



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 46574

(13) A

(51) 6 G01N11/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ В'ЯЗКОСТІ РІДКИХ РЕЧОВИН

1

2

(21) 2001085919

(22) 23 08 2001

(24) 15 05 2002

(46) 15 05 2002, Бюл. № 5, 2002 р.

(72) Никифорок Богдан Васильович, Єршова Емма
Олександрівна(73) УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІН-
СТИТУТ СПЕЦІАЛЬНИХ ВИДІВ ДРУКУ

(57) 1 Прилад для вимірювання в'язкості рідких речовин, що містить корпус, датчик в'язкості і контур збудження коливальних датчика в'язкості, який містить спарений електромагніт, який відрізняється тим, що він додатково оснащений блоком керування, підсилювачем збудження, частотно-коливальною ланкою, яка містить двоконсольний вал з жорстко закріпленням на торці однієї з його консолей конусом, пружини і вузли настроювання жорсткості динамічної системи, ємністю, фазоінвертором, індукційними датчиками, датчиком лінійних переміщень, постійними магнітами, частотоміром, реєстратором лінійних переміщень датчика в'язкості, джерелом живлення, системою підвищення тиску та системою доведення температури досліджуваної речовини до стандартної величини, в контур збудження коливальних введена додаткова пара електромагнітів, при цьому корпус виконано сполученим з ємністю з утворенням герметичної порожнини, ємність виконана зв'язаною із системою підвищення тиску та системою доведення температури досліджуваної речовини до стандартної величини, частотно-коливальна ланка зв'язана з контуром збудження коливальних через силопередавальні феромагнітні пластини, жорстко і симетрично закріплені на друпій консолях вала у площині його осі, постійні магніти та датчик лінійних переміщень виконано жорстко закріпленими на силопередавальних феромагнітних пластинах, виходи індукційних датчиків виконано сполучени-

ми з електромагнітами - послідовно через підсилювач збудження і фазоінвертор, вихід електромагніта виконано сполученим із частотоміром, вихід датчика лінійних переміщень виконано сполученим з входами реєстратора лінійних переміщень датчика в'язкості, а вихід блоку керування виконано сполученим з входами частотоміра, реєстратора лінійних переміщень, підсилювача збудження, джерела живлення, системи підвищення тиску та системи доведення температури досліджуваної речовини до стандартної величини

2 Прилад для вимірювання в'язкості за п. 1, який відрізняється тим, що система підвищення тиску виконана такою, що містить компресор, вихід якого виконано сполученим з герметичною порожниною приладу через редуктор та обернений клапан за допомогою гнучких шлангів, та манометр, вхід якого виконано сполученим із зазначеною герметичною порожниною приладу

3 Прилад для вимірювання в'язкості за п. 1, який відрізняється тим, що система доведення температури досліджуваної речовини до стандартної величини виконана такою, що містить додаткову ємність, яка виконана закріпленою на основній ємності для досліджуваного матеріалу з утворенням герметичної порожнини між своїми стінками, нагрівальний елемент, термометр та насос із системою циркуляції, при цьому електрична частина насоса і вхід нагрівального елемента виконано з'єднаними з блоком керування та джерелом живлення, а система циркуляції - із зазначеною герметичною порожниною між стінками основної та додаткової ємностей

4 Прилад для вимірювання в'язкості за п. 1, який відрізняється тим, що термометр та нагрівальний елемент виконано розміщеними в основній ємності

Винахід відноситься до області визначення в'язкості рідких речовин, зокрема, до приладів для вимірювання в'язкості, а саме, до приладів для вимірювання в'язкості рідких речовин, і може застосовуватися в системах контролю й автоматич-

ного регулювання в'язкості у нафтохімічній, харчовій, поліграфічній та інших галузях промисловості

Відомий прилад для вимірювання в'язкості рідких речовин, який містить чутливий елемент, що виконаний у вигляді зонда, який занурено у дослід-

(13) A
(11) 46574
(19) UA

джуване середовище, та систему збудження коливань, виконану у вигляді генератора частоти, що задає коливання (1)

Недоліками відомого приладу для вимірювань в'язкості рідких речовин є складність системи вимірювання амплітуд коливань зонда. При цьому зміни амплітуди коливань зонда практично не відбуваються, оскільки за допомогою відомої системи збудження коливань, виконаної у вигляді генератора частоти, що задає коливання, збуджують змушені коливання зонда з частотою, що задається. У зв'язку з цим неможливо встановити залежність амплітуди коливань від в'язкості досліджуваного середовища. Можлива для вимірювання зміна амплітуди коливань відбувається тільки у середовищі з великими значеннями в'язкості, наприклад, у смоли, бетонній суміші, піску, фарбах. До того ж, недоліками відомого приладу для визначення в'язкості рідких речовин є й те, що замирювання параметрів проводять при різних температурах досліджуваного середовища, а в'язкість його визначають у лабораторних умовах при стандартній температурі 20°C. Недооцінка температурного фактора буде призводити до накопичування похибок при вимірюванні фактичної величини в'язкості з використанням зазначеного приладу.

Найбільш близьким технічним рішенням, обраним як прототип, є прилад для вимірювання в'язкості рідких речовин, який містить корпус, датчик в'язкості і контур збудження коливань датчика в'язкості, який містить спарений електромагніт (2).

Недоліками відомого приладу для вимірювання в'язкості рідких речовин, обраного як прототип, є складність системи вимірювання амплітуд коливань датчика в'язкості. При цьому зміни амплітуди коливань датчика в'язкості практично не відбуваються, оскільки за допомогою відомої системи збудження коливань, виконаної у вигляді генератора частоти, що задає коливання, збуджують змушені коливання датчика в'язкості з частотою, що задається. Це унеможливує встановлення залежності амплітуди коливань від в'язкості досліджуваного середовища. Можлива для вимірювання зміна амплітуди коливань відбувається тільки у середовищі із значною в'язкістю, наприклад, у смоли, бетонній суміші, піску, фарбах. До того ж, недоліками відомого приладу для вимірювання в'язкості є й те, що замирювання показників проводять при різних температурах досліджуваного середовища, а в'язкість його вимірюють в лабораторних умовах при стандартній температурі 20°C. Недооцінка температурного фактора буде призводити до накопичування похибок при вимірюванні фактичної величини в'язкості.

