

Винахід відноситься до техніки дослідження технічних характеристик елементів випробуваних конструкцій при проведенні вібровипробувань і може знайти застосування для визначення резонансних частот в задачах вібродіагностики, вібровипробувань, віброзахисту.

Відомий пристрій для визначення резонансної частоти об'єкта, що містить послідовно з'єднані блок керування розгорткою частоти, задавальний генератор, регулятор амплітуди, підсилювач потужності, вібростенд з установленим на ньому випробуваним об'єктом і установленими на вібростенді і об'єкті віброперетворювачами, два узгоджувальних підсилювачі і регістратор, входи якого сполучені з виходами відповідних узгоджувальних підсилювачів, входи яких сполучені з виходами відповідних віброперетворювачів, перетворювач, вхід якого сполучений з виходом першого узгоджувального підсилювача, а вихід - з керувальним входом регулятора амплітуди, послідовно з'єднані перетворювач частота-напруга, перший блок пам'яті, обчислювальний блок, другий блок пам'яті, вхід якого сполучений з виходом перетворювача частота-напруга, а вихід з другим входом обчислювального блока, послідовно з'єднані формувач імпульсів і блок керування розгорткою частоти, другий формувач імпульсів, вхід якого сполучений з входом першого формувача імпульсів і виходом регістратора, другий вхід якого сполучений з входом перетворювача частота - напруга, вихід другого формувача імпульсів сполучений з другим входом другого блока пам'яті, а другий вхід першого блока пам'яті сполучений з виходом першого формувача імпульсів (Авторское свидетельство СССР №1254310, МПК G01H 1/00, 1986).

Недолік відомого пристрою - недостатня точність визначення резонансної частоти елементів конструкції, що пояснюється непропорційністю величини зміщення по частоті максимумів обвідних напіврозмахів коливань динамічних резонансних піків від величини швидкості розгортки частоти сигналу збуджувальної дії при збільшенні і зменшенні частоти сигналу збуджувальної дії. Величина зміщення по частоті залежить від інерційності при зростанні амплітудних значень коливань в режимі сканування частоти. Причому така інерційність зростає при збільшенні швидкості розгортки частоти, що підтверджується результатами моделювання.

За прототип вибраний пристрій для визначення резонансної частоти елементів конструкції, що містить послідовно з'єднані блок керування розгорткою частоти, задавальний генератор, регулятор амплітуди, підсилювач потужності і вібростенд, з установленими на ньому випробуваним об'єктом і першим віброперетворювачем, другий віброперетворювач, установлений на випробуваному об'єкті, перший і другий узгоджувальні підсилювачі, входи яких сполучені з виходами першого і другого віброперетворювачів відповідно, фазовий детектор, входи якого сполучені з виходами першого і другого узгоджувальних підсилювачів, блок зворотного зв'язку, вхід якого сполучений з виходом першого узгоджувального підсилювача, а вихід - з керувальним входом регулятора амплітуди, послідовно сполучені нуль-орган, вхід якого сполучений з виходом фазового детектора і комутатор, а також дешифратор, перший і другий входи якого сполучені з відповідними керувальними входами блока керування розгорткою частоти і комутатора, перетворювач частота-напруга, перший і другий ключі, перший і другий підсилювачі з регульованими коефіцієнтами підсилення, блок пам'яті, перший суматор, перший і другий тригери, перший і другий елементи затримки, регістратор, причому вихід другого узгоджувального підсилювача сполучений з інформаційним входом перетворювача частота-напруга, вихід якого сполучений з об'єднаними інформаційними входами першого і другого ключів, вихід першого ключа через перший підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення сполучений з інформаційним входом блока пам'яті, вихід якого сполучений з підсумовувальним входом суматора, вихід другого ключа через другий підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення сполучений з віднімальним входом суматора, керувальний вхід першого ключа об'єднаний з входом «Запис» блока пам'яті і сполучений з виходом комутатора безпосередньо, а через перший елемент затримки - з S-входом першого тригера, R-вхід якого об'єднаний з R-входом другого тригера і через другий елемент затримки сполучений з другим виходом комутатора, сполученого також з керувальним входом другого ключа, об'єднаного з входом «Читання» блока пам'яті, прямі входи першого і другого тригерів сполучені з інформаційними входами дешифратора, вихід суматора сполучений з інформаційним входом регістратора, а S-вхід другого тригера сполучений з входом «Пуск» пристрою. (Ав. св. СССР №1633294, МПК G01H13/00, 1991г.).

