



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 55078

(13) A

(51) 7 B06B1/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИЙ ВІБРАТОР

1

2

(21) 2002065204

(22) 25 08 2002

(24) 17 03 2003

(46) 17 03 2003, Бюл. №3, 2003 р

(72) Пузько Ігор Данилович

(73) СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Електродинамічний вібратор, що містить магнітопровід з обмоткою підмагнічування, установлену в поперечному зазорі магнітопроводу рухомої циліндричної котушки, довжина якої більша довжини повітряного зазору, задавальний генератор, підсилювач струму, вихід якого під'єднаний до обмотки рухомої циліндричної котушки, перший і другий суматори, коло зворотного зв'язку, що складається з послідовно з'єднаних датчика положення рухомої котушки і блока зворотного зв'язку, вихід якого під'єднаний до віднімального входу другого суматора, перший блок формування моделі-еталона вібратора, перший і другий випрямлячі, перший і другий згладжувальні фільтри, третій і четвертий суматори, перший підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення, вихід задавального генератора під'єднаний через перший підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення до входу першого блока формування моделі-еталона вібратора, а через послідовно з'єднані перший випрямляч і перший згладжувальний фільтр - до підсумовувального входу третього суматора, до віднімального входу якого під'єднаний через послідовно з'єднані другий випрямляч і другий згладжувальний фільтр вихід першого блока формування моделі-еталона вібратора, а вихід третього суматора сполучений з керувальним входом першого підсилювача з регульованим коефіцієнтом підсилення, під'єднаного своїм виходом до підсумовувального входу четвертого суматора, до віднімального входу якого під'єднаний вихід другого суматора, а вихід четвертого суматора і його віднімальний вхід сполучені з віднімальним і підсумовувальним входами першого суматора відповідно, вихід першого суматора під'єднаний до входу другого суматора, а також другий блок формування моделі-еталона вібратора, третій випрямляч, третій згладжувальний фільтр, п'ятий суматор, другий підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення, причому вихід задавального генератора сполучений з підсумовувальним входом першого суматора че-

рез другий підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення, керувальний вхід якого під'єднаний до виходу п'ятого суматора, підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом першого згладжувального фільтра, а віднімальний вхід - з виходом третього згладжувального фільтра, вхід якого через послідовно з'єднані другий блок формування моделі-еталона вібратора і третій випрямляч сполучений з виходом другого суматора, а вихід четвертого суматора сполучений з входом підсилювача струму, який відрізняється тим, що вібратор додатково містить датчик зусилля, перший і другий узгоджувальні підсилювачі, четвертий і п'ятий випрямлячі, четвертий і п'ятий згладжувальні фільтри, пороговий елемент, шостий і сьомий суматори, перший, другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий ключі, елемент «НІ», перший і другий тригери, генератори імпульсів, причому вихід датчика положення рухомої платформи з котушкою через послідовно з'єднані перший узгоджувальний підсилювач, четвертий випрямляч і четвертий згладжувальний фільтр сполучений з об'єднаними інформаційними входами першого і другого ключів, вихід першого з яких сполучений з віднімальним входом сьомого суматора, підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом третього згладжувального фільтра, а вихід другого ключа сполучений з віднімальним входом шостого суматора, підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом другого згладжувального фільтра, вихід шостого суматора через п'ятий ключ сполучений з керувальним входом першого блока формування моделі-еталона вібратора, вихід сьомого суматора через шостий ключ сполучений з керувальним входом другого блока формування моделі-еталона вібратора, датчик зусилля жорстко установлений на рухомій платформі вібратора, на датчику зусилля жорстко установлений випробуваний об'єкт, вихід датчика зусилля через послідовно з'єднані другий узгоджувальний підсилювач, п'ятий випрямляч, п'ятий узгоджувальний фільтр і пороговий елемент сполучений з об'єднаними керувальним входом третього ключа і входом елемента «НІ», вихід якого сполучений з керувальним входом четвертого ключа, вихід третього ключа сполучений з об'єднаними S-входом третього тригера і R-входом першого тригера, вихід четвертого ключа сполучений з R-

(13) A

(11) 55078

(19) UA

входом другого тригера і S-входом першого тригера, керувальні входи першого і шостого ключів об'єднані і сполучені з прямим виходом другого тригера, керувальні входи другого і п'ятого ключів об'єднані і сполучені з прямим виходом першого тригера, інформаційні входи третього і четвертого