В основу винаходу поставлена задача шляхом підвищення чутливості приладу, що заявляється, та урахування температурного фактора забезпечити підвищення достовірності вимірювання величини в'язкості досліджуваного середовища.

Суть винаходу в приладі для вимірювання в'язкості, який містить корпус, датчик в'язкості і контур збудження коливань датчика в'язкості, який містить спарений електромагніт, досягається тим, що він додатково оснащений блоком керування, підсилювачем збудження, частотно-коливальною ланкою, яка містить двоконсольний вал з жорстко

закріпленням на торці однієї з його консолей конусом, пружини і вузли настроювання жорсткості динамічної системи, ємністю, фазоінвертором, індукційними датчиками, датчиком лінійних переміщень, постійними магнітами, частотоміром, реєстратором лінійних переміщень датчика в'язкості, джерелом живлення, системою підвищення тиску та системою доведення температури досліджуваної речовини до стандартної величини, в контур збудження коливань введена додаткова пара електромагнітів. Суть винаходу досягається також й тим, що корпус виконано сполученим з ємністю з утворенням герметичної порожнини, ємність виконана зв'язаною із системою підвищення тиску та системою доведення температури досліджуваної речовини до стандартної величини, частотно-коливальна ланка зв'язана з контуром збудження коливань через силопередавальні феромагнітні пластини, жорстко і симетрично закріплені на другій консолі вала у площині його осі, постійні магніти та датчик лінійних переміщень виконано жорстко закріпленими на силопередавальних феромагнітних пластинах, виходи індукційних датчиків виконано сполученими з електромагнітами послідовно через підсилювач збудження і фазоінвертор, вихід електромагніта виконано сполученим із частотоміром, виходи датчика лінійних переміщень виконано сполученими з входами реєстратора лінійних переміщень датчика в'язкості, виходи блока керування виконано сполученими з входами частотоміра, реєстратора лінійних переміщень, підсилювача збудження, джерела живлення, системи підвищення тиску та системи доведення температури досліджуваної речовини до стандартної величини. Суть винаходу досягається й тим, що система підвищення тиску виконана такою, що містить компресор, вихід якого виконано сполученим з герметичною порожниною приладу через редуктор та обернений клапан за допомогою гнучких шлангів, та манометр, вхід якого виконано сполученим із зазначеною герметичною порожниною приладу, а система доведення температури досліджуваної речовини до стандартної величини виконана такою, що містить додаткову ємність, яка виконана закріпленою на основній ємності для досліджуваного матеріалу з утворенням герметичної порожнини між своїми стінками, нагрівальний елемент, термометр та насос із системою циркуляції, при цьому електричну частину насоса і вхід нагрівального елемента виконано з'єднаними з блоком керування та джерелом живлення система циркуляції виконана з'єднаною із зазначеною герметичною порожниною між стінками основної та додаткової ємностей, а термометр та нагрівальний елемент виконано розміщеними в основній ємності.

Порівняльний аналіз технічного рішення, що заявляється, з прототипом дозволяє зробити висновок, що прилад для вимірювання в'язкості рідких речовин, що заявляється, відрізняється тим, що він додатково оснащений блоком керування, підсилювачем збудження, частотно-коливальною ланкою, яка містить двоконсольний вал з жорстко закріпленням на торці однієї з його консолей конусом, пружини і вузли настроювання жорсткості динамічної системи, ємністю, фазоінвертором, ін-

дукційними датчиками, датчиком лінійних переміщень, постійними магнітами, частотоміром, реєстратором лінійних переміщень датчика в'язкості, джерелом живлення, системою підвищення тиску та системою доведення температури досліджуваної речовини до стандартної величини, в контур збудження коливань введена додаткова пара електромагнітів, при цьому корпус виконано сполученим з ємністю з утворенням герметичної порожнини, ємність виконана зв'язаною із системою підвищення тиску та системою доведення температури досліджуваної речовини до стандартної величини, частотно-копівальна ланка зв'язана з контуром збудження коливань через силопередавальні феромагнітні пластини, жорстко і симетрично закріплені на другій консолі вала у площині його осі, постійні магніти та датчик лінійних переміщень виконано жорстко закріпленими на силопередавальних феромагнітних пластинах, виходи індукційних датчиків виконано сполученими з електромагнітами послідовно через підсилювач збудження і фазоінвертор, вихід електромагніта виконано сполученим із частотоміром, виходи датчика лінійних переміщень виконано сполученими з входами реєстратора лінійних переміщень датчика в'язкості, виходи блока керування виконано сполученими з входами частотоміра, реєстратора лінійних переміщень, підсилювача збудження, джерела живлення, системи підвищення тиску та системи доведення температури досліджуваної речовини до стандартної величини, система підвищення тиску виконана такою, що містить компресор, вихід якого виконано сполученим з герметичною порожниною приладу через редуктор та обернений клапан за допомогою гнучких шлангів, та манометр, вхід якого виконано сполученим із зазначеною герметичною порожниною приладу, система доведення температури досліджуваної речовини до стандартної величини виконана такою, що містить додаткову ємність, яка виконана закріпленою на основній ємності для досліджуваного матеріалу з утворенням герметичної порожнини між своїми стінками, нагрівальний елемент, термометр та насос із системою циркуляції, електрична частина насосу і вхід нагрівального елемента виконано зв'язаними з блоком керування та джерелом живлення, система циркуляції виконана зв'язаною із зазначеною герметичною порожниною між стінками основної та додаткової ємностей, а термометр та нагрівальний елемент виконано розміщеними в основній ємності.

