



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 44151

(13) A

(51) 6 G01N11/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) КОЛИВАЛЬНИЙ ВІСКОЗИМЕТР

1

2

(21) 2001053589

(22) 28 05 2001

(24) 15 01 2002

(46) 15 01 2002, Бюл. № 1, 2002 р.

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

(57) 1 Коливальний віскозиметр, який містить корпус, контур збудження коливач, що містить спарений електромагніт, який відрізняється тим, що він додатково оснащений підсилювачем збудження низької частоти, блоком керування, електромагнітами блока керування, фазоінвертором, другим контуром збудження коливач, частотно-вибірковою ланкою, яка містить два двоконсольних вали із жорстко закріпленням на торці однієї з його консолей диском, пружинами, індукційними датчиками, постійними магнітами, джерелом живлення, частотоміром і реєстратором контрольованих параметрів, при цьому усередині корпусу розміщено дві перегородки, в кожній із зазначених перегородок встановлено підшипники ковзання, на стінці корпусу між перегородками виконано отвір, який закривається кришкою, в кожний контур

збудження коливач уведена додаткова пара електромагнітів, частотно-коливальна ланка зв'язана з контуром збудження коливач через силопередавальні феромагнітні пластини, жорстко і симетрично закріплені на другій консолі вала у площині його осі, вал виконано таким, що проходить крізь підшипники ковзання, усередині електромагнітів блока керування встановлено пружини, кожна з яких контактує як з торцевою стінкою корпусу, так і з торцевою частиною двоконсольного вала, блок керування виконано зв'язаним з електромагнітами блока керування, виходи індукційних датчиків виконано сполученими з електромагнітами послідовно через підсилювач збудження низької частоти і фазоінвертор, а виходи джерела живлення виконано сполученими з електромагнітами блока керування через зазначений блок керування, частотоміром і реєстратором контрольованих параметрів

2 Коливальний віскозиметр за п 1, який відрізняється тим, що диски виконано контактуючими між собою по всій площині

3 Коливальний віскозиметр за п 1, який відрізняється тим, що порожнина між перегородками виконана герметичною

Винахід відноситься до області дослідження середовища, а саме до пристроїв для вимірювання фізико-хімічних властивостей рідких і в'язких речовин, зокрема, до пристроїв для вимірювання в'язкості

Відома конструкція вібраційного вимірювального перетворювача в'язкості, яка містить корпус, зонд, зв'язаний з контуром збудження коливач, який містить електромеханічні перетворювачі [1]

Недоліком відомої конструкції є те, що не забезпечується достатня точність вимірювання

Відомий віскозиметр, який містить вібраційний датчик з зондом, який складається з верхнього і нижнього неоднорідних стержнів, підплених мембраною, який виконано на базі механотрона БМХІБ, блок живлення механотрона, систему збудження маятникових коливач зонда, генератор звукових коливач, систему вимірювання вихідно-

го сигналу датчика [2] Коливання зонда забезпечуються системою генерації, яка дозволяє плавно змінювати частоту коливач При цьому амплітуда маятникових коливач зонда пропорційна частоті коливач і в'язкості матеріалу, що досліджується, яка реєструється пристроєм вимірювальної системи

Недоліком відомого віскозиметра є недостатня чутливість і мала ймовірність отриманих результатів вимірювання через її недостатню точність Це пояснюється тим, що система збудження маятникових коливач збуджує зонд з частотою змущених (які задаються) коливач Крім того, відомий механотронний віскозиметр може бути використаний тільки для виявлення в'язкості рідких матеріалів

Найбільш близьким технічним рішенням, обраним як прототип, є коливальний віскозиметр, який містить корпус, контур збудження коливач,

(13) A

(11) 44151

(19) UA

що містить спарений електромагніт [3]

Недоліком коливального віскозиметра, обраним як прототип, є недостатня точність вимірювання і, як наслідок, збільшення похибки при визначенні величини в'язкості досліджуваного середовища (матеріалу)

В основу винаходу поставлена задача шляхом усунення недоліків прототипу забезпечити підвищення точності вимірювання величини в'язкості досліджуваного середовища