ключів об'єднані і сполучені з виходом генератора імпульсів, R-входи першого і другого тригерів об'єднані і сполучені з зовнішнім входом «Попередня установка», окрім того перший і другий блоки формування моделей-еталонів вібратора виконані регульованими

Винахід відноситься до вібраційної техніки, а саме до електродинамічних збуджувачів коливань і може знайти застосування як джерело механічних коливань в стендах для віброзбудження і моделювання різних типів вібраційних навантажень

Відомий електродинамічний вібратор, що містить магнітопровід з обмоткою підмагнічування, установлену в повітряному зазорі магнітопроводу рухому циліндричну котушку, довжина якої більша довжини повітряного зазору, задавальний генератор, під'єднаний до обмотки рухомої циліндричної котушки через послідовно з'єднані перший і другий суматори і підсилювач струму, а також коло зворотного зв'язку, що містить послідовно з'єднані датчик положення рухомої котушки і блок зворотного зв'язку, вихід якого сполучений з другим входом другого суматора, блок формування моделі-еталона вібратора, перший та другий випрямлячі, перший та другий згладжувальні фільтри, третій та четвертий суматори і підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення, причому вихід задавального генератора сполучений через підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення до входу блоку формування моделі-еталона вібратора, а через послідовно з'єднані перший випрямляч і перший згладжувальний фільтр - до підсумовувального входу третього суматора, до віднімального входу якого під'єднаний через послідовно з'єднані другий випрямляч і другий згладжувальний фільтр вихід блоку формування моделі-еталона вібратора, а вихід третього суматора сполучений з керувальним входом підсилювача з регульованим коефіцієнтом підсилення, який під'єднаний своїм виходом до віднімального входу четвертого суматора, до підсумовувального входу якого під'єднаний вихід другого суматора, а вихід третього суматора і його підсумовувальний вхід під'єднані відповідно до другого і третього входів першого суматора (Див. ав. св. СРСР №902861, М кл. В06 В1/04, 1982р.)

Недоліком відомого пристрою є недостатня точність, обумовлена недостатньою компенсацією інерційної, дисипативної і гнучкої сили

Найбільш близьким до заявляемого по технічній суті і результату, що отримується є електродинамічний вібратор, який містить магнітопровід з обмоткою підмагнічування, установлену в повітряному зазорі магнітопровода рухому циліндричну котушку, довжина якої більша довжини повітряного зазору, задавальний генератор, підсилювач струму, вихід якого під'єднаний до обмотки рухомої циліндричної котушки, перший і другий суматори, коло зворотного зв'язку, що складається з послідовно з'єднаних датчика положення рухомої котушки і блока зворотного зв'язку, вихід якого під'єд-

наний до віднімального входу другого суматора, перший блок формування моделі-еталона вібратора, перший і другий випрямлячі, перший і другий згладжувальні фільтри, третій і четвертий суматори, перший підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення, вихід задавального генератора під'єднаний через перший підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення до входу першого блока формування моделі-еталона вібратора, а через послідовно з'єднані перший випрямляч і перший згладжувальний фільтр - до підсумовувального входу третього суматора, до віднімального входу якого під'єднаний через послідовно з'єднані другий випрямляч і другий згладжувальний фільтр вихід першого блока формування моделі-еталона вібратора, а вихід третього суматора сполучений з керувальним входом першого підсилювача з регульованим коефіцієнтом підсилення, під'єданого своїм виходом до підсумовувального входу четвертого суматора, до віднімального входу якого під'єднаний вихід другого суматора, а вихід четвертого суматора і його віднімальний вхід сполучені з віднімальним і підсумовувальним входами першого суматора відповідно, вихід першого суматора під'єднаний до входу другого суматора. Окрім того, електродинамічний вібратор додатково містить другий блок формування моделі-еталона вібратора, третій випрямляч, третій згладжувальний фільтр, п'ятий суматор, другий підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення, причому вихід задавального генератора сполучений з підсумовувальним входом першого суматора через другий підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення, керувальний вхід якого під'єднаний до входу п'ятого суматора, підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом першого згладжувального фільтра, а віднімальний вхід - з виходом третього згладжувального фільтра, вхід якого через послідовно з'єднані другий блок формування моделі-еталона вібратора і третій випрямляч сполучений з виходом другого суматора, а вихід четвертого суматора сполучений з входом підсилювача струму (Див. декл. Патент України на винахід №40446, М кл. В06 В1/04, 2001р.)

