

Винахід відноситься до техніки дослідження динамічних характеристик елементів випробуваних конструкцій, може бути використаний для визначення швидкості розгортки частоти збуджувальної вібростенди дії і може знайти застосування при рішенні задач вібровипробувань, вібродіагностики і вібронадійності виробів, а також при розробці нових вібраційних технологій.

Відомий пристрій для випробування виробів на віброміцність, що містить послідовно сполучені блок керування розгорткою частоти, задавальний генератор, регулятор амплітуди, підсилювач потужності, вібростенд, призначений для установки випробуваного об'єкту, два віброперетворювача, перший із яких установлений на рухомій частині вібростенду, а другий - на випробуваному об'єкті, два узгоджувальних підсилювача, входи яких сполучені з виходами відповідних віброперетворювачів, фазовий детектор, входи якого сполучені з виходами 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 з'єднаний з виходом фазового детектора, і комутатор, а також дешифратор, входи якого сполучені з відповідними керувальними входами блока керування розгорткою частоти і комутатора, два тригери, прямі входи яких сполучені з відповідними входами дешифратора, перший ключ, два елемента затримки, перший із яких з'єднує перший вихід комутатора з S-входом другого тригера, а другий елемент затримки з'єднує об'єднані R-входи першого і другого тригерів з другим виходом комутатора, S-вхід першого тригера сполучений з виходом «Пуск», перший і другий суматори, піковий детектор, послідовно з'єднані перший блок ділення, перетворювач добувача кореня і перший блок множення, а також лічильник імпульсів, регістр задавання коду, другий дешифратор, перший елемент «НІ», при цьому інформаційний вхід пікового детектора з'єднаний з виходом другого узгоджувального підсилювача, а керувальний вхід через перший ключ - з виходом нуль - органа, вихід пікового детектора сполучений з віднімальним входом першого суматора, підсумовувальний вхід якого, об'єднаний з підсумовувальним входом другого суматора, сполучений з виходом джерела задавання максимально допустимого граничного рівня сигналу, що відтворюється вібростендом, віднімальний вхід другого суматора під'єднаний до виходу джерела задавання програмного рівня сигналу, що відтворюється вібростендом, входи другого і першого суматорів під'єднані до входів «Ділене» і «Подільник» відповідно першого блока ділення, вихід якого через блок добувача кореня сполучений з першим входом першого блока множення, другий вхід якого сполучений з входом V_{max} , вхід «Скид» блока керування розгорткою частоти сполучений з виходом другого дешифратора, інформаційні входи якого сполучені з прямими виходами розрядів лічильника імпульсів, розрядні входи якого з'єднані з прямими виходами розрядів регістра задавання коду, вхід «Прийом» лічильника імпульсів об'єднаний з S - входом першого тригера і з'єднаний з зовнішнім входом «Пуск», S-вхід першого тригера об'єднаний з лічильним входом лічильника імпульсів і сполучений з виходом нуль - органа, керувальний вхід першого ключа через перший елемент «НІ» сполучений з інверсним виходом другого тригера, вхід «Скид» блока керування розгорткою частоти об'єднаний з R - входами першого і другого тригерів і сполучений з зовнішнім входом «Скид», перетворювач «частота-напруга», перший і другий блоки пам'яті, другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий і сьомий ключі, третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий і восьмий суматори, другий блок множення, другий блок ділення, перший і другий значочутливі елементи, другий, третій і четвертий елементи «НІ», елемент «АБО», третій елемент затримки, при цьому інформаційний вхід першого блока пам'яті через перетворювач «частота-напруга» з'єднаний з виходом другого узгоджувального підсилювача, а інформаційний

вихід другого блока пам'яті з'єднаний з входом ω_{BM} , що відповідає граничному значенню частоти частотного діапазону, що відтворюється вібростендом, входи «Запис» першого і другого блоків пам'яті об'єднані і з'єднані через другий ключ з виходом першого ключа, входи «Читання» першого і другого блоків пам'яті об'єднані і з'єднані через третій елемент затримки з виходом другого ключа, входи першого і другого блоків пам'яті з'єднані з віднімальним і підсумовувальним входами третього суматора відповідно, вихід якого через перший значочутливий елемент з'єднаний з керувальним входом четвертого ключа, інформаційний вхід якого з'єднаний з виходом першого блока пам'яті, а вихід - з другим підсумовувальним входом четвертого суматора, перший підсумовувальний вхід якого через третій ключ з'єднаний з виходом другого блока пам'яті, керувальний вхід третього ключа з'єднаний через другий елемент «НІ» з виходом першого значочутливого елемента, вихід четвертого суматора з'єднаний з підсумовувальним входом восьмого суматора, віднімальний вхід якого -

об'єднаний з віднімальним входом сьомого суматора, з'єднаний з зовнішнім входом $\omega_{пр.}$, підсумовувальний вхід сьомого суматора з'єднаний з зовнішнім входом $\omega_{зад.}$ входи сьомого і восьмого суматорів з'єднані з входами «Ділене» і «Подільник» другого блока ділення відповідно, вихід другого блока ділення через сьомий ключ з'єднаний з другим входом другого блока множення, перший вхід якого з'єднаний з зовнішнім входом V_{max} , а вихід - з об'єднаними інформаційним входом шостого ключа, підсумовувальним входом шостого суматора і входом четвертого елемента «НІ», віднімальний вхід шостого суматора об'єднаний з інформаційним входом п'ятого ключа і з'єднаний з виходом першого блока множення, входи п'ятого і шостого ключів з'єднані з підсумовувальними першим і другим входами п'ятого суматора, вихід якого з'єднаний з третім керувальним входом блока керування розгорткою частоти, вихід шостого суматора через другий значочутливий елемент з'єднаний з об'єднаними входом третього елемента «НІ», вихід якого з'єднаний з керувальним входом шостого ключа, і першим входом елемента «АБО», другий вхід якого з'єднаний з виходом четвертого елемента «НІ», вихід елемента «АБО» з'єднаний з керувальним входом п'ятого ключа. (Див. деклараційний патент України №37880 - М. кл. G01M7/00, 2002).

Відомий пристрій для випробування виробів на віброміцність дозволяє реалізувати такий алгоритм функціонування, який забезпечує можливість визначення швидкості розгортки частоти сигналу збуджувальної вібростенди разом з випробуванням виробом дії при урахуванні максимально допустимих по технічних характеристиках рівня віброприскорення (вібропереміщення) для використаного типу вібростенди, максимально можливій швидкості сканування частоти сигналу збудження і заданого по програмі рівня віброприскорення

(вібропереміщення) випробуваного виробу.

Але відомий пристрій при визначенні швидкості розгортки частоти сигналу збуджувальної дії не забезпечує урахування верхньої частоти діапазону частот, що відтворюється вібростендом.

Таким чином, відомий пристрій не дозволяє ефективно застосовувати технологічні можливості вібростенда при проведенні вібровипробувань виробів.

Відомий також пристрій для випробування виробів на віброміцність, що містить послідовно сполучені блок керування розгорткою частоти, задавальний генератор, регулятор амплітуди, підсилювач потужності, вібростенд, призначений для установки на його рухомій платформі випробуваного об'єкту, два віброперетворювачі, перший з яких установлений на рухомій платформі вібростенда, а другий - на випробуваному об'єкті, два узгоджувальних підсилювачі, входи яких сполучені з виходами відповідних віброперетворювачів, фазовий детектор, входи якого сполучені з виходами 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 з'єднаний з виходом фазового детектора, і комутатор, а також перший і другий тригери, перший і другий дешифратори, піковий детектор, лічильник імпульсів, регістр задання кода, перетворювач «частота-напруга», перший і другий блоки пам'яті, перший, другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий і восьмий суматори, перший і другий блоки ділення, перший і другий блоки множення, перший і другий знакочутливі елементи, перший перетворювач добувача кореня, перший, другий, третій і четвертий елементи «НІ», перший елемент «АБО», перший, другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий і сьомий ключі,

перший, другий і третій елементи затримки, зовнішні входи «Скид», «Пуск», « $Y_{гр}$ », « $Y_{зад}$ », « V_{max} », « ω_0 », « $\omega_{зад}$ »,

« ω_{BM} », причому вихід фазового детектора через нуль-орган сполучений з об'єднаними інформаційними входами комутатора, третього ключа, лічильним віднімальним входом лічильника імпульсів і S - входом першого тригера, S-вхід якого також об'єднаний з входом «Прийом» лічильника імпульсів і сполучений з зовнішнім входом «Пуск», R-входи першого і другого тригерів об'єднані і сполучені з зовнішнім входом «Скид», перший вихід комутатора через перший елемент затримки сполучений з S - входом другого тригера, R-вхід якого об'єднаний з R-входом першого тригера і через другий елемент затримки сполучений з другим виходом комутатора, прямі виходи першого і другого тригерів сполучені з інформаційними входами першого дешифратора, перший вихід якого сполучений з об'єднаними першими керувальними входами комутатора і блока керування розгорткою частоти, другі керувальні входи яких об'єднані і сполучені з другим виходом першого дешифратора, інверсний вихід другого тригера через третій елемент «НІ» сполучений з керувальним входом третього ключа, вихід другого узгоджувального підсилювача сполучений з об'єднаними інформаційними входами пікового детектора і перетворювача «частота-напруга», вихід якого сполучений з інформаційним входом першого блока пам'яті,

