



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40911 (13) A

(51) 7 G01N11/16

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

(54) ВІСКОЗИМЕТР

(21) 2000106109

(22) 30.10.2000

(24) 15.08.2001

(46) 15.08.2001, Бюл. № 7, 2001 р.

(72) Никифоров Богдан Васильович, Єршова Емма
Олександрівна(73) УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИ-
ТУТ СПЕЦІАЛЬНИХ ВИДІВ ДРУКУ

(57) 1. Віскозиметр, який містить корпус із закріп-
леним у ньому датчиком в'язкості, джерело жив-
лення, генератор звукових коливань і схему виміру
вихідного сигналу датчика, який **відрізняється**
тим, що він додатково містить електровібратори,
виконані у вигляді котушок збудження, симетрично
закріплених усередині корпуса, датчик лінійних
переміщень, виконаний у вигляді блока котушок
збудження, симетрично закріплених усередині
корпуса між зазначеними електровібраторами,
аналого-цифровий перетворювач, з'єднаний із
зазначеним датчиком лінійних переміщень,
діафрагми, закріплені усередині корпуса з торців
електровібраторів, не менше ніж два підшипники
ковзання, виконані симетрично закріпленими в
отворах діафрагми, рухомий шток, виконаний
розміщеним в отворі електровібраторів з
можливістю поздовжнього переміщення відносно
подовжньої осі електровібратора та зазначених
підшипників ковзання, постійні магніти, виконані
закріпленими, відповідно, на корпусі рухомого
штока у його геометричній середині та на торцях
зазначеного штока, індукційні датчики, закріплені
на торцевих стінках корпуса, кожний з яких вико-
нано розміщеним із зазором щодо постійного
магніту, пружини, які розміщені між торцем рухо-
мого штока і торцевою стінкою корпуса, при цьому

генератор звукових коливань виконано у вигляді
підсилювача збудження низької частоти, датчик
в'язкості виконано у вигляді диска і закріпленням на
торцевій частині якоря перпендикулярно його
поздовжньої осі, пружини встановлено симетрично
між собою і віссю рухомого штока та з можливістю
контактування з торцевою стінкою корпуса та дат-
чиком в'язкості, схема виміру вихідного сигналу
датчика виконана такою, що містить реєстратор
частоти коливань, аналого-цифровий перетворю-
вач, реєстратор лінійних переміщень та блок об-
робки інформації, виходи індукційних датчиків ви-
конані сполученими з підсилювачем збудження
низької частоти, а виходи останнього - з електрові-
браторами крізь фазоінвертор.

2. Віскозиметр за п. 1, який **відрізняється** тим, що
виходи джерела живлення виконано сполученими
з входами підсилювача збудження низької частоти,
реєстратора частоти коливань, аналого-
цифрового перетворювача, реєстратора лінійних
переміщень та блока обробки інформації.

3. Віскозиметр за п. 1 та п. 2, який **відрізняється**
тим, що вихід датчика лінійних переміщень вико-
нано зв'язаним з входом аналого-цифрового пе-
ретворювача, а виходи аналого-цифрового пе-
ретворювача - з входом блока обробки інформації
крізь реєстратор лінійних переміщень.

4. Віскозиметр за п. 1 та п. 2, який **відрізняється**
тим, що виходи реєстратора частоти коливань
виконано зв'язаним з входами блока обробки
інформації.

5. Віскозиметр за п. 1, який **відрізняється** тим, що
на корпусі перед діафрагмою та на торцевій стінці
корпуса виконано отвори, при цьому кількість
отворів з кожного із боків корпуса та їх сумарна
площа є рівними між собою.

Винахід відноситься до вимірювальної техні-
ки, а саме, до приладів для визначення фізичних
властивостей речовин, наприклад, в'язкості, шля-
хом виміру параметрів коливань динамічної систе-
ми, що взаємодіє з досліджуванним матеріалом (ре-
човиною).

Відомий віскозиметр, який містить корпус,
перетворювачі і коливальну систему, підвішену за

шток до корпуса у двох площинах на струнах, на-
витих по різьбі гвинтів [1].

Недоліками відомого віскозиметра є мала
чутливість приладу і низька точність вимірювань
в'язкості матеріалу (речовини), що контролюється.
Це обумовлено тим, що збуджуються задані частоти
коливань, а на виході одержують сигнал, про-
порційний частоті коливань, що не відображає в

точності вплив середовища на занурений у нього зонд.

Відомий віскозиметр, який містить корпус і зонд на струнній підвісці, що зануряється у досліджуване середовище [2].

Недоліками відомого віскозиметра є невисока чутливість і достовірність одержуваних результатів вимірів параметрів коливань і, як наслідок, реологічних властивостей досліджуваного матеріалу (речовини).

Найбільш близьким технічним рішенням, обраним за прототип, є віскозиметр, який містить корпус із закріпленням у ньому датчиком в'язкості, джерело живлення, генератор звукових коливань і схему виміру вихідного сигналу датчика [3].

Недоліками відомого віскозиметра, який обрано за прототип, є низька чутливість приладу і низька точність одержуваних результатів вимірів параметрів коливань і, як наслідок, реологічних властивостей досліджуваного матеріалу (речовини).

Технічною задачею, яка розв'язується цим винаходом, є підвищення точності вимірювань.

Суть винаходу у віскозиметрі, який містить корпус із закріпленням у ньому датчиком в'язкості, джерело живлення, генератор звукових коливань і схему вимірювань вихідного сигналу датчика, заключається в тому, що він додатково містить електровібратори, виконані у вигляді котушок збудження, симетрично закріплених усередині корпусу, датчик лінійних переміщень, виконаний у вигляді блока котушок збудження, симетрично закріплених усередині корпусу між зазначеними електровібраторами, аналого-цифровий перетворювач, з'єднаний із зазначеним датчиком лінійних переміщень, діафрагми, закріплені усередині корпусу з торців електровібраторів, не менше ніж два підшипники ковзання, виконані симетрично закріпленими в отворах діафрагми, рухомий шток, виконаний розміщеним в отворі електровібраторів з можливістю позовжнього переміщення відносно позовжньої осі електровібратора та зазначених підшипників ковзання, постійні магніти, виконані закріпленими, відповідно, на корпусі рухомого штока у його геометричній середині та на торцях зазначеного штока, індукційні датчики, закріплені на торцевих стінках корпусу, кожний з яких виконано розміщеним із зазором щодо постійного магніту, пружини, які розміщені між торцем рухомого штока і торцевою стінкою корпусу, при цьому генератор звукових коливань виконано у вигляді підсилювача збудження низької частоти, датчик в'язкості виконано у вигляді диска і закріпленням на торцевій частині якоря перпендикулярно його позовжньої осі, пружини встановлено симетрично між собою і віссю рухомого штока та з можливістю контактування з торцевою стінкою корпусу та датчиком в'язкості, схема виміру вихідного сигналу датчика виконана такою, що містить реєстратор частоти коливань, аналого-цифровий перетворювач, реєстратор лінійних переміщень та блок обробки інформації, виходи індукційних датчиків виконані сполученими з підсилювачем збудження низької частоти, виходи останнього виконано сполученими із електровібраторами крізь фазоінвертор, виходи джерела живлення виконано сполученими з входами підсилювача збудження низької частоти, реєстратора частоти коливань, аналого-цифрового перетворювача, реєстратора лінійних переміщень та блока обробки інформації, виконання виходу датчика лінійних переміщень зв'язаним з входом аналого-цифрового перетворювача, виконання виходів аналого-цифрового перетворювача сполученими з входом блока обробки інформації крізь реєстратор лінійних переміщень, виконання виходів реєстратора частоти коливань зв'язаним з входами блока обробки інформації, виконання на корпусі перед діафрагмою та на торцевій стінці корпусу отворів, виконання кількості отворів з кожної із сторін корпусу та їх сумарної площі рівними між собою.