Суть винаходу в коливальному віскозиметрі, який містить корпус, контур збудження коливань, що містить спарений електромагніт, досягається тим, що він додатково оснащений підсилювачем збудження низької частоти, блоком керування, електромагнітами блока керування, фазоінвертором, другим контуром збудження коливань, частотно-вибірковою ланкою, яка містить два двоконсольних валів з жорстко закріпленим на торці однієї з його консолей диском, пружинами, індукційними датчиками, постійними магнітами, джерелом живлення, частотоміром і реєстратором контрольованих параметрів. Суть винаходу досягається також і тим, що усередині корпусу розміщено дві перегородки, в кожній із зазначених перегородок встановлено підшипники ковзання, на стінці корпусу між перегородками виконано отвір, який закривається кришкою, в кожний контур збудження коливань введена додаткова пара електромагнітів, 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, вал виконано таким, що проходить крізь підшипники ковзання, усередині електромагнітів блока керування встановлено пружини, кожна з яких контактує як з торцевою стінкою корпусу, так і з торцевою частиною двоконсольного вала. Суттю винаходу є виконання блока керування зв'язаним з електромагнітами блока керування, виконання виходів індукційних датчиків сполученими з електромагнітами послідовно через підсилювач збудження низької частоти і фазоінвертор, виконання виходів джерела живлення сполученими з електромагнітами блока керування через зазначений блок керування, частотоміром і реєстратором контрольованих параметрів, виконання дисків контактуючими між собою по всій площині, виконання порожнини між перегородками герметичною

Порівняльний аналіз з прототипом показує, що коливальний віскозиметр, що заявляється, відрізняється тим, що він додатково оснащений підсилювачем збудження низької частоти, блоком керування, електромагнітами блока керування, фазоінвертором, другим контуром збудження коливань, частотно-вибірковою ланкою, яка містить два двоконсольних валів з жорстко закріпленим на торці однієї з його консолей диском, пружинами, індукційними датчиками, постійними магнітами, джерелом живлення, частотоміром і реєстратором контрольованих параметрів, при цьому усередині корпусу розміщено дві перегородки, в кожній із зазначених перегородок встановлено підшипники ковзання, на стінці корпусу між перегородками виконано отвір, який закривається кришкою, в кожний контур збудження коливань введена додат-

кова пара електромагнітів, 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, вал виконано таким, що проходить крізь підшипники ковзання, усередині електромагнітів блока керування встановлено пружини, кожна з яких контактує як з торцевою стінкою корпусу, так і з торцевою частиною двоконсольного вала, блок керування виконано зв'язаним з електромагнітами блока керування, виходи індукційних датчиків виконано сполученими з електромагнітами послідовно через підсилювач збудження низької частоти і фазоінвертор, виходи джерела живлення виконано сполученими з електромагнітами блока керування через зазначений блок керування, частотоміром і реєстратором контрольованих параметрів, диски виконано контактуючими між собою по всій площині, а порожнина між перегородками виконана герметичною

Таким чином, коливальний віскозиметр, що заявляється, відповідає критерію винаходу "новизна"

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 подана конструктивно-компонувальна схема коливального віскозиметра з розтинами для пояснення конструкції, на фіг. 2 подана схема коливального віскозиметра у розтині А-А, на фіг. 3 подана схема коливального віскозиметра у розтині Б-Б, на фіг. 4 подана розміщення обладнання усередині корпусу, на фіг. 5 - 6 подані схеми збудження крутильних коливань обох валів з дисками, відповідно у перший та другий півперіоди коливань, на фіг. 7 представлена блок-схема коливального віскозиметра, яка пояснює його роботу, на фіг. 8 показано номограму залежності частоти авторезонансних коливань f від в'язкості ν досліджуваного матеріалу та температури t оточуючого середовища