інформаційний вхід другого блока пам'яті сполучений з зовнішнім входом « ω_{BM} », виходи першого і другого блоків пам'яті сполучені з віднімальним і підсумовувальним входами сьомого суматора відповідно, вихід якого через перший знакочутливий елемент сполучений з керувальним входом п'ятого ключа, інформаційний вхід якого сполучений з виходом першого блока пам'яті, а вихід - з першим підсумовувальним входом восьмого суматора, другий підсумовувальний вхід якого через шостий ключ сполучений з виходом другого блока пам'яті, керувальний вхід шостого ключа через четвертий елемент «НІ» сполучений з виходом першого знакочутливого елемента, вихід третього ключа сполучений через четвертий ключ з об'єднаними входами «Запис» першого і другого блоків пам'яті безпосередньо, а через третій елемент затримки - з об'єднаними входами «Читання» першого і другого блоків пам'яті, керувальний вхід пікового детектора сполучений з виходом третього ключа, вихід пікового детектора сполучений з віднімальним входом другого суматора» підсумовувальний вхід якого об'єднаний з підсумовувальним входом першого суматора і сполучений із зовнішнім входом « $Y_{гр}$ », а віднімальний вхід першого суматора сполучений із зовнішнім входом « $Y_{зад}$ », виходи першого і другого суматорів сполучені з входами «Ділене» і «Подільник» першого блока ділення відповідно, вихід якого через перший перетворювач добувача кореня сполучений з одним входом першого блока множення, другий вхід якого сполучений з зовнішнім входом « V_{max} », вихід першого блока множення сполучений з об'єднаними віднімальним входом п'ятого суматора і інформаційним входом першого ключа, підсумовувальний вхід п'ятого суматора об'єднаний з входом першого елемента «НІ» і інформаційним входом другого ключа, вихід п'ятого суматора через другий знакочутливий елемент сполучений з об'єднаним першим входом першого елемента «АБО» і входом другого елемента «НІ», вихід якого сполучений з керувальним входом другого ключа, другий вхід першого елемента «АБО» сполучений з виходом першого елемента «НІ», а вихід першого елемента «АБО» сполучений з керувальним входом першого ключа, виходи першого і другого ключів сполучені з першим і другим підсумовувальними входами відповідно шостого суматора, вихід якого сполучений з третім керувальним входом блока керування розгорткою частоти, розрядні входи лічильника імпульсів сполучені з розрядними виходами регістра задання коду, розрядні виходи лічильника імпульсів сполучені з інформаційними входами другого дешифратора, вихід якого сполучений з четвертим керувальним входом блока керування розгорткою частоти, віднімальні входи третього і четвертого суматорів об'єднані і сполучені з зовнішнім входом « ω_0 », підсумовувальний вхід третього суматора сполучений з

зовнішнім входом « $\omega_{зад}$ », підсумовувальний вхід четвертого суматора сполучений з виходом восьмого суматора, вихід третього суматора сполучений з входом «Ділене» другого блока ділення (Див. деклараційний патент України №52178, М. кл. G01M7/00).

Відомий пристрій при визначенні швидкості розгортки частоти сигналу збуджувальної вібростенд дії забезпечує урахування максимально допустимого по технічних характеристиках рівня віброприскорення (вібропереміщення) рухомої платформи вібростенда разом з випробуванням об'єктом і урахування верхньої частоти діапазону частот, що відтворюється вібростендом.

Але відомий пристрій при визначенні швидкості розгортки частоти сигналу збуджувальної вібростенд дії не

забезпечує урахування не лінійності залежності зміщення максимуму обвідної напіврозмахів коливань динамічного резонансного піку від постійної швидкості розгортки частоти, що призводить до зменшення точності визначення цієї швидкості, а тому і не дозволяє ефективно застосовувати технологічні можливості вібростендів при проведенні вібровипробувань виробів.

В основу винаходу поставлене завдання удосконалення пристрою для випробування виробів на віброміцність шляхом введення до його складу додаткових блоків, елементів та функціональних зв'язків між ними, які дозволили б урахувати нелінійність зміщення по частоті максимуму обвідної напіврозмахів коливань динамічного резонансного піку від постійної швидкості розгортки частоти, що призводить до підвищення точності визначення цієї швидкості, а тому дозволяє більш ефективно використовувати технологічні можливості вібростендів при проведенні вібровипробувань виробів.

Поставлене завдання вирішується тим, що у відомому пристрої для випробування виробів на віброміцність, що містить послідовно сполучені блок керування розгорткою частоти, задавальний генератор, регулятор амплітуди, підсилювач потужності, вібростенд, призначений для установки на його рухомій платформі випробуваного об'єкту, два віброперетворювачі, перший з яких установлений на рухомій платформі вібростенда, а другий - на випробуваному об'єкті, два узгоджувальних підсилювачі, входи яких сполучені з виходами відповідних віброперетворювачів, фазовий детектор, входи якого сполучені з виходами 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 з'єднаний з виходом фазового детектора, і комутатор, а також перший і другий тригери, перший і другий дешифратори, піковий детектор, лічильник імпульсів, регістр задання кода, перетворювач «частота-напруга», перший і другий блоки пам'яті, перший, другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий і восьмий суматори, перший і другий блоки ділення, перший і другий блоки множення, перший і другий знакочутливі елементи, перший перетворювач добувача кореня, перший, другий, третій і четвертий елементи «НІ», перший елемент «АБО», перший, другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий і сьомий ключі, перший, другий і третій елементи затримки, зовнішні входи

«Скид», «Пуск», «У_{гр}», «У_{зад}», «V_{max}», « ω_0 », « $\omega_{зад}$ », « $\omega_{вм}$ », причому вихід фазового детектора через нуль-орган сполучений з об'єднаними інформаційними входами комутатора, третього ключа, лічильним віднімальним входом лічильника імпульсів і S - входом першого тригера, S-вхід якого також об'єднаний з входом «Прийом» лічильника імпульсів і сполучений з зовнішнім входом «Пуск», R-входи першого і другого тригерів об'єднані і сполучені з зовнішнім входом «Скид», перший вихід комутатора через перший елемент затримки сполучений з S - входом другого тригера, R-вхід якого об'єднаний з R-входом першого тригера і через другий елемент затримки сполучений з другим виходом комутатора, прямі входи першого і другого тригерів сполучені з інформаційними входами першого дешифратора, перший вихід якого сполучений з об'єднаними першими керувальними входами комутатора і блока керування розгорткою частоти, другі керувальні входи яких об'єднані і сполучені з другим виходом першого дешифратора, інверсний вихід другого тригера через третій елемент «НІ» сполучений з керувальним входом третього ключа, вихід другого узгоджувального підсилювача сполучений з об'єднаними інформаційними входами пікового детектора і перетворювача «частота-напруга», вихід якого сполучений з інформаційним входом першого блока пам'яті, інформаційний вхід другого блока пам'яті сполучений з зовнішнім

входом « $\omega_{вм}$ », входи першого і другого блоків пам'яті сполучені з віднімальним і підсумовувальним входами сьомого суматора відповідно, вихід якого через перший знакочутливий елемент сполучений з керувальним входом п'ятого ключа, інформаційний вхід якого сполучений з виходом першого блока пам'яті, а вихід - з першим підсумовувальним входом восьмого суматора, другий підсумовувальний вхід якого через шостий ключ сполучений з виходом другого блока пам'яті, керувальний вхід шостого ключа через четвертий елемент «НІ» сполучений з виходом першого знакочутливого елемента, вихід третього ключа сполучений через четвертий ключ з об'єднаними входами «Запис» першого і другого блоків пам'яті безпосередньо, а через третій елемент затримки - з об'єднаними входами «Читання» першого і другого блоків пам'яті, керувальний вхід пікового детектора сполучений з виходом третього ключа, вихід пікового детектора сполучений з віднімальним входом другого суматора, підсумовувальний вхід якого об'єднаний з підсумовувальним входом першого суматора і сполучений із зовнішнім входом «У_{гр}», а віднімальний вхід першого суматора сполучений із зовнішнім входом «У_{зад}», входи першого і другого суматорів сполучені з входами «Ділене» і «Подільник» першого блока ділення відповідно, вихід якого через перший перетворювач добувача кореня сполучений з одним входом першого блока множення, другий вхід якого сполучений з зовнішнім входом «V_{max}», вихід першого блока множення сполучений з об'єднаними віднімальним входом п'ятого суматора і інформаційним входом першого ключа, підсумовувальний вхід п'ятого суматора об'єднаний з виходом першого елемента «НІ» і інформаційним входом другого ключа, вихід п'ятого суматора через другий знакочутливий елемент сполучений з об'єднаним першим входом першого елемента «АБО» і входом другого елемента «НІ», вихід якого сполучений з керувальним входом другого ключа, другий вхід першого елемента «АБО» сполучений з виходом першого елемента «НІ», а вихід першого елемента «АБО» сполучений з керувальним входом першого ключа, входи першого і другого ключів сполучені з першим і другим підсумовувальними входами відповідно шостого суматора, вихід якого сполучений з третім керувальним входом блока керування розгорткою частоти, розрядні входи лічильника імпульсів сполучені з розрядними входами регістра задання коду, розрядні входи лічильника імпульсів сполучені з інформаційними входами другого дешифратора, вихід якого сполучений з четвертим керувальним входом блока керування розгорткою частоти,

віднімальні входи третього і четвертого суматорів об'єднані і сполучені з зовнішнім входом « ω_0 »,

підсумовувальний вхід третього суматора сполучений з зовнішнім входом « $\omega_{зад}$ », підсумовувальний вхід четвертого суматора сполучений з виходом восьмого суматора, вихід третього суматора сполучений з входом «Ділене» другого блока ділення, згідно винаходу, пристрій додатково містить дев'ятий, десятий і одинадцятий суматори, третій і четвертий блоки ділення, третій, четвертий, п'ятий і шостий блоки множення, другий і третій