Таким чином, прилад для вимірювання в'язкості рідких речовин, що заявляється, відповідає критерію винаходу "новизна".

Суть конструкції приладу для вимірювання в'язкості рідких речовин пояснюється за допомогою креслень, де на фіг. 1 наведено конструктивно-компонувальну схему приладу з розтинними А-А і Б-Б для пояснення конструкції, на фіг. 2 - 3 надані конструктивно-компонувальні схеми приладу за розтинними, відповідно, А-А та Б-Б, на фіг. 4 показаний датчик в'язкості (як варіант конструктивного виконання), на фіг. 5 наведена конструктивна схема приладу, на фіг. 6 - 7 наведені схеми роботи датчика в'язкості, відповідно, у першому та другому півперіодах його коливань, на фіг. 8 наведена

блок-схема приладу, на фіг. 9 - 10 наведені номограми, відповідно, залежності частоти і власних (авторезонансних) коливань і амплітуди A власних коливань датчика в'язкості від в'язкості η досліджуваного середовища та його температури t .

Для пояснення суті винаходу наводиться конструкція приладу для вимірювання в'язкості рідких речовин, який містить, як варіант конструктивного виконання (див. фіг. 1 та фіг. 5), ємність 1 для досліджуваного середовища 2, яка зв'язана певним чином з корпусом 3. На корпусі 3 виконане вікно 4, на прозорій частині якого нанесена координатна сітка. У середині корпусу 3 жорстко закріплені електромагніти 5, які встановлені симетрично попарно співвісно. Зовні корпусу 3 розташовані регульовальні гвинти 6 і 7. Гвинт 6 конструктивно виконано зв'язаним з пристосуванням 8 для затягування пружини 9, а гвинт 7 - з пристосуванням 10 для переміщення індукційних датчиків 11, жорстко закріплених на пристосуванні 10. У середині корпусу 3 в підшипниках кочення 12 закріплений датчик в'язкості, який конструктивно являє собою вал 13 з конусом 14 на його вільному кінці, при цьому конус 14 встановлено своєю торцевою площиною перпендикулярно осі вала 13 (див. фіг. 4). На валу 13 жорстко закріплені силопередавальні феромагнітні пластини 15 і 16. Кожна з пластин 15 і 16 розташована в одній площині, що проходить крізь вісь вала 13. Як варіант конструктивного виконання, пластини 15 і 16 можуть бути розміщені як в одній площині (див. фіг. 2 - 3), так і під кутом одна до одної відносно осі вала 13. У пластини 15 упираються пружини 9, а на пластині 16 закріплені постійні магніти 17, при цьому пружини 9 упираються одним кінцем у пластини 15, а другим - у пристосування 8 (див. фіг. 2 - 3). Пластини 16 розміщено між електромагнітами 5. Корпус 3 приладу кріпиться до ємності 1 за допомогою замків 18. Внутрішні стінки ємності 1 і корпус 3 утворюють герметичну порожнину 19. Система підвищення тиску виконана такою, що містить компресор 20, вихід якого виконано сполученим з герметичною порожниною 19 приладу через редуктор 21 та обернений клапан 22 за допомогою гнучких шлангів 23. Герметична порожнина 19 виконана сполученою з манометром 24 системи підвищення тиску. Вихід електромагнітів 5 виконано сполученим з електронно-обчислювальним частотоміром 25 (який реєструє частоту коливань). Виходи індукційних датчиків 11 виконано сполученими з електромагнітами 5 - послідовно через підсилювач збудження 26 і фазоінвертор 27 (на фіг. 5 зв'язок з другим електромагнітом 5 не показано). Виходи блока керування 28 виконано сполученими з входами приладу 25, який реєструє частоту власних коливань, підсилювача збудження 26, компресора 20 і оберненого клапана 22 системи підвищення тиску. Виходи джерела живлення 29 виконано сполученими з входами підсилювача збудження 26 приладу 25, який реєструє частоту власних коливань, блока керування 28 та компресора 20 (див. фіг. 5 та фіг. 8). На координатній сітці, що нанесена на прозорому матеріалі вікна 4, виконана контрольна мітка 30 (див. фіг. 1), яка зазначає рівень заповнення ємності 1 досліджуванним матеріалом 2 (середовищем). Ємність 1 виконують (як

варіант конструкції) у вигляді циліндра із закритою нижньою частиною. У середині основної ємності 1 встановлюють термометр 31 та нагрівальний елемент 32. Корпус ємності 1 додатково постачають ємністю 33, стінки якої встановлюють на відстані від базової стінки ємності 1. При цьому конструктивно виконують порожнину 34, яка утворюється базовою стінкою корпусу ємності 1 і додатковою стінкою ємності 33, герметично закритою. Для підведення у внутрішню порожнину 34 охолодженої або нагрітої речовини, наприклад, води, азоту, пари, на стінці додаткової ємності 33 встановлюють патрубки 35 для підведення зазначеної охолодженої або нагрітої речовини (позиція 36). Нагрівальний елемент 32 з'єднують з джерелом живлення 29 за допомогою електричного ланцюга 37 через блок керування 28. Для підведення у внутрішню порожнину 34 охолодженої або нагрітої речовини, наприклад, води, азоту, пари, використовують електричний насос 38, електрична система якого виконана сполученою з джерелом живлення 29. Механічна система електричного насоса 38 виконана сполученою з блоком керування 28. Патрубки 35 для підведення зазначеної охолодженої або нагрітої речовини (позиція 36), що виконані на зовнішній стінці додаткової ємності 33, сполучені з насосом 38 за допомогою трубопроводів 39. На пластині 15 жорстко закріплений датчик 40 лінійних переміщень, вихід якого виконано сполученням з входом реєстратора лінійних переміщень 41. Інші входи реєстратора лінійних переміщень 41 виконано сполученими з виходом блока керування 28 та джерела живлення 29. Датчик в'язкості і електровібратори (електромагніти) 5 включені у частотно-вибіркову ланку системи збудження коливань, що реагують на зміну в'язкості середовища 2, у яке занурений датчик в'язкості - конус 14. На корпусі 1 виконано патрубки 42 для підведення стиснутого повітря від компресора 20 та для встановлення манометра 24.