Недолік відомого пристрою - недостатня точність визначення резонансної частоти елементів конструкції, що пояснюється наближеністю застосованого аналітичного співвідношення, отриманого на основі застосування наближеного визначення інтеграла згортки (Харкевич А.А. Спектры и анализ. М.: Физматтаз, 1962. - с.139-143). Алгоритм формування структури відомого пристрою призводить до визначення дещо завищеного значення резонансної частоти статичного резонансного піку, що пояснюється нелінійністю зміщення частоти максимуму обвідної напіврозмахів коливань динамічного резонансного піку в залежності від швидкості розгортки частоти задавального генератора, який формує сигнал збуджувальної вібростенд дії.

В основу винаходу поставлене завдання удосконалення пристрою для визначення резонансної частоти елементів конструкції за рахунок введення до його структури додаткових елементів, які дозволили б урахувати нелінійність залежності величини зміщення максимуму обвідної напіврозмахів коливань динамічного резонансного піку від швидкості розгортки частоти сигналу задавального генератора, який формує сигнал збуджувальної вібростенд дії, для резонансних піків, що мають невелике демпфування, а це призводить до підвищення точності визначення резонансної частоти елемента конструкції і до розширення технологічних можливостей.

Поставлене завдання вирішується тим, що пристрій для визначення резонансної частоти елементів конструкції містить послідовно сполучені блок керування розгорткою частоти, задавальний генератор, регулятор амплітуди, підсилювач потужності і вібростенд з установленими на ньому випробуваним об'єктом і першим віброперетворювачем, другий віброперетворювач, установлений на випробуваному об'єкті, перший і другий узгоджувальні підсилювачі, входи яких сполучені з виходами першого і другого віброперетворювачів відповідно, фазовий детектор, входи якого сполучені з виходами першого і другого узгоджувальних підсилювачів, блок зворотного зв'язку, вхід якого сполучений з виходом першого узгоджувального підсилювача, а вихід - з керувальним входом регулятора амплітуди, послідовно сполучені нуль-орган, вхід якого сполучений з виходом фазового детектора, і комутатор, а також дешифратор, перший і другий входи якого сполучені з відповідними керувальними входами блока керування розгорткою частоти і комутатора, перетворювач частота-напруга,

перший і другий ключі, перший і другий підсилювачі з регульованими коефіцієнтами підсилення, блок пам'яті, перший суматор, перший і другий тригери, перший і другий елементи затримки, регістратор, причому вихід другого узгоджувального підсилювача сполучений з інформаційним входом перетворювача частота-напруга, вихід якого сполучений з об'єднаними інформаційними входами першого і другого ключів, вихід першого ключа через перший підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення сполучений з інформаційним входом блока пам'яті, вихід якого сполучений з підсумовувальним входом першого суматора, а вихід другого ключа через другий підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення сполучений з віднімальним входом першого суматора, керувальний вхід першого ключа об'єднаний з входом «Запис» блока пам'яті і сполучений з першим виходом комутатора безпосередньо, а через перший елемент затримки - з S-входом першого тригера, R-вхід якого об'єднаний з R-входом другого тригера і через другий елемент затримки сполучений з другим виходом комутатора, сполученого також з керувальним входом другого ключа, об'єднаного з входом «Читання» блока пам'яті, прямі виходи першого і другого тригерів сполучені з інформаційними входами дешифратора, згідно винаходу, пристрій додатково містить третій і четвертий підсилювачі з регульованими коефіцієнтами підсилення, другий і третій суматори, перший, другий і третій блоки множення і блок ділення, перше і друге джерела напруги, причому входи третього і четвертого підсилювачів з регульованими коефіцієнтами підсилення сполучені з виходом блока пам'яті і виходом другого підсилювача з регульованим коефіцієнтом підсилення відповідно, виходи третього і четвертого підсилювачів з регульованими коефіцієнтами підсилення сполучені з віднімальним і підсумовувальним входами другого суматора, вихід якого через другий блок множення сполучений з одним підсумовувальним входом третього суматора, другий підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом третього блока множення, перший вхід якого сполучений з виходом першого блока множення, входи якого сполучні з виходом блока пам'яті і виходом другого підсилювача з регульованим коефіцієнтом підсилення, виходи першого і третього суматорів сполучені з входами «Подільник» і «Ділене» відповідно блока ділення, вихід якого сполучений з входом регістратора, керувальний вхід якого через другий елемент затримки сполучений з другим виходом комутатора, другі входи другого і третього блоків множення сполучені з виходами першого і другого