перетворювачі добувача кореня, причому вхід «Подільник» другого блока ділення сполучений з виходом четвертого блока множення, перший вхід якого об'єднаний з виходом «Подільник» четвертого опора ділення і

сполучений з виходом джерела напруги величиною $\sqrt{3\pi}$, а другий вхід четвертого блока множення сполучений з виходом джерела напруги величиною «2», вхід «Ділене» четвертого блока ділення сполучений з виходом

четвертого суматора, входи «Ділене» і «Подільник» третього блока ділення сполучені з зовнішнім входом « $\omega_{\text{зад}}$ » і виходом восьмого суматора відповідно, вихід третього блока ділення сполучений з одним входом третього блока множення, другий вхід якого об'єднаний з другим підсумовувальним входом дев'ятого суматора і через другий перетворювач добувача кореня сполучений з зовнішнім входом « V_{max} », перший підсумовувальний вхід дев'ятого суматора сполучений з виходом четвертого блока ділення, а вихід дев'ятого суматора сполучений з одним входом п'ятого блока множення, другий вхід якого сполучений з виходом третього блока множення, вихід п'ятого блока множення сполучений з першим підсумовувальним входом десятого суматора, другий підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом шостого блока множення, другий вхід якого об'єднаний з першим входом і з'єднаний з виходом другого блока ділення, вихід десятого суматора через третій перетворювач добувача кореня сполучений з підсумовувальним входом одинадцятого суматора, віднімальний вхід якого сполучений з виходом другого блока ділення, вихід одинадцятого суматора сполучений з об'єднаними входами другого блока множення, вихід якого через сьомий ключ сполучений з підсумовувальним входом п'ятого суматора, вхід «Ділене» четвертого блока ділення сполучений з виходом четвертого суматора.

Запропонований пристрій для випробування виробів на віброміцність базується на таких теоретичних міркуваннях.

Як відомо, при поясненні роботи пристрою-прототипу отримано співвідношення для визначення величини

швидкості $V_{\text{зад}}^{(y)}$ розгортки частоти сигналу збуджувальної дії в залежності від максимально допустимого по технічних характеристиках рівня віброприскорення (вібропереміщення) $Y_{\text{гр}}$ використаного типу вібростенда, рівня віброприскорення (вібропереміщення) $Y_{\text{зад}}$, заданого по програмі вібровипробувань, рівня віброприскорення (вібропереміщення) Y_{max} . Що відповідає максимуму обвідної напіврозмахів коливань динамічного резонансного піку при швидкості V_{max} розгортки частоти, а саме:

$$V_{\text{зад}}^{(y)} = Y_{\text{max}} \sqrt{(Y_{\text{гр}} - Y_{\text{зад}}) / (Y_{\text{гр}} - Y_{\text{max}})}, \quad (1)$$

Отримано також співвідношення для визначення величини швидкості $V_{\text{зад}}^{(\omega)}$ розгортки частоти сигналу

збуджувальної дії в залежності від резонансної частоти ω_0 випробуваного виробу, частоти ω_{max} , що відповідає максимуму обвідної напіврозмахів коливань динамічного резонансного піку при швидкості V_{max} розгортки частоти

і частоти $\omega_{\text{зад}}$, яка відповідає максимуму обвідної напіврозмахів коливань динамічного резонансного піку при швидкості $V_{\text{зад}}$ розгортки частоти сигналу збуджувальної дії, а саме:

$$V_{\text{зад}}^{(\omega)} = V_{\text{max}} (\omega_0 - \omega_{\text{зад}}) / (\omega_0 - \omega_{\text{max}}), \quad (2)$$

В пристрої-прототипі порівнюють величини сигналів $V_{\text{зад}}^{(y)}$ і $V_{\text{зад}}^{(\omega)}$ і після операції порівняння формують сигнал, що визначає швидкість, розгортки частоти сигналу збуджувальної дії.

Співвідношення (2) сформовано при умові лінійності зміщення частоти максимуму обвідної напіврозмахів коливань динамічного резонансного піку в залежності від швидкості розгортки частоти сигналу збуджувальної дії. В той же час меншу похибку при визначенні частоти ω максимуму обвідної напіврозмахів коливань, що урахує нелінійність зміщення частоти максимуму динамічного резонансного піку дає співвідношення (Ильинский В.С. Защита РЭА и прецизионного оборудования от динамических воздействий. М.: Радио и связь, 1982. – с.116.)

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

де: ω_0 - резонансна частота статичного резонансного піку; $\delta = b/2m$ - коефіцієнт демпфування; b - коефіцієнт опору; m - маса випробуваного виробу; V - швидкість розгортки частоти сигналу збудження.

$$\text{При виконанні умов } \omega_0 \gg \sqrt{2\delta} \text{ і } \left(1 + 0,28\delta / \sqrt{2V} \right)^2 \cong 1 + 0,4 \frac{\delta}{\sqrt{V}},$$

що має місце для коливальних систем з невеликим коефіцієнтом демпфування, має місце наближене рівняння

$$\left(1 + 0,4\delta / \sqrt{V} \right) \omega = \omega_0 - \sqrt{3\pi} \sqrt{V}, \quad (4)$$

яке після незначних перетворень має вигляд:

$$\omega_0 \sqrt{V} - 0,4\delta \omega = \omega_0 \sqrt{V} + \sqrt{3\pi} V, \quad (5)$$

Для двох постійних значень швидкостей $V_1, V_2 (V_2 > V_1)$ (при $\text{sign} V_1 = \text{sign} V_2 = 1$) розгортки частоти сигналу збуджувальної дії на підставі (5) отримаємо систему рівнянь

$$\left. \begin{aligned} \omega_0 \sqrt{V_1} - 0,4\delta \omega_1 &= \omega_1 \sqrt{V_1} + \sqrt{3\pi} V_1 \\ \omega_0 \sqrt{V_2} - 0,4\delta \omega_2 &= \omega_2 \sqrt{V_2} + \sqrt{3\pi} V_2 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Після деяких перетворень із системи (6) маємо співвідношення для визначення швидкості V_1 розгортки частоти, а саме:

$$V_1 = \left\{ \sqrt{\left(\frac{\omega_1 - \omega_0}{2\sqrt{3}\pi} \right)^2 + \frac{\omega_1}{\omega_2} \sqrt{V_2} \left[\frac{\omega_2 - \omega_0}{\sqrt{3}\pi} + \sqrt{V_2} \right]} - \frac{(\omega_1 - \omega_0)}{2\sqrt{3}\pi} \right\}^2 \quad (7)$$

В інших позначеннях співвідношення (7) приймає вигляд:

$$V_{\text{зад}}^{(\omega)} = \left\{ \sqrt{\left(\frac{\omega_{\text{зад}} - \omega_0}{2\sqrt{3}\pi} \right)^2 + \frac{\omega_{\text{зад}}}{\omega_{\text{max}}} \sqrt{V_{\text{max}}} \left[\frac{\omega_{\text{max}} - \omega_0}{\sqrt{3}\pi} + \sqrt{V_{\text{max}}} \right]} - \frac{(\omega_{\text{зад}} - \omega_0)}{2\sqrt{3}\pi} \right\}^2 \quad (8)$$

При формуванні алгоритму апаратної реалізації величина швидкості $V_{\text{зад}}$ розгортки частоти сигналу збуджувальної дії має одночасно відповідати співвідношенням (1) і (8), причому по співвідношенню (1) формують алгоритм для визначення швидкості $V_{\text{зад}}^{(y)}$ розгортки частоти сигналу збуджувальної дії при врахуванні максимальних значень технічних характеристик вібростенда по віброприскоренню (вібропереміщенню), а по співвідношенню (8) формують алгоритм для визначення швидкості $V_{\text{зад}}^{(\omega)}$ розгортки частоти сигналу збуджувальної дії при умові врахування верхньої частоти ω_{BM} діапазону частот, яка відповідає нормальному функціонуванню вібростенда.

Приймаючи до уваги ω_{BM} , співвідношення (8) приймає вигляд:

$$V_{\text{зад}}^{(\omega)*} = \left\{ \sqrt{\left(\frac{\omega_{\text{зад}} - \omega_0}{2\sqrt{3}\pi} \right)^2 + \frac{\omega_{\text{зад}}}{\omega_{\text{BM}}} \sqrt{V_{\text{max}}} \left[\frac{\omega_{\text{BM}} - \omega_0}{\sqrt{3}\pi} + \sqrt{V_{\text{max}}} \right]} - \frac{(\omega_{\text{зад}} - \omega_0)}{2\sqrt{3}\pi} \right\}^2 \quad (9)$$

Із співвідношень (1), (8), (9) формують алгоритм для визначення швидкості $V_{\text{зад}}$ розгортки частоти сигналу збуджувальної дії, а саме:

1) для використаного типу вібростенда відоме значення $Y_{\text{гр}}$, яке визначається конструктивними особливостями, відомий також заданий по програмі рівень $V_{\text{зад}}$ і резонансна частота ω_0 випробуваного виробу;

2) приймають максимально допустиму по технічних характеристиках швидкість V_{max} збуджувальної дії, фіксують максимум Y_{max} обвідної напіврозмахів коливань динамічного резонансного піку при швидкості V_{max} розгортки і частоту ω_{max} , яка відповідає Y_{max} ;

3) формують сигнали Z_1 і Z_2 , величина яких дорівнює значенням

$$Z_1 = Y_{\text{гр}} - Y_{\text{зад}}; \quad Z_2 = Y_{\text{гр}} - V_{\text{max}} \quad \text{і формують сигнал } Z_3, \text{ який дорівнює значенню } Z_3 = Z_1 / Z_2 = (Y_{\text{гр}} - Y_{\text{зад}}) / (Y_{\text{гр}} - Y_{\text{max}});$$