Попередньо проводять тарування приладу для вимірювання в'язкості за еталонними значеннями величин в'язкості ν матеріалу (речовини) 2, що отримані за допомогою інших відомих методів контролю, наведених, наприклад, у (5). Для цього доводять температуру t досліджуваного середовища до стандартної температури, яка дорівнює 20°C , збуджують коливання датчика в'язкості з власною частотою f і приводять до відповідності амплітуду A власних коливань датчика в'язкості ν матеріалу (речовини) 2 для кожного із численних досліджуваних матеріалів (речовин) 2. За одержаними внаслідок контролю значеннями амплітуди A власних коливань і відомих величин в'язкості ν матеріалу (речовини) 2 при стандартній температурі досліджуваного середовища 20°C будують графік залежності амплітуди A власних коливань датчика в'язкості від в'язкості ν матеріалу (речовини) 2 та температури t (див. фіг. 10). Відповідно до графіка залежності $A = f(\nu, t)$, кожному із значень A амплітуди власних коливань датчика в'язкості буде відповідати визначене значення ν в'язкості матеріалу (речовини) 2.

Аналогічно за одержаними внаслідок контролю значеннями частоти f власних коливань і відомих величин в'язкості ν матеріалу (речовини) 2 при

стандартній температурі досліджуваного середовища 20°C будують графік залежності частоти f власних коливань датчика в'язкості від в'язкості ν матеріалу (речовини) 2 та температури t (див. фіг. 9). Відповідно до графіка залежності $f = f(\nu, t)$ кожному із значень f частоти власних коливань датчика в'язкості буде відповідати визначене значення ν в'язкості матеріалу (речовини) 2.

Маючи тарувальний графік залежності частоти f власних коливань та амплітуди A власних коливань датчика в'язкості від в'язкості ν матеріалу (речовини) 2 та температури t , приступають до досліджень з використанням приладу, за допомогою якого виконувались контрольні вимірювання частоти f власних коливань і амплітуди A власних коливань датчика в'язкості.

Прилад для вимірювання в'язкості рідких речовин працює наступним чином.

Перед початком досліджень заповнюють ємність 1 досліджуваним матеріалом (рідкою речовиною) 2 до визначеного рівня, при цьому рівень досліджуваного середовища (матеріалу) 2 повинен знаходитись у відповідності до контрольної мітки 30 (див. фіг. 1). Для заповнення ємності 1 досліджуваним матеріалом 2 відкривають замки 18, і корпус 3 разом з конструктивними елементами підіймається. Відкрита ємність 1 заповнюється таким чином, щоб конус 14 був занурений у досліджуване середовище 2 не менш ніж на $1/2$ довжини вапа 13 (що відповідає рівню, зазначеному контрольною міткою 30). Величина заповнення ємності 1 контролюється за контрольною міткою 30 на координатній сітці, що нанесена на прозорий матеріал, який закриває вікно 4 (див. фіг. 1).

Потім корпус 3 за допомогою замків 18 закріплюється на ємності 1. При цьому утворюється герметична порожнина 19.

Після проведення зазначених технологічних операцій проводять замирювання температури досліджуваного середовища (матеріалу) 2, наприклад, за допомогою термометра 31. Якщо температура досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 2 не відповідає стандартній (20°C), то її приводять у відповідність до стандартної температури $t = 20^{\circ}\text{C}$. Наприклад, якщо температура досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 2 менше ніж 20°C , то за допомогою блока керування 28 вмикають нагрівальний елемент 32, який є зануреним у досліджуваний матеріал (речовину) 2, що знаходиться у ємності 1, і нагрівають досліджуваний матеріал 2 до відповідної температури $t = 20^{\circ}\text{C}$. Або для нагрівання досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 2 використовують метод пропускання нагрітої речовини, наприклад, газу або води (позиція 36), крізь порожнину 34 між корпусом ємності 1 та додатковою зовнішньою стінкою 33. Для цього використовують електричний насос 38 (як варіант конструктивного виконання приладу). Вмикання насоса 38 здійснюється за допомогою блока керування 28, який подає команду на з'єднання електричного ланцюга 37 від джерела живлення 29 з двигуном насоса. При роботі насоса 38 нагріта речовина 36 подається по трубопроводу 39 крізь патрубок 35 до внутрішньої порожнини 34 між корпусом ємності 1 та додатковою зовнішньою стінкою 33, а із зазначеної порожнини 34 під тис-

ком виштовхується до магістралі зливу. Циркуляція нагрітої речовини 38 призводить до нагріву досліджуваного середовища 2 до температури, яка задається нормативними параметрами, а саме, до стандартної температури $t = 20^{\circ}\text{C}$. Якщо температура досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 2 більше ніж 20°C , то для охолодження досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 2 використовують метод пропускання холодної речовини, наприклад, газу, азоту або води (позиція 36), крізь порожнину 34 між корпусом ємності 1 та додатковою зовнішньою стінкою 33 (як показано вище). У цьому разі при роботі насоса 38 охолоджуюча речовина 36 подається по трубопроводу 39 крізь патрубок 35 до внутрішньої порожнини 34 між корпусом ємності 1 та додатковою зовнішньою стінкою 33, а із зазначеної порожнини 34 під тиском виштовхується до магістралі зливу. Циркуляція охолоджуючої речовини 36 призводить до охолодження досліджуваного середовища 2 до температури, яка задається нормативними параметрами, а саме, до стандартної температури $t = 20^{\circ}\text{C}$.