джерел напруги величиною  $\sqrt{3\pi}$  і  $(\sqrt{V_2 - \sqrt{V_1}}) / \sqrt{V_1 V_2}$  відповідно, де  $V_1, V_2$  - перше і друге значення швидкості

розгортки частоти сигналу збуджувальної дії.

Як відомо (Ильинский В.С. Защита ЮА и прецизионного оборудования от динамических воздействий. М.: Радио и связь, 1982.-с.116.) максимум амплітуди динамічного резонансного піку відповідає частоті  $\omega$  сигналу збудження, яка визначається співвідношенням (при  $\text{sign } V=1$ )

$$\omega = \left( \sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2} + \sqrt{3\pi V} \right) / \left( 1 + 0,28\delta / \sqrt{2V} \right)^2, \quad (1)$$

де  $\omega_0$  - резонансна частота статистичного резонансного піку;

$\delta = b / 2m$  - коефіцієнт демпфування;

$m$  - маса рухомої системи вібростенду разом з випробуванням об'єктом;

$b$  - коефіцієнт опору;

$V$  - швидкість розгортки частоти сигналу збуджувальної дії.

Знаменник співвідношення (1) відповідає наближеному співвідношенню, а саме:

$$\left( 1 + 0,28 \frac{\delta}{\sqrt{2V}} \right)^2 \cong 1 + 2 \frac{0,28\delta}{\sqrt{2V}} = 1 + 0,4 \frac{\delta}{\sqrt{V}}, \quad (2)$$

$$\sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2} \approx \omega_0 \quad (3)$$

Співвідношення (1) при урахуванні (2), (3) приймає вигляд:

$$\omega_0 \sqrt{V} - 0,4\delta\omega = \omega \sqrt{V} - \sqrt{3\pi V} \quad (4)$$

Для двох значень швидкості  $V_1, V_2$  ( $V_2 > V_1$ ) розгортки частоти сигналу збуджувальної дії на підставі (4) маємо систему рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} \omega_0 \sqrt{V_1} - 0,4\delta\omega_1 &= \omega_1 \sqrt{V_1} - \sqrt{3\pi} \cdot V_1, \\ \omega_0 \sqrt{V_2} - 0,4\delta\omega_2 &= \omega_2 \sqrt{V_2} - \sqrt{3\pi} \cdot V_2 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Рішення системи (5) відносно параметра  $\omega_0$  має вигляд:

$$\omega_0 = \frac{\omega_1 \omega_2 (\sqrt{V_2} - \sqrt{V_1})}{(\omega_1 \sqrt{V_2} - \omega_2 \sqrt{V_1})} - \sqrt{3\pi} \frac{(\omega_1 V_2 - \omega_2 V_1)}{(\omega_1 \sqrt{V_2} - \omega_2 \sqrt{V_1})} \quad (6)$$

Співвідношення (6) визначає алгоритм для визначення  $\omega_0$ , а саме:

1) зафіксувати частоти  $\omega_1, \omega_2$  максимумів обвідних напіврозмахів коливань динамічних резонансних піків при швидкостях  $V_1, V_2$  розгортки частоти відповідно сигналу задавального генератора;

2) сформувати сигнали, що відповідають значенням  $\omega_1 \sqrt{V_2}, \omega_2 \sqrt{V_1}, \omega_1 V_2, \omega_2 V_1, \omega_1 \omega_2$ ;

3) сформувати сигнали, що відповідають різницям сигналів  $\omega_1 \sqrt{V_2}$  і  $\omega_2 \sqrt{V_1}$ ;  $\omega_1 V_2$  і  $\omega_2 V_1$ ;  $\sqrt{V_2}$  і  $\sqrt{V_1}$ ;  $(\omega_1 \sqrt{V_2} - \omega_2 \sqrt{V_1})$ ;  $(\omega_1 V_2 - \omega_2 V_1)$ ;  $(\sqrt{V_2} - \sqrt{V_1})$ ;

