



УКРАЇНА

(19) UA (11) 71251 (13) A
(51) 7 G05D19/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) БАГАТОКАНАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ВІБРАЦІЙНИМИ ВИПРОБУВАННЯМИ ВИРОБІВ В РЕЖИМІ ПОЛІГАРМОНІЧНОГО РЕЗОНАНСУ

1

(21) 20031211413

(22) 11.12.2003

(24) 15.11.2004

(46) 15.11.2004, Бюл. № 11, 2004 р.

(72) Божко Олександр Євгенович, Личкатий Євген Олександрович

(73) ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОБУДУВАННЯ
ІМ. А.М. ПІДГОРНОГО НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
НАУК УКРАЇНИ

(57) Багатоканальна система керування вібраційними випробуваннями виробів в режимі полігармонічного резонансу, що містить загальні для всіх каналів, послідовно з'єднані суматор, підсилювач потужності, збудник коливань з встановленим на ньому випробуваним об'єктом, з першим віброперетворювачем, зв'язаним з узгоджувальним підсилювачем, а також встановлені в кожному каналі порівняльний пристрій, виходом підключений до входу керованого по частоті задавального генератора, вихід якого через регулятор амплітуди з'єднаний з входом суматора, перший супровідний фільтр, один вхід якого підключений до виходу узгоджувального підсилювача, а інший - до задавального генератора, а вихід - до першого амплітудного детектора, контур регулювання рівня, який

2

включає послідовно з'єднані другий віброперетворювач, другий супровідний фільтр, другий вхід якого підключений до задавального генератора, другий амплітудний детектор і регулятор амплітуди, другий вхід якого підключений до виходу задавального генератора, а вихід - до входу суматора, яка відрізняється тим, що в систему введені послідовно з'єднані генератор імпульсів і подільник частоти, а кожний канал підстроювання частоти обладнаний цифро-аналоговим перетворювачем, вихід якого підключений до входу порівняльного пристрою, а вхід - до виходу лічильника імпульсів, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів, а керуючі входи з'єднані з відповідними виходами формувача імпульсів, перший вхід якого з'єднаний з виходом компаратора, а другий - з виходом індикатора резонансу, причому перший, другий і третій входи індикатора резонансу приєднані відповідно до виходів генератора імпульсів, подільника частоти, першого амплітудного детектора, а також першого входу компаратора і виходу подільника амплітуди, вихід якого через підсумувальний пристрій підключений до другого входу компаратора і другого входу пристрою порівняння.

Винахід належить до області машинобудування, електронної і випробувальної техніки і може бути використаний в системах керування вібропробуваннями.

Відома багатоканальна система керування вібраційними випробуваннями виробів в режимі полігармонічного резонансу, (Гетманов А.Г. и др. Автоматическое управление вибрационными испытаниями. М., "Энергия", 1978, с.59-67) що містить загальні для всіх каналів послідовно з'єднані суматор, підсилювач потужності і збудник коливань, а також в кожному каналі керований по частоті та амплітуді задавальний генератор, вихід якого з'єднаний з входом суматора, і контур регулювання рівня, що включає віброперетворювач, встановлений на рухомій частині збудника коливань, супровідний фільтр, один вхід якого підключений до виходу віброперетворювача, а інший до задавального генератора, амплітудний детектор і блок автоматичного регулювання рівня збудження, вихід якого підключений до керуючого входу задавального генератора. Система дозволяє проводити випробування виробів на полігармонічну вібрацію з автоматичним підтриманням рівня вібрації кожного каналу.

Нааявність жорсткого взаємного зв'язку частот задавальний генераторів гармонік у відомій системі не дозволяє здійснювати точну настройку на всю сукупність резонансних частот елементів конструкції, бо їх значення в більшості випадків є довільними, що зумовлює низьку точність і вірогідність результатів випробувань.