4) формують сигнал Z_4 , який дорівнює кореню квадратному із величини Z_3

$$Z_4 = \sqrt{Z_3} = \sqrt{Z_1 / Z_2},$$

фіксуючи Z_4 ,

5) формують сигналу $V_{\text{зад}}^{(y)}$, що дорівнює значенню

$$V_{\text{зад}}^{(y)} = Y_{\text{max}} \cdot Z_4 = V_{\text{max}} \sqrt{Z_1 / Z_2} = V_{\text{max}} \sqrt{(Y_{\text{гр}} - Y_{\text{зад}}) / (Y_{\text{гр}} - Y_{\text{max}})},$$

фіксуючи $V_{\text{зад}}^{(\omega)}$;

6) формують сигнали Z_5 і Z_6 , які дорівнюють величинам

$$Z_5 = \omega_{\text{зад}} - \omega_0; \quad Z_6 = \omega_{\text{max}} - \omega_0; \quad Z_6 > Z_5$$

7) формують сигнал Z_7 , який дорівнює значенню

$$Z_7 = Z_5 / 2\sqrt{3}\pi = \frac{(\omega_{\text{зад}} - \omega_0)}{2\sqrt{3}\pi};$$

8) формують сигнал Z_8 , який дорівнює значенню

$$Z_8 = Z_7^2 = \left[(\omega_{\text{зад}} - \omega_0) / 2\sqrt{3}\pi \right]^2;$$

9) формують сигнал Z_9 , який дорівнює значенню $Z_9 = (\omega_{\text{max}} - \omega_0) / \sqrt{3}\pi$;

10) формують сигнал Z_{10} , який дорівнює значенню $Z_{10} = (\omega_{\text{зад}} / \omega_{\text{max}}) \sqrt{V_{\text{max}}}$;

11) формують сигнал Z_{11} , який дорівнює значенню

$$Z_{11} = (Z_9 + \sqrt{V_{\text{max}}}) = (\omega_{\text{max}} - \omega_0) / \sqrt{3}\pi + \sqrt{V_{\text{max}}};$$

12) формують сигнал Z_{12} , який дорівнює значенню

$$Z_{12} = Z_{10} \cdot Z_{11} = (\omega_{\text{зад}} / \omega_{\text{max}}) \sqrt{V_{\text{max}}} \left[(\omega_{\text{max}} - \omega_0) / \sqrt{3}\pi + \sqrt{V_{\text{max}}} \right];$$

13) формують сигнал Z_{13} , який дорівнює величині

$$Z_{13} = Z_8 + Z_{12} = \left[(\omega_{\text{зад}} - \omega_0) / 2\sqrt{3}\pi \right]^2 + (\omega_{\text{зад}} / \omega_{\text{max}}) \sqrt{V_{\text{max}}} \left[(\omega_{\text{max}} - \omega_0) / \sqrt{3}\pi + \sqrt{V_{\text{max}}} \right]$$

14) формують сигнал Z_{14} , який дорівнює величині $Z_{14} = \sqrt{Z_{13}}$;

15) формують сигнал Z_{15} , який дорівнює величині

$$Z_{15} = Z_{14} - Z_7 = \sqrt{Z_{13}} - \frac{(\omega_{\text{заг}} - \omega_0)}{2\sqrt{3\pi}};$$

16) формують сигнал Z_{16} , який дорівнює величині

$$Z_{16} = Z_{15}^2 = \left\{ \sqrt{\left(\frac{\omega_{\text{зад}} - \omega_0}{2\sqrt{3\pi}} \right)^2} + \frac{\omega_{\text{зад}}}{\omega_{\text{max}}} \sqrt{V_{\text{max}}} \left[\frac{\omega_{\text{max}} - \omega_0}{\sqrt{3\pi}} + \sqrt{V_{\text{max}}} \right] - \frac{(\omega_{\text{зад}} - \omega_0)}{2\sqrt{3\pi}} \right\}^2$$

що відповідає $V_{\text{зад}}^{(\omega)}$;

17) порівнюють сигнали $V_{\text{зад}}^{(\omega)}$ та $V_{\text{зад}}^{(y)}$ і при виконанні умови

$$\Delta_1 V = V_{\text{зад}}^{(y)} - V_{\text{зад}}^{(\omega)} > 0$$

формують сигнал керування швидкістю розгортки частоти збуджувальної вібростенд дії таким чином, щоб ця

швидкість дорівнювала би значенню $V_{\text{зад}}^{(\omega)}$, а при виконанні умови

$$\Delta_2 V = V_{\text{зад}}^{(y)} - V_{\text{зад}}^{(\omega)} < 0$$

формують сигнал керування розгорткою частоти збуджувальної вібростенд дії таким чином, щоб ця швидкість

дорівнювала би значенню $V_{\text{зад}}^{(y)}$.

Таким чином, використання запропонованого пристрою для випробування виробів на віброміцність дозволяє вирішити завдання визначення постійної швидкості розгортки частоти сигналу збуджувальної вібростенд дії разом з випробуванням виробом при урахуванні нелінійності зміщення по частоті максимуму обвідної напіврозмахів коливань динамічного резонансного піку в залежності швидкості розгортки частоти.

Запропонований винахід пояснюється кресленнями, де на фіг.1 нацелена структурна схема пристрою для випробування виробів на віброміцність; на фіг.2 - структурна схема блока керування розгорткою частоти.

Пристрій для випробування виробів на віброміцність містить блок 1 керування розгорткою частоти, задавальний генератор 2, регулятор 3 амплітуди, підсилювач 4 потужності, вібростенд 5 з установленим на його рухомій платформі випробуванним об'єктом 6, перший і другий віброперетворювачі 7 і 8 відповідно, перший і другий узгоджувальні підсилювачі 9 і 10 відповідно, фазовий детектор 11, блок 12 зворотного зв'язку, нуль-орган 13, піковий детектор 14, комутатор 15, перший і другий тригери 16, 17 відповідно, перший і другий дешифратори 18 і 19 відповідно, лічильник 20 імпульсів, регістр 21 задання коду, перетворювач 22 частота-напруга, перший і другий блоки 23 і 24 пам'яті відповідно, перший, другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий, восьмий, дев'ятий, десятий, одинадцятий суматори 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 відповідно, перший, другий, третій і четвертий блоки 36, 37, 38, 39 ділення відповідно, перший, другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий блоки 40, 41, 42, 43, 44, 45 множення відповідно, перший і другий знакочутливі елементи 46, 47 відповідно, перший, другий і третій перетворювачі 48, 49 і 50 добувача кореня відповідно, перший, другий, третій і четвертий 51, 52, 53, і 54 елементи «НІ», перший елемент 55 «АБО», перший, другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий і сьомий ключі 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62 відповідно, перший, другий і третій елементи 63, 64, 65 затримки відповідно, вхід 66 «Скид»,

вхід 67 «Пуск», вхід 68 «Y_{гр}», вхід 69 «Y_{зад}», вхід 70 «V_{max}», вхід 71 « ω_0 », вхід 72 « $\omega_{\text{зад}}$ », вхід 73 « $\omega_{\text{вм}}$ », вихід 74 джерела напруги значенням « $\sqrt{3\pi}$ », вихід 75 джерела напруги значенням «2».

Блок 1 керування розгорткою частоти містить перший і другий імпульсні генератори 76 і 77 відповідно, третій, четвертий і п'ятий тригери 78, 79 і 80 відповідно, восьмий, дев'ятий і десятий ключі 81, 82 і 83 відповідно, зарядний резистор 84, перший нагромаджувальний конденсатор 85, другий елемент 86 «АБО», генератор 87 ступінчастої напруги, що містить одинадцятий і дванадцятий ключі 88 і 89 відповідно, другий нагромаджувальний конденсатор 90, третій узгоджувальний підсилювач 91, струмостабілізуючий двополюсник 92 і регульований одновібратор 93.

Блок 1 керування розгорткою частоти містить також четвертий елемент 94 затримки, перший, другий і третій керувальні входи 95, 96 і 97 відповідно, вхід 98 «Скид», шину 99 нульового потенціалу, вихід 100 блока 1 керування розгорткою частоти.

Елементи і блоки 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 збудження (на схемі не показана) вібростенда 5. На платформі вібростенда 5 і випробуваному виробі 6, установленому на платформі вібростенда 5, установлені перший і другий віброперетворювачі 7 і 8 відповідно, під'єднані виходами до входів 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 пікового детектора 14.

Вихід фазового детектора 11 через нуль-орган 13 сполучений з інформаційним входом комутатора 15, перший вихід якого через перший елемент 63 затримки сполучений з S-входом другого тригера 17, R-вхід якого, об'єднаний з R-входом першого тригера 16, через другий елемент 64 затримки під'єднаний до другого виходу комутатора 15. S-вхід першого тригера 16 об'єднаний з входом «Прийом» лічильника 20 імпульсів і сполучений з виходом 67 «Пуск». Об'єднані R-входи першого і другого тригерів 16 і 17 сполучені з зовнішнім входом 66 «Скид».

Прямі виходи першого і другого тригерів 16 і 17 сполучені з входами першого дешифратора 18, перший вихід

якого сполучений з об'єднаними першим керувальним входом 95 блока 1 керування розгорткою частоти і першим керувальним входом комутатора 15. Другий вихід першого дешифратора 18 сполучений з об'єднаними другим керувальним входом 96 блока 1 керування розгорткою частоти і другим керувальним входом комутатора 15.

