



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 102560

(13) U

(51) МПК

G01N 11/08 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 03194**

(22) Дата подання заявки: **06.04.2015**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.11.2015**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.11.2015, Бюл.№ 21**

(72) Винахідник(и):

**Воєвода Вадим Васильович (UA),
Древецький Володимир Володимирович
(UA)**

(73) Власник(и):

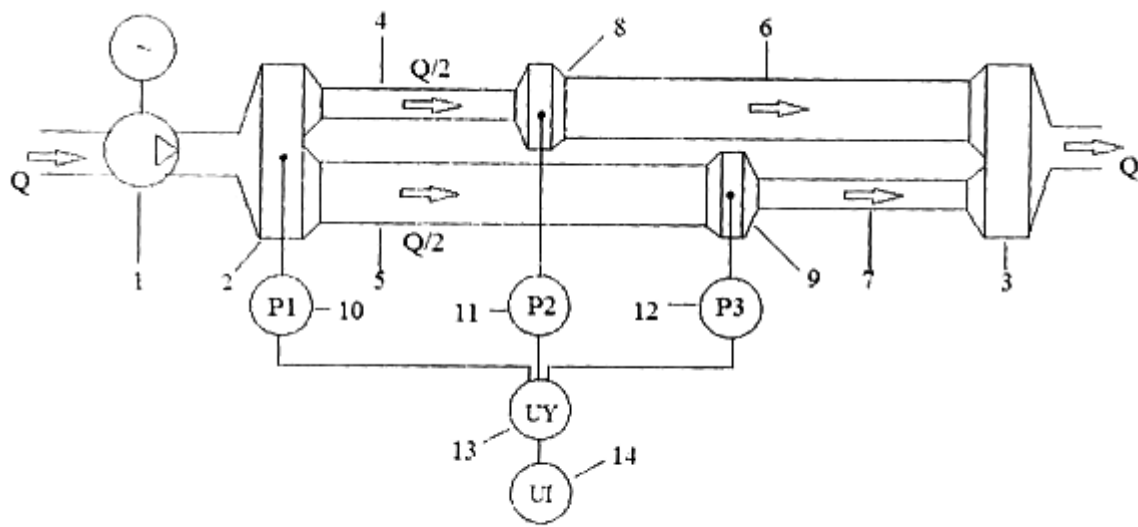
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33000 (UA)**

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ В'ЯЗКОПЛАСТИЧНИХ РІДИН

(57) Реферат:

Пристрій для вимірювання реологічних параметрів в'язкопластичних рідин, що складається з гідродинамічного моста з капілярних трубок різної довжини, з протилежним розміщенням капілярних трубок однакової довжини, задавача постійної витрати, вхідної, вихідної і міжкапілярних камер, обчислювального та показувального пристроїв. Пристрій побудований на базі одного гідродинамічного моста, капіляри виконані з різними внутрішніми діаметрами, а також додатково розміщено три давачі тиску, один у вхідній камері, а інші в міжкапілярних камерах. Обчислювальний пристрій по входах з'єднаний з давачами тиску, а по виходу з показувальним пристроєм.

UA 102560 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до контрольно-вимірювальної техніки і може бути використана для неперервного вимірювання фізико-механічних (реологічних) параметрів в'язкопластичних рідин, таких як гранична напруга зсуву та пластична в'язкість.

Відомий пристрій для вимірювання пластичної в'язкості в'язкопластичних рідин, що складається з задавача постійної витрати, одиночних та пакетів з декількох капілярів, з'єднаних міжкапілярними камерами, вхідної і вихідної камер та манометричного перетворювача. Перепад тиску в міжкапілярних камерах рівний різниці перепадів тиску на одиночному капілярі та пакеті [1].

Точність вимірювання даного пристрою є низькою, оскільки вона залежить від точності забезпечення однакових геометричних розмірів (довжин та діаметрів) усіх капілярів, яких є більше чотирьох. Ще одним недоліком є те, що даний пристрій призначений для вимірювання пластичної в'язкості, не забезпечуючи при цьому визначення граничної напруги зсуву.