Насос 38 може, як варіант конструктивного виконання, працювати в автоматичному режимі, підтримуючи температуру досліджуваного середовища 2 у відповідності до температури, яка задається нормативними параметрами, а саме, до стандартної температури $t = 20^{\circ}\text{C}$.

Водночас з приведенням досліджуваного матеріалу 2 до відповідності стандартній температурі 20°C , виходи індукційних датчиків 11 і електровібраторів 5 приладу з'єднують електричними ланцюгами 37 з входами, відповідно, підсилювача збудження 26 і частотомира 25. Виходи підсилювача збудження 26 і частотомира 25 з'єднують електричним ланцюгом 37 з входом джерела живлення 29 (див. фіг. 5 та фіг. 8). Проводять перевірку відповідності температури досліджуваного матеріалу 2 стандартній температурі 20°C (за допомогою термометра 31) та занурення робочого органа (диска 14) у досліджуваний матеріал (середовище) 2. Конус 14 датчика в'язкості повинен бути цілком зануреним у згаданий досліджуваний матеріал 2 (див. фіг. 1).

При відповідності вищезазначеним вимогам щодо температури ($t = 20^{\circ}\text{C}$) досліджуваного матеріалу 2 та зануренні конуса 14 датчика в'язкості у досліджуваний матеріал 2 вмикають джерело живлення 29 і подають живлення на підсилювач збудження 26 і прилади 25 і 41, які реєструють частоту власних (авторезонансних) коливань і амплітуду коливань (величину лінійних переміщень) датчика в'язкості.

При підключенні джерела живлення 29 до підсилювача збудження 26 приладів 25 та 41, а блока керування 28 до входів частотомира 25, реєстратора 41 лінійних переміщень датчика в'язкості, підсилювача збудження 26, джерела живлення 29, компресора 20, оберненого клапана 22 системи підвищення тиску, а також насоса 38, прилад для вимірювання в'язкості готовий до роботи.

За допомогою блока керування 28 вмикається компресор 20, і стиснуте повітря P_k від зазначеного компресора 20 через регулятор тиску 21 і обернений клапан 22 подається по гнучким шлангам 23 у герметичну порожнину 19 приладу через патру-

бок 42. Тиск P повітря у герметичній порожнині 19 контролюється за допомогою манометра 24 (який підключено до корпусу 1 за допомогою патрубка 42). При досягненні тиску P повітря у порожнині 19 зазначеної величини (яка задається технічними характеристиками приладу) компресор 20 вимикається, а обернений клапан 22 утримує тиск P повітря зазначеної величини у герметичній порожнині 19 приладу.

При включенні приладу в роботу, за допомогою блока керування 28 в індукційному датчику 11, який знаходиться в магнітному полі постійного магніту 17, відпрацьовується сигнал у вигляді електрорушійної сили (ерс) індукції. При цьому індукційні датчики 11 і постійні магніти 17 встановлені так, що ерс відпрацьовується тільки в одному з датчиків 11. Сигнал з цього датчика 11 через фазоінвертор 27 подається на підсилювач збудження 26, де робиться його підсилювання, і далі, за допомогою фазоінвертора 27, на діагонально-протилежні магніти 5 (див. фіг. 5, фіг. 6 та фіг. 7). Електромагніти 5 (до яких підведений підсилений сигнал) починають діяти на силопередавальну феромагнітну пластину 15 парю сил F відносно осі обертання вала 13. При цьому вал 13 буде повертатися у підшипниках кочення 12 у напрямку моменту M , створеного парю сил F від електромагнітів 5 (див. фіг. 6). Діагональне протилежні (відносно працюючих електромагнітів 5) пружини 9 почнуть стискуватися, накопичуючи енергію. При досягненні положення рівноваги, при якому сила від електромагнітів 5 буде дорівнювати силі затягнення пружини 9, сигнал на працюючому індукційному датчику 11 буде дорівнювати "нулю", а тому й "нулю" на електромагнітах 5. Не отримуючи протидії з боку електромагнітів 5 (задіяних у перший період коливань - див. фіг. 6), пружини 9 почнуть розтягуватися, намагаючись повернутися у положення рівноваги. Вал 13 з конусом 14 почне повертатися у зворотний бік. У другий період коливань у роботу вступає другий індукційний датчик 11, сигнал з якого, після підсилення у підсилювачі збудження 26, буде надходити за допомогою фазоінвертора 27 на два інших діагонально-протилежних електромагніта 5, які впливають парю сил F (іншого знаку) на силопередавальну феромагнітну пластину 15, при цьому вони будуть надавати їй безконтактно додатковий рух у зворотний бік відносно першого півперіоду коливань (див. фіг. 7). При цьому на аналогічний кут α буде повертатися і вал 13 із жорстко закріпленим на ньому конусом 14.

Таким чином, виникають механічні коливання системи "вал - конус - пружини", що не затухають протягом часу, і синфазні з ними електричні коливання в системі "датчик - підсилювач збудження - електромагніти", частота яких у точності дорівнює частоті власних коливань системи "вал з конусом - досліджуване середовище".

Вимірювання частоти f власних коливань здійснюється за допомогою приладу 25, а саме, електронно-обчислювального частотомира, який реєструє частоту коливань, сигнал на який надходить з електромагніта 5.