Недоліком цього електродинамічного вібратора записується також недостатня точність формування заданого силового впливу на випробуваний об'єкт при відтворенні вібрацій, що пояснюється нестабільністю параметрів і характеристик використаного вібростенда без установки випробуваного об'єкта і нестабільністю параметрів характеристики використаного вібростенда при установці на його платформі випробуваного об'єкта

Таким чином, для підвищення точності форму-

вання заданого силового впливу на випробуваний об'єкт виникає необхідність регулювання параметрів блоків формування моделей-еталонів електродинамічного вібратора без урахування і при урахуванні впливу випробуваного об'єкта

В основу винаходу поставлене завдання створити такий електродинамічний вібратор, в якому за рахунок нової структурної схеми систем керування, що включає нові блоки, елементи і структурні зв'язки, формується новий алгоритм більш точнішого формування заданого силового впливу на випробуваний об'єкт при відтворенні вібраційних навантажень, а саме, за рахунок введення датчика зусилля, а також двох каналів, кожен з котрих формується за допомогою узгоджувального підсилювача, випрямляча і згладжувального фільтра, причому вихідний сигнал одного з яких порівнюється в додатковому суматорі з усередненим сигналом з виходу першого блоку формування моделі-еталона вібратора, а вихід цього суматора надходить на керувальний вхід першого блока формування моделі-еталона вібратора, а ще в додатковому суматорі вихідний сигнал першого каналу порівнюється з вихідним усередненим сигналом другого блоку формування моделі-еталона вібратора, а вихідний сигнал з цього суматора надходить на керувальний вхід другого блока формування моделі-еталона вібратора, комутація сигналів на керувальних входах першого і другого блоків формування моделей-еталонів вібратора відбувається за рахунок присутності або відсутності сигналу на виході датчика зусилля, що усереднюється і надходить на пороговий елемент, вихідний сигнал якого комутує канали надходження сигналів на керувальні входи першого і другого блоків формування моделей-еталонів вібратора, тим самим відбувається адаптація обох моделей-еталонів вібратора, вихідні сигнали яких наближаються до вихідних сигналів з датчика положення при установці і відсутності на рухомій платформі вібратора випробуваного об'єкта, зменшується похибка і збільшується точність формування вихідним сигналом задавального генератора силового навантаження на випробуваний об'єкт

Поставлене завдання реалізується тим, що електродинамічний вібратор, який містить магнітопрвід з обмоткою підмагнічування, установлену в повітряному зазорі магнітопровода рухому циліндричну котушку, довжина якої більша довжини повітряного зазору, задавальний генератор, підсилювач струму, вихід якого під'єднаний до обмотки рухомої циліндричної котушки, перший і другий суматори, коло зворотного зв'язку, що складається з послідовно з'єднаних датчика положення рухомої котушки і блока зворотного зв'язку, вихід якого під'єднаний до віднімального входу другого суматора, перший блок формування моделі-еталона вібратора, перший і другий випрямлячі, перший і другий згладжувальні фільтри, третій і четвертий суматори, перший підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення, вихід задавального генератора під'єднаний через перший підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення до входу першого блока формування моделі-еталона вібратора, а через послідовно з'єднані перший випрямляч і перший згладжувальний фільтр - до підсумо-

