюл.№ 21</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Дубовець Олексій Миколайович (UA), Товажнянський Леонід Леонідович (UA), Подустов Михайло Олексійович (UA), Литвиненко Євгенія Ігорівна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002 (UA)</b></p>
--	---

**(54) КАПІЛЯРНИЙ ВІСКОЗИМЕТР**

**(57) Реферат:**

Капілярний віскозиметр містить задатчик постійної витрати (насос-дозатор) рідини, проточну систему, яка містить дросельний пакет, що складається з капілярів однакових довжини і діаметра і одинарного капіляра, диференційний фотоелектричний пристрій і вимірювальний прилад. В конструкцію капілярного віскозиметра введені перетворювач оберտального руху в поступальний, реверсивний двигун, мікропроцесорний блок і диференційно-трансформаторний перетворювач. Диференційний фотоелектричний пристрій закріплено на кінці штока перетворювача оберտального руху в поступальний, його фотоелементи (верхній і нижній) підключені зустрічно і їх загальний вихід з'єднаний з входом мікропроцесорного блока. Вал реверсивного двигуна з'єднаний з валом перетворювача оберտального руху в поступальний, а верхній кінець його штока з'єднаний з плунжером диференційно-трансформаторного перетворювача, вихід якого з'єднаний з входом вимірювального приладу зі шкалою, проградуєваною в одиницях виміру в'язкості.

**UA 111518 U**



Фиг. 1

Корисна модель належить до вимірювальної техніки і може бути використана на підприємствах харчової, хімічної, будівельної та ін. галузей промисловості для вимірювання в'язкості (сигналізації та регулювання) різних рідких середовищ.

Відомо обладнання для вимірювання в'язкості, яке містить задатчик постійної витрати (насос-дозатор), замкнуту проточну систему, яка складається з двох одинарних капілярів, які мають протилежне розташування, два дросельні пакети, які включають в себе капіляри однакового діаметра і довжини, з діаметрами, меншими діаметра одинарних капілярів, і реєструючий пристрій, причому одинарні капіляри і дросельні пакети з'єднані за принципом гідравлічного моста, а одинарні капіляри і дросельні пакети розташовані паралельно один до одного. Конструкція даного обладнання для вимірювання в'язкості вирішує проблему збільшення витрати через капілярний чутливий елемент за допомогою використання дросельного пакета з капілярами з меншим діаметром [1].

Недоліком даного пристрою для вимірювання в'язкості є складність конструкції і очищення капілярів дросельного пакета, що мають малий діаметр, від колоїдних частинок і дрібнодисперсних часток твердої фази при вимірюванні в'язкості дисперсних середовищ (пульп, суспензій, шламів). Крім цього, задатчик постійної витрати, наприклад шестерний насос при збільшенні в'язкості створює в замкнутій проточній системі віскозиметра значний тиск, яке тим більше, чим більше значення має в'язкість контрольованого середовища, що додатково вимагає вирішення питання про необхідну міцність гідравлічної системи обладнання.

Найбільш близьким до пропонованого віскозиметра за технічною суттю і досягуваному результату, є капілярний віскозиметр, що містить задатчик постійної витрати (насос-дозатор) рідини, проточну систему, яка містить дросельний пакет, що складається з капілярів однакової довжини і діаметра і одинарного капіляра, і вимірювального обладнання, що складається з диференціального фотоелектричного пристрою і вимірювального приладу. Проточна система складається з вертикальної циліндричної камери, в нижній частині якої закріплений дросельний пакет, капіляри якого встановлені вертикально і встановленого у верхній зоні циліндричної камери перпендикулярно дросельного пакета і на відстані  $L = (7 - 9)d$  від дросельного пакета одинарного капіляра. Циліндрична камера з дросельним пакетом і одинарним капіляром розміщена в збірному бункері, а конструктивні параметри одинарного капіляра (довжина, діаметр) вибрані з урахуванням вимог  $\xi_d / \xi_k \geq 20$ , де  $\xi_d$  - коефіцієнт втрати напора на тертя в капілярах дросельного пакета;  $\xi_k$  - коефіцієнт втрати напора на тертя в одинарному капілярі;  $d$  - діаметр капілярів дросельного пакета [2].