4) сформувати сигнали, що відповідають значенням  $\omega_1 \omega_2 (\sqrt{V_2} - \sqrt{V_1})$ ,  $\sqrt{3\pi} (\omega_1 V_2 - \omega_2 V_1)$ ;

5) сформувати сигнал, що дорівнює значенню різниці сигналів по п. 4 :

$$\omega_1 \omega_2 (\sqrt{V_2} - \sqrt{V_1}) - \sqrt{3\pi} (\omega_1 V_2 - \omega_2 V_1)$$

6) сформувати сигнал, що дорівнює значенню результату ділення сигналів по п. 5 і п. 3 :

$$\frac{\omega_1 \omega_2 (\sqrt{V_2} - \sqrt{V_1})}{(\omega_1 \sqrt{V_2} - \omega_2 \sqrt{V_1})} - \sqrt{3\pi} \frac{\omega_1 V_2 - \omega_2 V_1}{(\omega_1 \sqrt{V_2} - \omega_2 \sqrt{V_1})}$$

який відповідає співвідношенню (6) і дорівнює величині  $\omega_0$  то.

Запропонований пристрій пояснюється кресленням, де наведена структурна схема пристрою для визначення резонансної частоти елементів конструкції.

Пристрій містить блок 1 керування розгорткою частоти, задавальний генератор 2, регулятор 3 амплітуди, підсилювач 4 потужності, вібростенд 5 з установленими на його рухомій платформі випробуваним об'єктом 6 і першим віброперетворювачем 7, другий віброперетворювач 8, установлений на випробуваному об'єкті 6, перший і другий узгоджувальні підсилювачі 9 і 10, фазовий детектор 11, блок 12 зворотного зв'язку, нуль-орган 13, перетворювач 14 частота-напруга, перший і другий ключі 15 і 16, перший, другий, третій і четвертий підсилювачі 17, 18, 19 і 20 з регульованими коефіцієнтами підсилення, блок 21 пам'яті, перший, другий і третій суматори 22, 23 і 24, перший, другий і третій блоки 25, 26 і 27 множення, блок 28 ділення, регістратор 29, комутатор 30, перший і другий тригери 31 і 32, дешифратор 33, перший і другий елементи 34 і 35 затримки, вхід 36 «Пуск», перше джерело 37 напруги величиною  $\sqrt{3\pi}$ , друге джерело 38 напруги величиною  $(\sqrt{V_2} - \sqrt{V_1}) / \sqrt{V_1 V_2}$ .

Блоки і елементи пристрою з'єднані таким чином.

Вихід блока 1 керування розгорткою частоти сполучений з керувальним входом задавального генератора 2, вихід якого через послідовно з'єднані регулятор 3 амплітуди і підсилювач 4 потужності під'єднаний до обмотки рухомої котушки (обмотки збудження) (на фіг. не показана) вібростенда 5 з установленим на його рухомій платформі випробуваним об'єктом 6. Виходи першого і другого віброперетворювачів 7 і 8 сполучені з входами першого і другого узгоджувальних підсилювачів 9 і 10 відповідно, виходи яких сполучені з входами фазового детектора 11.

Вихід першого узгоджувального підсилювача 9 через блок 12 зворотного зв'язку сполучений з керувальним входом регулятора 3 амплітуди.

Вихід другого узгоджувального підсилювача 10 сполучений з входом перетворювача 14 частота-напруга, вихід якого сполучений з об'єднаними входами першого і другого ключів 15 і 16, вихід першого з яких через перший підсилювач 17 з регульованим коефіцієнтом підсилення сполучений з інформаційним входом блока 21 пам'яті, а вихід другого ключа 16 через другий підсилювач 18 з регульованим коефіцієнтом підсилення сполучений з об'єднаними віднімальним входом першого суматора 22, другим входом першого блока 25 множення і інформаційним входом четвертого підсилювача 20 з регульованим коефіцієнтом підсилення.