Найбільш близьким аналогом до запропонованої корисної моделі є пристрій для вимірювання реологічних параметрів в'язкопластичних рідин, що описуються двопараметричною моделлю. Він складається з двох послідовно з'єднаних гідродинамічних мостів, що працюють у режимі постійної витрати, які містять ламінарні дроселі різної довжини, дифманометричних перетворювачів в вихідних діагоналях моста, задавача витрати, який включено перед вхідною камерою, пристрою обчислення реологічних параметрів та вимірювального показувального приладу. Пристрій дає змогу визначати пластичну в'язкість та граничну напругу зсуву за результатами вимірювання перепаду тиску в діагоналях обох мостів [2].

Недоліком даного пристрою є низька точність вимірювання та швидкодія, що пов'язані з забезпеченням відповідних геометричних розмірів капілярів двох мостів та часом проходження досліджуваної рідини через них.

Задачею корисної моделі є підвищення точності одночасного вимірювання граничної напруги зсуву та пластичної в'язкості в'язкопластичних рідин, зокрема бінгамівських, та побудова по отриманих значеннях кривої текучості (реологічної характеристики), на основі якої можна оцінювати поведінку таких рідин.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій, який складається з гідродинамічного моста з капілярних трубок різної довжини, з протилежним розміщенням капілярних трубок однакової довжини, задавача постійної витрати, вхідної, вихідної і міжкапілярних камер, обчислювального та показувального пристроїв, згідно з корисною моделлю, пристрій побудований на базі одного гідродинамічного моста, капіляри виконані з різними внутрішніми діаметрами, а також додатково розміщено три давачі тиску, один у вхідній камері, а інші в міжкапілярних камерах, причому обчислювальний пристрій по входах з'єднаний з давачами тиску, а по виходу з показувальним пристроєм.

Виконання пристрою на базі гідродинамічного моста з капілярами різних діаметрів, при певних співвідношеннях їх розмірів, дозволить, за рахунок спрощення розрахункових залежностей, полегшити обрахунок пластичної в'язкості та граничної напруги зсуву, а також отримання кривої текучості досліджуваної рідини.

На фіг. 1 показано принципову схему пристрою, на фіг. 2 реологічну характеристику в'язкопластичної рідини.

Пристрій містить задавач постійної витрати 1, вхідну 2 та вихідну 3 камери, чотири капіляри 4, 5, 6 та 7, міжкапілярні камери 8 і 9, а також прилади для вимірювання тиску 10, 11, 12, обчислювальний 13 та показувальний 14 пристрої.

За допомогою камер 2, 3, 8 і 9 капіляри з'єднані в схему гідралічного моста. Мостова схема являє собою паралельне з'єднання двох однакових подільників, складених із капілярів різного внутрішнього діаметра та різної довжини, з протилежним розміщенням капілярних трубок однакової довжини: капіляри 4 і 7 є короткими капілярами і мають рівний внутрішній діаметр D_k та рівну довжину L_k , а капіляри 5 і 6 - довгими з відповідно D_d та L_d .

Пристрій може бути спроектований таким чином, щоб забезпечувалося наступне співвідношення геометричних розмірів:

$$L_d / L_k = D_d^4 / D_k^4 \quad (1)$$

Досліджувана неньютонівська рідина з допомогою задавача постійної витрати 1 неперервно прокачується через всю систему капілярів і порівну розподіляється з витратою $Q/2$ на два потоки: капіляри 4-6 та 5-7. На капілярах пристрою виникають відповідні перепади тисків: $\Delta P_k = (P_1 - P_2)$ - на коротких капілярах 4 і 7, а також $\Delta P_d = (P_1 - P_3)$ - на довгих 5 і 6. Сигнали з давачів

тиску 10 (P_1), 11 (P_2), 12 (P_3) надходять на вхід обчислювального пристрою 13, вихід якого з'єднано з входом показувального пристрою 14.

На основі відомого "спрощеного" рівняння Букінгема-Рейнера можна записати, що

$$P_D - P_K = \left(\frac{64L_D Q \eta}{\pi D_D^4} + \frac{16L_K \tau_0}{3D_D} \right) - \left(\frac{64L_K Q \eta}{\pi D_K^4} + \frac{16L_K \tau_0}{3D_K} \right), \quad (2)$$

5

де η - пластична в'язкість, τ_0 - гранична напруга зсуву.