частоти коливань, аналого-цифрового перетворювача, реєстратора лінійних переміщень та блока обробки інформації, вихід датчика лінійних переміщень виконано зв'язаним з входом аналого-цифрового перетворювача, виходи аналого-цифрового перетворювача виконано сполученими з входом блока обробки інформації крізь реєстратор лінійних переміщень, виходи реєстратора частоти коливань виконано зв'язаним з входами блока обробки інформації, на корпусі перед діафрагмою та на торцевій стінці корпусу виконано отвори, а кількість отворів з кожної із сторін корпусу та їх сумарна площа виконано рівними між собою.

Рішенням технічної задачі є додаткове розміщення електровібраторів, що виконані у вигляді котушок збудження, симетрично закріплених у середині корпусу, датчика лінійних переміщень, що виконаний у вигляді блока котушок збудження, симетрично закріплених усередині корпусу між зазначеними електровібраторами, аналого-цифрового перетворювача, що з'єднаний із зазначеним датчиком лінійних переміщень, діафрагми, що закріплені усередині корпусу з торців електровібраторів, не менше ніж двох підшипників ковзання, які виконано симетрично закріпленими в отворах діафрагми, рухомого штока, виконаного розміщеним в отворі електровібраторів з можливістю позовжнього переміщення відносно позовжньої осі електровібратора та зазначених підшипників ковзання, постійних магнітів, які виконані закріпленими, відповідно, на корпусі рухомого штока у його геометричній середині та на торцях зазначеного штока, індукційних датчиків, які закріплені на торцевих стінках корпусу, кожний з яких виконано розміщеним із зазором щодо постійного магніту, пружин, які розміщені між торцем рухомого штока і торцевою стінкою корпусу, виконання генератора звукових коливань у вигляді підсилювача збудження низької частоти, виконання датчика в'язкості у вигляді диска і закріпленням на торцевій частині штока перпендикулярно його позовжньої осі, встановлення пружин симетрично між собою і віссю рухомого штока та з можливістю контактування з торцевою стінкою корпусу та датчиком в'язкості, виконання схеми виміру вихідного сигналу датчика такою, що містить реєстратор частоти коливань, аналого-цифровий перетворювач, реєстратор лінійних переміщень та блок обробки інформації, виконання виходів індукційних датчиків сполученими з підсилювачем збудження низької частоти, виконання виходів останнього сполученими із електровібраторами крізь фазоінвертор, виконання виходів джерела живлення сполученими з входами підсилювача збудження низької частоти, реєстратора частоти коливань, аналого-цифрового перетворювача, реєстратора лінійних переміщень та блока обробки інформації, виконання виходу датчика лінійних переміщень зв'язаним з входом аналого-цифрового перетворювача, виконання виходів аналого-цифрового перетворювача сполученими з входом блока обробки інформації крізь реєстратор лінійних переміщень, виконання виходів реєстратора частоти коливань зв'язаним з входами блока обробки інформації, виконання на корпусі перед діафрагмою та на торцевій стінці корпусу отворів, виконання кількості отворів з кожної із сторін корпусу та їх сумарної площі рівними між собою.

Порівняльний аналіз технічного рішення з прототипом доводить, що віскозиметр, що заявляється, відрізняється тим, що він додатково містить електровібратори, виконані у вигляді котушок збудження, симетрично закріплені усередині корпусу, датчик лінійних переміщень, виконаний у вигляді блока котушок збудження, симетрично закріплених у середині корпусу між зазначеними електровібраторами, аналого-цифровий перетворювач, з'єднаний із зазначеним датчиком лінійних переміщень, діафрагми, закріплені усередині корпусу з торців електровібраторів, не менше ніж два підшипники ковзання, виконаних симетрично закріпленими у отворах діафрагми, рухомий шток, виконаний розміщеним в отворі електровібраторів з можливістю подовжнього переміщення відносно подовжньої осі електровібратора та зазначених підшипників ковзання, постійні магніти, виконані закріпленими, відповідно, на корпусі рухомого штока у його геометричній середині та на торцях зазначеного штока, індукційні датчики, закріплені на торцевих стінках корпусу, кожний з яких виконано розміщеним із зазором щодо постійного магніту, пружини, які розміщені між торцем рухомого штока і торцевою стінкою корпусу, при цьому генератор звукових коливань виконано у вигляді підсилювача збудження низької частоти, датчик в'язкості виконано у вигляді диска і закріпленим на торцевій частині якоря перпендикулярно його подовжньої осі, пружини встановлено симетрично між собою і віссю рухомого штока та з можливістю контактування з торцевою стінкою корпусу та датчиком в'язкості, схема виміру вихідного сигналу датчика виконана такою, що містить реєстратор частоти коливань, аналого-цифровий перетворювач, реєстратор лінійних переміщень та блок обробки інформації, виходи індукційних датчиків виконані сполученими з підсилювачем збудження низької частоти, виходи останнього виконано сполученими із електровібраторами крізь фазоінвертор, виходи джерела живлення виконано сполученими з входами підсилювача збудження низької частоти, реєстратора частоти коливань, аналого-цифрового перетворювача, реєстратора лінійних переміщень та блока обробки інформації, вихід датчика лінійних переміщень виконано зв'язаним з входом аналого-цифрового перетворювача, виходи аналого-цифрового перетворювача виконано сполученими з входом блока обробки інформації крізь реєстратор лінійних переміщень, виходи реєстратора частоти коливань виконано зв'язаним з входами блока обробки інформації, на корпусі перед діафрагмою та на торцевій стінці корпусу виконано отвори, а кількість отворів з кожної із сторін корпусу та їх сумарна площа виконано рівними між собою.