Перевагами даного капілярного віскозиметра (прийнятого за прототип) є відсутність контакту з контрольованою рідиною і виключення можливості різкого підвищення тиску в проточній камері при суттєвому підвищенні в'язкості рідини.

Недоліками даного капілярного віскозиметра є: стаціонарність диференціального фотоелектричного пристрою і внаслідок цього обмежений (по ширині) діапазон виміру (межі вимірювання обмежується діаметрами двох фотоелементів), залежність (суттєва) похибки вимірювання від старіння фотоелементів і прозорості (кольору) рідини, обмежена можливість (і складність) збільшення чутливості віскозиметра до зміни в'язкості рідкого середовища, нелінійність вихідного сигналу диференціального фотоелектричного пристрою, необхідність вибору фотоелементів з різними закономірностями вихідних сигналів, щоб при переміщенні струменя щодо фотоелементів (між освітлювачем і фотоелементами) одночасно змінювався сигнал, що надходить на вхід вимірювального приладу.

Задачею корисної моделі є усунення або гранична мінімізація недоліків прототипу - розширення діапазону вимірювання, виключення залежності похибки вимірювання від старіння фотоелементів і прозорості (кольору) рідини, підвищення чутливості віскозиметра до зміни в'язкості контрольованої рідини, забезпечення лінійності вихідного сигналу диференціального фотоелектричного пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що відомий капілярний віскозиметр містить задатчик постійної витрати (насос-дозатор) рідкої, проточну систему, яка складається з вертикальної циліндричної камери, в нижній частині якої закріплений дросельний пакет, капіляри якого встановлені вертикально і встановленого у верхній зоні циліндричної камери перпендикулярно дросельного пакета і на відстані  $L = (7 - 9)d$  від дросельного пакета одинарного капіляра, нерухомо диференціально фотоелектричний пристрій і вимірювальний прилад, внаслідок чого результати вимірювання залежать від режимів руху контрольованої рідини, її прозорості (кольору), зміни діаметра струменя рідини, що спостерігається при зміні її в'язкості, старіння фотоелементів, суттєво ускладнюється можливість розширення діапазону вимірювання і збільшення чутливості віскозиметра до зміни в'язкості, згідно з корисною моделлю, в

конструкцію капілярного віскозиметра введені перетворювач обертального в поступальний, реверсивний двигун, мікропроцесорний блок і диференціально-трансформаторний перетворювач при цьому диференціально фотоелектричний пристрій закріплено на кінці штока перетворювача обертального руху в поступальний, його фотоелементи (верхній і нижній) включені зустрічно і їх загальний вихід з'єднаний з входом мікропроцесорного блока, вал реверсивного двигуна з'єднаний з валом перетворювача обертального руху в поступальний, а верхній кінець його штока з'єднаний з плунжером диференційно-трансформаторного перетворювача, вихід якого з'єднаний з входом вимірювального приладу зі шкалою, проградуєваної в одиницях виміру в'язкості, причому відстань між фотоелементами (по вертикалі) дорівнює  $L_{\phi} = (0,75 - 0,80)d$ , відстань між освітлювачем і фотоелементами (по горизонталі) визначається межами  $L_{\phi\epsilon} = (2,0 - 2,5)d$ , відстань між кінцем одинарного капіляра і диференціальним фотоелектричним пристроєм вибирається в межах  $L_{\phi} \geq 15d$  і відповідно до вимоги, при реалізації якого відхилення (при зміні в'язкості) струменя контрольованої рідини на 0,5 від нейтралі диференціального фотоелектричного пристрою гарантовано призводить до переміщення стрілки вимірювального приладу на один мінімальний поділ шкали.

Схема пропонованого віскозиметра приведена на Фіг. 1, на Фіг. 2 показано розташування елементів диференціального фотоелектричного перетворювача щодо струменя рідини, яка витікає з одинарного капіляра.