Коливальний віскозиметр (див. фіг. 1) містить корпус 1, усередині якого розміщено дві перегородки 2. В кожній із зазначених перегородок 2 встановлено підшипники ковзання 3. Отвори підшипників ковзання 3 розміщено осесиметрично один до одного. Порожнина 4 між перегородками 2 представляє собою ємність для досліджуваного середовища і виконана герметичною. На верхній стінці корпусу 1 (між двома зазначеними перегородками 2) виконаний отвір 5, який закривається кришкою 6. Крізь отвір 5 у зазначену ємність заливається досліджуване середовище. У середині корпусу 1 розміщено контур збудження коливань, що містить спарений електромагніт 7 (електровібратор), і частотно-вибіркову ланку, яка містить два двоконсольних валів 8 із жорстко закріпленим на торці однієї з його консолей диском 9. Електромагніт 7 розміщено попарно один до одного в блоках із зазором між собою, симетрично і попарно співвісно. Кожний з двоконсольних валів 8 виконано встановленим в отвір підшипника ковзання 3, при цьому вал 8 першої частотно-копівальної ланки розміщено по відношенню до вала 8 другої частотно-вибіркової ланки так, що їх осі співпадають, а диски 9 є контактуючими між собою по всій площині. Вільний кінець кожного з валів 8 виконано таким, що входить у отвір електромагніта 10 блока керу-

вання 11. Електромагніт 10 блока керування 11 жорстко закріплено на торцевій стінці 12 корпусу 1, при цьому отвори в електромагнітах 10 і підшипниках ковзання 3 розміщено осесиметрично один до одного. У внутрішній порожнині отвору електромагніта 10 встановлено пружину 13, яка контактує одним своїм кінцем з торцевою стінкою 12 корпусу 1, а другим кінцем - з торцевою частиною двоконсольного вала 8. На вільному кінці вала 8 жорстко і симетрично закріплені силопередавальні феромагнітні пластини 14, при цьому зазначені пластини 14 закріплено у площині осі вала 8. Пластини 14 виконано розташованими в одній площині, що проходить крізь вісь вала 8 (див. фіг. 4). У пластини 14 упираються пружини 15, а на пластинах 14 закріплені постійні магніти 16 (N / S), при цьому пружини 15 упираються одним кінцем у пластини 14, а другим - у стінку корпусу 1, наприклад, у верхню (як варіант конструктивного виконання). Зазначені магніти 16 (N / S) розміщено в зазорі між індукційними датчиками 17 (див. фіг. 2 та фіг. 4). Електромагніти 10 блока керування 11 виконано зв'язаними з зазначеним блоком керування 11. Виходи індукційних датчиків 17 виконано сполученими з електромагнітами 7 послідовно, через підсилювач збудження низької частоти 18 і фазоінвертор 19, а виходи джерела живлення 20 виконано сполученими з електромагнітами 10 блока керування 11 через зазначений блок керування 11, входами частотомира 21 і реєстратора 22 контрольованих параметрів. Частотно-вибіркова ланка зв'язана з контуром збудження коливань через силопередавальні феромагнітні пластини 14.

Коливальний вискозиметр працює наступним чином.

По-перше в ємність (поз. 4) між перегородками 2 заливається досліджуване середовище (позиція 23). Для цього відкриваються кришка 6 отвору 5 на корпусі 1 і ємність 4 заповнюється на таку величину, щоб диски 9 були зануреними у досліджуване середовище 23 повністю. Після наповнення ємності 4 досліджуванім середовищем 23 отвір 5 герметично закривається кришкою 6. При підключенні джерела живлення 20 до блока керування 11 пристрій (коливальний вискозиметр) готовий до першого етапу роботи.

Перший етап роботи починається з того, що з блока керування 11 подається сигнал (електричний струм) на електромагніти 10. Спрацьовують електромагніти 10, які починають виробляти електромагнітне поле. Під дією зазначеного електромагнітного поля вал 8 (у кожній частотно-коливальній ланці) буде втягуватися всередину порожнини (позиція 24, див. фіг. 1) електромагніта 10, стискаючи пружину 13. Диски 9 кожної частотно-вибіркової ланки відходять один від одного, при цьому простір між ними заповнюється досліджуванім середовищем 23. У такому стані диски 9 витримуються протягом не менше 10 - 20с (для заповнення простору між дисками 9 досліджуванім середовищем 23). Після зазначеного часу з блока керування 11 на електромагніти 10 подається інший сигнал, при якому котушки електромагнітів 10 обезструмлюються. Під дією сил розтискування пружин 13 вали 8 почнуть переміщуватись назустріч один одному (переміщуючись у підшипниках

ковзання 3, які закріплені на перегородках 2 корпусу 1, до контактування площин дисків 9 між собою. При цьому в зазорі між дисками 9 буде знаходитись досліджуване середовище 23.