Вихід блока 21 пам'яті сполучений з об'єднаними підсумовувальним входом першого суматора 22, інформаційним входом третього підсилювача 19 з регульованим коефіцієнтом підсилення і першим входом першого блока 25 множення. Виходи третього і четвертого підсилювачів 19 і 20 з регульованими коефіцієнтами підсилення сполучені з віднімальним і підсумовувальним входами другого суматора 23 відповідно, вихід якого через другий блок 26 множення, другий вхід якого під'єднаний до виходу першого джерела 37 напруги, значення якого дорівнює  $\sqrt{3\pi}$ , сполучений з першим підсумовувальним входом третього суматора 24, другий підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом третього блока 27 множення, один вхід якого сполучений з виходом першого блока 25 множення, а другий - з виходом другого джерела 38 напруги, величина якого дорівнює  $(\sqrt{V_2} - \sqrt{V_1}) / \sqrt{V_1 V_2}$ .

Вихід третього суматора 24 сполучений з входом «Ділене» блока 28 ділення, вхід «Подільник» якого сполучений з виходом першого суматора 22. Вихід блока 28 ділення сполучений з інформаційним входом регістратора 29.

Вихід фазового детектора 11 через нуль-орган 13 сполучений з інформаційним входом комутатора 30, перший вихід якого сполучений з об'єднаними керувальним входом першого ключа 15 і входом «Запис» блока 21 пам'яті безпосередньо, а через перший елемент 34 затримки - з S-входом першого тригера 31, а другий вихід сполучений з об'єднаними керувальним входом другого ключа 16 і входом «Читання» блока 21 пам'яті безпосередньо, а через другий елемент 35 затримки - з об'єднаними R-входами першого і другого тригерів 31, 32 і входом «Запис» регістратора 29. S-вхід другого тригера 32 сполучений з входом 36 «Пуск».

Прямі виходи першого і другого тригерів 31 і 32 сполучені з інформаційними входами дешифратора 33, перший вихід якого сполучений з об'єднаними першими входами комутатора 30 і блока 1 керування розгорткою частоти, а другий вихід - з об'єднаними другими входами комутатора 30 і блока 1 керування розгорткою частоти.

Коефіцієнт підсилення першого підсилювача 17 з регульованим коефіцієнтом підсилення дорівнює величині

$$\sqrt{V_2}, \text{ коефіцієнт підсилення другого підсилювача 18 з регульованим коефіцієнтом підсилення дорівнює величині } \sqrt{V_1},$$

$$\text{коефіцієнт підсилення третього підсилювача 19 з регульованим коефіцієнтом підсилення дорівнює } \sqrt{V_2},$$

$$\text{коефіцієнт підсилення четвертого підсилювача 20 з регульованим коефіцієнтом підсилення дорівнює } \sqrt{V_1}.$$

Пристрій для визначення резонансної частоти елементів конструкції працює таким чином.

В початковому стані перший і другий тригери 31 і 32 установлені в нуль, частота задавального генератора 2 установлена на рівні нижньої частоти діапазону частот розгортки частоти. Зміст блока 21 пам'яті дорівнює нулю, зміст регістратора 29 дорівнює нулю.

При надходженні сигналу на вхід 36 «Пуск» другий тригер 32 установлюється в одиницю, при цьому на

першому виході дешифратора 33 з'являється сигнал, який надходить на перший керувальний вхід комутатора 30 і перший керувальний вхід блока 1 керування розгорткою частоти.

Дешифратор 33 функціонує наступним чином.

При наявності кодової комбінації «00» на входах дешифратора 33 на його виходах сигнали відсутні, при наявності кодової комбінації «01» на входах формується сигнал на першому виході дешифратора 33, при наявності кодової комбінації «11» на входах формується сигнал на другому виході дешифратора 33.

При наявності сигналу на першому вході блока 1 керування розгорткою частоти частота задавального генератора 2 збільшується від початкового значення, що відповідає нижній частоті його діапазону частот, із швидкістю  $V_1$ .

При наявності сигналу на другому вході блока 1 керування розгорткою частоти задавального генератора 2 збільшується із швидкістю  $V_2$ .

Синусоїдальний сигнал змінної частоти з виходу задавального генератора 2 через регулятор 3 амплітуди і підсилювач 4 потужності надходить в обмотку рухомої котушки (обмотку збудження) вібростенда 5.

Сигнал з виходу першого віброперетворювача 7 через перший узгоджувальний підсилювач 9 і блок 12 зворотного зв'язку надходить на керувальний вхід регулятора 3 амплітуди сигналу задавального генератора 2 для стабілізації рівня сигналу збудження вібростенда 5.

Сигнал з виходу другого віброперетворювача 8 надходить на вхід другого узгоджувального підсилювача 10.

