



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38411 (13) A

(51) 7 G01N11/16

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

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ В'ЯЗКОСТІ РІДКИХ РЕЧОВИН

(21) 2000063861

(22) 30.06.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Никифорок Богдан Васильович, Єршова Емма
Олександрівна(73) Український науково-дослідний інститут спе-
ціальних видів друку(57) Спосіб визначення в'язкості рідких речовин,
що включає занурення чутливого елемента, вико-

наного у вигляді зонда, у досліджуване середови-
ще і збудження коливань зонда з наступним вимі-
ром амплітуди коливань зонда, що **відрізняється**
тим, що попередньо змінюють температуру дос-
ліджуваного середовища до стандартної і, при до-
сягненні досліджуванним середовищем стандартної
температури 20°C, збуджують коливання зонда з
власною частотою, а величину в'язкості досліду-
ваного середовища визначають за параметрами
зміни амплітуди коливань.

Винахід відноситься до області визначення в'язкості рідких речовин, зокрема, до приладів для виміру в'язкості, а саме, - до способів визначення в'язкості рідких речовин, - і може застосовуватися в системах контролю й автоматичного регулювання в'язкості у нафтохімічній, харчовій, поліграфічній та інших галузях промисловості.

Відомий спосіб визначення в'язкості рідких речовин, при якому проводять занурення чутливого елемента, виконаного у вигляді зонда, у досліджуване середовище, збуджують коливання зонда, і за зміною параметрів коливальної системи, яка зв'язана з величиною в'язкості рідких речовин, визначають її значення [1].

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

в'язкості.

Найбільш близьким технічним рішенням, обраним як прототип, є спосіб визначення в'язкості рідких речовин, що містить занурення чутливого елемента, виконаного у вигляді зонда, у досліджуване середовище, і збудження коливань зонду з наступним виміром амплітуди коливань зонда [2].

Недоліками відомого способу визначення в'язкості рідких речовин, обраного за прототип, є складність системи виміру амплітуд коливань зонду. При цьому зміни амплітуди коливань зонда практично не відбуваються, тому що 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 виміру зміна амплітуди коливань відбувається тільки у середовищі зі значною в'язкістю, наприклад, у смолі, бетонній суміші, піску, фарбах. До того ж, недоліками відомого способу визначення в'язкості є і те, що замір параметрів проводять при різних температурах досліджуваного середовища, а в'язкість його визначають в лабораторних умовах при стандартній температурі 20°C. Недооцінка температурного фактора буде призводити до накопичування похибок при визначенні фактичної величини в'язкості.

Технічною задачею, що розв'язується цим винаходом, є підвищення достовірності визначення величини в'язкості досліджуваного середовища шляхом підвищення чутливості засобу вимірювання, що використовується, та урахування температурного фактора.

(19) UA (11) 38411 (13) A

Рішенням технічної задачі у способі визначення в'язкості рідких речовин, що включає занурення чутливого елемента, виконаного у вигляді зонда, у досліджуване середовище, і збудження коливань зонда з наступним виміром амплітуди коливань зонда, є проведення заходів щодо попередньої зміни температури досліджуваного середовища до стандартної, збудження коливання зонда з власною частотою при досяганні досліджуваним середовищем стандартної температури 20°C, визначення величини в'язкості досліджуваного середовища через параметри зміни амплітуди його коливань.

Порівняльний аналіз технічного рішення, що пропонується, з прототипом дозволяє зробити висновок, що спосіб визначення в'язкості рідких речовин, що пропонується, відрізняється тим, що попередньо змінюють температуру досліджуваного середовища до стандартної і, при досягненні досліджуваним середовищем стандартної температури 20°C, збуджують коливання зонду з власною частотою, а величину в'язкості досліджуваного середовища визначають через параметри зміни амплітуди його коливань.

Таким чином, спосіб визначення в'язкості рідких речовин, що пропонується, відповідає критерію винаходу «новизна».

Суть способу визначення в'язкості рідких речовин пояснюється за допомогою креслень, де: на фіг. 1 наведено конструктивно-компонувальну схему приладу, за допомогою якої проводять визначення в'язкості дисперсного середовища; на фіг. 2-3 наведені схеми роботи зонду, відповідно, у першому і другому півперіодах його коливань; на фіг. 4 наведено схему розміщення устаткування для реалізації способу визначення в'язкості дисперсного середовища (як варіант конструктивного виконання); на фіг. 5 наведена блок-схема приладу, за допомогою якого проводять визначення в'язкості рідких речовин; на фіг. 6 наведена залежність амплітуди A коливань зонда від в'язкості ν досліджуваного середовища та його температури t .

Суть способу визначення в'язкості рідких речовин пояснюється за допомогою устаткування для цієї мети, наприклад, вібраційного віскозиметра, конструкція якого наведена у [3], [4], або за допомогою інших приладів. Кожний з вищезазначених приладів містить зонд, закріплений із можливістю вчинення маятникових коливань, і систему збудження коливань зонда, що містить електровібратори, індукційні датчики, магніт, закріплений на зонді з можливістю взаємодії з індукційними датчиками, підсилювач низькочастотних коливань і прилад, який реєструє амплітуду коливань. Як прилад, який реєструє амплітуду коливань, може бути використаний реєстратор лінійних переміщень зонду. При цьому зонд і електровібратори включені у частотно-вибіркову ланку системи збудження коливань, що реагують на зміну в'язкості середовища, у якому занурений зонд.