Після відмикання джерела живлення 20 від блока керування 11 та підключення джерела живлення 20 до підсилювача збудження низької частоти 18 і частотомира 21 пристрій (коливальний вискозиметр) готовий до другого етапу роботи - безпосереднього вимірювання в'язкості в досліджуваного середовища 23.

При цьому в індукційному датчику 17, який знаходиться в магнітному полі (N / S) постійного магніту 16, відпрацьовується сигнал у вигляді електрорушійної сили ($e_{рс}$) індукції. При цьому індукційні датчики 17 і постійні магніти 16 встановлені так, що $e_{рс}$ відпрацьовується тільки в одному з датчиків 17 кожного з контурів збудження коливань. Сигнал з цього датчика 17 (кожного контуру збудження коливань) подається на підсилювач збудження 18, де робиться його підсилювання, і далі, через фазоінвертор 19, на діагонально - протилежні магніти 7 (див. фіг. 5) блоків електровібраторів. Електромагніти 7 (до яких підведений підсилений сигнал) починають діяти на силопередавальну феромагнітну пластину 14 парю сил F відносно осі обертання вала 8. При цьому вал 8 буде провертатись у підшипниках ковзання 3 у напрямку моменту M, створеного парю сил F від електромагнітів 7 (див. фіг. 5). При цьому моменти M у перший півперіод коливань вала 8 з диском 9 будуть направлені в протилежні боки. Діагональне протилежні (відносно працюючих електромагнітів 7) пружини 15 (див. фіг. 4) почнуть стискуватись, накопичуючи енергію. При досягненні положення рівноваги, при якому сила F від електромагнітів 7 буде дорівнювати силі зтягнення пружини 15, сигнал на працюючому індукційному датчику 17 буде дорівнювати "нулю", а тому і "нулю" на електромагнітах 7. Не отримуючи протидії з боку електромагнітів 7 (заданих у перший півперіод коливань - див. фіг. 5), пружини 13 почнуть розтискатись, намагаючись повернутися у положення рівноваги. Вал 8 з диском 9 почне провертатись у зворотний бік. У другий період коливань у роботу вступає другий індукційний датчик 17 (конструктивно симетрично розташований відносно осі вала 8) другий індукційний датчик 17 показано на фіг. 3 та фіг. 4), сигнал з якого, після підсилення у підсилювачі збудження 18, буде надходити на два інші діагонально протилежні електромагніти 7 (електровібратори), які впливають парю сил (другого знаку) на силопередавальну феромагнітну пластину 14, при цьому вони будуть надавати їй безконтактно додатковий рух півперіоду коливань (з моментом M іншого, відносно першого півперіоду коливань, знаку) (див. фіг. 6).

Таким чином, виникають механічні коливання системи "вал 8 - диск 9 - пружини 13", що не затухають, і синфазні з ними електричні коливання в системі "датчик 17 - підсилювач збудження 18 - електромагніти 7", частота яких у точності дорівнює частоті власних коливань системи "вал 8 з диском 9 - досліджуване середовище 23". Вимірювання частоти f власних коливань вала 8 з диском

9 здійснюється за допомогою електронно-лічильного частотомира 21. Для автоматичного визначення величини фактичної в'язкості ν досліджуваного середовища 23 сигнал з електронно-лічильного частотомира 21 подається на вхід реєстратора 22 контрольованих параметрів, який переводить електричні величини у значення показників в'язкості.

Фізична суть процесу визначення в'язкості досліджуваного середовища полягає у наступному:

Залежно від в'язкості ν досліджуваного середовища 23, тертя між дисками 9 кожної частотно-вибіркової ланки, які є зануреними у досліджуване середовище 23, і середовищем 23 (що заходиться між зазначеними дисками 9), буде різним. Наскільки середовище 23 буде близьким до рідкого стану, настільки й сила тертя між дисками 9 буде меншою, а частота f власних крутильних коливань більшою і навпаки, у середовищі більшої в'язкості ν сили зчеплювання середовища 23 і дисків 9 можуть бути значно більшими, а частота f власних крутильних коливань меншою.