увального входу третього суматора, до віднімального входу якого під'єднаний через послідовно з'єднані другий випрямляч і другий згладжувальний фільтр вихід першого блока формування моделі-еталона вібратора, а вихід третього суматора сполучений з керувальним входом першого підсилювача з регульованим коефіцієнтом підсилення, під'єднаного своїм виходом до підсумовувального входу четвертого суматора, до віднімального входу якого під'єднаний вихід другого суматора, а вихід четвертого суматора і його віднімальний вхід сполучені з віднімальним і підсумовувальним входами першого суматора відповідно, вихід першого суматора під'єднаний до входу другого суматора, а також другий блок формування моделі-еталона вібратора, третій випрямляч, третій згладжувальний фільтр, п'ятий суматор, другий підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення, причому вихід задавального генератора сполучений з підсумовувальним входом першого суматора через другий підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення, керувальний вхід якого під'єднаний до виходу п'ятого суматора, підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом першого згладжувального фільтра, а віднімальний вхід - з виходом третього згладжувального фільтра, вихід якого через послідовно з'єднані другий блок формування моделі-еталона вібратора і третій випрямляч сполучений з виходом другого суматора, а вихід четвертого суматора сполучений з входом підсилювача струму, згідно винаходу, електродинамічний вібратор додатково містить датчик зусилля, перший і другий узгоджувальні підсилювачі, четвертий і п'ятий випрямлячі, четвертий і п'ятий згладжувальні фільтри, пороговий елемент, шостий і сьомий суматори, перший, другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий ключі, елемент «НІ», перший і другий тригери, генератор імпульсів, причому вихід датчика положення рухомої платформи з котушкою через послідовно з'єднані перший узгоджувальний підсилювач, четвертий випрямляч і четвертий згладжувальний фільтр сполучений з об'єднаними інформаційними входами першого і другого ключів, вихід першого з яких сполучений з віднімальним входом сьомого суматора, підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом третього згладжувального фільтра, а вихід другого ключа сполучений з віднімальним входом шостого суматора, підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом другого згладжувального фільтра, вихід шостого суматора через п'ятий ключ сполучений з керувальним входом першого блока формування моделі-еталона вібратора, вихід сьомого суматора через шостий ключ сполучений з керувальним входом другого блока формування моделі-еталона вібратора, датчик зусилля жорстко установлений на рухомій платформі вібратора, на датчику зусилля жорстко установлений випробуваний об'єкт, вихід датчика зусилля через послідовно з'єднані другий узгоджувальний підсилювач, п'ятий випрямляч, п'ятий узгоджувальний фільтр і пороговий елемент сполучений з об'єднаними керувальним входом третього ключа і входом елемента «НІ», вихід якого сполучений з керувальним входом четвертого ключа, вихід третього ключа сполучений з об'єднаними S-входом другого три-

гера і R-входом першого тригера, вихід четвертого ключа сполучений з R-входом другого тригера і S-входом першого тригера, керувальні входи першого і шостого ключів об'єднані і сполучені з прямим виходом другого тригера, керувальні входи другого і п'ятого ключів об'єднані і сполучені з прямим виходом першого тригера, інформаційні входи третього і четвертого ключів об'єднані і сполучені з виходом генератора імпульсів, R-входи першого і другого тригерів об'єднані і сполучені з зовнішнім входом «Попередня установка», окрім того, перший і другий блоки формування моделей-еталонів вібратора виконані регульованими

Вся сукупність суттєвих ознак запропонованого електродинамічного вібратора, включаючи відмінні, забезпечує підвищення точності формування заданого силового навантаження на випробуваний об'єкт за рахунок використання інформації, що міститься в сигналах на виходах шостого суматора, яка надходить на керувальний вхід першого блока формування моделі-еталона вібратора, і сьомого суматора, яка надходить на керувальний вхід другого блока формування моделі-еталона вібратора, а також інформації на виході датчика зусилля після перетворення її в постійний сигнал, яка призводить до комутації каналів для регулювання параметрів першого і другого блоків формування моделей-еталонів вібратора

На кресленні (фіг.) наведена структурна схема електродинамічного вібратора

Електродинамічний вібратор містить магнітопровід 1 з обмоткою 2 підмагнічування, джерело 3 постійного струму, рухому циліндричну котушку 4 з платформою (на кресленні не позначена) за випробуванням об'єктом 5, закріпленням на платформі, задавальний генератор 6, перший суматор 7, другий суматор 8, підсилювач 9 струму, датчик 10 положення рухомої котушки 4, блок 11 зворотного зв'язку, перший підсилювач 12 з регульованим коефіцієнтом підсилення, перший блок 13 формування моделі-еталона вібратора, перший і другий випрямлячі 14 та 15 відповідно, перший і другий згладжувальні фільтри 16 і 17 відповідно, третій, четвертий і п'ятий суматори 18, 19 і 20 відповідно, другий підсилювач 21 з регульованим коефіцієнтом підсилення, другий блок 22 формування моделі-еталона вібратора, третій випрямляч 23, третій згладжувальний фільтр 24, датчик 25 зусилля, що передається на випробуваний об'єкт 5, перший узгоджувальний підсилювач 26, другий узгоджувальний підсилювач 27, четвертий і п'ятий випрямлячі 28, 29 відповідно, четвертий і п'ятий узгоджувальні фільтри 30, 31 відповідно, пороговий елемент 32, шостий і сьомий суматори 33, 34 відповідно, перший, другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий ключі 35, 36, 37, 38, 39, 40 відповідно, елемент 41 «НІ», перший і другий тригери 42, 43 відповідно, генератор імпульсів 44, зовнішній вхід 45 «Попередня установка»