Найбільш близькою по сукупності ознак є багатоканальна система керування вібраційними

(13) A

(11) 71251

(19) UA

випробуваннями виробів в режимі полігармонічного резонансу (А.с. СРСР №970161, G01M7/00, Б.В. №40, 1982), що містить загальні для всіх каналів послідовно з'єднані суматор, підсилювач потужності, збудник коливань з встановленим на ньому випробуваним об'єктом, з першим віброперетворювачем, зв'язаним з узгоджувальним підсилювачем, а також встановлені в кожному каналі порівняльний пристрій виходом підключений до входу керованого по частоті задавального генератора, вихід якого через регулятор амплітуди з'єднаний з виходом суматора, перший супровідний фільтр, один вхід якого підключений до виходу узгоджувального підсилювача, а інший – до задавального генератора, а вихід – до першого амплітудного детектора, контур регулювання рівня, який включає послідовно з'єднані другий віброперетворювач, другий супровідний фільтр, другий вхід якого підключений до задавального генератора, другий амплітудний детектор і регулятор амплітуди, другий вхід якого підключений до виходу задавального генератора, а вихід – до входу суматора.

Настроювання відомої системи на резонансну частоту виробу здійснюють по зміні фазового зрушення сигналу, що діє при зміні частоти гармонійного сигналу в зоні резонансу.

Недоліком відомого пристрою є низька точність результатів випробувань, зумовлена нестійкою роботою фазових каналів настроювання на резонанс через неідеальність характеристик супровідних фільтрів, а також необхідність тривалого попереднього настроювання на резонансні частоти конструктивних елементів виробу. Крім того, виділення фазового сигналу необхідно здійснювати шляхом складних супровідних фільтрів, використання яких робить систему надто дорогою.

В основу винаходу поставлена задача створення багатоканальної системи керування вібраційними випробуваннями виробів в режимі полігармонічного резонансу шляхом настроювання системи в резонанс методом амплітудного порівняння і роздільного поетапного настроювання складових частот виробу в резонанс з урахуванням особливостей конструкції, за рахунок чого досягнуто підвищення вірогідності і точності результатів випробувань на полігармонічне навантаження.

Поставлена задача досягається тим, що в багатоканальній системі керування вібраційними випробуваннями виробів в режимі полігармонічного резонансу, що містить загальні для всіх каналів послідовно з'єднані суматор, підсилювач потужності, збудник коливань з встановленим на ньому випробуваним об'єктом, з першим віброперетворювачем, зв'язаним з узгоджувальним підсилювачем, а також встановлені в кожному каналі порівняльний пристрій виходом підключений до входу керованого по частоті задавального генератора, вихід якого через регулятор амплітуди з'єднаний з виходом суматора, перший супровідний фільтр, один вхід якого підключений до виходу узгоджувального підсилювача, а інший - до задавального генератора, а вихід - до першого амплітудного детектора, контур регулювання рівня, який включає послідовно з'єднані другий віброперетворювач, другий супровідний фільтр, другий вхід якого

підключений до задавального генератора, другий амплітудний детектор і регулятор амплітуди, другий вхід якого підключений до виходу задавального генератора, а вихід - до входу суматора, згідно з винаходом, в систему введені послідовно з'єднані генератор імпульсів і подільник частоти, а кожен канал підстроювання частоти обладнаний цифро-аналоговим перетворювачем, вихід якого підключений до входу порівняльного пристрою, а вхід - до виходу лічильника імпульсів, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів, а керуючі входи з'єднані з відповідними виходами формувача імпульсів, перший вхід якого з'єднаний з виходом компаратора, а другий - з виходом індикатора резонансу, при цьому перший, другий і третій входи індикатора резонансу приєднані відповідно до виходів генератора імпульсів, подільника частоти, першого амплітудного детектора, а також першого входу компаратора і входу подільника амплітуди, вихід якого через підсумувальний пристрій, підключений до другого входу компаратора і другого входу пристрою порівняння.