Суть винаходу пояснюється за допомогою креслень, де на фіг. 1 наведена конструктивно-компонувальна схема віскозиметра, на фіг. 2 наведена схема віскозиметра, яка пояснює його роботу і конструкцію, на фіг. 3 наведена блок-схема віскозиметра, яка пояснює його роботу і взаємодію конструктивних елементів, на фіг. 4 наведена (як варіант) конструкція рухомого штока з розміщенням на ньому датчиком в'язкості, на фіг. 5 надана схема розміщенні пристрою в ємкості з досліджуваним матеріалом, на фіг. 6 наведена залежність

частоти f власних коливань датчика в'язкості від в'язкості ν досліджуваного матеріалу (речовини), на фіг. 7 наведена залежність амплітуди λ лінійних переміщень датчика в'язкості від в'язкості ν досліджуваного матеріалу (речовини), на фіг. 8 наведений зовнішній вигляд віскозиметра.

Віскозиметр містить, як варіант конструкції (див. фіг. 1 та фіг. 2), корпус 1 з торцевими стінками 2, до яких кріпляться індукційні датчики 3. У середині корпусу 1 встановлено (жорстко закріплено) електровібратори 4, які виконані, наприклад, у вигляді електромагнітних котушок. У середині корпусу 1 встановлено (жорстко закріплено) діафрагми 5. У геометричному центрі (як варіант конструктивного виконання) кожної з діафрагм 5 жорстко закріплено підшипник ковзання 6, які виконані, наприклад, з фторопласту (матеріалу, що володіє одним з найменших коефіцієнтів тертя). У середині котушок (електровібраторів 4) та підшипників ковзання 6 проходить рухомий шток 7. На торцях рухомого штоку 7 закріплені жорстко постійні магніти 8 (N/S) та датчики в'язкості 9. Кожний з індукційних датчиків 3 виконано розміщеним з зазором щодо постійного магніту 8. Як варіант конструктивного виконання датчик в'язкості 9 виконано у вигляді диску, який закріплено на торцях штока 7 своєю площиною перпендикулярно подовжній осі рухомого штока 7. При цьому рухомий шток 7 виконано з можливістю подовжнього переміщення відносно подовжньої осі електровібратора 4 та зазначених підшипників ковзання 6. Між торцем рухомого штока 7 і торцевою стінкою 2 корпусу 1 розміщені пружини 10, при цьому пружини 10 виконано контактуючими з торцевою стінкою 2 корпусу 1 і датчиком в'язкості 9. Генератор звукових коливань 11 виконано у вигляді підсилювача збудження низької частоти (позиція 11), а схема виміру вихідного сигналу датчика в'язкості 9 виконана такою, що містить реєстратор частоти коливань 12, аналого-цифровий перетворювач 13, реєстратор лінійних переміщень 14 та блок обробки інформації 15. Як варіант конструктивного виконання реєстратор частоти коливань 12 може бути виконаний у вигляді частотоміра (позиція 12). Виходи індукційних датчиків 3 виконано сполученими з підсилювачем збудження 11 низької частоти, а виходи підсилювача збудження 11 низької частоти виконано сполученими з електровібраторами 4 через фазоінвертор 16. Фазоінвертор 16 служить для подачі посиленого сигналу з підсилювача збудження 11 низької частоти по чергово на кожний з двох електровібраторів 4 для приведення в дію рухомого штоку 7. На корпусі 1 та на торцевій стінці 2 корпусу 1 виконано, відповідно, отвори 17 і 18, при цьому кількість отворів 17 і 18 з однієї частини корпусу 1 повинна дорівнювати кількості отворів 17 і 18 з другої частини корпусу 1. Сумарна площа отворів 17 і 18 з однієї частини корпусу 1 повинна дорівнювати сумарній площі отворів 17 і 18 з другої частини корпусу 1. Виходи джерела живлення 19 виконано сполученими зі входами підсилювача збудження 11 низької частоти, реєстратора 12 частоти коливань, аналого-цифрового перетворювача 13, реєстратора лінійних переміщень 14 та блока обробки інформації 15 контрольованих параметрів (E^*) за допомогою електричних ланцюгів 20. У середині корпусу 1 між електро-

вібраторами 4 встановлено датчик 21 лінійних переміщень, який виконано у вигляді блока котушок збудження, відповідно верхніх котушок (позиція 22) та нижньої котушки (позиція 23). На рухомому штоку 7 (в районі датчика 21 лінійних переміщень, а саме, блока котушок збудження, відповідно верхніх котушок (позиція 22) та нижньої котушки (позиція 23) жорстко закріплено постійний магніт 24 (N/S). Вихід датчика 21 лінійних переміщень виконано зв'язаним з входом аналого-цифрового перетворювача 13, а виходи аналого-цифрового перетворювача 13 - із входом блока обробки інформації 15 крізь реєстратор 14 лінійних переміщень. Виходи реєстратора 12 частоти коливань виконано зв'язаним з входами блока обробки інформації 15. Додатковим обладнанням для проведення технологічних операцій щодо визначення фізичних властивостей речовин, наприклад, в'язкості, шляхом виміру параметрів коливань динамічної системи (частоти f власних коливань та амплітуди λ , лінійних переміщень датчика в'язкості 9), що взаємодіє з досліджуванним матеріалом 25 (речовиною), є ємність 26. При контрольних дослідженнях у ємність 26 наливають рідку речовину 25 і розміщують пристрій (вібраційний віскозиметр) (див. фіг. 5). Збудження коливань датчика в'язкості 9 проводиться за допомогою подачі живлення з підсилювача збудження 11 низької частоти на електровібратори 4 крізь фазоінвертор 16.

Віскозиметр працює таким чином.

Попередньо проводять тарування віскозиметра за еталонними значеннями величин в'язкості ν матеріалу (речовини) 25, що отримані за допомогою інших відомих методів контролю, описаних, наприклад, у [4]. Для цього збуджують коливання датчика в'язкості 9 з власною (авторезонансною) частотою і приводять до відповідності частоту власних коливань f датчика в'язкості 9 з в'язкістю матеріалу (речовини) 25 для кожного з численних досліджуваних матеріалів (речовин) 25. За одержаними унаслідок контролю значеннями частоти f власних коливань і відомих величин в'язкості ν матеріалу (речовини) 25, будують графік залежності частоти f власних коливань датчика в'язкості 9 від в'язкості ν матеріалу (речовини) 25 (див. фіг. 6). Відповідно до графіка залежності $f = f(\nu)$, кожному із значень f частоти власних коливань датчика в'язкості 9 буде відповідати визначене значення ν в'язкості матеріалу (речовини) 25. Водночас з таруванням віскозиметра за еталонними значеннями величин в'язкості ν матеріалу (речовини) 25, проводять його тарування щодо залежності амплітуди λ лінійних переміщень датчика в'язкості 9 від в'язкості ν матеріалу (речовини) 25 (див. фіг. 7). При цьому також відповідно до графіка залежності $\lambda = f(\nu)$ кожному із значень λ лінійних переміщень датчика в'язкості 9 буде відповідати певне значення ν в'язкості матеріалу (речовини) 25.