Елементи пристрою з'єднані наступним чином

Вихід задавального генератора 6 через другий підсилювач 21 з регульованим коефіцієнтом підсилення з'єднаний з підсумовувальним входом першого суматора 7, вихід якого сполучений з підсумовувальним входом другого суматора 8, вихід

якого з'єднаний з віднімальним входом четвертого суматора 19, підсумовувальний вхід якого через перший підсилювач 12 з регульованим коефіцієнтом підсилення з'єднаний з виходом задавального генератора 6. Вихід четвертого суматора 19 з'єднаний з віднімальним входом першого суматора 7, об'єднаний з входом підсилювача 9 струму, вихід якого сполучений з обмоткою рухомої циліндричної котушки 4 вібратора

Окрім того, вихід задавального генератора 6 через послідовно з'єднані перший випрямляч 14 і перший згладжувальний фільтр 16 сполучений з підсумовувальним входом третього суматора 18, віднімальний вхід якого через послідовно з'єднані перший блок 13 формування моделі-еталона вібратора, другий випрямляч 15 і другий згладжувальний фільтр 17 сполучений з виходом першого підсилювача 12 з регульованим коефіцієнтом підсилення. Вихід третього суматора 18 сполучений з керувальним входом першого підсилювача 12 з регульованим коефіцієнтом підсилення. Вихід другого суматора 8 з'єднаний з другим підсумовувальним входом першого суматора 7 і входом другого блоку 22 формування моделі-еталона вібратора, вихід якого через послідовно з'єднані третій випрямляч 23 і третій згладжувальний фільтр 24 під'єднаний до віднімального входу п'ятого суматора 20, підсумовувальний вхід якого під'єднаний до виходу першого згладжувального фільтра 16, а вихід п'ятого суматора 20 під'єднаний до керувального входу другого підсилювача 21 з регульованим коефіцієнтом підсилення

Датчик 10 положення рухомої котушки має жорстке кріплення на платформі, а його вихід через блок 11 зворотного зв'язку сполучений з віднімальним входом другого суматора 8. Перший підсилювач 12 з регульованим коефіцієнтом підсилення визначає незалежність сигналу на вході першого блока 13 формування моделі-еталона вібратора від зміни величини напруги на виході задавального генератора 6

Перший блок 13 формування моделі-еталона вібратора є функціональним перетворювачем сигналу, що формує передатну функцію вібратора без урахування впливу випробуваного об'єкту 5. Блок 13 також корегує коефіцієнт підсилення першого підсилювача 12 з регульованим коефіцієнтом підсилення при появі різних дестабілізуючих факторів і підтримує постійний вихідний сигнал підсилювача 12

Другий блок 22 формування моделі-еталона вібратора є функціональним перетворювачем сигналу, що формує передатну функцію вібратора з урахуванням впливу випробуваного об'єкту і цей блок повинен мати регулювання його параметрів при зміні випробуваного об'єкту 5

Коло зворотного зв'язку, що містить датчик 10 положення рухомої котушки 4 разом з платформою вібратора і блок 11 зворотного зв'язку, виконує функцію керування електромагнітною підсилюючою рухомою системою вібратора

Рухомої котушка 4 знаходиться під дією електромагнітної сили, що пропорційна струму на виході підсилювача 9 струму і величині магнітної індукції, що створюється джерелом 3 струму обмотки 2 підмагнічування

Перший суматор 7 формує різницю сигналів, що надходить на підсумовувальний вхід, з виходів другого підсилювача 21 з регульованим коефіцієнтом підсилення, другого суматора 8 і сигналу з виходу четвертого суматора 19, що надходить на віднімальний вхід першого суматора 7.

Другий суматор 8 формує на виході різницю сигналів, що надходить на його підсумовувальний вхід з виходу першого суматора 7 і сигналу з виходу блока 11 зворотного зв'язку, що надходить на віднімальний вхід другого суматора 8, тим самим стабілізується статичне положення рухомої системи вібратора.