Вихід нуля-органу 13 сполучений з об'єднаними S-входом першого тригера 16, лічильним входом лічильника 20 імпульсів і інформаційним входом третього ключа 58, керувальний вхід якого через третій елемент 53 «НІ» сполучений з інверсним виходом другого тригера 17.

Вихід пікового детектора 14 сполучений з віднімальним входом другого суматора 26, підсумовувальний вхід якого об'єднаний з підсумовувальним входом першого суматора 25 і сполучений з зовнішнім входом 68 «Y_{гр}», а вихід другого суматора 26 сполучений з входом «Подільник» першого блока 36 ділення, вхід «Ділене» якого сполучений з виходом першого суматора 25, віднімальний вхід якого сполучений з входом 69 «Y_{зад}».

Вихід першого блока 36 ділення через перший перетворювач 48 добувача кореня сполучений з одним входом першого блока 40 множення, другий вхід якого сполучений з зовнішнім входом 70 «V_{max}».

Керувальний вхід пікового детектора 14 сполучений з виходом третього ключа 58. Розрядні входи лічильника 20 імпульсів сполучені з прямими виходами розрядів регістра 21 задання коду.

Прямі виходи розрядів лічильника 20 імпульси сполучені з інформаційними входами другого дешифратора 19, вихід якого сполучений з входом 98 «Скид» блока 1 керування розгорткою частоти. Вихід другого узгоджувального підсилювача 10 сполучений через перетворювач 22 частота-напруга з інформаційним входом першого блока 23 пам'яті, вхід «Запис» якого, об'єднаний з входом «Запис» другого блока 24 пам'яті, сполучений через четвертий ключ 59 з виходом третього ключа 58.

Входи «Читання» першого і другого блоків 23, 24 пам'яті відповідно об'єднані і через третій елемент 65 затримки під'єднані до виходу четвертого ключа 59. Інформаційний вхід другого блока 24 пам'яті сполучений з зовнішнім входом 73 « $\omega_{\text{вм}}$ ».

Виходи першого і другого блоків 23 і 24 пам'яті сполучені з віднімальним і підсумовувальним входами сьомого суматора 31 відповідно, вихід якого через перший знакочутливий елемент 46 сполучений з керувальним входом п'ятого ключа 60, інформаційний вхід якого сполучений з виходом першого блока 23 пам'яті, а вихід п'ятого ключа 60 сполучений з одним входом восьмого суматора 32, другий вхід якого через шостий ключ 61 сполучений з виходом другого блока 24 пам'яті. Керувальний вхід шостого ключа 61 через четвертий елемент 54 «НІ» сполучений з виходом першого знакочутливого елемента 46.

Вихід восьмого суматора 32 сполучений з об'єднаними підсумовувальним входом четвертого суматора 28 і входом «Подільник» третього блока 38 ділення, вхід «Ділене» якого об'єднаний з підсумовувальним входом третього суматора 27 і сполучений з зовнішнім входом 72 « $\omega_{\text{зад}}$ ». Віднімальні входи третього і четвертого суматорів 27 і 28 об'єднані і сполучені з зовнішнім входом 71 « ω_0 ».

Вихід третього суматора 27 сполучений з входом «Ділене» другого блока 37 ділення, вхід «Подільник» якого сполучений з виходом 74 джерела напруги, що дорівнює « $\sqrt{3\pi}$ », через четвертий блок 43 множення, до другого входу якого під'єднаний вихід 75 джерела напруги, що дорівнює величині «2».

Вихід четвертого суматора 28 сполучений з виходом «Ділене» четвертого блока 39 ділення, вхід «Подільник» якого сполучений з виходом 74 джерела напруги величиною « $\sqrt{3\pi}$ ».

Вихід третього блока 38 ділення сполучений з одним входом третього блока 42 множення, другий вхід якого об'єднаний з другим підсумовувальним входом дев'ятого суматора 33 і сполучений через другий перетворювач 49 добувача кореня з зовнішнім входом 70 «V_{max}».

Перший підсумовувальний вхід дев'ятого суматора 33 сполучений з виходом четвертого блока 39 ділення, а вихід дев'ятого суматора 33 сполучений з одним входом п'ятого блока 44 множення, другий вхід якого сполучений з виходом третього блока 42 множення. Вихід п'ятого блока 44 множення сполучений з одним підсумовувальним входом десятого суматора 34, другий підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом шостого блока 45 множення, входи якого об'єднані і сполучені з виходом другого блока 37 ділення.

Вихід десятого суматора 34 через третій перетворювач 50 добувача кореня сполучений з підсумовувальним входом одинадцятого суматора 35, віднімальний вхід якого сполучений з виходом другого блока 37 ділення, а вихід одинадцятого суматора 35 сполучений з об'єднаними входами другого блока 41 множення, вихід якого сполучений з інформаційним входом сьомого ключа 62.

Вихід першого блока 40 множення сполучений з об'єднаними інформаційними входами першого ключа 56 і віднімальним входом п'ятого суматора 29, підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом сьомого ключа 62, об'єднаним з входом першого елемента 51 «НІ» і інформаційним входом другого ключа 57.

Вихід п'ятого суматора 29 через другий знакочутливий елемент 47 сполучений з об'єднаними входами другого елемента 52 «НІ», вихід якою сполучений з керувальним входом другого ключа 57, і одним входом елемента 55 «АБО», другий вхід якого сполучений з виходом першого елемента 51 «НІ», а вихід елемента 55 «АБО» сполучений з керувальним входом першого ключа 56. Виходи першого і другого ключів 56 і 57 сполучені з першим і другим підсумовувальним входами шостого суматора 30, вихід якого сполучений з третім керувальним входом 97 блока і керування розгорткою частоти.

Елементи блока 1 керування розгорткою частоти з'єднані таким чином (фіг.2).

Перший керувальний вхід 95 «Пуск» блока 1 керування розгорткою частоти сполучений з об'єднаними R-входами четвертого і п'ятого тригерів 79 і 80 безпосередньо і через четвертий елемент 94 затримки - з об'єднаними першими керувальними входами першого і другого імпульсних генераторів 76 і 77. Виходи першого і другого імпульсних генераторів 76 і 77 сполучені з R- і S-входами відповідно третього тригера 78, інверсний і прямий виходи якого через восьмий і дев'ятий ключі 81, 82 відповідно і через послідовно сполучені зарядний резистор 84 і перший нагромаджувальний конденсатор 85 під'єднані до шини 99 нульового потенціалу.

Паралельно першому нагромаджувальному конденсатору 85 під'єднаний десятий ключ 83.

Вузлова точка з'єднання зарядного резистора 84, першого нагромаджувального конденсатора 85 і десятого ключа 83 сполучена з виходом 100 блока 1 керування розгорткою частоти.

Керувальні входи восьмого і дев'ятого ключів 81 і 82 сполучені з інверсним і прямим виходами відповідно четвертого тригера 79.

Керувальний вхід десятого ключа 83 сполучений з виходом другого елементу 86 «АБО», один вхід якого сполучений з другим виходом генератора 87 ступінчатої напруги, а другий вхід другого елемента 86 «АБО» сполучений з прямим виходом п'ятого тригера 80, об'єднаного з третім керувальним входом генератора 87 ступінчатої напруги і другими керувальними входами першого і другого імпульсних генераторів 76 і 77. S-вхід п'ятого тригера 80 сполучений з зовнішнім керувальним входом 98 «Скид».

Потенціальний вихід «Е» джерела напруги через послідовно з'єднані токостабілізуючий двополюсник 92, дванадцятий ключ 89 і третій узгоджувальний підсилювач 91 сполучений з першим виходом генератора 87 ступінчатої напруги, вихід якого сполучений з третім керувальним входом першого імпульсного генератора 76.

Керувальний вхід дванадцятого ключа 89 сполучений з виходом регульованого одновібратора 93 і об'єднаний з другим виходом генератора 87 ступінчатої напруги.

Перший керувальний вхід генератора 87 ступінчатої напруги об'єднаний з першим керувальним входом регульованого одновібратора 93 і сполучений з третім керувальним входом 97 блока 1 керування розгорткою частоти. Другий керувальний вхід генератора 87 ступінчатої напруги об'єднаний з другим керувальним входом регульованого одновібратора 93 і сполучений з другим керувальним входом 96 блока 1 керування розгорткою частоти.

Вихід дванадцятого ключа 89 через паралельно з'єднані одинадцятий ключ 88 і другий нагромаджувальний конденсатор 90 сполучений з шиною 99 нульового потенціалу. На виходах першого і другого імпульсних генераторів 76 і 77 формуються імпульсні послідовності тільки при наявності нуля на їх других керувальних входах, під'єднаних до прямого виходу п'ятого тригера 80, і при наявності одиниці на перших керувальних входах, під'єднаних через четвертий елемент 94 затримки по першому керувальному входу 95, сполученого з першим виходом першого дешифратора 18.

Розглянемо роботу пристрою для випробування виробів на віброміцність в двох режимах.

Перший режим - режим визначення швидкості розгортки частоти сигналу збуджувальної вібростенди 5 разом з випробуванням виробом 6 дії при урахуванні максимально допустимого по технічних характеристиках рівня віброприскорення (вібропереміщення) платформи вібростенди 5.

У початковому стані лічильник 20 імпульсів установлений в нуль, перший і другий тригери 16 і 17 також установлені в нуль за рахунок надходження сигналу на вхід 66 «Скид».