Маючи тарувальний графік залежності частоти f власних коливань датчика в'язкості 8 від в'язкості ν матеріалу (речовини) 19 (див. фіг. 6) та тарувальний графік залежності амплітуди λ лінійних переміщень датчика в'язкості 9 від в'язкості ν матеріалу (речовини) 25 (див. фіг. 7), приступають до досліджень.

Перед початком досліджень заповнюють ємність 26 досліджуванним матеріалом (речовиною) 25 до визначеного рівня (див. фіг. 5). Після цього віскозиметр занурюють у ємність 26 з досліджуванним матеріалом (речовиною) 25 так, щоб корпус 1 пристрою був повністю зануреним у досліджуваний матеріал 25 (на глибину, не меншу двох величин корпусів) (див. фіг. 5).

Електричні ланцюги 20 від індукційних датчиків 3 і електровібраторів 4 вібраційного віскозиметра з'єднують з входами, відповідно, підсилювача збудження 11 низької частоти (генератора звукових коливань) і частотоміра 12 (приладу, який реєструє, а саме, реєстратора частоти коливань). Виходи підсилювача збудження 11 низької частоти і реєстратора частоти коливань (частотоміра 12) з'єднують електричним ланцюгом 20 з входом джерела живлення 19 (див. фіг. 2 та фіг. 3).

Проводять перевірку занурення пристрою у досліджуваний матеріал (речовину) 25 і проникнення досліджуваного матеріалу (речовини) 25 у порожнини корпусу 1 пристрою. Робочий орган (диск) датчика в'язкості 9 повинен бути цілком зануреним у згаданий досліджуваний матеріал (речовину) 25 (див. фіг. 5).

Вмикають джерело живлення 19 і подають живлення на підсилювач збудження 11 низької частоти, частотомір 12 (реєстратор частоти коливань), аналого-цифровий перетворювач 13, реєстратор лінійних переміщень 14 та на блок обробки інформації 15.

При взаємодії магнітного поля постійного магніту 8 з індукційними датчиками 3 в одному з них (наприклад, лівому - відповідно до фіг. 1 та фіг. 2) буде вироблятися сигнал у вигляді електрорушійної сили (е.р.с.) індукції. З цього індукційного датчика 3 сигнал у вигляді е.р.с. індукції буде подаватися на підсилювач збудження 11 низької частоти і з останнього (вже підсилений) - через фазоінвертор 16 на обмотки котушки електровібратора 4 (наприклад, лівої - відповідно до фіг. 1 та фіг. 2) і на вхід реєстратора частоти коливань (частотоміра 12). При цьому обмотки котушки електровібратора 4 утворюють електромагнітне поле. Під дією електромагнітного поля, яке утворено обмотками котушки електровібратора 4, рухомий шток 7 буде виштовхуватися зі згаданої котушки 4 у напрямку іншої котушки 4 (правої - відповідно до схеми на фіг. 1 та фіг. 2), яка не працює у перший півперіод коливань. Рухомий шток 7, що спирається на підшипники ковзання 6, буде ковзати по них практично без тертя (у зв'язку з тим, що матеріал для підшипників ковзання 6 вибирається з мінімальним коефіцієнтом тертя, наприклад, фторопласт, а визначені підшипники ковзання 6 додатково контактують із полірованою поверхнею рухомого штока 7). Переміщення рухомого штока 7 буде викликати стиск пружини 10 (правої - відповідно до схеми на фіг. 1 та фіг. 2). При цьому досліджуваний матеріал 25 буде всмоктуватися крізь отвори 18 на торцевій стінці 2 корпусу 1 (лівої частини корпусу 1 згідно зі схемою на фіг. 1 та фіг. 2) в порожнину, яка створена зазначеною стінкою 2, внутрішньою стінкою корпусу 1 та зовнішньою поверхнею датчика в'язкості 9, і одночасно виштовхуватися з порожнини, яка створена внутрішньою поверхнею датчика в'язкості 9, внутрішньою стін-

кою корпусу 1 та стінкою діафрагми 5, через отвори 17 на корпусі 1. У цей же момент часу в іншій (правій частині) корпусу 1, згідно зі схемою на фіг. 1 та фіг. 2) досліджуваній матеріал 25 буде всмоктуватися крізь отвори 17 на корпусі 1 в порожнину, яка створена внутрішньою поверхнею датчика в'язкості 9, внутрішньою стінкою корпусу 1 та стінкою діафрагми 5, і виштовхуватись з порожнини, яка створена зазначеною стінкою 2, внутрішньою стінкою корпусу 1 та зовнішньою поверхнею датчика в'язкості 9 (див. фіг. 1 та фіг. 2). Зазначена пружина 10 при своєму стиску буде накопичувати енергію. Наприкінці переміщення рухомого штока 7, коли буде досягнуте рівноважне положення (коли сила впливу електромагнітного поля на шток 7 буде дорівнювати силі затягування пружини 10), згаданий рухомий шток 7 зупиниться. У цей момент індукційний датчик 3 (лівий - відповідно до схеми на фіг. 2) припинить виробляти сигнал у вигляді е.р.с. індукції (сигнал стане дорівнювати «нулю»), а задіяний електровібратор 4 обезструмиться. Рухомий шток 7 під дією пружини 10 (правої - відповідно до схеми на фіг. 2), яка є упертою одним кінцем у торцеву стінку 2 корпусу 1, а другим - у датчик в'язкості 9 (диск), почне переміщатися в обернену сторону. При цьому постійний магніт 8 почне взаємодіяти з іншим індукційним датчиком 3 (правим - відповідно до схеми на фіг. 1 та фіг. 2). Визначений датчик 3 почне виробляти сигнал у вигляді е. р. с. індукції і по вищевказаній схемі подавати його на підсилювач збудження 11 низької частоти, а потім, вже підсилений, на котушку електровібратора 4 через фазоінвертор 16 (праву - відповідно до схеми на фіг. 1 та фіг. 2), що буде працювати у другий півперіод коливань, і на вхід реєстратора частоти коливань (частотоміра 12). Під дією електромагнітного поля зазначеної котушки 4 (правої - відповідно до схеми на фіг. 2) рухомий шток 7 почне переміщатися у бік іншої котушки 4 (лівої - відповідно до схеми на фіг. 1 та фіг. 2), стискаючи пружину 10 (ліву - відповідно до схеми на фіг. 1 та фіг. 2). При цьому досліджуваній матеріал 25 буде всмоктуватися крізь отвори 18 на торцевій стінці 2 корпусу 1 (правої частини корпусу 1 згідно за схемою на фіг. 1 та фіг. 2) у порожнину, яка створена зазначеною стінкою 2, внутрішньою стінкою корпусу 1 та зовнішньою поверхнею датчика в'язкості 9, і одночасно виштовхуватись з порожнини, яка створена внутрішньою поверхнею датчика в'язкості 9, внутрішньою стінкою корпусу 1 та стінкою діафрагми 5, крізь отвори 17 на корпусі 1. У цей же момент часу в іншій (лівій частині) корпусу 1, згідно зі схемою на фіг. 1 та фіг. 2) досліджуваній матеріал 25 буде всмоктуватися через отвори 17 на корпусі 1 в порожнину, яка створена внутрішньою поверхнею датчика в'язкості 9, внутрішньою стінкою корпусу 1 та стінкою діафрагми 5, і виштовхуватись з порожнини, яка створена зазначеною стінкою 2, внутрішньою стінкою корпусу 1 та зовнішньою поверхнею датчика в'язкості 9 (див. фіг. 1 та фіг. 2).