З урахуванням того, що

$$\Delta P_D - \Delta P_K = (P_1 - P_3) - (P_1 - P_2) = P_2 - P_3, \quad (3)$$

10

після перетворень отримаємо вираз:

$$P_2 - P_3 = \frac{16L_K (D_D^3 - D_K^3)}{3D_K^4} \tau_0. \quad (4)$$

В обчислювальному пристрої на основі рівняння (4) за сигналами давачів тиску 11 і 12 визначається гранична напруга зсуву:

15

$$\tau_0 = \frac{3D_K^4 (P_2 - P_3)}{16L_K (D_D^3 - D_K^3)}. \quad (5)$$

Для підвищення точності визначення пластичної в'язкості η та побудови реологічної характеристики (Фіг. 2) згідно спрощеного рівняння Букінгема-Рейнера в обчислювальному пристрої розраховується значення пластичної в'язкості η_1 в капілярі більшого діаметра при меншій швидкості зсуву γ_1 , та η_2 - в капілярі меншого діаметра при більшій швидкості зсуву γ_2 :

20

$$\eta_1 = \frac{(P_1 - P_3) D_D}{2L_D \gamma_1} \left(1 - \frac{16}{3} \cdot \frac{L_D \tau_0}{(P_1 - P_3) D_D} \right), \quad (6)$$

$$\eta_2 = \frac{(P_1 - P_2) D_K}{2L_K \gamma_2} \left(1 - \frac{16}{3} \cdot \frac{L_K \tau_0}{(P_1 - P_2) D_K} \right), \quad (7)$$

де

25

$$\gamma_1 = \frac{32Q}{\pi D_D^3}, \quad \gamma_2 = \frac{32Q}{\pi D_K^3}. \quad (8)$$

Результуюче значення пластичної в'язкості в'язкопластичної рідини η визначається згідно з формулою:

$$\eta = \frac{\eta_1 + \eta_2}{2}. \quad (9)$$

30

На основі отриманих значень τ_0 та η в обчислювальному пристрої будується крива текучості (реологічна характеристика). Побудована крива $\tau = f(\gamma)$ відображається на показувальному пристрої 14, де α_1 - кут нахилу $\tau = f(\gamma)$ при значенні пластичної в'язкості η_1 в капілярі більшого діаметра, α_1 - при η_2 в капілярі меншого діаметра, α - при результуючій в'язкості рідини η (Фіг. 2).

35

Заявлена корисна модель може бути використана для одночасного неперервного вимірювання з високою швидкістю пластичної в'язкості та граничної напруги зсуву в'язкопластичних рідин, а також для побудови їх реологічної характеристики. Внаслідок зменшення кількості конструктивних елементів досягається спрощення конструкції пристрою,

що знижує складність його виготовлення та визначення характеристик досліджуваних рідин. Пристрій є зручним та простим у використанні.

Джерела інформації:

1. АС СРСР № 749775, МПК G01N11/08, 1992 р.
2. Крих Г.Б. Математичні моделі дросельних елементів гідродинамічних вимірювальних перетворювачів параметрів неньютонівських рідин // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" № 617 Теплоенергетика. Інженерія докiлля. Автоматизація. - Львів, 2008. - С. 122-129.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для вимірювання реологічних параметрів в'язкопластичних рідин, що складається з гідродинамічного моста з капілярних трубок різної довжини, з протилежним розміщенням капілярних трубок однакової довжини, задавача постійної витрати, вхідної, вихідної і міжкапілярних камер, обчислювального та показувального пристроїв, який **відрізняється** тим, що пристрій побудований на базі одного гідродинамічного моста, капіляри виконані з різними внутрішніми діаметрами, а також додатково розміщено три давачі тиску, один у вхідній камері, а інші в міжкапілярних камерах, причому обчислювальний пристрій по входах з'єднаний з давачами тиску, а по виходу з показувальним пристроєм.