Частота задавального генератора 2 установлена такою, що дорівнює нижній частоті ω_n , робочого діапазону частот (ω_n, ω_v). Комутатор 15 установлений в нейтральне положення, при цьому його виходи від'єднані від входу, а блок 1 керування розгорткою частоти установлений в початковий стан, в якому частота задавального генератора 2 зафіксована, що підтверджується надходженням сигналу на вхід 66 «Скид». На вході 68 «Y_{гр}» установлена величина сигналу, що відповідає рівню віброприскорення (вібропереміщення) максимально допустимому по технічних характеристиках для використаного типу вібростенди 5. На вході 69 «Y_{зад}» установлена величина сигналу, що відповідає рівню віброприскорення (вібропереміщення), заданому за програмою вібровипробувань. У регістрі 21 задання коду установлений код, що відповідає «Y_{зад}».

На вході 70 «V_{max}» установлена величина сигналу, що відповідає рівню швидкості розгортки частота, максимально допустимому по технічних характеристиках дня використаного типу вібростенди.

На керувальних входах четвертого і сьомого ключів 59 і 62 установлений нуль, тому ці ключі знаходяться в розімкнутому стані.

При надходженні сигналу на вхід 67 «Пуск» перший тригер 16 установлюється в одиницю, а зміст регістра 21 задавання коду передається в лічильник 20 імпульсів.

На першому виході першого дешифратора 18 з'являється сигнал, який надходить на перші керувальний вхід комутатора 15 і керувальний вхід 95 блока 1 керування розгорткою частоти.

При наявності кодової комбінації «00» на входах першого дешифратора 18 на його виходах сигнали відсутні, тобто мають нульовий рівень.

При наявності кодової комбінації «01» на входах першого дешифратора 18 формується сигнал на його першому виході. При цьому вхідний сигнал комутатора 15 надходить на його перший вихід і з'являється сигнал на першому виході 95 блока 1 керування розгорткою частоти. В такому режимі частота задавального генератора 2

збільшується по лінійному закону від заданого початкового значення ω_n із швидкістю V_{max} .

Синусоїдальний сигнал з виходу задавального генератора 2 змінної з швидкістю V_{max} частоти через регулятор 3 амплітуди і підсилювач 4 потужності надходить в обмотку (обмотку збудження) рухомої котушки збудження вібростенди 5, яка жорстко з'єднана з рухомою платформою вібростенди 5, на якій установлений випробуваний виріб 6.

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

Сигнали змінної з постійною швидкістю V_{max} частоти з виходів першого і другого віброперетворювачів 7 і 8 після проходження через перший і другий узгоджувальні підсилювачі 9 і 10 відповідно надходять на входи фазового детектора 11.

При порівнянні змінної частоти сигналу задавального генератора 2 (сигналу збуджувальної дії), що змінюється з швидкістю V_{max} , 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 його виході буде рівним нулю.

При цьому на виході нуля - органа 13 формується сигнал, який надходить на перший вихід комутатора 15 і далі через перший елемент 63 затримки на S - вхід другого тригера 17, установлюючи його в одиницю.

Сигнал з виходу нуля - органа 13 через третій ключ 58 надходить на керувальний вхід пікового детектора 14.

Спочатку третій ключ 58 знаходиться в розімкнутому стані на тій підставі, що другий тригер 17 установлений в нуль при надходженні на його R-вхід сигналу з виходу 66 «Скид», тому на виході третього елемента 53 «НІ» присутній нуль.

При формуванні сигналу на першому виході комутатора 15 через проміжок часу, що визначається першим елементом 63 затримки, другий тригер 17 установлюється в одиницю, на інверсному виході цього тригера тепер присутній нуль, на виході третього елемента 53 «НІ» - одиниця, а третій ключ 58 при цьому замикається і імпульсний сигнал з виходу нуля - органа 13 надходить через третій ключ 58 на керувальний вхід пікового детектора 14, в якому фіксується і запам'ятовується значення Y_{\max} максимуму обвідної напіврозмахів коливань динамічного резонансного піку, що відповідає швидкості V_{\max} розгортки частоти сигналу збуджувальної дії.

Тепер на входах першого дешифратора 18 має місце кодова комбінація «11», яка визначає формування сигналу на його другому виході. Цей сигнал надходить на другий керувальний вхід комутатора 15 і другий керувальний вхід 96 блока 1 керування розгорткою частоти. При цьому частота задавального генератора 2

стрибкоподібно зменшується до її початкового значення ω_n , а потім знову починається й зростання по лінійному закону з швидкістю $V_{\text{зад}}$, величина якої задається при надходженні сигналу на третій керувальний вхід 97 блока 1 керування розгорткою частоти. Алгоритм формування цього сигналу відповідає співвідношенню (1).

Сигнали Y_{\max} і $Y_{\text{гр}}$ з виходу пікового детектора 14 і входу 68 « $Y_{\text{гр}}$ » відповідно надходять на віднімальний і підсумовувальний входи відповідно другого суматора 26, вихідний сигнал, що дорівнює величині $(Y_{\text{гр}} - Y_{\max})$, надходить на вхід «Подільнику» першого блока 36 ділення, на вхід «Ділене» якого надходить сигнал, що дорівнює величині $(Y_{\text{гр}} - Y_{\text{зад}})$, з виходу першого суматора 25, на підсумовувальний вхід якого надходить сигнал $Y_{\text{гр}}$ з виходу 68 « $Y_{\text{гр}}$ », а на віднімальний вхід – сигнал $Y_{\text{зад}}$ з входу 69 « $Y_{\text{зад}}$ ».

Вихідний сигнал першого блока 36 ділення після проходження через перетворювач 48 добувача кореня дорівнює величині

$$\sqrt{(Y_{\text{гр}} - Y_{\text{зад}}) / (Y_{\text{гр}} - Y_{\max})},$$

а після проходження цього сигналу через перший блок 40 множення, на другий вхід якого надходить сигнал V_{\max} з входу 70 « V_{\max} », формується сигнал, що дорівнює значенню

$$V_{\max} \sqrt{(Y_{\text{гр}} - Y_{\text{зад}}) / (Y_{\text{гр}} - Y_{\max})},$$

який надходить на інформаційний вхід першого ключа 56. Перший ключ 56 в цьому режимі замкнений, тому що на його керувальному вході присутній одиничний сигнал. Це пояснюється тим, що на виході сьомого ключа 62 присутній нуль, на виході першого елемента 51 «НІ» присутня одиниця. Цей одиничний сигнал через перший елемент 55 «АБО» надходить на керувальний вхід першого ключа 56, замикаючи його. На інформаційному вході другого ключа 57 присутній нуль, тому незалежно від стану другого ключа 57 на його виході - нуль.

Сигнал з виходу замкненого першого ключа 56 надходить на перший підсумовувальний вхід шостого суматора 30, на другому підсумовувальному вході якого присутній нуль. Сигнал з виходу шостого суматора 30 надходить третій керувальний вхід 97 блока 1 керування розгорткою частоти.

При формуванні сигналу на другому виході комутатора 15 і надходженні його через другий елемент 64 затримки на об'єднані R-входи першого і другого тригерів 16 і 17 на інверсних виходах цих тригерів установлюється одиниця, на виході третього елемента 53 «НІ» установлюється нуль, третій ключ 58 розмикається, зміст пікового детектора 14 далі не змінюється.

Сигнал з входу 67 «Пуск» надходить на S-вхід першого тригера 16 і вхід «Прийом» лічильника 20 імпульсів, тим самим в лічильник 20 імпульсів вводиться код з виходу регістра 21 задання коду, що визначає число циклів формування режимів розгортки частоти сигналу збуджувальної вібростенд 5 дії з заданою швидкістю $V_{\text{зад}}$.

Кожний імпульсний сигнал з виходу нуля - органу 13 надходить на лічильний віднімальний вхід лічильника 20 імпульсів, зменшуючи його зміст на одиницю молодшого розряду, і на S-вхід першого тригера 16, установлюючи цей тригер в одиницю, тим самим повторюється режим розгортки частоти сигналу збуджувальної вібростенд дії і швидкістю $V_{\text{зад}}$ розгортки частоти.

Після установки в нуль лічильника 20 імпульсів (після реалізації заданого по програмі числа циклів розгортки частоти сигналу збуджувальної вібростенд 5 з швидкістю $V_{\text{зад}}$ дії) на виході другого дешифратора 19 формується сигнал, який надходить на четвертий керувальний вхід 98 «Скид» блока 1 керування розгорткою частоти,

установлюючи частоту задавального генератора 2 рівного її початковому значенню ω_n і блокуючи режим формування розгортки частоти.

Нова послідовність циклів розгортки частоти сигналу збуджувальної вібростенд 5 дії реалізується тільки після надходження сигналу на вхід 67 «Пуск» пристрою.

Перед надходженням сигналу на вхід 67 «Пуск» на вхід 66 «Скид» надходить сигнал, який установлює пристрій в початковий стан.

Другий режим - режим визначення швидкості розгортки частоти сигналу збуджувальної вібростенд 5 дії при урахуванні максимально допустимого по технічних характеристиках віброприскорення (вібропереміщення) і урахуванні верхньої частини $\omega_{\text{вм}}$ діапазону частот, що відтворюється вібростендом 5.

В цьому режимі на керувальні входи четвертого і сьомого ключів 59 і 62 надходить одиничний сигнал, тому ці ключі замкнені.

Робота пристрою в цьому режимі аналогічна роботі в першому режимі, але відрізняється за рахунок введення нових блоків і функціональних зв'язків.