При виконанні контрольованого замірювання параметрів в'язкості досліджуваного середовища 23, яким може бути, наприклад, фарба, нафта, бензин, гас, спирт та інші речовини, заміряють частоту f авторезонансних (власних) коливань частотно-вибіркової ланки. Тертя між собою дисків 9 та досліджуваного матеріалу 23 призведе до виникнення дисипативних сил тертя і, як наслідок, до зменшення частоти f авторезонансних коливань системи "вал 8 з диском 9 - досліджуване середовище 23". Знаючи виміряні раніш еталонні частоти коливань f частотно-вибіркової ланки в ємності з досліджуваним матеріалом 23, значення показників якого перевірені іншими методами вимірювань, наприклад, що наведені в [3], і порівнюючи їх з показниками частотомира 21 при контрольному вимірюванні, отримують за номограмою залежності частоти f власних (авторезонансних) коливань системи "вал з диском - досліджуваний матеріал" від в'язкості ν досліджуваного матеріалу 23 та температури t оточуючого середовища, величину в'язкості ν досліджуваного середовища 23 (див номограму на фіг. 8). Наприклад, при контрольному вимірюванні в'язкості ν досліджуваного середовища 23 (матеріалу) була отримана частота f_1 власних авторезонансних коливань. Згідно з номограмою, на осі f знаходять величину f_1 , проводять перпендикуляр до графіків t (на фіг. 8 - зазначено t_1 , t_2 , t_3 та t_4) відповідно до температури t_3 (як приклад), переходять паралельно базовій осі до графіка зміни в'язкості ν і, опускаючи перпендику-

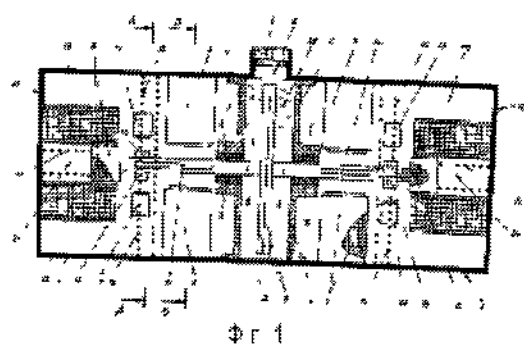
ляр з точки перетину графіка зміни в'язкості ν на вісь ν отримують величину фактичної в'язкості ν_1 досліджуваного матеріалу (поз. 23).

Використання як показника в'язкості досліджуваної речовини частоти власних (авторезонансних) коливань зонда (який виконано у вигляді вала з диском) дозволить підвищити точність при визначенні в'язкості досліджуваного середовища, розширить функціональні можливості пристрою за рахунок вимірювання в'язкості не тільки рідких середовищ, але й середовищ, які мають велику в'язкість та щільність. Використання пристрою, який заявляється, можливе не тільки у виробничих умовах, але й у польових. Коливальний вискозиметр, що заявляється, може бути розташованим у конструкції баків для зберігання різноманітних речовин, наприклад, фарби, бензину, нафти, в баках для пального літальних апаратів, в ємностях для зберігання пального на автозаправних станціях, в ємностях для перевезення мопока та інше. Контроль вимірюваних фізико-хімічних властивостей вищезазначених речовин може вестись також дистанційно.

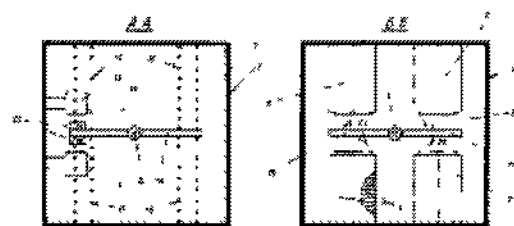
Підвищення ефективності застосування коливального вискозиметра, що заявляється, у порівнянні з прототипом, досягається за рахунок підвищення точності визначення частоти коливань рухомого вала із закріпленням на ньому датчиком в'язкості (диск), який є зануреним у досліджуване середовище (речовину), а саме за рахунок використання авторезонансних режимів коливань динамічної системи, що найбільш точно відображають зміну впливу характеристик досліджуваного середовища на згадану динамічну систему. Запропонована коливальна система є самоналаджувального типу, динамічні характеристики якої залежать тільки від жорсткості вмонтованих пружних елементів (пружин) і від реологічних характеристик досліджуваного середовища, зокрема, від в'язкості.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