Віскозиметр містить задатчик постійної витрати (насос-дозатор) рідини 1, який за допомогою вхідного патрубку 2 забезпечує підключення віскозиметра до технологічного об'єкта (на Фіг. 1 не показаний), видатковий патрубок 3, до якого жорстко приєднана проточна система 4, 5, 6, виконана у вигляді вертикально встановленої циліндричної камери 4, в нижній частині якої герметично закріплені з можливістю зняття (і заміни) дросельний пакет 5, окремі капіляри якого розташовані вертикально, і одинарний капіляр 6, встановлений перпендикулярно дросельного, диференціальний фотоелектричний пристрій 7, що складається з двох розташованих на одній вертикалі фотоелементів 8 (верхнього) і 9 (нижнього) і освітлювача - джерела спрямованого світла 10 (див. Фіг. 2), перетворювач обертального руху в поступальний 13, на нижньому кінці штока 12 якого закріплено диференціально фотоелектричний пристрій 7, мікропроцесорний блок 14, що сприймає різницевий сигнал верхнього і нижнього фотоелементів і виробляє керуючий сигнал на переміщення (вгору або вниз) диференціального фотоелектричного пристрою 7, реверсивний двигун 15, на вхід якого надходить сигнал, що управляє мікропроцесора 14, з'єднаний за допомогою вала 16 з валом 17 перетворювача обертального руху в поступальний 13, диференційно-трансформаторний перетворювач 18, вторинний прилад 19, зі шкалою, проградуєваною в одиницях виміру в'язкості, і приймальний бункер 20 з розвантажувальним патрубком 21.

Робота пропонованого капілярного віскозиметра здійснюється наступним способом. Насос-дозатор 1 після підключення його вхідного патрубку 2 до технологічного об'єкта (на Фіг. 1 не показаний) подає через видатковий патрубок 3 в проточну систему 4, 5, 6 в одиницю часу постійний обсяг  $Q$  контрольованої рідини, який (після заповнення зазначеної системи) видаляється з неї через капіляри дросельного пакета 5 і одинарний капіляр 6. При цьому через дросельний пакет 5 впливає в одиницю часу обсяг рідини  $Q_d$ , через одинарний капіляр - обсяг рідини  $Q_k$  ( $Q = Q_d + Q_k$ ). При мінімальній в'язкості контрольованої рідини через капіляри дросельного пакета 5 і одинарний капіляр 6 впливають приблизно рівні обсяги контрольованої рідини і дальність польоту і струменя 11, сформованої одинарним капіляром 6 має мінімальне значення, яке вимірюється за шкалою приладу 19, на вхід якого надходить уніфікований сигнал диференціально-трансформаторного перетворювача. При збільшенні в'язкості обсяг рідини  $Q_d$ , який витікає з циліндричної камери через дросельний пакет зменшується внаслідок "суттєвого" збільшення в капілярах пакета втрат напору (і швидкості руху рідини) на тертя. Зазначене призводить до збільшення об'єму рідини, який витікає з циліндричної камери через одинарний капіляр 6 (тому, що  $Q = \text{const}$ ).

Струмінь, що витікає з одинарного капіляра 6, може мати три положення щодо фотоелементів 8 і 9 - перебувати на рівній відстані від центрів фотоелементів, бути зміщеним в бік верхнього або в сторону нижнього фотоелемента.

Так як фотоелементи з'єднані зустрічно, то їх сумарний сигнал, що надходить в мікропроцесорний блок 14, дорівнює нулю тільки в тому випадку, коли центр струменя рідкого середовища знаходиться на рівній відстані (по вертикалі) від центрів фотоелементів (на нейтралі 0-0 диференціального фотоелектричного пристрою), коли струми фотоелементів рівні, див. Фіг. 2), що дозволяє по зазначених положеннях струменя визначати значення в'язкості