Попередньо проводять тарування вібраційного віскозиметра за еталонними значеннями величин в'язкості ν матеріалу (речовини) 22, що отримані за допомогою інших відомих методів контролю, наведених, наприклад, у [5]. Для цього доводять температуру t досліджуваного середовища до ста-

ндартної температури, яка дорівнює 20°C, збуджують коливання датчика в'язкості з власною частотою і приводять до відповідності амплітуди A власних коливань датчика в'язкості з в'язкістю ν матеріалу (речовини) 22 для кожного з численних досліджуваних матеріалів (речовин) 22. За одержаними внаслідок контролю значеннями амплітуди A власних коливань і відомих величин в'язкості ν матеріалу (речовини) 22 при стандартній температурі досліджуваного середовища 20°C, будують графік залежності амплітуди A власних коливань датчика в'язкості від в'язкості ν матеріалу (речовини) 22 та температури t (див. фіг. 6). 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) 22.

Маючи тарувальний графік залежності амплітуди A власних коливань датчика в'язкості від в'язкості ν матеріалу (речовини) 22 та температури t , приступають до досліджень з використанням приладу, за допомогою якого виконувались контрольні вимірювання амплітуди A власних коливань датчика в'язкості.

Для пояснення суті винаходу обране устаткування, наприклад, у вигляді вібраційного віскозиметра, який містить, як варіант конструкції (див. фіг. 1), корпус 1 із торцевими кришками 2 і внутрішніми перегородками 3, до яких кріплять підшипники ковзання 4, які виконані, наприклад, з фторопласту (матеріалу, що володіє одним з найменших коефіцієнтів тертя), і електровібратори 5, які виконані, наприклад, у вигляді електромагнітних котушок. У середині котушок (електровібраторів 5) проходить магнітний якорі 6, що конструктивно виконаний двополюсним. На торцях магнітного якоря 6 закріплені жорстко втулки 7, які виконані, наприклад, із бронзи з полірованою зовнішньою поверхнею. У торці кришок 2 і магнітного якоря 6 упираються пружини 8, які повинні мати однакові характеристики жорсткості. На рухомому магнітному якорі 6 (у його геометричній середині) закріплені кронштейни 9 і 10. На вільному кінці кронштейна 9 закріплений робочий орган 11 датчика в'язкості, а на кронштейні 10 - постійний магніт 12 (N/S). Кронштейни 9 і 10 проходять крізь прорізи 13, що виконані у корпусі 1. Індукційні датчики 14 закріплені на рухомих основах 15 (як варіант конструктивного виконання). Переміщення рухомих основ 15 із закріпленими на них індукційними датчиками 14 відносно постійного магніту 12 провадиться за допомогою регульовальних гвинтів 16 (як варіант конструктивного виконання). Збудження коливань датчика в'язкості з робочим органом 11 провадиться за допомогою подавання живлення з підсилювача збудження низької частоти 17 на електровібратори 5. До схеми виміру вихідного сигналу датчика в'язкості входить прилад 18, який реєструє. Як прилад, який реєструє амплітуду коливань, може бути використаний реєстратор лінійних переміщень зонда. Прилад 18, який реєструє амплітуду коливань зонда, виконаний сполученим з блоком (джерелом) живлення 19 і електровібратором 5 електричними ланцюгами 20. При цьому виходи індукційних датчиків 14 виконані сполученими з підсилювачем збудження 17, а виходи останнього (позиція 17) - з електровібрато-

ром 5, блоком живлення 19 і приладом 18 (реєстратором лінійних переміщень зонду) електричними ланцюгами 20 (див. фіг. 4-5). Для проведення досліджень додатково використовують ємність 21 для досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 22. Як варіант конструкції ємність 21 виконують у вигляді циліндра з закритою нижньою частиною. Ємність 21 конструктивно може містити кришку 23 з отвором 24 для проходження кронштейну 9 із закріпленим на ньому робочим органом 11. В середині корпусу ємності 21 встановлюють термометр 25 та нагрівальний елемент 26. Корпус 27 ємності 21 додатково постачають зовнішньою стінкою 28, яку встановлюють на відстані від базової стінки корпусу 27. При цьому конструктивно виконують порожнину 29, яка утворюється базовою стінкою корпусу 27 і додатковою стінкою 28, герметично закритою. Для підведення у внутрішню порожнину 29 охолодженої або нагрітої речовини, наприклад, води, азоту, пару, на стінці 28 встановлюють патрубки 30 для підведення зазначеної охолодженої або нагрітої речовини (позиція 31). Виходи нагрівального елемента 26 з'єднують з блоком (джерелом) живлення 19 за допомогою електричного ланцюга 20.

Вібраційний віскозиметр працює таким чином.

