



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 36886

(13) A

(51) 7 G01N27/90

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ВИХОРОСТРУМОВИЙ ДЕФЕКТОСКОП

(21) 2000020963

(22) 21.02.2000

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Бесшапошников Сергій Олександрович

(73) Бесшапошников Сергій Олександрович

(57) 1. Вихорострумний дефектоскоп, який містить формувач синусоїдальних сигналів, вихорострумний перетворювач, генератор тактових імпульсів, блок порівняння, компенсатор, перший пороговий блок та блок індикації, який **відрізняється** тим, що в нього введені фазовий детектор, блок калібровки фази, блок калібровки амплітуди та другий пороговий блок, причому перший вихід генератора тактових імпульсів з'єднаний з першим входом блока калібровки фази, а другий - з першим входом фазового детектора, перший вихід формувача синусоїдальних сигналів з'єднаний з першим входом блока калібровки амплітуди, а другий вихід, з'єднаний з входом-виходом вихорострумного перетворювача, підключений через вузол розв'язки до першого входу блока порівняння та до другого входу фазового детектора, вихід якого з'єднаний з першим входом компенсатора та з другим входом блока калібровки фази, вихід якого підключений до входу формувача синусоїдальних сигналів, другий вхід блока порівняння з'єднаний з виходом блока калібровки амплітуди, а вихід - з першим входом блока індикації, з входом першого порогового блока, з другим входом блока калібровки амплітуди та з другим вхо-

дом компенсатора, вихід якого підключений до входу другого порогового блока та до другого входу блока індикації, третій та четвертий входи якого з'єднані відповідно з виходом першого порогового блока та виходом другого порогового блока.

2. Вихорострумний дефектоскоп за п. 1, який **відрізняється** тим, що блок калібровки фази містить послідовно з'єднані перший формувач сигналу зупину, перший генератор керуючого сигналу та регульований блок фазової затримки, сигнальний вхід якого є першим входом блока калібровки фази, а вихід - виходом блока калібровки фази, другий вхід якого є входом формувача сигналу зупину.

3. Вихорострумний дефектоскоп за п. 2, який **відрізняється** тим, що перший генератор керуючого сигналу є, переважно, генератором пилоподібно-ступеневої напруги.

4. Вихорострумний дефектоскоп за пп. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що блок калібровки амплітуди містить послідовно з'єднані другий формувач сигналу зупину, другий генератор керуючого сигналу та регульований підсилювач напруги, сигнальний вхід якого є першим входом блока калібровки амплітуди, а вихід - виходом блока калібровки амплітуди, другий вхід якого є входом формувача сигналу зупину.

5. Вихорострумний дефектоскоп за п. 4, який **відрізняється** тим, що другий генератор керуючого сигналу є, переважно, генератором пилоподібно-ступеневої напруги.

Винахід належить до засобів неруйнівного контролю і може бути використаний для виявлення неоднорідностей в приповерхневому шарі та в покритті виробів з феромагнітних матеріалів, наприклад, для виявлення прихованих дефектів в кузовах автомобілів.

Відомий вихорострумний дефектоскоп [1], який містить генератор, два вихорострумних перетворювачі, два амплітудних детектори, компаратор, електронний перемикач, виходами з'єднаний з входами блока індикації. В процесі контролю виробів один перетворювач, робочий, перемішують по поверхні контрольованого виробу, а другий, опорний, розташовують на відстані від неї, і міру

дефектності структури матеріалу виробу оцінюють за зміщенням амплітудно-частотної характеристики робочого вихорострумного перетворювача в порівнянні з опорним.

Необхідність використання в пристрої другого вихорострумного перетворювача, який розташовують на відстані від контрольованої поверхні, ускладнює пристрій та створює деякі незручності при роботі з ним. Крім того, чутливість такого пристрою недостатньо висока, оскільки приріст амплітуди сигналу на виході вихорострумного перетворювача малою мірою залежить від зміни структури матеріалу контрольованого виробу, що не

(13) A

(11) 36886

(19) UA

забезпечує необхідної достовірності результатів контролю.