Вимірювання амплітуди A власних коливань здійснюється за допомогою приладу 41, який ре-

еструє амплітуду коливань, сигнал на який надходить з датчика 40 лінійних переміщень (див фіг 5)

Залежно від в'язкості та щільності досліджуваного середовища 2, тертя між конусом 14, який занурено у досліджуване середовище 2, і середовищем буде різним. Наскільки середовище 2 буде близьким до рідкого стану, настільки сила тертя між ними буде менше, а частота власних крутильних коливань f і амплітуда A - більше. І навпаки, у досліджуваному середовищі більшою щільності сили зчеплення середовища 2 і конуса 14 можуть бути настільки значними, що при певній (початковій) жорсткості динамічної системи, зусиль від електромагнітів 5 не вистачить, щоб їх подолати. У цьому випадку, за допомогою регульовального гвинта 7 індукційний датчик 11, жорстко закріплений на пристосуванні 10, переміщується у бік постійного магніту 17. Зменшення зазору між датчиком 11 і постійним магнітом 17 призводить до того, що збільшується величина сигналу, що виробляється датчиком 11, у вигляді е.р.с. індукції, як наслідок, збільшується потужність сигналу, який надходить від підсилювача збудження 26 на електромагніти 5. Одночасно, шляхом стиснення за допомогою гвинтів 6 пружин 9, здійснюють деяке збільшення частоти обертання валу 13, як наслідок, зменшення амплітуди коливань (кута повороту α - див. фіг. 6 та фіг. 7) зазначеного валу 13 з конусом 14. Зменшення кута повороту α вала 13 з конусом 14 буде сприяти зменшенню сили тертя між середовищем 2 і конусом 14 та підвищить чутливість частотно-вибіркової ланки.

При виконанні контрольного замирювання показників в'язкості досліджуваного матеріалу 2, якими можуть бути, наприклад, фарба, нафта, бензин, гас, спирт та інші речовини, замиряють частоту f авторезонансних (власних) коливань частотно-вибіркової ланки. Тертя між собою конуса 14 та досліджуваного матеріалу 2 призведе до виникнення дисипативних сил тертя, як наслідок, до зменшення частоти f авторезонансних коливань системи "вал з диском - досліджуване середовище". Знаючи виміряні раніш еталонні частоти коливань f частотно-вибіркової ланки в ємності з досліджуванним матеріалом 2, показники в'язкості якого перевірені іншими методами контролю (4)), і порівнюючи їх з показниками приладів 25 та 41, що реєструють, при контрольному вимірюванні отримують за номограмою залежності частоти авторезонансних коливань f системи "вал з конусом - ємність - досліджуваний матеріал" від в'язкості ν досліджуваного матеріалу та температури t оточуючого середовища, величину в'язкості ν досліджуваного матеріалу (див. номограму на фіг. 9). Наприклад, при контрольному вимірюванні в'язкості ν досліджуваного матеріалу була отримана частота авторезонансних коливань f_1 . Згідно з номограмою на осі f знаходять величину f_1 , проводять перпендикуляр до графіка t (на фіг. 9 - зазначено t_1, t_2, t_3 та t_4) відповідно до температури t_1 (як приклад), переходять паралельно базовій осі до графіка зміни в'язкості ν , опускаючи перпендикуляр з точки перетину зазначеного графіка на вісь ν , отримують величину фактичної в'язкості ν_1 досліджуваного матеріалу (див. номограму на фіг. 9).

За допомогою приладу 41 - реєстратора лінійних переміщень датчика в'язкості - визначають фактичну амплітуду A_1 власних коливань датчика в'язкості, що буде відповідати фактичному значенню в'язкості ν_1 досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 2. Для цього на графіку залежності $A = f(\nu, t)$ на осі A вибирають фактичне значення амплітуди A_1 власних коливань, проводять перпендикуляр до перетину з t (на фіг. 10 - зазначено t_1, t_2, t_3 та t_4) відповідно до температури t_1 (як приклад), переходять паралельно базовій осі до графіка зміни в'язкості ν , опускаючи перпендикуляр з точки перетину зазначеного графіка на вісь ν , отримують величину фактичної в'язкості ν_1 досліджуваного матеріалу (див. номограму на фіг. 10). Отримане значення в'язкості ν_1 буде відповідати фактичній в'язкості ν_1 досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 2 (див. фіг. 10).

Для спрощення операції визначення фактичної величини в'язкості ν частотомір 25, який реєструє частоту f власних (авторезонансних) коливань, і реєстратор лінійних переміщень датчика в'язкості, який реєструє амплітуду A коливань, можуть бути відградуєваними за показниками в'язкості.

Після проведення досліджень за допомогою блока керування 28 подають команду на обернений клапан 22, який стравлює тиск повітря з порожнини 19 до атмосфери (див. фіг. 5). При цьому паралельно подають команду на прилади 25 і 41, підсилювач збудження 26, джерело живлення 29, насос 38 та компресор 20, які вимикають з роботи.

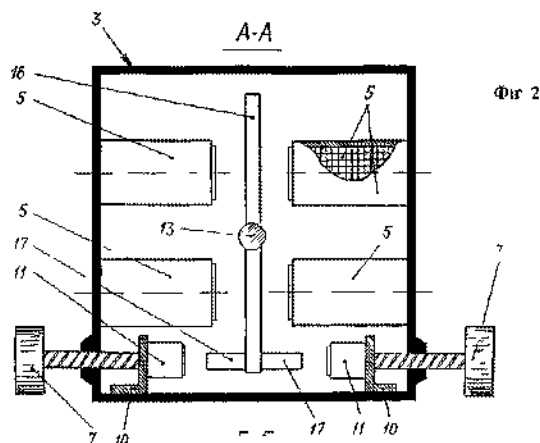
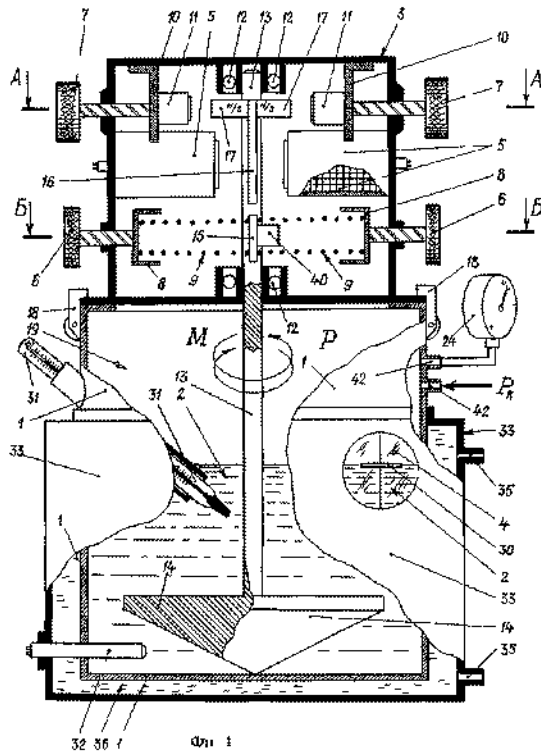
Після того, коли тиск повітря з порожнини 19 буде стравлено, відкривають замки 18, знімають з ємності 1 корпус 3, а досліджуване середовище 2 зливають із зазначеної ємності 1.