Таким чином виникають незатухаючі у часі механічні коливання динамічної системи «рухомий шток 7 - пружини 10» і пов'язаного з нею датчика в'язкості 9, що занурений у досліджуваній матеріал (речовину) 25. У залежності від в'язкості ν досліджуваного матеріалу (речовини) 25 частота f

власних коливань буде різноманітною за усі інші рівні умови (сили попереднього затягування пружин 10, визначеному вигляду датчика в'язкості 9, відстані між індукційними датчиками 3 і постійним магнітом 8, параметрами котушки 4). При дотриманні усіх вищевказаних умов частота f власних коливань динамічної системи «рухомий шток 7 - пружини 10» і пов'язаного з нею датчика в'язкості 9 буде відповідати визначеній величині в'язкості ν досліджуваного матеріалу (речовини) 25.

За допомогою реєстратора частоти коливань 12 (наприклад, електронно-обчислювального частотоміра 12), визначають фактичну частоту f_1 власних коливань датчика в'язкості 9, що буде відповідати фактичному значенню в'язкості ν_1 досліджуваного матеріалу (речовини) 25. Для цього на графіку залежності $f=(\nu)$ (див. фіг. 6) на осі f вибирають фактичне значення частоти f_1 власних коливань, проводять перпендикуляр до перетину з графіком і з точки перетину з графіком опускають перпендикуляр на вісь ν . Отримане значення в'язкості ν_1 буде відповідати фактичній в'язкості ν_1 досліджуваного матеріалу (речовини) 25 (див. фіг. 6). Аналогічно отримують величину фактичної в'язкості ν_1 при визначенні фактичної частоти f_2 власних коливань датчика в'язкості 9. При автоматичному контролі зазначені дані подаються на блок 15 обробки інформації для визначення характеристик досліджуваного матеріалу (речовини) 25 за вищезазначеною схемою.

Для спрощення операції з визначення фактичної величини в'язкості ν реєстратор частоти коливань 12 (частотомір 12) може бути поградуированим за значеннями в'язкості.

З метою підвищення чутливості динамічної системи «рухомий шток 7 - пружини 10» і з'єднаного з нею датчика в'язкості 9 (що необхідно при досліджуванні матеріалу з великою в'язкістю, наприклад, смоли, фарби) передбачене додаткове дослідження шляхом виміру амплітуди λ лінійних переміщень датчика в'язкості 9 у залежності від в'язкості ν досліджуваного матеріалу (речовини) 25.

Для цього при роботі пристрою (віскозиметра) водночас з визначенням характеристик частоти f власних коливань датчика в'язкості 9 знімають характеристики амплітуди λ лінійних переміщень зазначеного датчика в'язкості 9. Принцип визначення характеристик амплітуд λ лінійних переміщень зазначеного датчика в'язкості 9 заключається в тому, що при переміщенні рухомого штока 7 із закріпленням на ньому постійним магнітом 24 відносно датчика 21 лінійних переміщень (відповідних котушок 22 та 23), у зазначеному датчику 21 виробляється сигнал у вигляді електрорушійної сили (е.р.с.) індукції. З цього датчика 21 зазначений сигнал (величина якого дорівнює швидкості переміщення штока 7) подається на вхід аналого-цифрового перетворювача 13. В аналого-цифровому перетворювачі 13 сигнал з датчика 21 інтегрується і у відповідному вигляді подається на вхід реєстратора лінійних переміщень 14. З реєстратора лінійних переміщень 14 сигнал у вигляді характеристик фактичного значення амплітуди λ лінійних переміщень досліджуваного матеріалу (речовини) 25 за-

лежності $\lambda = f(\nu)$ подається на блок 15 обробки інформації.

Якщо блок 15 обробки інформації не використовують, то визначають фактичну амплітуду λ_1 лінійних переміщень датчика в'язкості 9, що буде відповідати фактичному значенню в'язкості ν_1 досліджуваного матеріалу (речовини) 25. Для цього на графіку залежності $\lambda = f(\nu)$ (див. фіг. 7) на осі λ вибирають фактичне значення частоти λ_1 власних коливань, проводять перпендикуляр до перетину з графіком і з точки перетину з графіком опускають перпендикуляр на вісь ν . Отримане значення в'язкості ν_1 буде відповідати фактичній в'язкості ν_1 досліджуваного матеріалу (речовини) 25 (див. фіг. 6). Аналогічно отримують величину фактичної в'язкості ν_1 при визначенні фактичної амплітуди λ_2 лінійних переміщень датчика в'язкості 9.

Підвищення ефективності застосування віскозиметра, що заявляється, у порівнянні з про-

тотипом, досягається за рахунок підвищення точності визначення частоти коливань рухомого штока із закріпленням на ньому датчиком в'язкості, який є зануреним у досліджуване середовище (речовину), а саме, за рахунок використання авторезонансних режимів коливань динамічної системи, що найбільш точно відображає зміну впливу на згадану динамічну систему характеристик досліджуваного середовища. Використовується коливальна система самоналагоджувального типу, динамічні характеристики якої залежать тільки від жорсткості вмонтованих пружних елементів (пружин) і від реологічних характеристик досліджуваного середовища, зокрема, від в'язкості. Також підвищення ефективності застосування віскозиметра, що заявляється, у порівнянні з прототипом, досягається за рахунок підвищення точності реологічних характеристик досліджуваного середовища (речовини) шляхом додаткового вимірювання амплітуди лінійних переміщень датчика в'язкості.