Введення в систему генератора імпульсів, подільника частоти, лічильників імпульсів, цифро-аналогових перетворювачів і індикаторів резонансу забезпечує автоматичний пошук резонансів виробу, що дозволяє підвищити точність результатів, скоротивши час настроювання системи.

Введення компараторів, формувачів імпульсів і лічильників імпульсів забезпечують автоматичну настройку на резонансні частоти за амплітудною ознакою резонансу, що підвищує стійкість системи, і завдяки цьому дозволяє підвищити точність результатів випробувань. При цьому в системі використано супровідні фільтри, що виділяють задану гармоніку без збереження фазового зрушення, що значно спрощує електричну схему.

Введення в коло зворотного зв'язку подільника амплітуди і пристрою порівняння, що дозволяє шляхом автоматичної зміни опорної напруги здійснювати регулювання швидкості розвернення частоти в залежності від добротності резонансної характеристики виробу, підвищує точність навантаження, тобто вірогідність результатів випробувань.

Введення в коло зворотного зв'язку підсумувального пристрою і компаратора дозволяє підвищити вірогідність результатів випробувань шляхом автоматичного регулювання опорної напруги в залежності від добротності резонансної характеристики виробу з більшою точністю дозволяє здійснювати установку і підтримання на заданому рівні значень кожної з резонансних частот.

На фігурі зображена блок-схема багатоканальної системи керування вібраційними випробуваннями виробів в режимі полігармонічного резонансу.

Система містить, загальні для всіх каналів, генератор 1 імпульсів, вихід якого з'єднаний з подільником 2 частоти, а також послідовно з'єднані суматор 3, підсилювач 4 потужності, збудник 5 коливань з встановленим на ньому випробуваним об'єктом 6, зв'язаним з першим віброперетворювачем 7, і другий віброперетворювач 8, встановлений на платформі збудника 5. Виходи віброперетворювачів 7 і 8 з'єднані з першим 9 і другим 10

узгоджувальними підсилювачами відповідно.

Вихід другого узгоджувального підсилювача 10 підключений до послідовно з'єднаних в кожному каналі другого супровідного фільтра 11, керуючий вхід якого зв'язаний з задавальним генератором 12, і другим амплітудним детектором 13, вихід якого з'єднаний з регулятором 14 амплітуди.

В кожному каналі системи також встановлені послідовно з'єднані лічильник 15 імпульсів, цифро-аналоговий перетворювач 16, пристрій 17 порівняння, керований напругою задавальний генератор 12, регулятор 14 амплітуди, вихід якого підключений до другого, загального для всіх каналів, суматора 3. Кожний канал також містить перший супровідний фільтр 18, вхід якого підключений до виходу першого узгоджувального підсилювача 9, а вихід до першого амплітудного детектора 19, вихід якого підключений до індикатора 20 резонансу, вихід якого з'єднаний з першим входом формувача 21 імпульсів, керуючі входи запуску, зупинки і установки в "0" ("старт", "стоп", "скидання") якого подані на лічильник 15 імпульсів. Другий вхід формувача 21 імпульсів з'єднаний з виходом компаратора 22, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого амплітудного детектора 19 і входом подільника 23 амплітуди, вихід якого через підсумувальний пристрій 24 з'єднаний з другим входом компаратора 22 і з другим входом пристрою 17 порівняння, на третьому вході якого, як опорна, встановлена одна з напруг $U_1 \dots U_N$, а на другому вході підсумувального пристрою 24 - опорна напруга U_0 .

Віброперетворювач 8, узгоджувальний підсилювач 10, другий супровідний фільтр 11, другий амплітудний детектор 13, регулятор 14 амплітуди утворюють контур регулювання рівня навантаження, а перший віброперетворювач 7, перший узгоджувальний підсилювач 9, перший супровідний фільтр 18, перший амплітудний детектор 19, індикатор 20 резонансу, компаратор 22, подільник 23 амплітуди, підсумувальний пристрій 24, формувач 21 імпульсів, лічильник 15 імпульсів, цифро-аналоговий перетворювач 16, пристрій 17 порівняння - контур настроювання на резонансну частоту.