контрольованої рідини. Якщо струмінь зміщується вгору (при зменшенні в'язкості рідини), то струм  $I_B$  верхнього фотоелемента 8 стає менше струму  $I_H$  нижнього фотоелемента 9. В результаті різницевий сигнал  $\Delta I_B$  ( $\Delta I_B = I_H - I_B; I_H > I_B$ ), що надходить на вхід мікропроцесорного блоку 14, призводить до дії реверсивний двигун 15, вал якого 16 з'єднаний з валом 17 перетворювача обертального руху в поступальний 13. Перетворювач 13, переміщує шток 12 вгору і піднімає диференціально фотоелектричний пристрій 7 до моменту, коли струмінь рідини встановиться в положення, що забезпечує рівне освітлення фотоелементів 8 і 9, при якому  $\Delta I_B = (I_H - I_B) = 0$ . При цьому диференційно-трансформаторний перетворювач 18 виробляє сигнал, пропорційний переміщенню штока 12 і передає його на вхід приладу 19, що вимірює поточне значення в'язкості контрольованої рідини. При зміщенні струменя вниз (при збільшенні в'язкості рідини) відбувається протилежне явище і мають місце  $(I_B > I_H)$  і  $(I_B - I_H) = \Delta I_H$ . В даному випадку вал реверсивного двигуна 15 під дією розносного сигналу  $\Delta I_H$  обертається в протилежну сторону, що забезпечує переміщення штока 12 перетворювача обертального руху в поступальний 13 і, отже, фотоелектричного диференціального пристрою 7 вниз до моменту досягнення  $\Delta I_H = (I_B - I_H) = 0$ , що сприймається диференційно-трансформаторним перетворювачем 18, сигнал якого надходить на вхід вимірювального приладу 19, що відображає нове числове значення в'язкості контрольованої рідини.

Отже, процес вимірювання в'язкості рідини здійснюється за матеріальним становищем струменя 11 в нейтральній зоні диференціального фотоелектричного пристрою 7 - в процесі вимірювання визначається положення струменя, коли струмінь знаходиться в нейтральному положенні щодо фотоелементів 8 і 9. Зазначене досягається в результаті установки диференціального фотоелектричного пристрою на нижньому кінці штока перетворювача обертального руху в поступальний, що забезпечує переміщення даного пристрою в вертикальному напрямку в площині перпендикулярній одинарному капіляру, безперервне відстеження положення струменя щодо центів фотоелементів і повернення струменя на нейтраль диференціального фотоелектричного перетворювача, викликаного зміною в'язкості контрольованої рідини.

Контрольована рідина, що витікає з дросельного пакета 5 і одинарного капіляра 6, направляється в приймальний бункер 20 і далі витікає з нього через розвантажувальний патрубок 21.

Таким чином, запропонований капілярний віскозиметр має в порівнянні з прототипом такі переваги: забезпечується рівномірність (лінійність) вихідного сигналу диференціального фотоелектричного пристрою (і шкали вимірювального приладу); виключається залежність результатів вимірювання від кольору і прозорості струменя; розширюється діапазон виміру; зменшується похибка вимірювання; збільшується чутливість віскозиметра до зміни в'язкості.

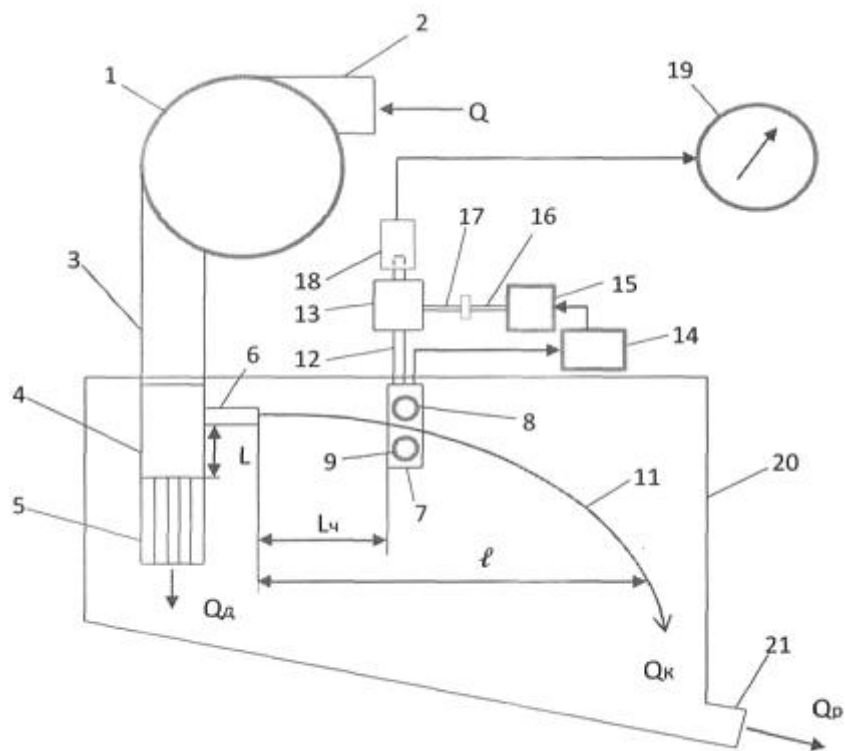
Джерела інформації:

1. А.с. СРСР № 9131602 "Устаткування для вимірювання в'язкості" МПК G01N 11/10.
2. Патент України на корисну модель № 78133. МПК G01N 11/00. Бюл. № 5 від 11.03.2012.

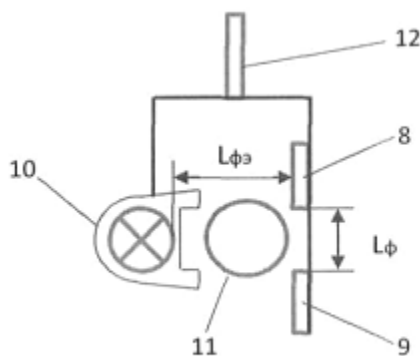
#### 40 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Капілярний віскозиметр, що містить задатчик постійної витрати (насос-дозатор) рідини, проточну систему, яка містить дросельний пакет, що складається з капілярів однакових довжини і діаметра і одинарного капіляра, диференційний фотоелектричний пристрій і вимірювальний прилад, причому проточна система складається з вертикальної циліндричної камери, в нижній частині якої закріплений дросельний пакет, капіляри якого встановлені вертикально і встановлений у верхній зоні циліндричної камери перпендикулярно дросельного пакета на відстані  $L = (7 - 9)d$  одинарного капіляра від дросельного пакета, циліндрична камера з дросельним пакетом і одинарним капіляром розміщена в збірному бункері з витратним патрубком, конструктивні параметри одинарного капіляра (довжина, діаметр) вибрані з урахуванням вимог  $\xi_d / \xi_k \geq 20$ , де  $\xi_d$  - коефіцієнт втрати напора на тертя в капілярах дросельного пакета;  $\xi_k$  - коефіцієнт втрати напора на тертя в одинарному капілярі;  $d$  - діаметр капілярів дросельного пакета, який **відрізняється** тим, що в конструкцію капілярного віскозиметра введені: перетворювач обертального руху в поступальний, реверсивний двигун, мікропроцесорний блок і диференційно-трансформаторний перетворювач, причому диференційний фотоелектричний пристрій закріплено на кінці штока перетворювача обертального руху в поступальний, його фотоелементи (верхній і нижній) підключені зустрічно і їх загальний вихід з'єднаний з входом мікропроцесорного блоку, вал реверсивного двигуна

з'єднаний з валом перетворювача обертального руху в поступальний, а верхній кінець його штока з'єднаний з плунжером диференційно-трансформаторного перетворювача, вихід якого з'єднаний з входом вимірювального приладу зі шкалою, проградуєваною в одиницях виміру в'язкості, відстань (по вертикалі) між фотоелементами диференціального фотоелектричного пристрою дорівнює  $L_{\phi} = (0,75 - 0,80)d$ , відстань між освітлювачем і фотоелементами (по горизонталі) визначається межами  $L_{\phi e} = (2,0 - 2,5)d$ , відстань між кінцем одинарного капіляра і диференціальним фотоелектричним пристроєм вибирається в межах  $L_{\psi} \geq 15d$  і відповідно до вимоги, при реалізації якого відхилення (при зміні в'язкості) струменя контрольованої рідини на 0,5 від нейтралі диференціального фотоелектричного пристрою гарантовано призводить до переміщення стрілки вимірювального приладу на один мінімальний поділ шкали.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601