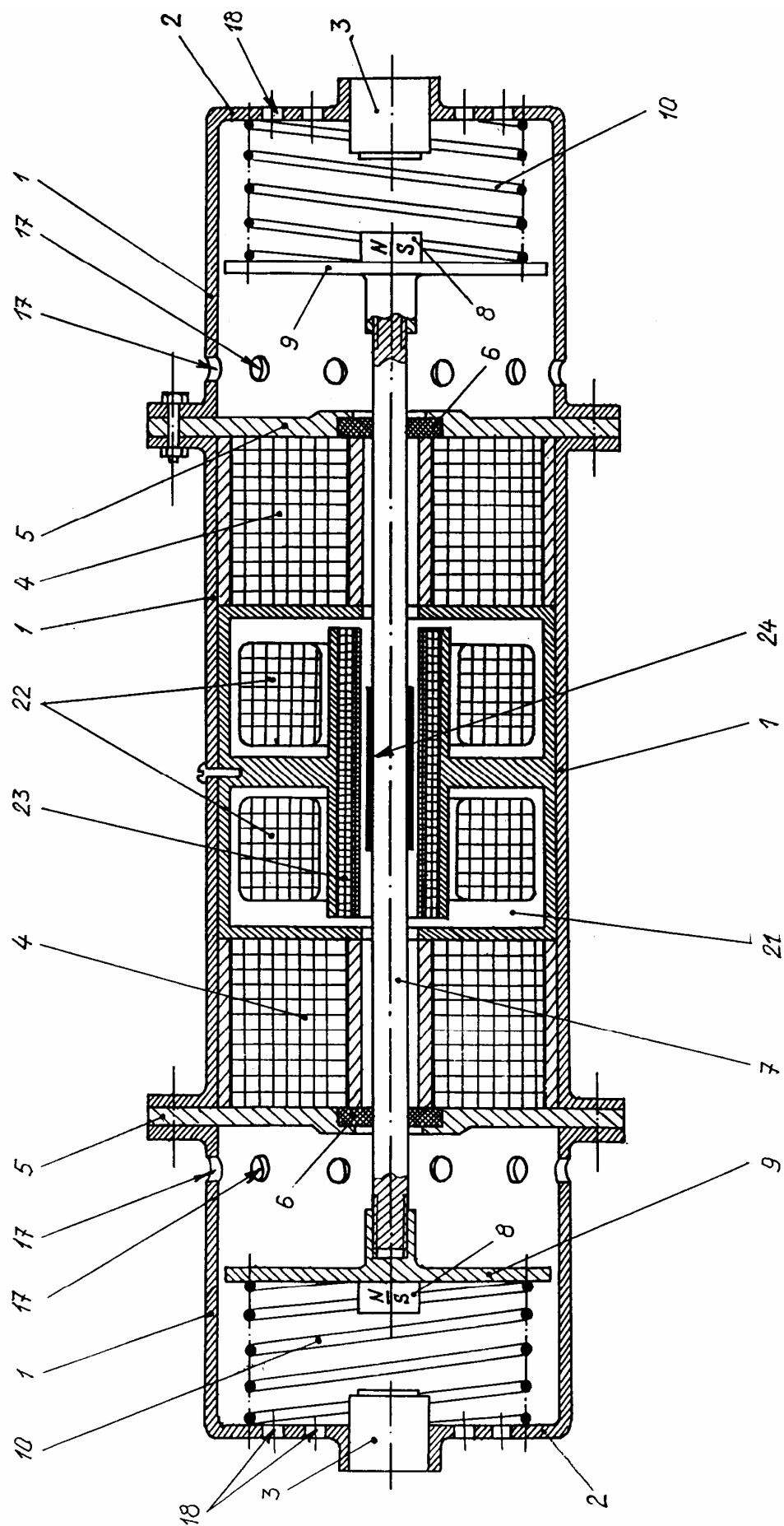
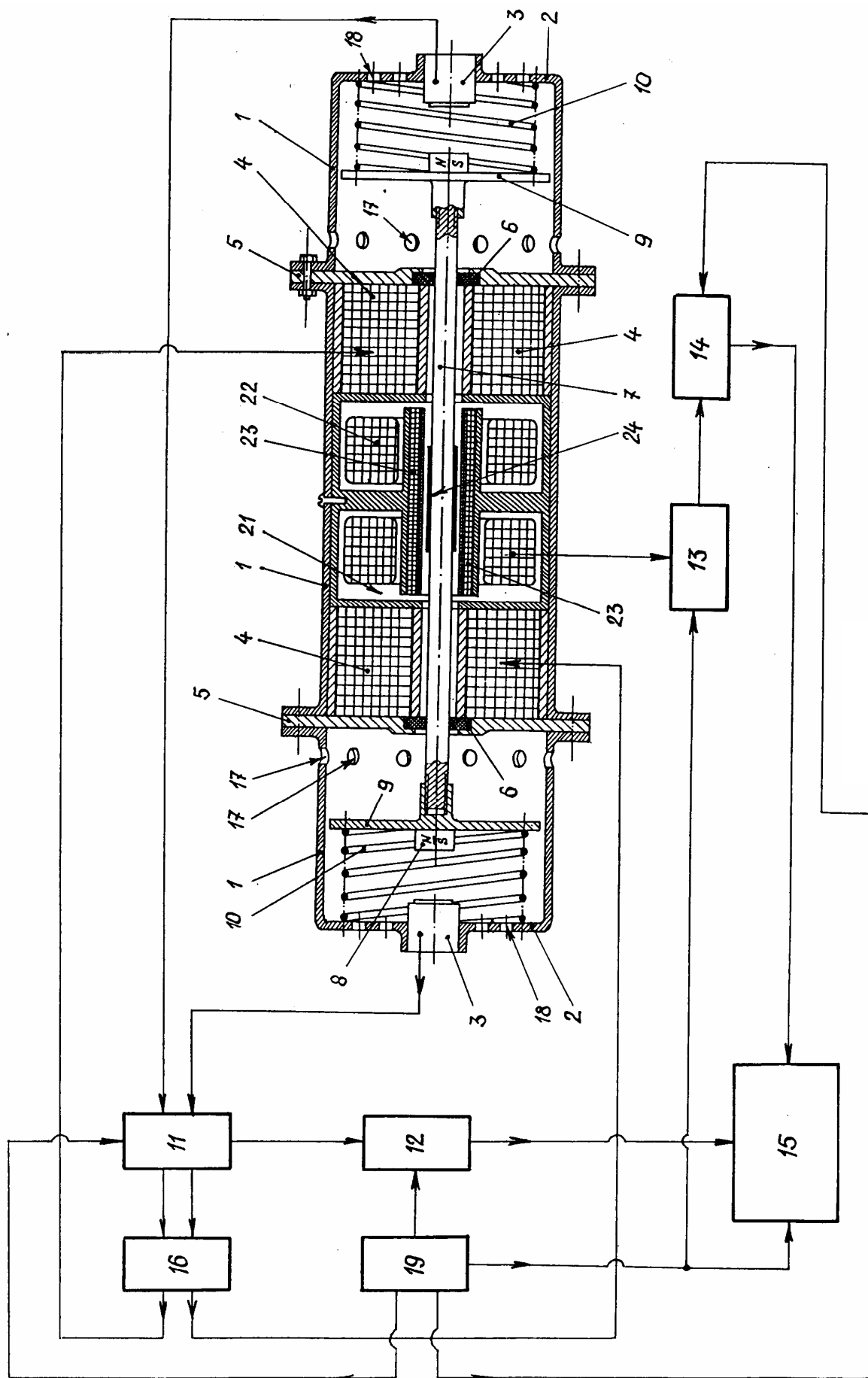