Відомий вихорострумний дефектоскоп [2], який містить генератор синусоїдальних коливань, в коливальний контур якого включений вихорострумний перетворювач. В склад пристрою входять також генератор тактових імпульсів, амплітудний детектор, пороговий пристрій, блок індикації.

Недоліком такого пристрою є те, що він не враховує впливу на оцінку міри дефектності контрольованого виробу немінучих довільних коливань величини проміжку між вихорострумним перетворювачем та поверхнею контрольованого виробу в процесі переміщення перетворювача по цій поверхні, що знижує достовірність показань.

Цього недоліку не має найбільш близький за технічною суттю до винаходу вихорострумний перетворювач [3], який містить формувач синусоїдальних коливань, вихорострумний перетворювач, генератор тактових імпульсів, блок порівняння, компенсатор, блок індикації. Проте цей пристрій, як і всі вищезгадані, має недостатньо високу чутливість, а, отже, і достовірність контролю, оскільки наявність та міру дефектності виробу вони оцінюють за приростом амплітуди вихідного сигналу вихорострумного перетворювача, який мало залежить від зміни структури матеріалу контрольованого виробу. Крім того, відомі рішення в процесі контролю не реєструють дефекти, викликані порушенням однорідності покриття (наприклад, лакофарбового) контрольованого виробу, що незначально при виявленні прихованих дефектів.

Задачею винаходу є підвищення достовірності контролю дефектів виробів із феромагнітних матеріалів шляхом реєстрації приросту не тільки амплітуди, але і фази вихідного сигналу вихорострумного перетворювача при його переміщенні по поверхні контрольованого виробу. При цьому реєструються не тільки порушення в структурі матеріалу контрольованого виробу, але і неприпустимі відхилення товщини його покриття від норми, що конче необхідно для виявлення прихованих дефектів, наприклад, в кузовах автомобілів.

Для вирішення цієї задачі в вихорострумний дефектоскоп, який містить формувач синусоїдальних сигналів, вихорострумний перетворювач, генератор тактових імпульсів, блок порівняння, компенсатор, перший пороговий блок та блок індикації, згідно з винаходом, введені фазовий детектор, блок калібровки фази, блок калібровки амплітуди та другий пороговий блок. Перший вихід генератора тактових імпульсів з'єднаний з першим входом блока калібровки фази, а другий - з першим входом фазового детектора. Перший вихід формувача синусоїдальних сигналів з'єднаний з першим входом блока калібровки амплітуди, а другий вихід, з'єднаний з входом-виходом вихорострумного перетворювача, підключений через вузол розв'язки до першого входу блока порівняння та до другого входу фазового детектора, вихід якого з'єднаний з першим входом компенсатора та з другим входом блока калібровки фази. Вихід блока калібровки фази підключений до входу формувача синусоїдальних сигналів, другий вхід блока порівняння з'єднаний з виходом блока калібровки амплітуди, а вихід - з першим входом блока індикації, з входом першого порогового бло-

ка, з другим входом блока калібровки амплітуди та з другим входом компенсатора. Вихід компенсатора підключений до входу другого порогового блока та до другого входу блока індикації, третій та четвертий входи якого з'єднані відповідно з виходом першого порогового блока та виходом другого порогового блока.

Блок калібровки фази містить послідовно з'єднані перший формувач сигналу зупину, перший генератор керуючого сигналу та регульований блок фазової затримки, сигнальний вхід якого є першим входом блока калібровки фази, а вихід - виходом блока калібровки фази. Другий вхід блока калібровки фази є входом формувача сигналу зупину.

Перший генератор керуючого сигналу є, переважно, генератором пилоподібно-ступеневої напруги.

Блок калібровки амплітуди містить послідовно з'єднані другий формувач сигналу зупину, другий генератор керуючого сигналу та регульований підсилювач напруги, сигнальний вхід якого є першим входом блока калібровки амплітуди, а вихід - виходом блока калібровки амплітуди. Другий вхід блока калібровки амплітуди є входом формувача сигналу зупину.

Другий генератор керуючого сигналу є, переважно, генератором пилоподібно-ступеневої напруги. Суть винаходу пояснюється графічними матеріалами, де зображені на: фіг. 1 - структурна схема вихорострумного дефектоскопа; фіг. 2 - структурна схема одного з можливих варіантів виконання блока індикації.