Четвертий суматор 19 формує різницю двох сигналів, перший з яких надходить на його підсумовувальний вхід з виходу першого підсилювача 12 з регульованим коефіцієнтом підсилення, а другий надходить на його віднімальний вхід з виходу другого суматора 8, тим самим формується сигнал на виході, який пропорційний силі реакції, що задається сигналом на виході задавального генератора 6 при урахуванні сигналів на виходах першого і другого блоків 13, 22 формування моделей-еталонів вібратора.

Вихід датчика 10 положення рухомої платформи з котушкою 4 через послідовно з'єднані перший узгоджувальний підсилювач 26, четвертий випрямляч 28 і четвертий згладжувальний фільтр 30 сполучений з об'єднаними інформаційними входами першого і другого ключів 35 і 36 відповідно, вихід першого з яких сполучений з віднімальним входом сьомого суматора 34, підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом третього згладжувального фільтра 24, а вихід другого ключа 36 сполучений з віднімальним входом шостого суматора 33, підсумовувальний вхід якого сполучений з виходом другого узгоджувального фільтра 17.

Вихід шостого суматора 33 через п'ятий ключ 39 сполучений з керувальним входом першого блока 13 формування моделі-еталона вібратора.

Вихід сьомого суматора 34 через шостий ключ 40 сполучений з керувальним входом другого блока 22 формування моделі-еталона вібратора. Датчик 25 зусилля жорстко установлений на рухомій платформі вібратора, а на датчику 25 зусилля жорстко установлений випробуваний об'єкт 5. Вихід датчика 25 зусилля через послідовно з'єднані другий узгоджувальний підсилювач 27, п'ятий випрямляч 29, п'ятий згладжувальний фільтр 31 і пороговий елемент 32 сполучений з об'єднаними керувальним входом третього ключа 37 і входом елемента 41 «НІ», вихід якого сполучений з керувальним входом четвертого ключа 38.

Вихід третього ключа 37 сполучений з об'єднаними S-входом другого тригера 43 і R-входом першого тригера 42. Вихід четвертого ключа 38 сполучений з об'єднаними R-входом другого тригера 43 і S-входом першого тригера 42. Об'єднані R-входи першого і другого тригерів 42, 43 сполучені з зовнішнім входом 45 «Попередня установка». Керувальні входи першого і шостого ключів 35 і 40 об'єднані і сполучені з прямим виходом другого тригера 43. Керувальні входи другого і п'ятого ключів 36 і 39 об'єднані і сполучені з прямим виходом першого тригера 42. Інформаційні входи тре-

тього і четвертого ключів 37 і 38 об'єднані і сполучені з виходом генератора 44 імпульсів. Третій суматор 18 формує на виході різницю сигналів, що надходить на його підсумовувальний і віднімальний входи з виходів першого і другого згладжувальних фільтрів 16 і 17 відповідно.

П'ятий суматор 20 формує на виході різницю сигналів, що надходить на його підсумовувальний і віднімальний входи з виходів першого і третього згладжувальних фільтрів 16 і 24 відповідно.

Шостий суматор 33 формує на виході різницю сигналів, що надходить на його підсумовувальний і віднімальний входи з виходів другого згладжувального фільтра 17 і другого ключа 36 відповідно.

Сьомий суматор 34 формує на виході різницю сигналів, що надходять на його підсумовувальний і віднімальний входи з виходів третього згладжувального фільтра 24 і першого ключа 35 відповідно.

В вихідному стані перший і другий тригери 42 і 43 установлені в нуль. Перший, другий, п'ятий і шостий ключі 35, 36, 39, 40 відповідно розімкнуті. На виході генератора 44 імпульсів сигнали відсутні. При надходженні сигналу «Пуск» генератор 44 імпульсів з заданим періодом формує вихідні імпульси, що надходять на інформаційні входи третього і четвертого ключів 37 і 38 відповідно.

Перший і другий блоки 13 і 22 формування моделей-еталона вібратора виконані регульованими, а саме, параметри блоків (коефіцієнти передачі) їх змінюються при надходженні сигналів на їх керувальні входи.

Електродинамічний вібратор працює таким чином.

На виході задавального генератора 6 формується сигнал пропорційний силі, яку треба передавати випробуваному об'єкту 5, установленому на платформі вібратора. Цей сигнал надходить через другий підсилювач 21 з регульованим коефіцієнтом підсилення на перший вхід першого суматора 7, вихідний сигнал якого надходить на підсумовувальний вхід другого суматора 8, на віднімальний вхід якого надходить сигнал з виходу блока 11 зворотного зв'язку.