Fig. 1



Фиг. 2

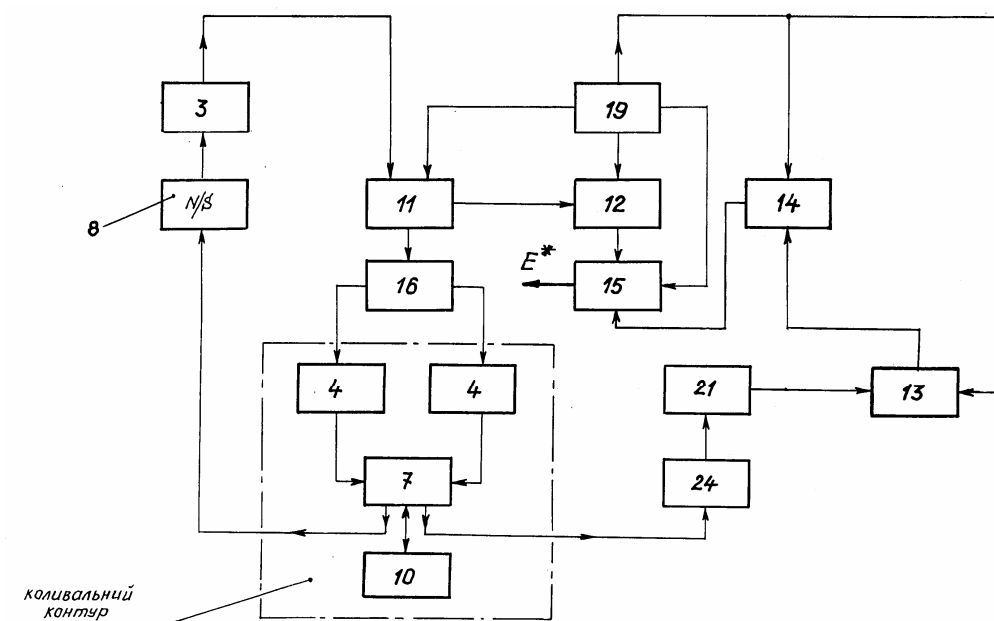


Fig. 3

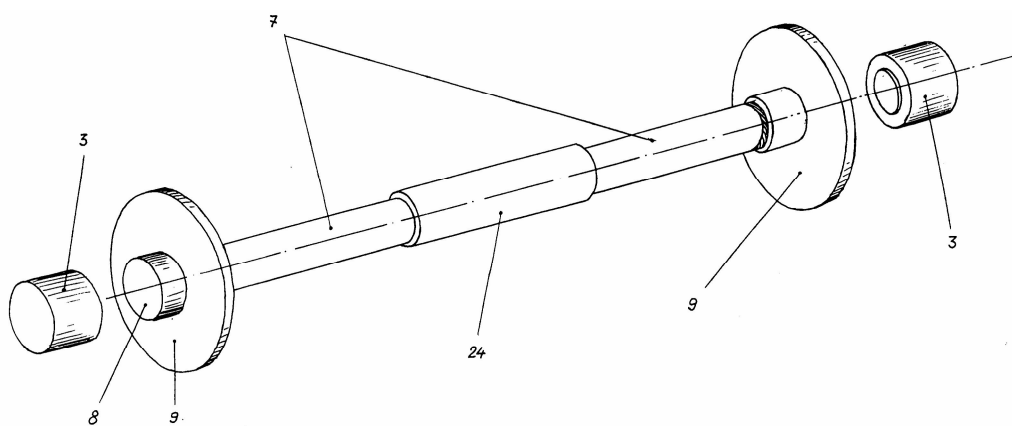


Fig. 4

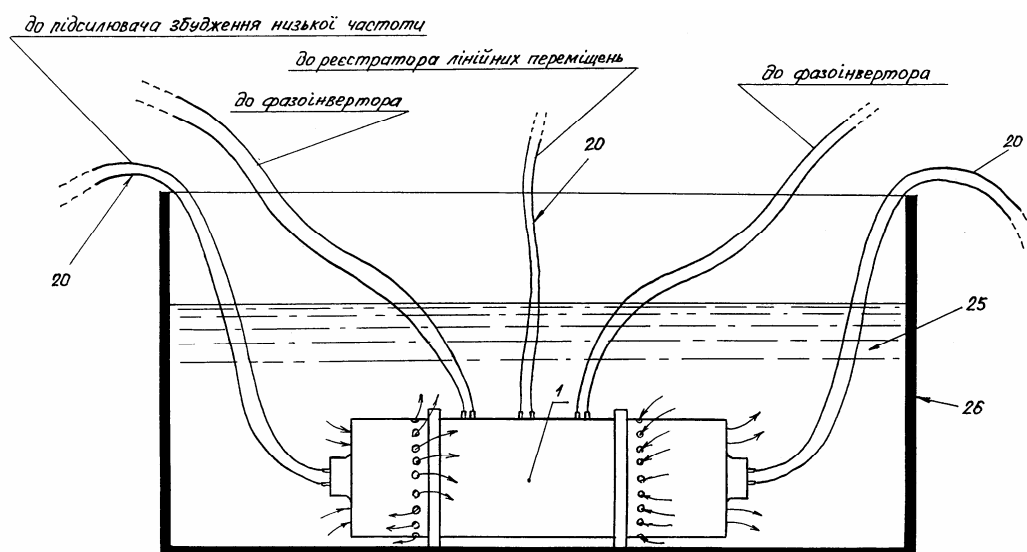
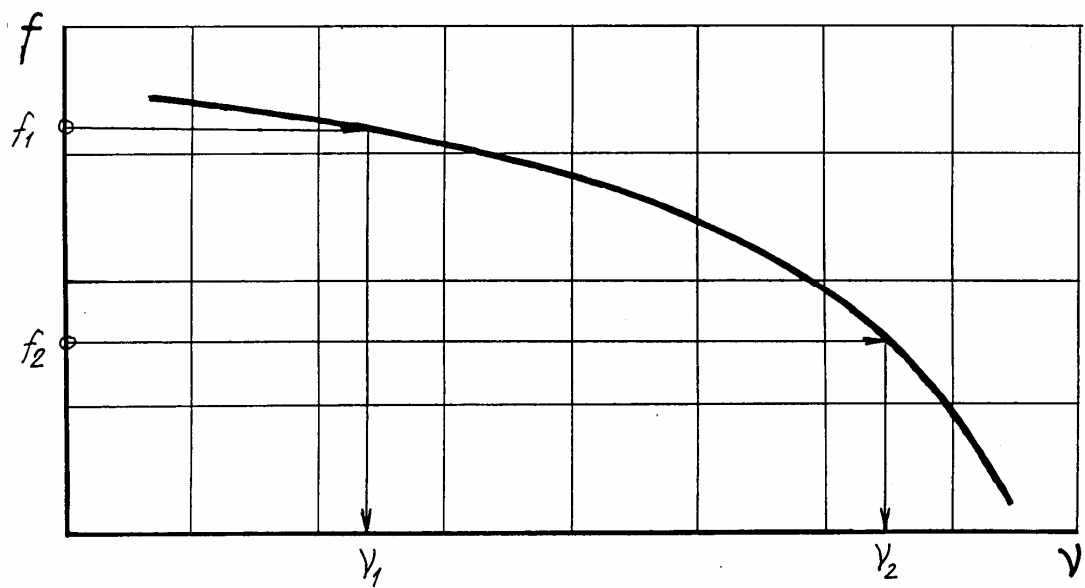