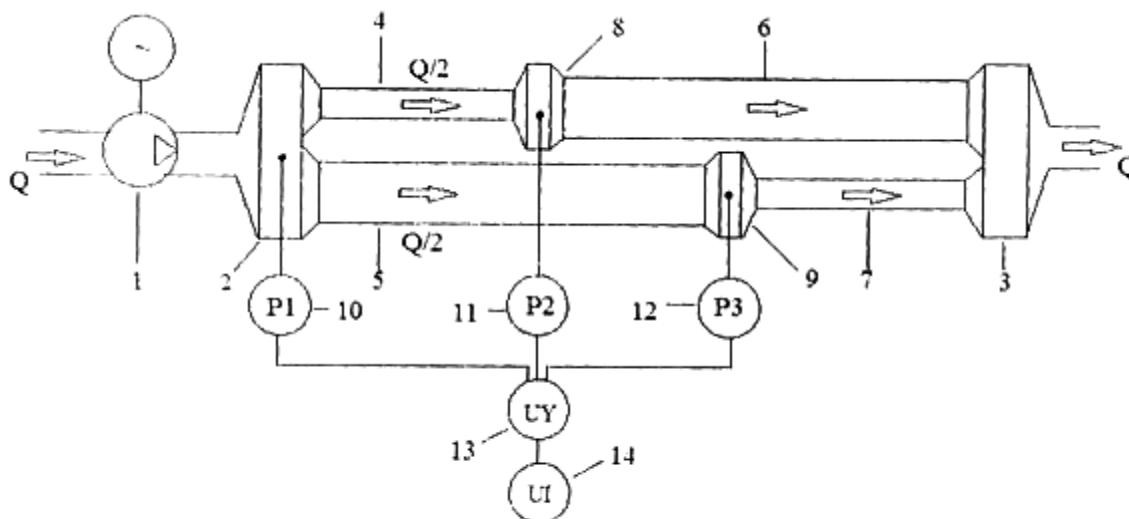


Fig. 1

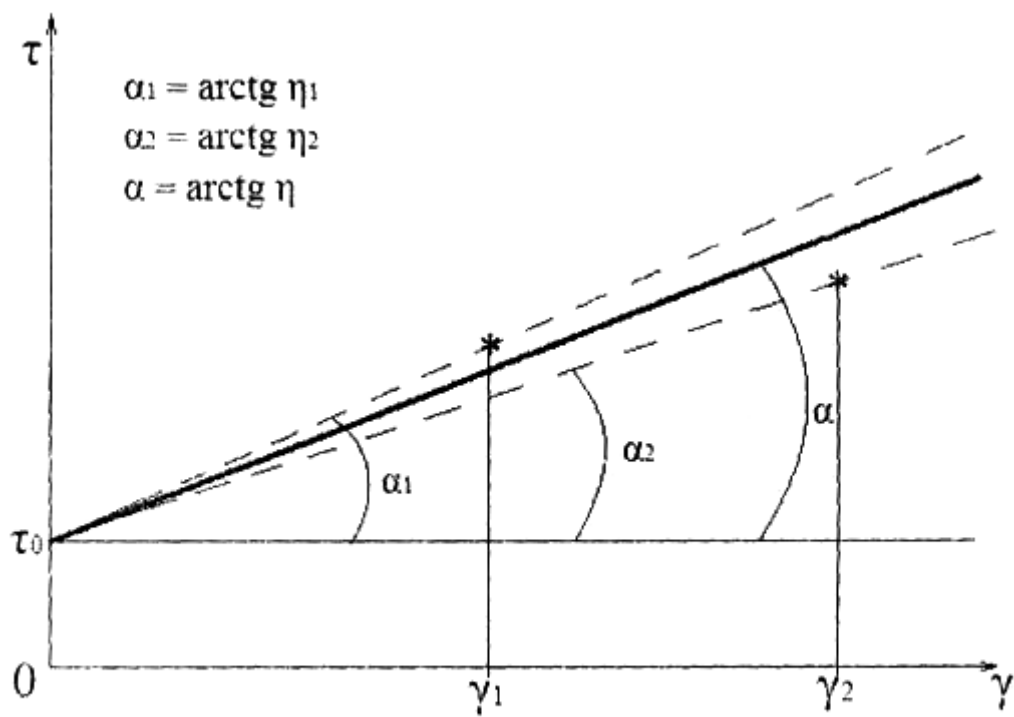


Fig. 2

Комп'ютерна верстка М. Мацело

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