Перед початком досліджень заповнюють ємність 21 досліджуванним матеріалом (рідкою речовиною) 22 до визначеного рівня і закривають кришкою 23. Проводять замір температури досліджуваного матеріалу 22, наприклад, за допомогою термометра 25. Якщо температура досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 22 не відповідає стандартній, а саме, - 20°C , то її приводять у відповідність до стандартної температури $t = 20^{\circ}\text{C}$. Наприклад, якщо температура досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 22 менше ніж 20°C , то вмикають нагрівальний елемент 26, який є зануреним у досліджуваний матеріал (речовину) 22, що знаходиться у ємності 21, і нагрівають досліджуваний матеріал 22 до відповідної температури $t = 20^{\circ}\text{C}$. Або для нагріву досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 22 використовують метод пропускання нагрітої речовини, наприклад, газу або води (позиція 31), крізь порожнину 29 між корпусом 27 ємності 21 та додатковою стінкою 28. Якщо температура досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 22 більше ніж 20°C , то для охолодження досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 22 використовують метод пропускання холодної речовини, наприклад, газу, азоту або води (позиція 31), крізь порожнину 29 між корпусом 27 ємності 21 та додатковою стінкою 28.

Водночас з приведенням досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 22 до відповідності стандартній температурі 20°C , вібраційний віскозиметр встановлюють на кришці 23, що закриває ємність 21 з досліджуванним матеріалом (рідкою речовиною) 22, так, щоб кронштейн 9 з закріпленим на ньому робочим органом 11 проходив в отвір 24 на згаданий кришці 23. Електричні ланцюги 20 від індукційних датчиків 14 і електровібраторів 5 вібраційного віскозиметра з'єднують із входами, відповідно, підсилювача збудження низької частоти 17 і приладу 18, який реєструє (реєстратором лінійних переміщень зонда). Виходи підсилювача збудження низької частоти 17 і приладу 18, який реєструє

лінійні переміщення зонда, з'єднують електричним ланцюгом 20 із входом блока живлення 19 (див. фіг. 4-5).

Проводять перевірку відповідності температури досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 22 стандартній температурі 20°C (за допомогою термометра 25) та занурення робочого органу 11 у досліджуваний матеріал (рідку речовину) 22. Робочий орган 11 датчика в'язкості повинен бути цілком зануреним у згаданий досліджуваний матеріал (рідку речовину) 22.

При відповідності вищезазначеним вимогам щодо температури досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 22 та занурення робочого органу 11 у досліджуваний матеріал (рідку речовину) 22, вмикають блок (джерело) живлення 19 і подають живлення на підсилювач збудження 17 і прилад 18, який реєструє.

При взаємодії магнітного поля постійного магніту 12 з індукційними датчиками 14 в одному з них (наприклад, лівому - відповідно до фіг.1) буде вироблятися сигнал у вигляді електрорушійної сили (е.р.с.) індукції. З цього індукційного датчика 14 сигнал у вигляді е.р.с. індукції буде подаватися на підсилювач збудження 17 і з останнього (вже підсилений) - на обмотки котушки електровібратора 5 (наприклад, лівої - відповідно до фіг. 1) та на вхід приладу 18, який реєструє (див. фіг. 4-5). При цьому обмотки котушки електровібратора 5 утворюють електромагнітне поле. Під дією електромагнітного поля, яке утворено обмотками котушки електровібратора 5, рухомий магнітний яркір 6, що конструктивно виконаний двополосним, буде виштовхуватися зі згаданої котушки 5 у напрямку іншої котушки 5 (правої - відповідно до схеми на фіг. 1), яка не працює у перший півперіод коливань. Рухомий магнітний яркір 6, що спирається на підшипники ковзання 4 втулками 7, буде ковзати по них практично без тертя (у зв'язку з тим, що матеріал підшипників ковзання 4 вибирається з мінімальним коефіцієнтом тертя, наприклад, фторопласт, а визначені підшипники ковзання 4 додатково контактують із полірованою поверхнею втулок 7). Переміщення рухомого магнітного яркіра 6 буде викликати стиск пружини 8 (правої - відповідно до схеми на фіг. 1). Зазначена пружина 8 при своєму стиску буде накопичувати енергію. Наприкінці переміщення рухомого магнітного яркіра 6 (див. фіг.2), коли буде досягнуте рівноважне положення (коли сила впливу електромагнітного поля на магнітний яркір 6 буде дорівнювати силі натягування пружини 8), згаданий магнітний яркір 6 зупиниться. У цей момент індукційний датчик 14 (лівий - відповідно до схеми на фіг. 1) припинить виробляти сигнал у вигляді е.р.с. індукції (сигнал стане дорівнювати «нулю»), а задіяний електровібратор 5 знеструмиться. Рухомий магнітний яркір 6 під дією пружини 8 (правої - відповідно до схеми на фіг.1), яка є упертою одним кінцем у рухому кришку 2, а другим - у торець магнітного яркіра 6, почне переміщатися у зворотний бік. При цьому постійний магніт 12 почне взаємодіяти з іншим індукційним датчиком 14 (правим - відповідно до схеми на фіг. 1). Визначений датчик 14 почне виробляти сигнал у вигляді е.р.с. індукції і по вищевказаній схемі подавати його на підсилювач збудження 17, а потім, вже підсилений, на котушку електровібратора 5 (праву -