Задавальний генератор 12 та встановлені контури регулювання рівня навантаження і настройки на резонансну частоту утворюють канал системи.

Пристрій працює таким чином. Частотний діапазон випробувань, розбитий на N участків так, що кожний з задавальних генераторів 12 з діапазоном, відповідним смузі частот одного з N участків працює в своїй смузі частот. При вмиканні пристрою в кожному каналі системи відбувається розгорнення частоти задавального генератора 12 в певному діапазоні. Настроювання частоти в кожному діапазоні здійснюється шляхом подачі керуючої напруги на задавальний генератор 12 з виходу цифро-аналогового перетворювача 16 через пристрій 17 порівняння. При цьому на вхід цифро-аналогового перетворювача 16 від лічильника 15 подаються імпульси, частота яких визначає початкову швидкість зміни частоти кожного задавального генератора 12. Гармонічні сигнали генераторів

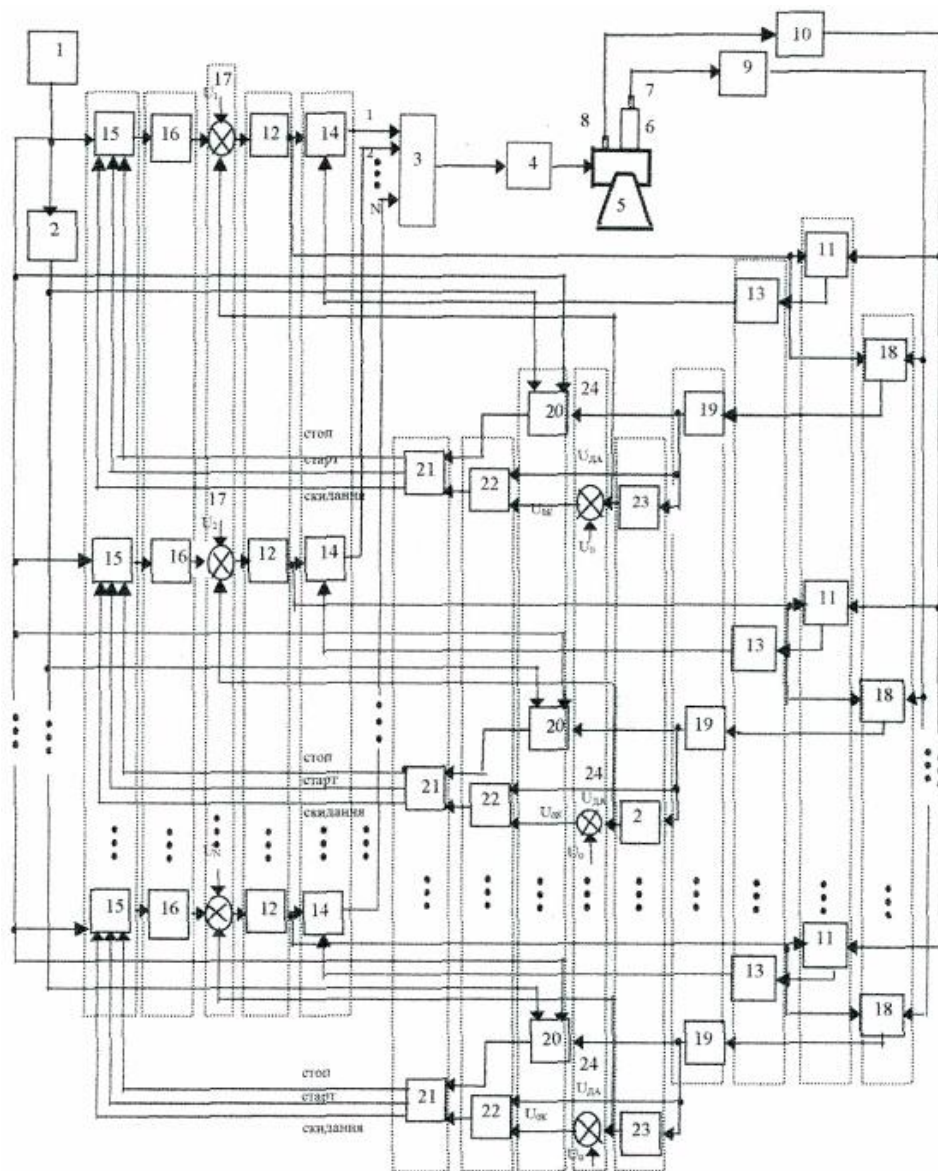
12 підсумовуються суматором 3 і через підсилювач 4 потужності подаються на вхід збудника 5 коливань, на якому встановлений випробуваний об'єкт 6. З спектру частот полігармонічного сигналу, посиленого відповідними узгоджувальними підсилювачами 9, 10, супровідними фільтрами 11, 18 в кожному каналі віброперетворювачі 7, 8 виділяють тільки гармоніку, відповідну частоті власного задавального генератора 12. Контури настроювання рівня підтримують задане значення амплітуди прискорення на платформі збудника 5 в кожному діапазоні розгортки. Гармонічний сигнал з першого супровідного фільтра 18 в кожному каналі детектується амплітудним детектором 19 і подається на індикатор 20 резонансу, що видає імпульсний сигнал на частоті максимуму амплітудно-частотної характеристики випробуваного виробу 6. Цей сигнал подається на формувач 21 імпульсів, який видає сигнал зупинки "стоп", що блокує лічбу імпульсів лічильника 15, тобто фіксує амплітуду лінійно-мінливої напруги, цифро-аналогового перетворювача 16, що надходить через пристрій 17 порівняння на задавальний генератор 12. Таким чином відбувається настроювання на резонансні частоти елементів конструкції, що складають випробуваний об'єкт, і відбувається одночасне їхнє відтворення (полігармонічний резонанс). У разі відсутності резонансу в будь-якому з каналів його задавальний генератор 12 вимикається.