На цьому процес досліджування закінчується.

Використання як показника в'язкості досліджуваної речовини частоти власних (авторезонансних) коливань та амплітуди власних коливань дозволяє підвищити точність вимірювання в'язкості досліджуваного середовища, розширити функціональні можливості пристрою шляхом вимірювання в'язкості не тільки рідких середовищ, але й середовищ, які мають більшу в'язкість та щільність. Використання приладу, який пропонується для використання зазначеного способу, можливо не тільки у виробничих умовах, але й у польових. Зазначений прилад також може бути розташованим у конструкції баків для зберігання різноманітних речовин, наприклад, у баках для пального літальних апаратів, в ємностях для зберігання пального на автозаправних станціях, в ємностях для перевезення фарби, молока та ін. Контроль за вимірюванням фізико-хімічних властивостей вищезазначених речовин, у цьому випадку, може вестись дистанційно, в автоматичному режимі.

Підвищення ефективності застосування приладу для вимірювання в'язкості рідких речовин, що заявляється, у порівнянні з прототипом, досягається за рахунок підвищення точності визначення частоти і амплітуди коливань чутливого елемента, зануреного у досліджуване середовище, а саме, за рахунок використання авторезонансних режимів коливань динамічної системи, які найбільш точно відображають зміну впливу величини в'язкості на згадану динамічну систему. У випаді вимірюван-

ня в'язкості, що заявляється, використовується копіальна система самоналагоджувального типу, динамічні характеристики якої залежать тільки від жорсткості вмонтованих пружних елементів (пружин) і від реологічних характеристик досліджуваного середовища, зокрема, від в'язкості. Підвищення ефективності застосування приладу вимірювання в'язкості рідких речовин досягається також й тим, що при проведенні контрольних вимірювань в'язкості температуру доводять до стандартної, при якій визначають фактичну в'язкість досліджуваного середовища під відповідним тиском, що збільшує сили тертя між чутливим елементом

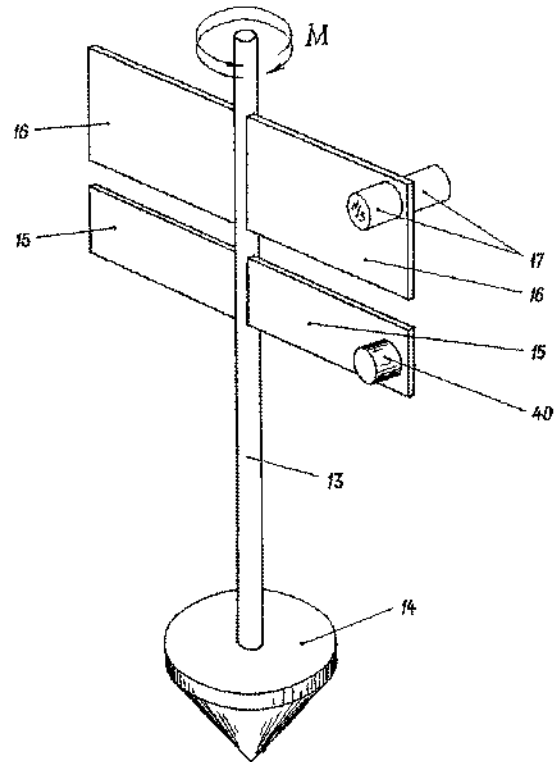
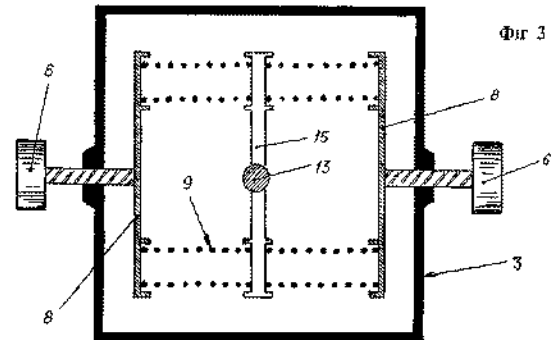