відповідно до схеми на фіг. 1), що буде працювати у другий півперіод коливань, та на вхід приладу 18, який реєструє. Під дією електромагнітного поля зазначеної котушки 5 (правої - відповідно до схеми на фіг. 1) рухомий магнітний яркір 6 почне переміщатися убік іншої котушки 5 (лівої - відповідно до схеми на фіг.1), стискаючи пружину 8 (ліву - відповідно до схеми на фіг. 1). Наприкінці переміщення рухомого магнітного ярка 6 (див. фіг. 2), коли буде досягнуте рівноважне положення (коли сила впливу електромагнітного поля на магнітний яркір 6 буде дорівнювати силі зтягування пружини 8), згаданий магнітний яркір 6 знову зупиниться. У цей момент індукційний датчик 14 (правий - відповідно до схеми на фіг.1) припинить виробляти сигнал у вигляді е.р.с. індукції (сигнал стане дорівнювати «нулю»), а задіяний електровібратор 5 знеструмиться. Рухомий магнітний яркір 6 під дією пружини 8 (лівої - відповідно до схеми на фіг.1), яка є упертою одним кінцем у рухому кришку 2, а другим - у торець магнітного ярка 6, почне переміщатися у зворотний бік.

Таким чином, виникають незатухаючі у часі механічні коливання динамічної системи «магнітний яркір 6 - пружини 8» і пов'язаного з нею датчика в'язкості з робочим органом 11, що занурений у досліджуваний матеріал (речовину) 22. У залежності від в'язкості ν досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 22 амплітуда A власних коливань буде різноманітною за усі інші рівні умови (сили попереднього зтягування пружини 8, визначеному вигляду робочого органа 11, відстані між індукційними датчиками 14 і постійним магнітом 12, параметрами котушки 5, температури досліджуваного матеріалу 22). При дотриманні усіх вищевказаних умов амплітуда A власних коливань динамічної системи «магнітний яркір 6 - пружини 8» і пов'язаного з нею датчика в'язкості з робочим органом 11 буде відповідати визначеній величині в'язкості ν досліджуваного матеріалу (речовини) 22.

За допомогою приладу 18, який реєструє (наприклад, реєстратора лінійних переміщень зонду), визначають фактичну амплітуду A_1 власних коливань датчика з робочим органом 11, що буде відповідати фактичному значенню в'язкості ν_1 досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 22. Для цього на графіку залежності $A = f(\nu, t)$ на осі A вибирають фактичне значення амплітуди A_1 власних

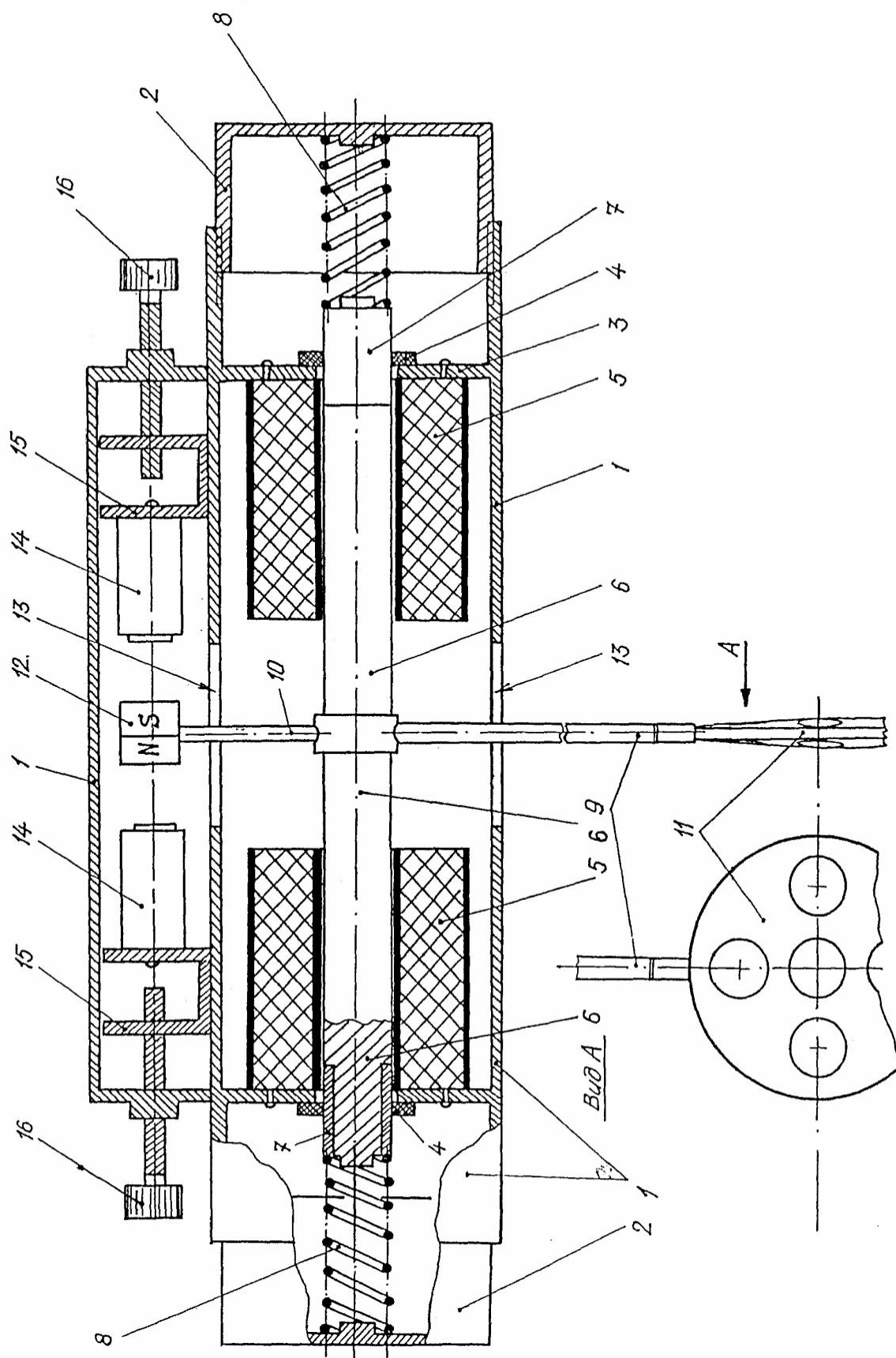
коливань, проводять перпендикуляр до перетину з кривою і з точки перетину з кривою опускають перпендикуляр на вісь ν . Отримане значення в'язкості ν_1 буде відповідати фактичній в'язкості ν_1 досліджуваного матеріалу (рідкої речовини) 22 (див. фіг.6).