При замкненому четвертому ключі 58 і замкненому третьому ключі 57 імпульсний сигнал з виходу нуля-органа 13 через третій і четвертий ключі 57 і 58 надходить на вхід «Запис» першого блока 23 пам'яті, на інформаційний вхід якого надходить сигнал з виходу перетворювача 22 частота-напруга, на вхід якого надходить сигнал з виходу другого узгоджувального підсилювача 10. Таким чином, в першому блоці 22 пам'яті фіксується і запам'ятовується частота ω_{\max} , що відповідає значенню Y_{\max} обвідної напіврозмахів коливань динамічного резонансного піку при швидкості V_{\max} розгортки частоти сигналу збуджувальної вібростенди 5 дії.

Сигнал з виходу четвертого ключа 59 надходить також на вхід «Запис» другого блока 24 пам'яті, тим самим в блоці 24 пам'яті запам'ятовується сигнал, що дорівнює максимальному значенню частоти $\omega_{\text{вм}}$, яка відповідає верхній межі робочого діапазону частот використаного вібростенди 5 і яка надходить на інформаційний вхід 73 $\omega_{\text{вм}}$ другого блока 24 пам'яті.

Через проміжок часу, що визначається третім елементом 65 затримки на входи «Читання» першого і другого блоків 23 і 24 пам'яті надходить сигнал з виходу четвертого ключа 59.

Вихідний сигнал першого блока 23 пам'яті, який відповідає значенню ω_{\max} , надходить на віднімальний вхід сьомого суматора 31, на підсумовувальний вхід якого надходить сигнал $\omega_{\text{вм}}$ з виходу другого блока 24 пам'яті.

При виконанні умови $\omega_{\text{вм}} > \omega_{\max}$ на виході значочутливого елемента 46 формується сигнал, який надходить на керувальний вхід п'ятого ключа 60, замикаючи його. При цьому сигнал, що дорівнює ω_{\max} , з виходу першою блока 23 пам'яті надходить інформаційний вхід п'ятого ключа 60 і далі на перший підсумовувальний вхід восьмого суматора 32, на другому підсумовувальному вході якого присутній нуль, тому що шостий ключ 61 розімкнений - на його керувальний вхід надходить нуль з входу четвертого елемента 54 «НІ».

При виконанні умови $\omega_{\text{вм}} < \omega_{\max}$ на виході першого значочутливого елемента 46 присутній нуль. При цьому на керувальному вході п'ятого ключа 60 присутній нуль, цей ключ розімкнений. На виході четвертого елемента 54 «НІ» присутня одиниця, тому шостий ключ 61 замикається і сигнал, що дорівнює $\omega_{\text{вм}}$ з виходу другого блока 24 пам'яті через замкнений шостий ключ 61 надходить на другий підсумовувальний вхід восьмого суматора 32, на першому підсумовувальному вході якого присутній нуль (п'ятий ключ 60 розімкнений).

На віднімальні входи третього і четвертого суматорів 27 і 28 надходить сигнал ω_0 з виходу 71 « ω_0 », а на підсумовувальні входи третього і четвертого суматорів надходять сигнали $\omega_{\text{зад}}$ з виходу 72 « $\omega_{\text{зад}}$ » і сигнал ω_{\max} або $\omega_{\text{вм}}$ з виходу восьмого суматора 32 відповідно.

Сигнал на виході четвертого суматора 28 дорівнює величині $(\omega_{\max} - \omega_0)$ при $\omega_{\text{вм}} > \omega_{\max}$ або величині $(\omega_{\text{вм}} - \omega_0)$ при умові $\omega_{\text{вм}} < \omega_{\max}$ і надходить на вхід «Ділене» четвертого блока 39 ділення, на вхід «Подільник» якого надходить сигнал $\sqrt{3\pi}$ з виходу 74 джерела напруги величиною $\sqrt{3\pi}$, що під'єднаний до входу « $\sqrt{3\pi}$ ». Вхідний сигнал четвертого блока 39 ділення, що дорівнює величині $(\omega_{\max} - \omega_0)/\sqrt{3\pi}$ при умові $\omega_{\text{вм}} > \omega_{\max}$ або сигнал $(\omega_{\text{вм}} - \omega_0)/\sqrt{3\pi}$ при умові $\omega_{\text{вм}} < \omega_{\max}$, надходить на один підсумовувальний вхід дев'ятого суматора 33, на другий підсумовувальний вхід якого надходить сигнал $\sqrt{V_{\max}}$ з виходу 70 « V_{\max} » після проходження через другий перетворювач 49 добувача кореня, вихідний сигнал якого надходить також на другий вхід третього блока 42 множення, на перший вхід якого надходить сигнал $\omega_{\text{зад}}/\omega_{\max}$ або $\omega_{\text{зад}}/\omega_{\text{вм}}$ з виходу третього блока 38 ділення, на вхід «Ділене» якого надходить сигнал $\omega_{\text{зад}}$ з виходу 72 « $\omega_{\text{зад}}$ », а на вхід «Подільник» - сигнал ω_{\max} або $\omega_{\text{вм}}$ з виходу восьмого суматора 32. Вихідний сигнал третього блока 42 множення дорівнює величині $(\omega_{\text{зад}}/\omega_{\max})/\sqrt{V_{\max}}$ або величині $(\omega_{\text{зад}}/\omega_{\text{вм}})/\sqrt{V_{\max}}$ і надходить на один вхід п'ятого блока 44 множення, на другий вхід якою надходить сигнал, що дорівнює $\left[(\omega_{\max} - \omega_0)/\sqrt{3\pi + \sqrt{V_{\max}}} \right]$ або величині $\left[(\omega_{\text{вм}} - \omega_0)/\sqrt{3\pi + \sqrt{V_{\max}}} \right]$ з виходу дев'ятого суматора 33. Вихідний сигнал четвертого блока 43 множення, що дорівнює величині $2\sqrt{3\pi}$ (на один вхід четвертого блока 43 множення надходить сигнал, що дорівнює величині $\sqrt{3\pi}$ з виходу 74 джерела напруги « $\sqrt{3\pi}$ », а на другий вхід - сигнал величини «2» з виходу 75 джерела напруги), надходить на вхід «Подільник» другого блока 37 ділення, на вхід «Ділене» якого надходить сигнал з виходу третього суматора 27, що дорівнює величині $(\omega_{\text{зад}} - \omega_0)$. Сигнал з виходу другого блока 37 ділення, що дорівнює величині $(\omega_{\text{зад}} - \omega_0)/(2\sqrt{3\pi})$, надходить на об'єднані входи шостого блока 45 множення, вихідний сигнал якого

$\left[(\omega_{\text{зад}} - \omega_0) / (2\sqrt{3\pi}) \right]^2$ надходить на другий підсумовувальний вхід десятого суматора 34, на перший підсумовувальний вхід якого надходить сигнал, що дорівнює величині

$$\left[(\omega_{\text{зад}} - \omega_{\text{макс}}) \cdot \sqrt{V_{\text{макс}}} \left[(\omega_{\text{макс}} - \omega_0) / \sqrt{3\pi} + \sqrt{V_{\text{макс}}} \right] \right]$$

або величині $\left[(\omega_{\text{зад}} - \omega_{\text{вм}}) \cdot \sqrt{V_{\text{макс}}} \left[(\omega_{\text{вм}} - \omega_0) / \sqrt{3\pi} + \sqrt{V_{\text{макс}}} \right] \right]$,
з виходу п'ятого блока 44 множення.

Сигнал з виходу десятого суматора 34 після перетворення в третьому перетворювачі 49 добувача кореня, який дорівнює величині

$$S_1 = \sqrt{(\omega_{\text{зад}} / \omega_{\text{макс}}) \sqrt{V_{\text{макс}}} \left[(\omega_{\text{макс}} - \omega_0) / \sqrt{3\pi} + \sqrt{V_{\text{макс}}} \right] + \left[(\omega_{\text{зад}} - \omega_0) / (2\sqrt{3\pi}) \right]^2}$$

або величині

$$S_2 = \sqrt{(\omega_{\text{зад}} / \omega_{\text{вм}}) \sqrt{V_{\text{макс}}} \left[(\omega_{\text{вм}} - \omega_0) / \sqrt{3\pi} + \sqrt{V_{\text{макс}}} \right] + \left[(\omega_{\text{зад}} - \omega_0) / (2\sqrt{3\pi}) \right]^2}$$

надходить на підсумовувальний вхід одинадцятого суматора 35, на віднімальний вхід якого надходить сигнал $(\omega_{\text{зад}} - \omega_0) / (2\sqrt{3\pi})$, з виходу другого блока 37 ділення.

Сигнал з виходу одинадцятого суматора 35, що дорівнює величині S_3

$$S_3 = [S_1 - (\omega_{\text{зад}} - \omega_0) / (2\sqrt{3\pi})]$$

або

$$S_4 = [S_2 - (\omega_{\text{зад}} - \omega_0) / (2\sqrt{3\pi})]$$

надходить на об'єднанні входи другого блока 41 множення, вихідний сигнал якого, що дорівнює величині

$$S_3^2 = [S_1 - (\omega_{\text{зад}} - \omega_0) / (2\sqrt{3\pi})]^2$$

або величині

$$S_4^2 = [S_2 - (\omega_{\text{зад}} - \omega_0) / (2\sqrt{3\pi})]^2$$

надходить на інформаційний вхід сьомого ключа 62, вихідний сигнал якого (при умові його замикання) надходить на об'єднанні підсумовувальний вхід п'ятого суматора 29, вхід першого елемента 51 «НІ» і інформаційний вхід другого ключа 57.