Сигнали з виходів першого і другого узгоджувальних підсилювачів 9 і 10 надходять на входи фазового детектора 11. Спочатку формується режим розгортки частот задавального генератора 2 з постійною швидкістю  $V_1$ .

При порівнянні частоти сигналу змінної частоти з виходу задавального генератора 2 з резонансною частотою динамічного резонансного піку випробуваного об'єкта 6 різниця фаз сигналів на входах фазового детектора 11 дорівнює величині  $\pi/2$ , а сигнал на виході фазового детектора 11 при цьому буде нульовим. На виході нуля-органа 13 формується імпульсний сигнал, який надходить на перший вихід комутатора 30 і далі на керувальний вхід першого ключа 15 і на вхід «Запис» блока 21 пам'яті. При цьому в блок 21 пам'яті вводиться і запам'ятовується сигнал, що дорівнює значенню  $\omega_1\sqrt{V_2}$ .

Сигнал з першого виходу комутатора 30 через перший елемент 34 затримки надходить на S- вхід першого тригера 31, устанавлюючи цей тригер в одиницю.

Тепер формується сигнал на другому виході дешифратора 33, який надходить на керувальний вхід другого ключа 16 і другий керувальний вхід блока 1 керування розгорткою частоти.

При цьому частота задавального генератора 2 збільшується з постійною швидкістю  $V_2(V_2 > V_1)$ .

При порівнянні частоти сигналу змінної з швидкістю  $V_2$  з виходу задавального генератора 2 з резонансною частотою динамічного резонансного тока випробуваного об'єкта 6 різниця фаз сигналів на входах фазового детектора 11 знову дорівнює величині  $\pi/2$ , а вихідний сигнал фазового детектора буде нульовим. На виході нуля-органа 13 формується імпульсний сигнал, який надходить на другий вихід комутатора 30, а тому і на керувальний вхід другого ключа 16 і на вхід «Читання» блоку 21 пам'яті. Сигнал з виходу перетворювача 14 частота-напряга через другий ключ 16 і другий підсилювач 18 з регульованим коефіцієнтом підсилення, що дорівнює  $\omega_2\sqrt{V_1}$ , надходить на віднімальний вхід першого суматора 22, на підсумовувальний вхід якого надходить сигнал з виходу блока 21 пам'яті, що дорівнює величині  $\omega_1\sqrt{V_2}$ .

На виході першого суматора 22 формується сигнал, що дорівнює  $(\omega_1\sqrt{V_2} - \omega_2\sqrt{V_1})$ .

Сигнал  $\omega_1\sqrt{V_2}$  з виходу блока 21 пам'яті через третій підсилювач 19 з регульованим коефіцієнтом  $\sqrt{V_2}$  підсилення, що дорівнює величині  $\omega_1V_2$ , надходить на віднімальний вхід другого суматора 23, на підсумовувальний вхід якого надходить сигнал  $\omega_2V_1$  з виходу четвертого підсилювача 20 з регульованим коефіцієнтом підсилення, що дорівнює  $\sqrt{V_1}$ .

На виході другого суматора 23 формується сигнал  $(\omega_2V_1 - \omega_1V_2)$ .

Сигнал  $\omega_1\sqrt{V_2}$  з виходу блока 21 пам'яті надходить на один вхід першого блока 25 множення, на другий вхід якого надходить сигнал  $\omega_2\sqrt{V_1}$  з виходу другого підсилювача 18 з регульованим коефіцієнтом підсилення.

На виході першого блока 25 множення формується сигнал величини  $\omega_1\omega_2\sqrt{V_1V_2}$ , який надходить на один вхід третього блока 27 множення, на другий вхід якого надходить сигнал, що дорівнює величині  $(\sqrt{V_2} - \sqrt{V_1})/\sqrt{V_1V_2}$ . Вихідний сигнал другого суматора 23 надходить на один вхід другого блока 26 множення, на другий вхід якого надходить сигнал, що дорівнює величині  $\sqrt{3\pi}$ .