датчика в'язкості (конусом) і досліджуванним середовищем тощо

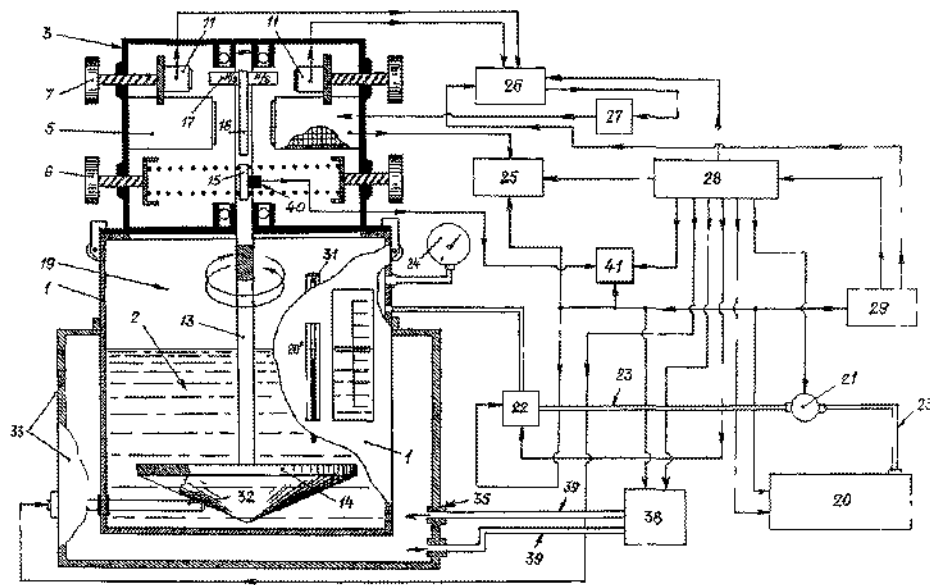
ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

- 1 А с СРСР № 775667 від 30 10 80, (бюлетень № 40), МПК G 01 N 11/16 - аналог
- 2 А с СРСР № 685957 від 18 09 79, МПК G 01 N 11/16 - прототип
- 3 А с СРСР № 212615, МПК G 01 N 11/16, 1967
- 4 А с СРСР № 238875, МПК G 01 N 11/16, 1966
- 5 Н И Орел, Э В Губачек, Б И Березин, В М Водолазская "Справочник технолога-полиграфиста", часть 5, Печатные краски, М, "Книга", 1988 г, стр 188 - 202, § 4.3 "Реологические свойства красок для издательских целей"

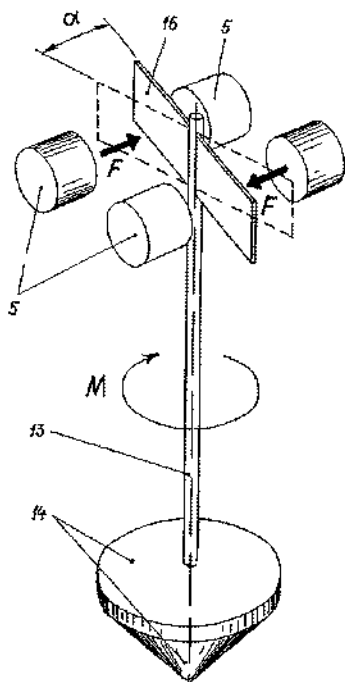
Б-Б



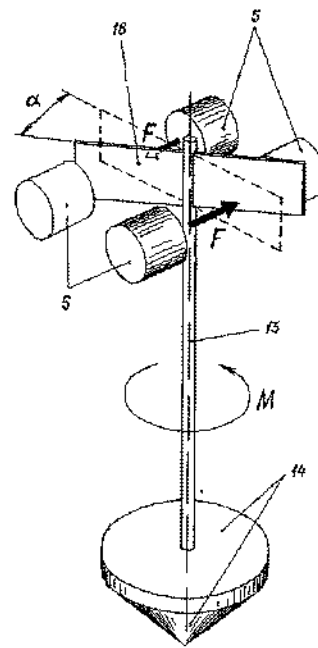
Фиг. 4



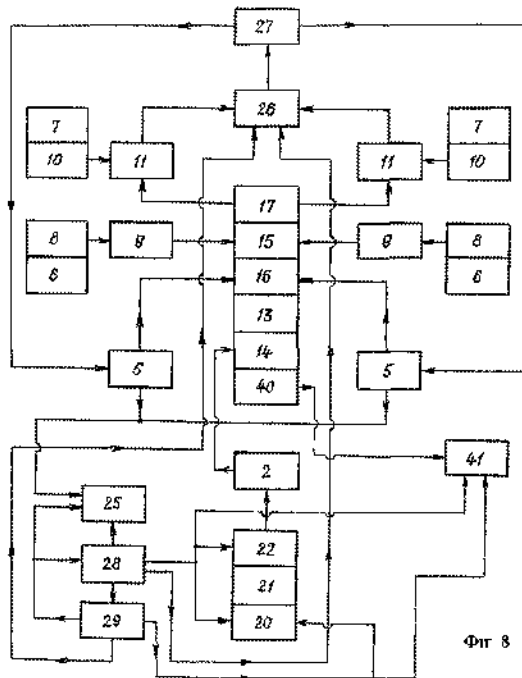
Фиг 5



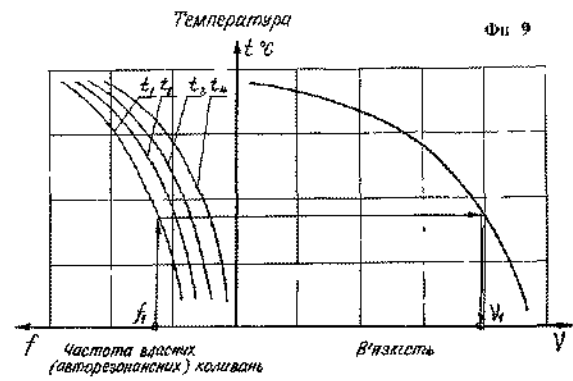
Фиг 6



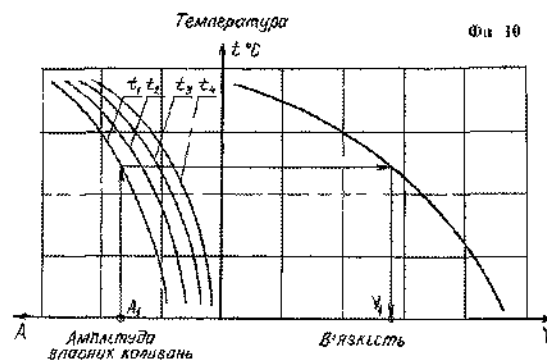
Фиг 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 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