Вихорострумний дефектоскоп містить вихорострумний перетворювач 1, підключений до виходу формувача 2 синусоїдальних сигналів, генератор 3 тактових імпульсів, фазовий детектор 4, блок 5 калібровки фази, блок 6 калібровки амплітуди, блок 7 порівняння, компенсатор 8, перший 9 і другий 10 порогові блоки та блок 11 індикації. Генератор 3 тактових імпульсів виконаний на базі високостабільного задавального генератора, наприклад, кварцового, що забезпечує високу частоту та фазову стабільність серій вихідних імпульсів генератора 3. Формувач 2 синусоїдальних сигналів з'єднаний через вузол 12 розв'язки з першим входом блока 7 порівняння та з другим входом фазового детектора 4. Як вузол 12 розв'язки може бути використаний емітерний повторювач.

Блок 5 калібровки фази містить послідовно з'єднані перший формувач 13 сигналу зупину, перший генератор 14 керуючого сигналу та регульований блок 15 фазової затримки.

Блок 6 калібровки амплітуди містить послідовно з'єднані другий формувач 16 сигналу зупину, другий генератор 17 керуючого сигналу та регульований підсилювач 18 напруги.

Генератори 14, 17 керуючого сигналу можуть бути виконані як генератори лінійно змінної напруги, зокрема, пилоподібної. Оптимальним є виконання їх як генераторів пилоподібно-ступеневої напруги, що забезпечує при достатньо високій дискретності точну та стабільну фіксацію їх вихідної напруги на необхідному рівні, а отже - високу точність калібровки.

Один із варіантів виконання блока 11 індикації зображено на фіг. 2. Він може містити блок 19 фо-

рмування сигналів індикації, індикатор 20 рівня відхилення фази та/або амплітуди, сигналізатор 21 перевищення порога амплітуди, сигналізатор 22 перевищення порога фази, тональний генератор 23 звуку та звуковий випромінювач 24.

Працює вихорострумний дефектоскоп таким чином.

Вихорострумний перетворювач 1, на вхід якого з виходу формувача 2 надходить синусоїдальний сигнал, збуджує вихрові струми в приповерхневому шарі контрольованого виробу. І в той же час він є приймачем сигналів вторинного поля, породжуваного згаданими вихровими струмами. Рівень та фаза вихідного сигналу перетворювача 1 залежить від структури матеріалу контрольованого виробу та від товщини його покриття, наприклад, лакофарбового, яка визначає величину проміжку між вихорострумним перетворювачем та поверхнею контрольованого виробу.

Вихорострумний перетворювач 1 установлюють нерухомо на явно бездефектну ділянку поверхні контрольованого виробу. Після запуску генератора 3 серія стабілізованих по фазі імпульсів з його першого виходу надходить на перший вхід блока 5 калібровки фази, що є сигнальним входом блока 15 фазової затримки. Під впливом лінійно змінної, переважно, пилоподібно-ступеневої напруги, що надходить з виходу генератора 14 на керуючий вхід блока 15 фазової затримки, на виході блока 5 калібровки фази з'являється імпульсний сигнал (меандр), фаза якого може змінюватися від 0° до 180° . Цей сигнал надходить на вхід формувача 2, де він перетворюється в синусоїдальний. З виходу формувача 2 синусоїдальний сигнал з лінійно змінною фазою надходить на вхід вихорострумного перетворювача 1, який збуджує в приповерхневому шарі контрольованого виробу вихрові струми. Вихорострумний перетворювач 1 приймає сигнали породженого цими вихровими струмами вторинного поля та перетворює їх в електричний сигнал, амплітуда та фаза якого залежить від стану контрольованого виробу. На виході перетворювача 1 цей електричний сигнал об'єднується з раніше згаданим синусоїдальним сигналом, що надходить з виходу формувача 2. І результуючий сигнал, тобто синусоїдальний сигнал з лінійно змінною фазою, доповнений сигналом, що характеризує бездефектну ділянку контрольованого виробу, через вузол 12 розв'язки надходить на другий вхід фазового детектора 4, на перший вхід якого з виходу генератора 3 тактових імпульсів подається опорний сигнал, стабілізований по фазі. На виході фазового детектора 4 формується сигнал, пропорційний різниці фаз вхідних сигналів. Як тільки фази вхідних сигналів зрівняються, на виході фазового детектора 4 утворюється нульовий сигнал, який є початком відліку для приросту фази в процесі контролю. По цьому ж нульовому сигналу формувач 13 посилає команду зупину на вхід генератора 14 керуючого сигналу. При цьому на виході генератора 14 фіксується той рівень напруги, який забезпечує на виході блока 5 калібровки фази, а, отже, і на виході формувача 2, сигнал, стабілізований по фазі, яка відповідає стану бездефектної ділянки контрольованого виробу і збігається з фазою згаданого опорного сигналу.