Вихідні сигнали другого і третього блоків 26 і 27 множення, що дорівнюють величинам  $\sqrt{3\pi}(\omega_2V_1 - \omega_1V_2)$  і  $\omega_1\omega_2(\sqrt{V_2} - \sqrt{V_1})$  відповідно, надходять на підсумовувальні входи третього суматора 24, вихідний сигнал якого, що дорівнює величині

$$[\omega_1\omega_2(\sqrt{V_2} - \sqrt{V_1}) - \sqrt{3\pi}(\omega_1V_2 - \omega_2V_1)],$$

надходить на взад «Ділене» блока 28 ділення, на вхід «Подільнику» якого надходить сигнал, що дорівнює

величині  $(\omega_1\sqrt{V_2} - \omega_2\sqrt{V_1})$ , з виходу другого суматора 22. На виході блока 28 ділення формується сума, що дорівнює величині

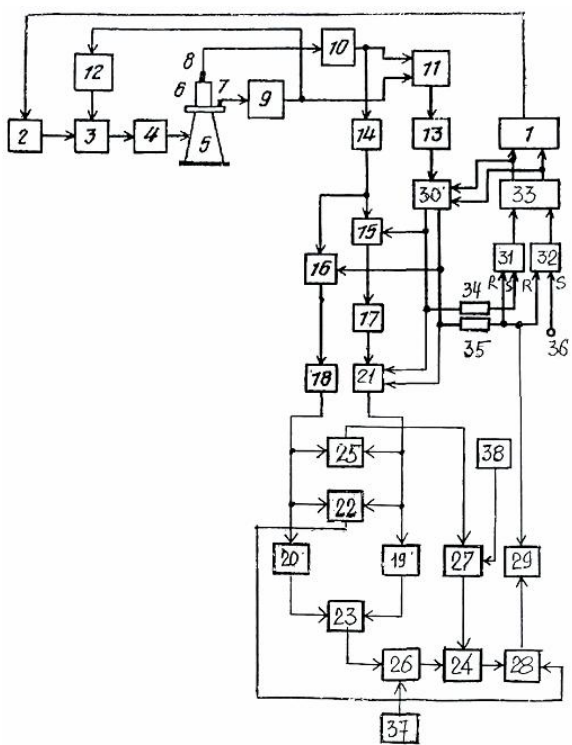
$$\frac{\omega_1\omega_2(\sqrt{V_2} - \sqrt{V_1})}{(\omega_1\sqrt{V_2} - \omega_2\sqrt{V_1})} - \sqrt{3\pi} \frac{\omega_1V_2 - \omega_2V_1}{(\omega_1\sqrt{V_2} - \omega_2\sqrt{V_1})}$$

що відповідає значенню  $\omega_0$  по співвідношенню (6).

Цей сигнал фіксується і запам'ятовується регістратором 29 в проміжок часу, що визначається імпульсним сигналом на другому виході комутатора 30 після затримки другим елементом 35 затримки. Імпульсний сигнал з виходу комутатора 30 після проходження через другий елемент 35 затримки надходить на об'єднані R-входи першого і другого тригерів 31 і 32, установлюючи ці тригери в нуль і припиняючи режим функціонування пристрою. Наступний цикл роботи пристрою відбувається тільки після сигналу на вхід 36 «Пуск».

Найменування елементів пристрою

- 1 - блок керування розгорткою часу
- 2 - задавальний генератор
- 3 - регулятор амплітуди
- 4 - підсилювач потужності
- 5 - вібростенд
- 6 - випробуваний об'єкт
- 7 - перший віброперетворювач
- 8 - другий віброперетворювач
- 9 - перший узгоджувальний підсилювач
- 10 - другий узгоджувальний підсилювач
- 11 - фазовий детектор
- 12 - блок зворотного зв'язку
- 13 - нуль-орган
- 14 - перетворювач частота - напруга
- 15 - перший ключ
- 16 - другий ключ
- 17 - перший підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення
- 18 - другий підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення
- 19 - третій підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення
- 20 - четвертий підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення
- 21 - блок пам'яті
- 22 - перший суматор
- 23 - другий суматор
- 24 - третій суматор
- 25 - перший блок множення
- 26 - другий блок множення
- 27 - третій блок множення
- 28 - блок ділення
- 29 - регістратор
- 30 - комутатор
- 31 - перший тригер
- 32 - другий тригер
- 33 - дешифратор
- 34 - перший елемент затримки
- 35 - другий елемент затримки
- 36 - вхід «Пуск»
- 37 - перше джерело напруги
- 38 - друге джерело напруги



Фиг.