Зміни в процесі навантаження будь-якої з резонансних частот викликають зменшення амплітуди відповідної гармоніки до значення меншої опорної напруги компаратора 22 ($U_{ок}$), що призводить до спрацьовування останнього. Вихідний сигнал компаратора 22 надходить на формувач 21 імпульсів, що виробляє сигнал установки в "0" ("скидання"), а після цього сигнал запуску ("старт") для нового пуску на повторну розгортку частоти відповідного задавального генератора 12, спрацьовування індикатора 20 резонансу і зупинку на новому значенні резонансної частоти.

У разі резонансу об'єкту з високою добротністю (мала зміна частоти викликає різке збільшення амплітуди коливань) здійснюється пропорційна зміна швидкості розгорнення частоти шляхом подачі частини напруги амплітудного детектора 19 через подільник 23 амплітуди на другий вхід пристрою 17 порівняння, забезпечуючи зниження крутості керуючої напруги задавального генератора 12. Зміна $U_{ок}$ в залежності від добротності резонансу об'єкта 6 забезпечується формуванням цієї напруги як суми:

$U_{ок} = U_0 + U_{да}$, де U_0 - первісно встановлена опорна напруга для кожного з каналів, $U_{да}$ - напруга подільника 23 амплітуди кола зворотного зв'язку в N -мому каналі пристрою.

Таким чином, у порівнянні з відомими системами використання цифро-аналогового настроювання на резонанси виробу з амплітудної ознаки, а також зміна опорних напруг $U_{ок}$ і $U_{да}$ в залежності від особливостей конструкції випробуваних виробів дозволяє підвищити точність і вірогідність результатів випробувань.



Фіг.