- 1 А с СРСР № 717625, 1980 р, МПК G01N 11/16 – аналог
- 2 А с СРСР № 238875, 1966 р, МПК G01N 11/16 – аналог
- 3 А с СРСР № 789704, 1980 р, МПК G01N 11/16 – прототип
- 4 Н.И. Орел, Э.В. Губачек, Б.И. Березин, В.М. Водопазская "Справочник технолога-полиграфиста", часть 5, Печатные краски, М, "Книга", 1988 г, стр. 188 - 202, § 4.3 "Реологические свойства красок для издательских целей"

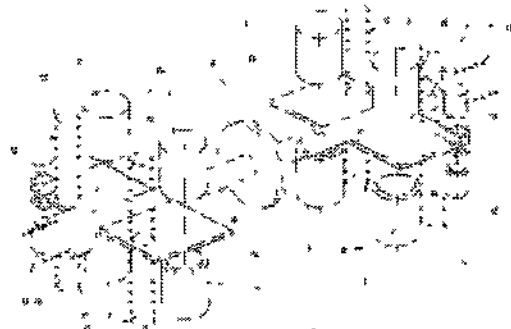


Фиг. 1

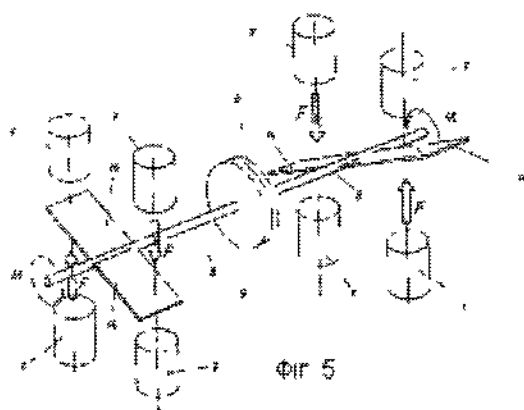


Фиг. 2

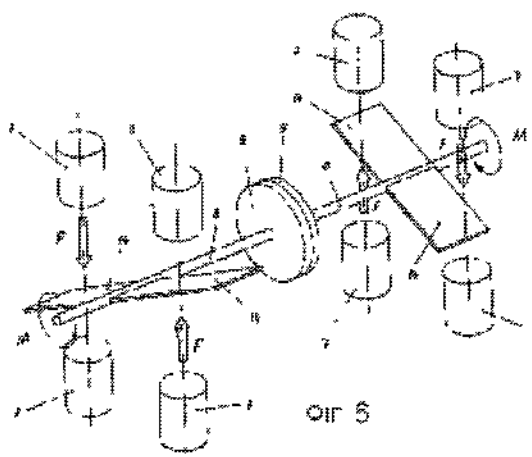
Фиг. 3



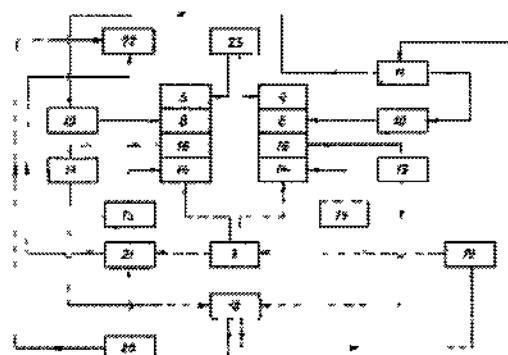
Фиг. 4



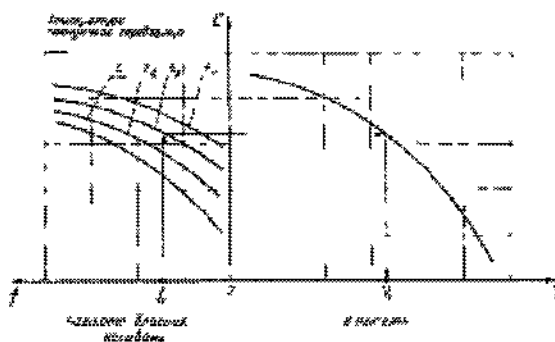
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8