В той же час стабілізований по фазі та амплітуді синусоїдальний сигнал з виходу формувача 2 надходить на перший вхід блока 6 калібровки амплітуди, що є сигнальним входом регульованого підсилювача 18 напруги, на керуючий вхід якого надходить лінійно змінний, переважно, пилоподібно-ступеневий сигнал з виходу генератора 17 керуючого сигналу. В результаті, з виходу підсилювача 18, що є виходом блока 6 калібровки амплітуди, на другий вхід блока 7 порівняння надходить синусоїдальний сигнал, змінний за амплітудою від U_{\min} до U_{\max} . На перший вхід блока 7 порівняння з виходу вузла 12 розв'язки надходить синусоїдальний сигнал з ознаками вторинного поля, породженого вихровими струмами. Як тільки амплітуди сигналів на входах блока 7 зрівняються, спрацьовує формувач 16 сигналу зупину і на виході генератора 17 керуючого сигналу фіксується той рівень напруги, який забезпечує на виході підсилювача 18, тобто на виході блока 6 калібровки амплітуди, стабілізований по фазі та амплітуді синусоїдальний сигнал, рівень якого відповідає бездефектному стану контрольованого виробу, зокрема, стандартній товщині лакофарбового покриття. Цей сигнал подається на перший вхід блока 7 порівняння і є опорним сигналом для наступного контролю відхилення амплітуди від норми.

Для дослідження контрольованого виробу з метою пошуку прихованих дефектів вихорострумний перетворювач переміщують по поверхні згаданого виробу. При цьому синусоїдальний електричний сигнал, амплітуда та фаза якого відображують стан досліджуваного об'єкту в області контролю, надходить на перший вхід блока 7 порівняння та на другий вхід фазового детектора 4. На виході фазового детектора 4 виділяється сигнал, пропорційний різниці фаз вхідних сигналів, і подається на перший вхід компенсатора 8. В цей же час на виході блока 7 порівняння виділяється сигнал ΔA , приросту амплітуди, що характеризує степінь відхилення товщини покриття від норми, і подається на другий вхід компенсатора 8, на перший вхід блока 11 індикації та на вхід першого порогового блока 9. На виході компенсатора 8 формується сигнал ΔF приросту фази, звільнений від впливу на його рівень неоднорідності товщини покриття. Цей сигнал ΔF , що характеризує міру відхилення структури матеріалу від норми, подається на другий вхід блока 11 індикації та на вхід другого порогового блока 10. Як тільки одна із контрольованих характеристик виходить за припустимі межі, спрацьовує відповідний пороговий блок 9 або 10. На виході блока 9 з'являється сигнал A_n перевищення порога амплітуди, а на виході блока 10 - сигнал F_n перевищення порога фази, які засвідчують наявність відповідного дефекту в області контролю. Кожний з цих сигналів A_n , F_n надходить на відповідний сигналізатор 21, 22 перевищення порога, кожний з яких може бути світловим та/або звуковим. Таким чином, пристрій інформує про наявність відповідного дефекту в області контролю. В той же час сигнали ΔA , ΔF , A_n , F_n надходять на вхід формувача 19 сигналів індикації, який може бути виконаний на базі регульованих ключів та може бути обладнаний перемикачем режимів індикації. Індикатор 20 відображує відхилення

структури матеріалу контрольованого виробу та/або товщини його покриття від норми.

Крім того, при виявленні дефекту включається тональний генератор 23 зі звуковим випромінювачем 24 на виході. Тон випромінюваного звуку залежить від міри відхилення однієї з контрольованих характеристик від норми, що створює додаткові зручності в процесі контролю.