Для спрощення операції визначення фактичної величини в'язкості ν прилад 18, який реєструє амплітуду коливань, може бути відградуєваним за розмірністю в'язкості.

Підвищення ефективності застосування способу визначення в'язкості рідкої речовини, що пропонується, у порівнянні з прототипом досягається за рахунок підвищення точності визначення 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 способі визначення в'язкості рідкої речовини, що пропонується, 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. Підвищення ефективності застосування способу визначення в'язкості рідкої речовини досягається також тим, що при проведенні контрольних вимірювань в'язкості, її приводять до стандартної температури, при якій визначають фактичну в'язкість досліджуваного середовища.

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. - Ч. 5. Печатные краски. - М.: Книга, 1988. - С. 188-202, § 4.3. Реологические свойства красок для издательских целей.



Фиг. 1

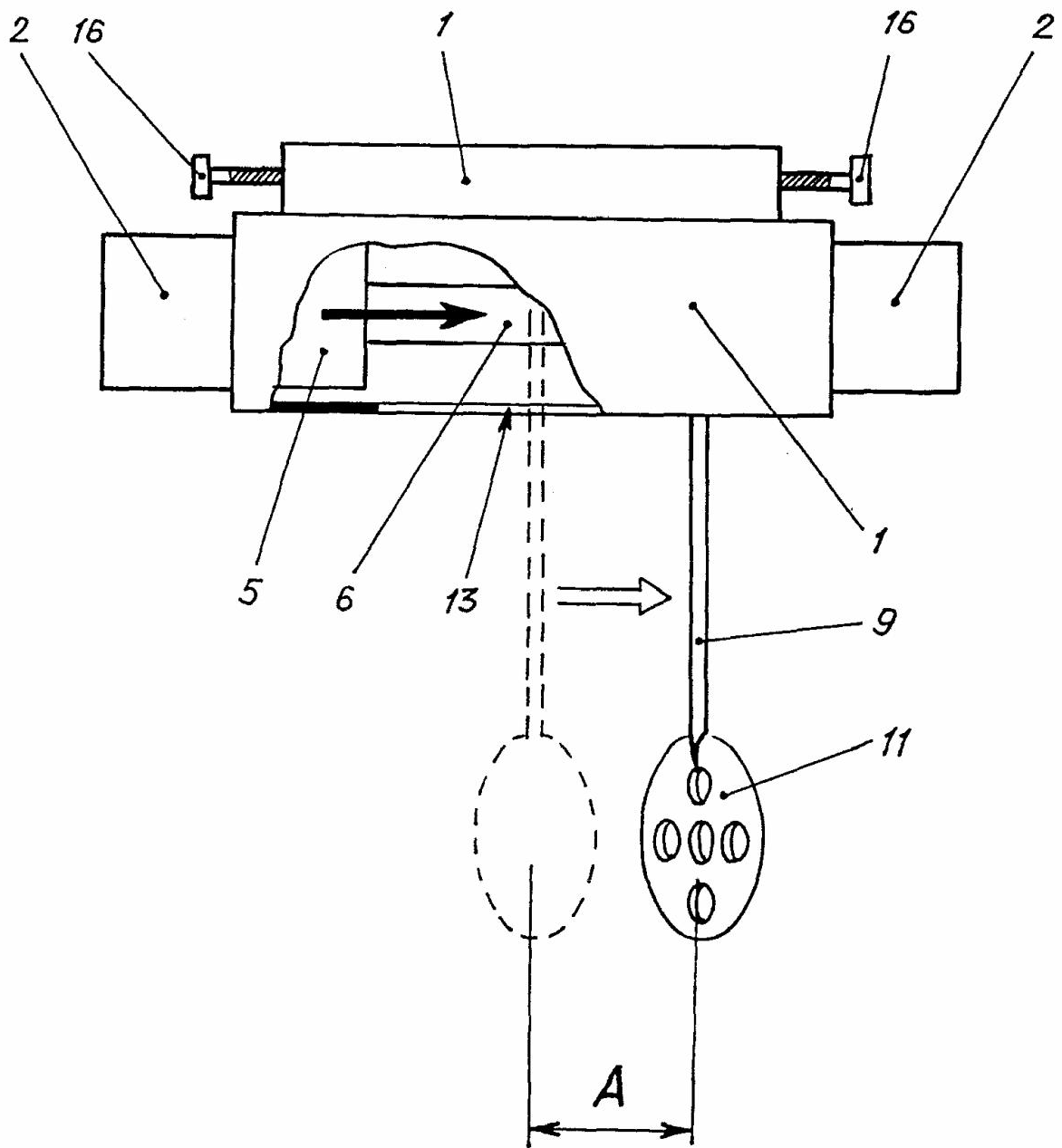


Fig. 2

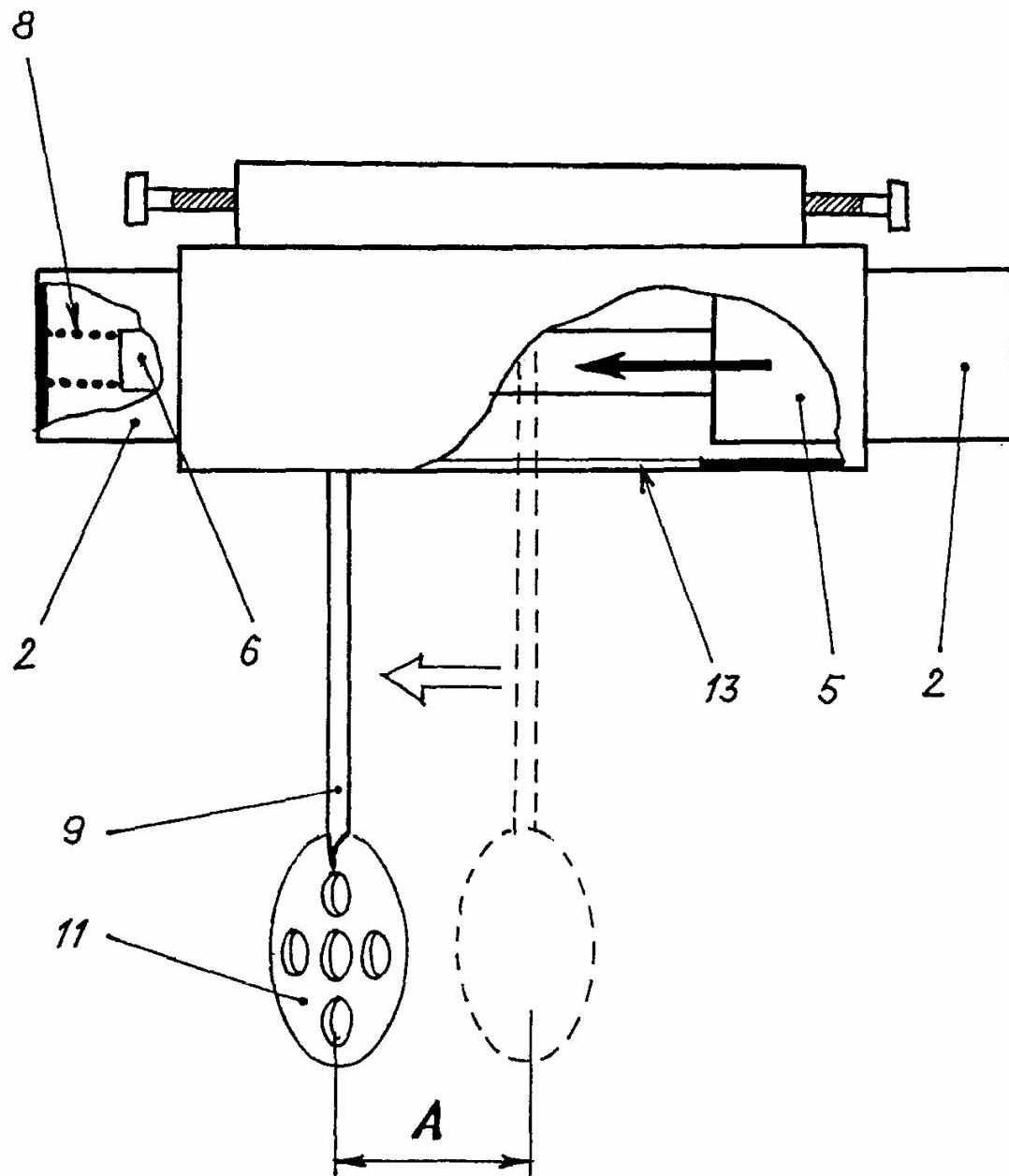
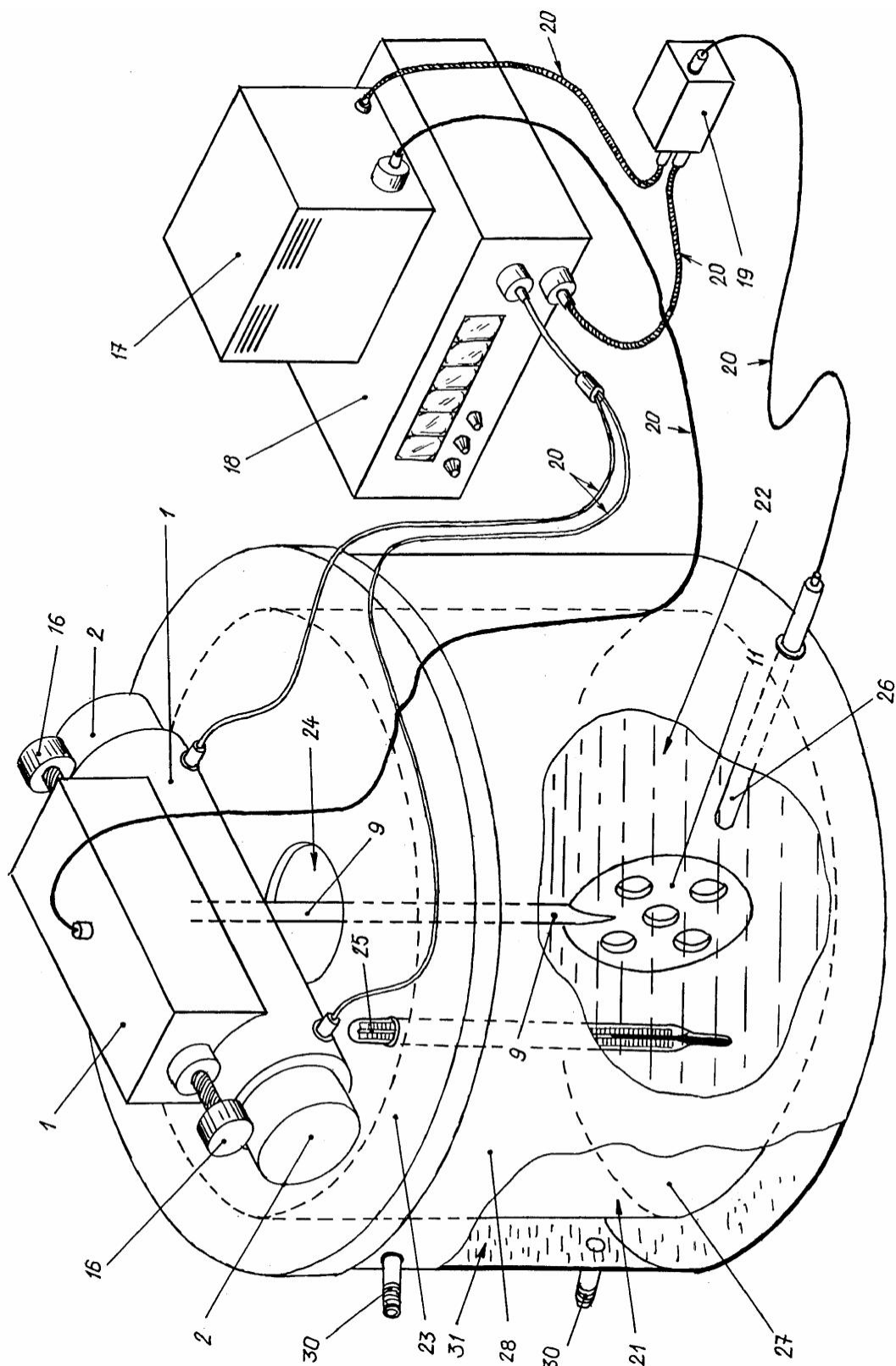
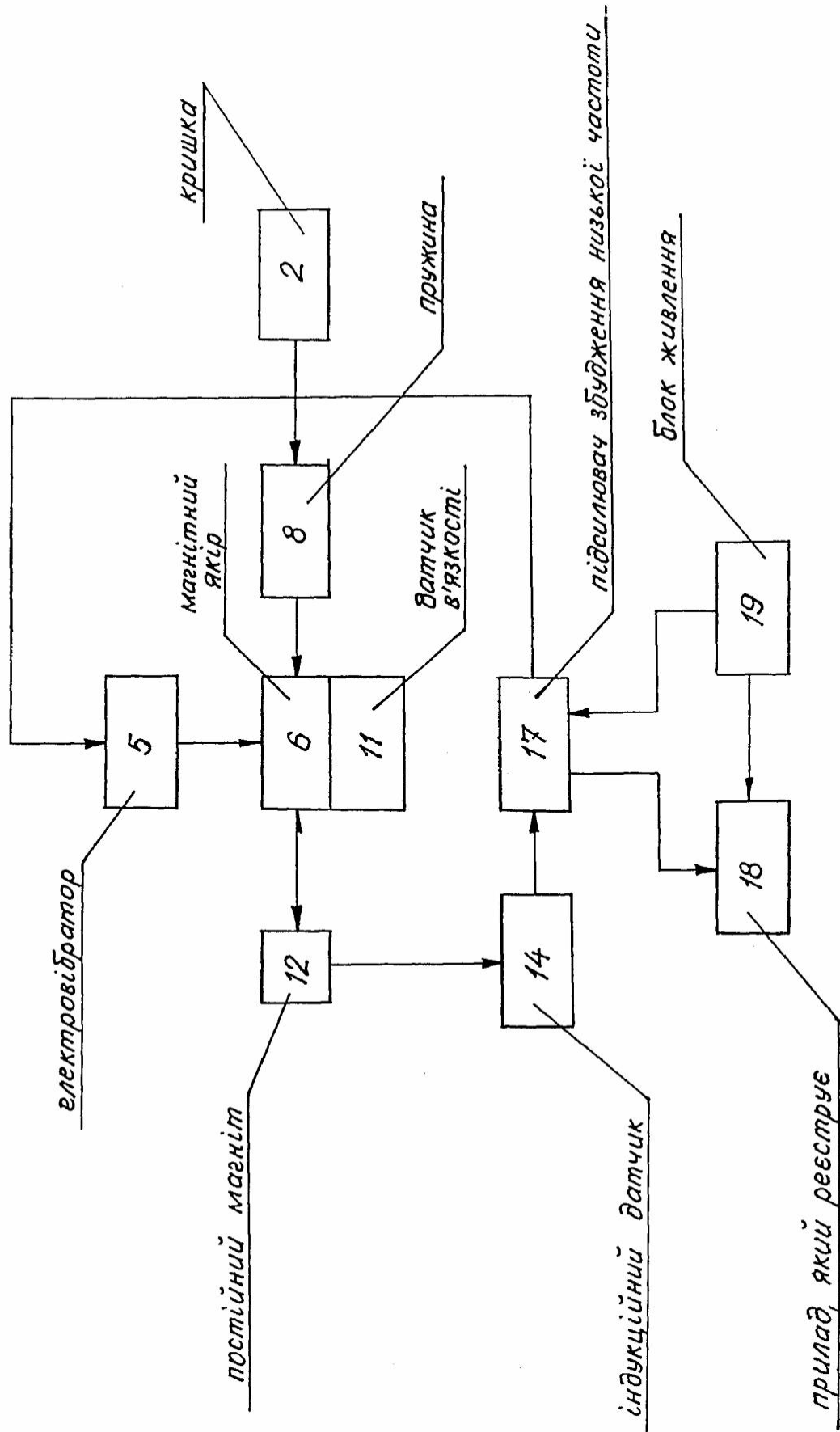