Сигнал з виходу четвертого ключа 59 надходить на вхід «Запис» першого блока 23 пам'яті.

$$\text{При виконанні умови } V_{\text{зад}}^{(\omega)} = S_3^2 > V_{\text{зад}}^{(y)} \text{ або } V_{\text{зад}}^{(\omega)} = S_4^2 > V_{\text{зад}}^{(y)}$$

на виході другого значочутливого елемента 47 формується сигнал, який через перший елемент 55 «АБО» надходить на керувальний вхід першого ключа 56, замикаючи його. При цьому другий ключ 57 буде розмкнутим, тому що на виході другого елемента 52 «НІ» присутній нуль (на виході цього елемента має місце одиниця).

Сигнал, що дорівнює величині $V_{\text{зад}}^{(y)} = V_{\text{макс}} \sqrt{(Y_{\text{гр}} - Y_{\text{зад}}) / (Y_{\text{гр}} - Y_{\text{макс}})}$ з виходу першого ключа 56 через шостий суматор 30 надходить на третій керувальний вхід 97 блока 1 керування розгорткою частоти, формуючи режим розгортки частоти задавального генератора 2, що відповідає швидкості $V_{\text{зад}}^{(y)}$.

При виконанні умови $V_{\text{зад}}^{(\omega)} = S_3^2 > V_{\text{зад}}^{(y)}$ або $V_{\text{зад}}^{(\omega)} = S_4^2 > V_{\text{зад}}^{(y)}$ на виході другого значочутливого елемента 47 сигнал дорівнює нулю.

На виході першого елемента 51 «НІ» сигнал також дорівнює нулю. Тому перший ключ 56 розмикається. Сигнал на виході другого елемента 52 «НІ» дорівнює одиниці, другий ключ 57 при цьому замикається.

Сигнал, що дорівнює величині $V_{\text{зад}}^{(\omega)} = S_3^2$ або $V_{\text{зад}}^{(\omega)} = S_4^2$ через замкнений другий ключ 57 з виходу сьомого ключа 62 через шостий суматор 30 надходить на третій керувальний вхід 97 блока 1 керування розгорткою частоти, формуючи режим розгортки частоти задавального генератора 2, що відповідає швидкості $V_{\text{зад}}^{(\omega)}$.

Блок 1 керування розгорткою частоти працює таким чином. При надходженні сигналу на вхід 98 «Скид» п'ятий тригер 80 установлюється в одиницю, на прямому виході п'ятого тригера 80 установлюється одиниця. Цей сигнал через другий елемент 86 «АБО» надходить на керувальний вхід десятого ключа 83. При цьому перший нагромаджувальний конденсатор 85 розряджається через замкнений десятий ключ 83. На виході 100 блока 1 керування розгорткою частоти установлюється нульовий рівень. Замикається також одинадцятий ключ 88 при надходженні одиничного сигналу з прямого виходу п'ятого тригера 80 на керувальний вхід одинадцятого ключа 88. Другий нагромаджувальний конденсатор 90 розряджається через замкнений одинадцятий ключ 88.

Блокується робота першого і другого імпульсних генераторів 76 і 77 відповідно, за рахунок надходження на їх другі керувальні входи одиничного сигналу з прямого виходу четвертого тригера 79.

При надходженні сигналу на перший керувальний вхід 95 «Пуск» четвертий і п'ятий тригери 79 і 80 установлюються в нуль за рахунок надходження сигналу на їх об'єднанні R-входи. Дев'ятий, десятий і одинадцятий ключі 82, 83 і 88 розмикаються за рахунок присутності нульових сигналів на їх керувальних входах. Восьмий ключ 81 буде замкненим за рахунок надходження одиничного сигналу з інверсного виходу п'ятого тригера 80.

При установці п'ятого тригера 80 в нуль розблокується робота першого і другого імпульсних генераторів 76 і 77, тому що на їх другі керувальні входи надходить нульовий сигнал з прямого виходу п'ятого тригера 80. Така комутація відбувається тому, що формується сигнал на першому виході першого дешифратора 18.

При надходженні сигналу на керувальний вхід 95 «Пуск» цей сигнал надходить через четвертий елемент 94 затримки на перші керувальні входи першого і другого імпульсних генераторів 76 і 77, на виходах яких формуються імпульсні послідовності, частоти генерації яких підбираються близькими, але таким чином, щоб частота биття, яка визначає період формування лінійно-змінної напруги, була б такою, щоб вона перекривала увесь діапазон частот сигналу збуджувальної вібростенди.

Для формування сигналу задавального генератора 2 з лінійно-зростаючою частотою частота надходження імпульсів з виходу другого імпульсного генератора 77 установлюється вище частоти надходження імпульсів з виходу першого імпульсного генератора 76.

Імпульсні послідовності з виходів першого і другого імпульсних генераторів 76 і 77 керують станом третього тригера 78, на інверсному виході якого формується імпульсна послідовність з лінійно-зростаючою тривалістю імпульсів, а на прямому виході - імпульсна послідовність з лінійно спадаючою тривалістю імпульсів.

При замкненому восьмому ключу 81 і розімкненому дев'ятому ключу 82 імпульсна послідовність з лінійно зростаючою тривалістю імпульсів через замкнений восьмий ключ 81 і зарядний резистор 84 заряджає перший нагромаджувальний конденсатор 85, тому на виході 100 формується лінійно-зростаюча напруга.

При формуванні сигналу на другому виході першого дешифратора 18 цей сигнал надходить на другий керувальний вхід 96 блока 1 керування розгорткою частоти, а тому і на другий керувальний вхід регульованого одинівбратора 93, на виході якого формується імпульс, який надходить через другий елемент 86 «АБО» на керувальний вхід десятого ключа 83-закриваючи його.

Перший нагромаджувальний конденсатор 85 розряджається через замкнений десятый ключ 83, а на виході 100 установлюється нульовий рівень, який надходить на керувальний вхід задавального генератора 2 і установлює частоту його генерації, що дорівнює нижній частоті досліджуваного діапазону частот.

Імпульсний сигнал з виходу регульованого одинівбратора 93 надходить також на керувальний вхід дванадцятого ключа 89- закриваючи його на проміжок часу, що дорівнює тривалості імпульсу з виходу одинівбратора 93. Другий нагромаджувальний конденсатор 90 через струмостабілізуючий двополіусник 92 і замкнений дванадцятий ключ 89 заряджається від джерела «Е» напруги на величину ΔV . Через третій узгоджувальний підсилювач 91 напруга ΔV надходить на третій керувальний вхід першого імпульсного генератора 76, що призводить до зростання частоти формування імпульсів на його виході, тим самим зменшується крутість лінійно-змінної напруги на виході 100.

Таке виконання пристрою дозволяє розширити його технологічні можливості при проведенні вібровипробувань виробів на віброміцність і вібронадійність.

Найменування елементів пристрою

- 1 - блок керування розгорткою частоти
- 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 - піковий детектор
- 15 - комутатор 15
- 16 - перший тригер
- 17 - другий тригер
- 18 - перший дешифратор
- 19 - другий дешифратор
- 20 - лічильник імпульсів
- 21 - регістр задання коду
- 22 - перетворювач частота-напруга
- 23 - перший блок пам'яті
- 24 - другий блок пам'яті
- 25 - перший суматор
- 26 - другий суматор
- 27 - третій суматор
- 28 - четвертий суматор
- 29 - п'ятий суматор
- 30 - шостий суматор
- 31 - сьомий суматор
- 32 - восьмий суматор
- 33 - дев'ятий суматор
- 34 - десятый суматор
- 35 - одинадцятий суматор
- 36 - перший блок ділення
- 37 - другий блок ділення

38 - третій блок ділення
39 - четвертий блок ділення
40 - перший блок множення
41 - другий блок множення
42 - третій блок множення
43 - четвертий блок множення
44 - п'ятий блок множення
45 - шостий блок множення
46 - перший знакочутливий елемент
47 - другий знакочутливий елемент
48 - перший перетворювач добувача кореня
49 - другий перетворювач добувача кореня
50 - третій перетворювач добувача кореня
51 - перший елемент «НІ»
52 - другий елемент « НІ »
53 - третій елемент «НІ»
54 - четвертий елемент « НІ »
55 - перший елемент 55 «АБО»
56 - перший ключ
57 - другий ключ
58 - третій ключ
59 - четвертий ключ
60 - п'ятий ключ
61 - шостий ключ
62 - сьомий ключ
63 - перший елемент затримки
64 - другий елемент затримки
65 - третій елемент затримки
66 - вхід «Скид»
67 - вхід «Пуск»
68 - вхід « $Y_{гр}$ »
69 - вхід « $Y_{зад}$ »
70 - вхід « V_{max} »
71 - вхід « ω_0 »
72 - вхід « $\omega_{зад}$ »
73 - вхід « $\omega_{вм}$ »
74 - вихід джерела напруги значенням « $\sqrt{3\pi}$ »
75 - вихід джерела напруги значенням «2»
76 - перший імпульсний генератор блока 1 керування розгорткою частоти
77 - другий імпульсний генератор
78 - третій тригер
79 - четвертий тригер
80 - п'ятий тригер
81 - восьмий ключ
82 - дев'ятий ключ
83 - десятий ключ
84 - зарядний резистор
85 - перший нагромаджувальний конденсатор
86 - другий елемент «АБО»
87 - генератор ступінчатої напруги
88 - одинадцятий ключ генератора ступінчатої напруги
89 - дванадцятий ключ
90 - другий нагромаджувальний конденсатор
91 - третій узгоджувальний підсилювач
92 - струмостабілізуючий двополюсник
93 - регульований одинвібратор
94 - четвертий елемент затримки блока 1 керування розгорткою частоти
95 - перший керувальний вхід
96 - другий керувальний вхід
97 - третій керувальний вхід
98 - вхід «Скид»,
99 - шина нульового потенціалу,
100 - вихід блока 1 керування розгорткою частоти.