Таким чином, вихорострумний дефектоскоп завдяки введенню в нього нових елементів та зв'язків має, порівняно з відомими рішеннями, більш високу чутливість та забезпечує більш високу достовірність виявлення дефектів у виробках з феромагнітних матеріалів шляхом реєстрації приросту не тільки амплітуди, але і фази вихідного сигналу

вихорострумного перетворювача при його переміщенні по поверхні контрольованого виробу. При цьому реєструються не тільки порушення в структурі матеріалу контрольованого виробу, але і неприпустимі відхилення товщини його покриття від норми, що конче необхідно для виявлення прихованих дефектів, наприклад, в кузовах автомобілів.

Джерела інформації.

1. Авторське свідоцтво СРСР № 1635115, кл. G01N 27/90, 1991.

2. Авторське свідоцтво СРСР № 1105802, кл. G01N 27/90, 1984.

3. Патент Російської Федерації №2020470, кл. G01N 27/90, 1994.

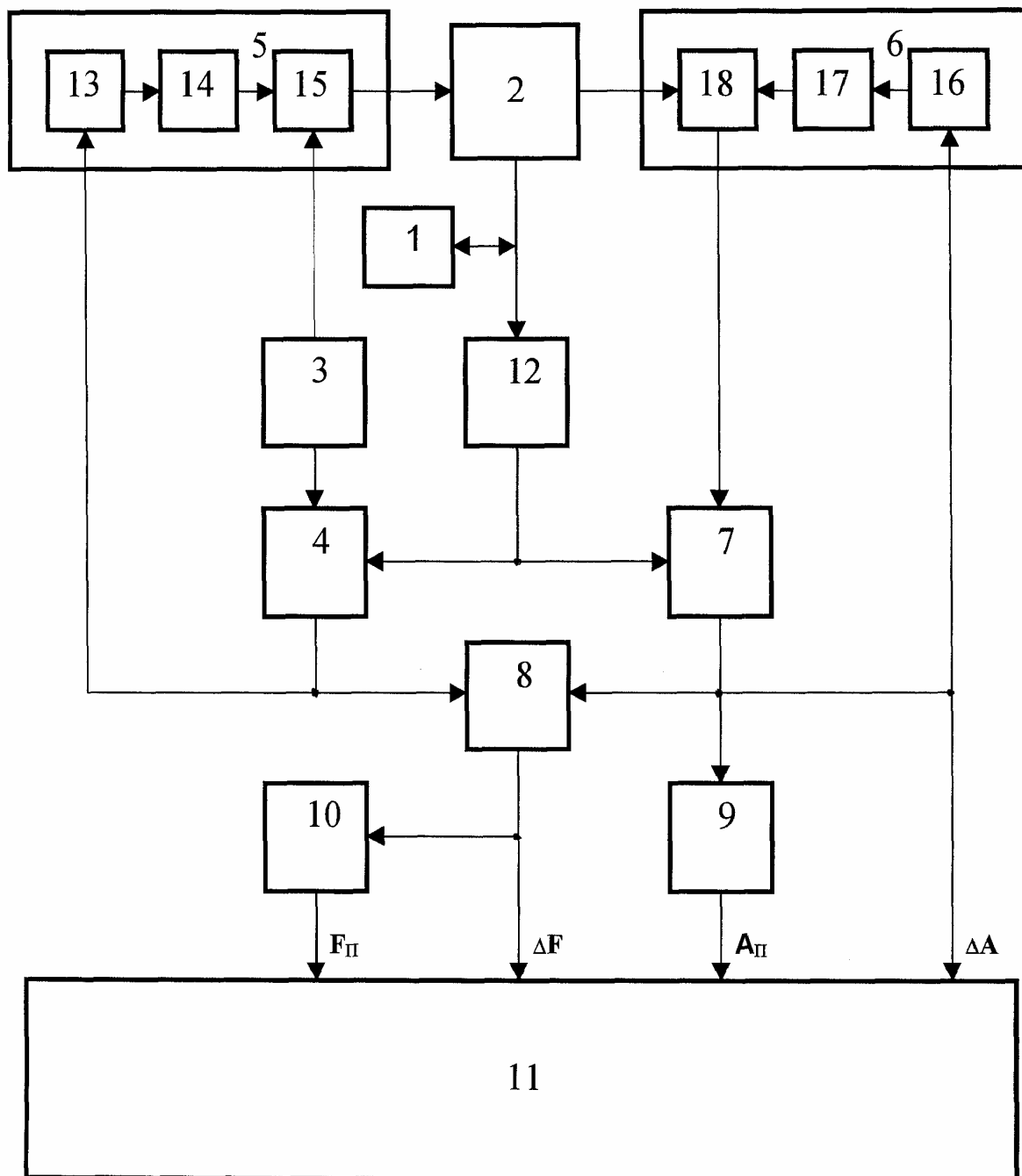
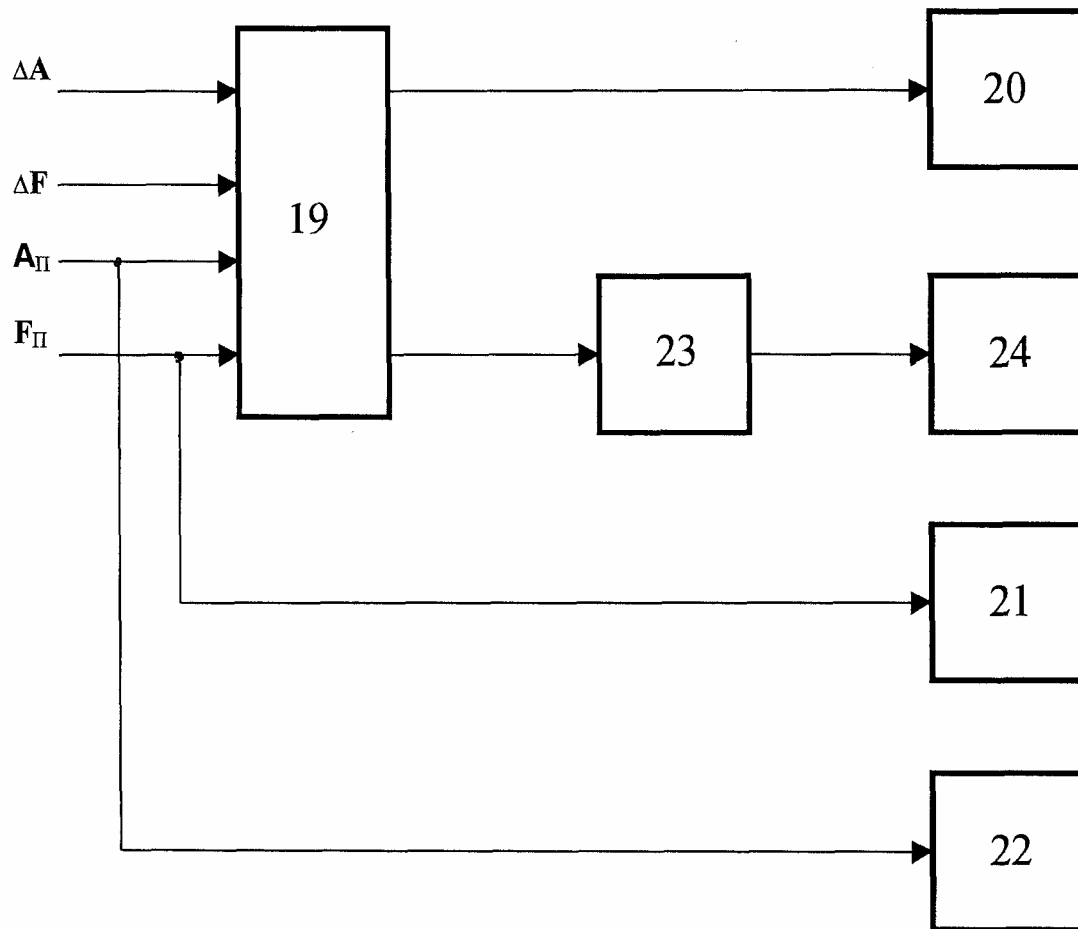


Fig. 1



Фіг. 2

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