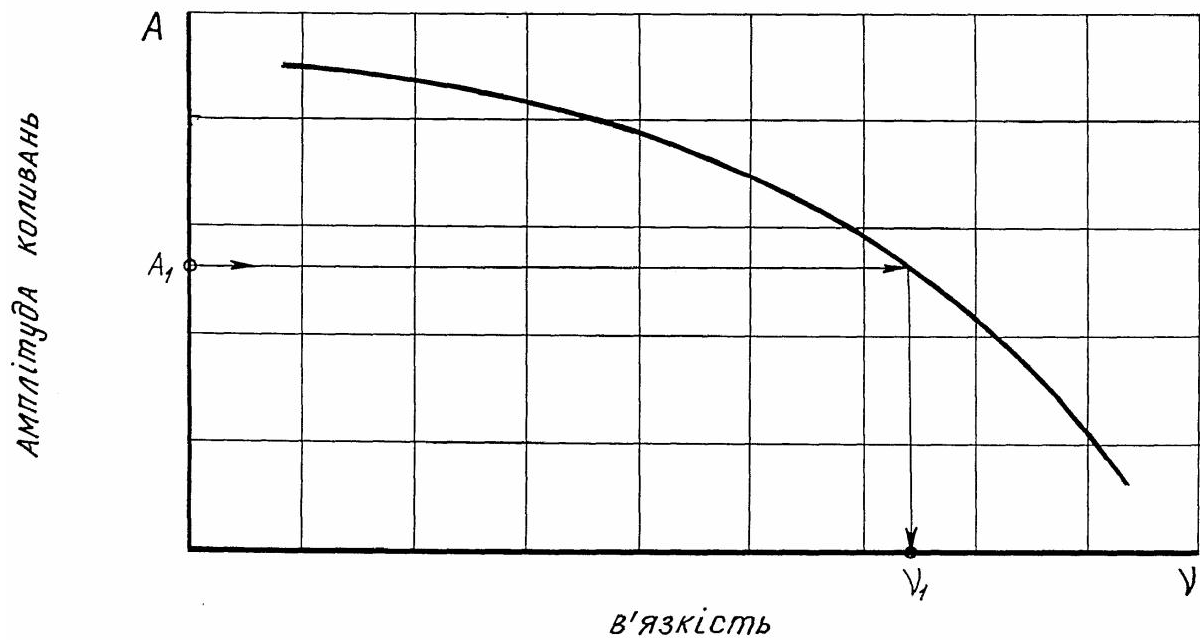
Fig. 3



Фиг. 4



Φir. 5



Фіг. 6

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22