Fig. 5

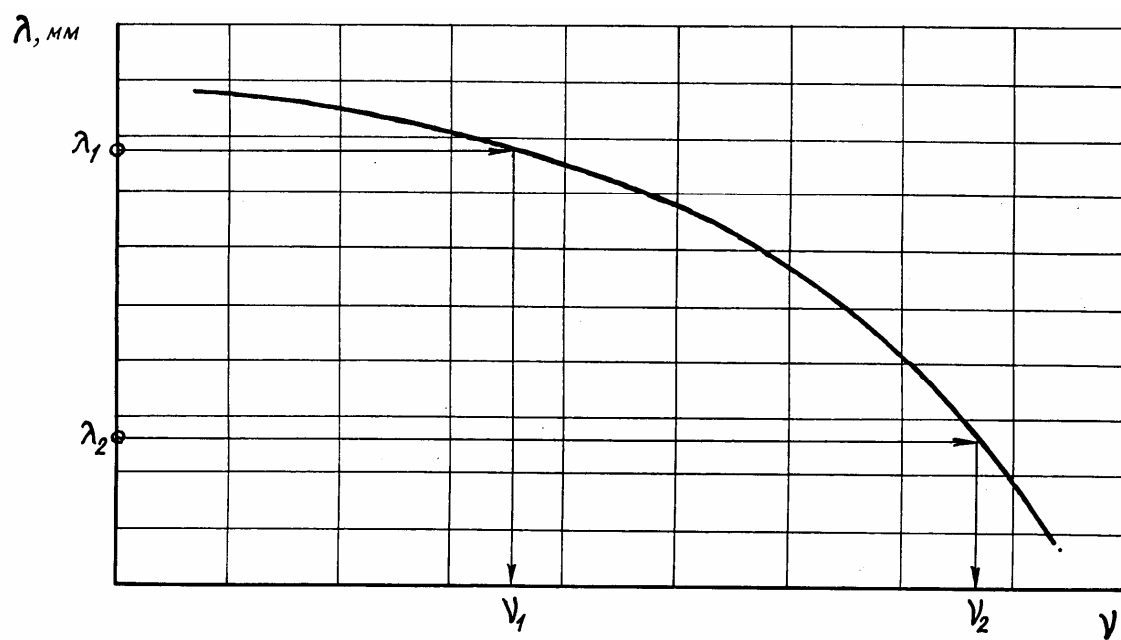
частота власних (авторезонансних)
коливань



В'язкість

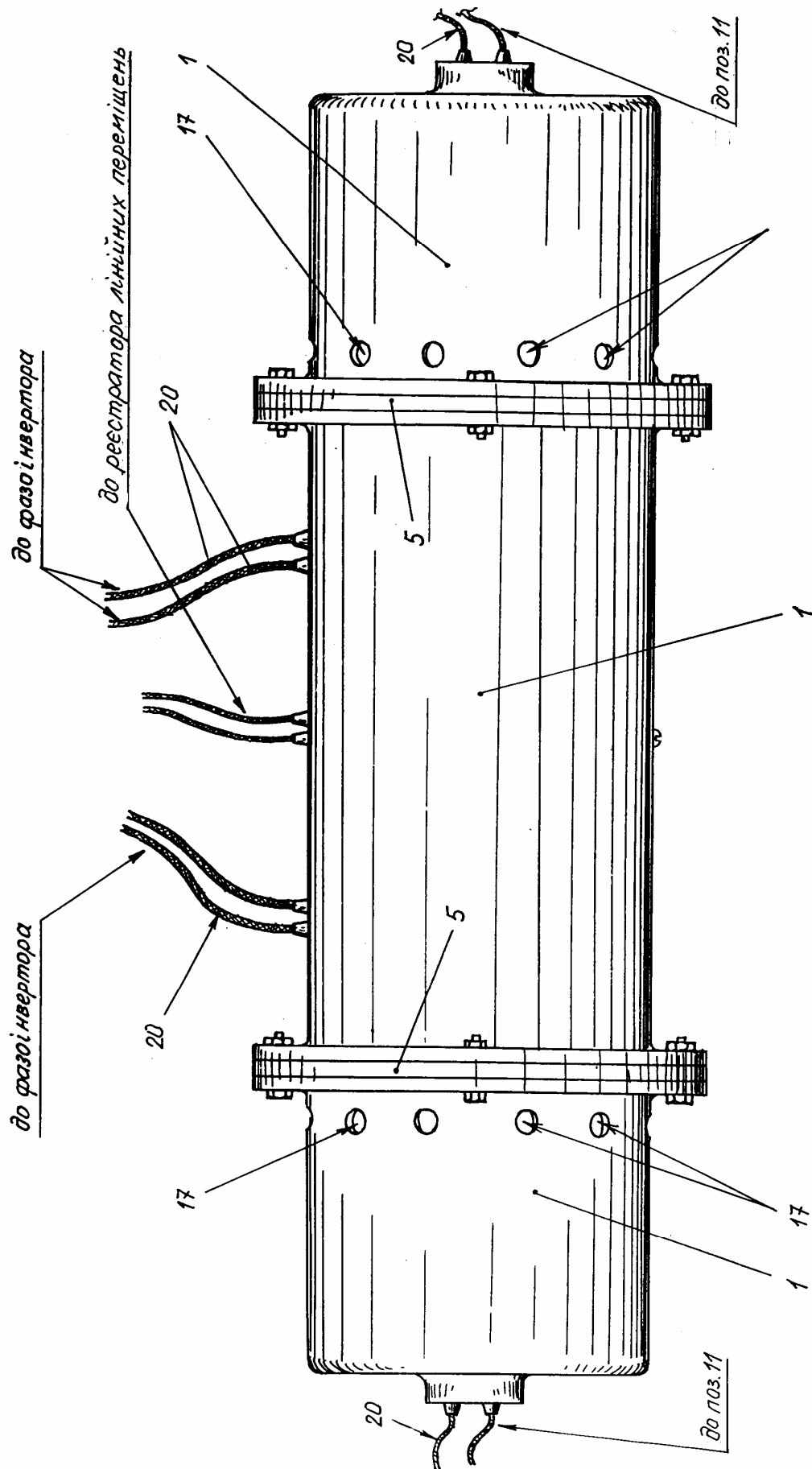
Фіг. 6

Величина лінійних переміщень



В'язкість

Фіг. 7



Фіг. 8

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03