Вихідний сигнал другого суматора 8 надходить на віднімальний вхід четвертого суматора 19, на підсумовувальний вхід якого надходить сигнал з виходу задавального генератора 6 після проходження через перший підсилювач 12 з регульованим коефіцієнтом підсилення. Вихідний сигнал четвертого суматора 19 надходить на об'єднані віднімальний вхід першого суматора 7 і вхід підсилювача 9 струму, вихідний сигнал якого надходить в обмотку рухомої котушки 4 вібратора. Сигнал датчика 10 положення рухомої котушки 4 надходить на вхід блока 11 зворотного зв'язку.

Вихідний сигнал задавального генератора 6 після проходження через перший випрямляч 14 і перший згладжувальний фільтр 16 надходить на об'єднані підсумовувальні входи третього і п'ятого суматорів 18 і 20 відповідно.

На віднімальний вхід третього суматора 18 надходить сигнал з виходу першого блока 13 формування моделі-еталона вібратора після проходження через другий випрямляч 15 і другий згладжувальний фільтр 17.

Вихідний сигнал третього суматора 18 надхо-

дить на керувальний вхід першого підсилювача 12 з регульованим коефіцієнтом підсилення, змінюючи коефіцієнт підсилення таким чином, щоб сигнал на виході цього підсилювача на змінювався, а цей сигнал і надходить на вхід першого блока 13 формування моделі-еталона вібратора

На віднімальний вхід п'ятого суматора 20 надходить сигнал з виходу другого блока 22 формування моделі-еталона вібратора після проходження через третій випрямляч 23 і третій згладжувальний фільтр 24. Вихідний сигнал п'ятого суматора 26 надходить на керувальний вхід другого підсилювача 21 з регульованим коефіцієнтом підсилення, змінюючи коефіцієнт його підсилення таким чином, щоб вихідний сигнал другого суматора 8 не змінювався, а цей сигнал і надходить на вхід другого блока 22 формування моделі-еталона вібратора

Якщо сигнал на виході задавального генератора 6 позначимо U_r , сигнал на виході першого підсилювача 12 з регульованим підсилення позначимо X_2 , сигнал на виході другого підсилювача 21 позначимо $K_r U_r$, сигнал на виході другого суматора 8 позначимо X_1 , то (в операційній формі) маємо співвідношення (для спрощення не будемо рахувати сигнал зворотного зв'язку з виходу блока 11 зворотного зв'язку, який формується для регулювання статичного положення рухомої системи вібратора)

$$K_r U_r + X_1 - (X_2 - X_1) = X, \quad (1)$$

$$\text{або } K_r U_r = X_2 - X_1, \quad (2)$$

$$\text{де } X_1 = W_1^{-1} Y_1, \quad X_2 = W_2^{-1} Y_2$$

W_1, W_2 - передатні функції рухомої системи вібратора при установці на платформі випробуваного об'єкта 5 і при відсутності об'єкта на платформі відповідно

На виході підсилювача 9 струму маємо сигнал $U_{\text{вих}9} = X_2 - X_1 = R, \quad (3)$

а на виході підсилювача 9 струму маємо сигнал $U_{\text{вих}9} = (X_2 - X_1) K_9 = R, \quad (4)$

де K_9 - коефіцієнт підсилення підсилювача 9 струму, R - сигнал, що визначається як силове навантаження на випробуваний об'єкт

Тобто сигнал на виході підсилювача 9 струму формує задане силове навантаження на випробуваний об'єкт 5

Якщо на рухомій платформі вібратора відсутній випробуваний об'єкт 5, то на виході датчика 25 зусилля відсутній сигнал, відсутній сигнал на виході другого узгоджувального підсилювача 27, п'ятого випрямляча 29 і п'ятого згладжувального фільтра 31

На виході порогового елемента 32 присутній нуль, тому третій ключ 37 розімкнений, а четвертий ключ 38 замкнений, тому що на виході елемента 41 «НІ» присутній не нульовий сигнал. Імпульси з виходу генератора 44 імпульсів надходять через замкнений четвертий ключ 38 на R-вхід другого тригера 43, підтверджуючи його нульовий стан і на S-вхід першого тригера 42, установлюючи його в одиницю. При цьому другий і п'ятий ключі 36 і 39 відповідно замикаються і вихідний сигнал шостого суматора 33 через замкнений п'ятий ключ 39 надходить на керувальний вхід першого блока 13 формування моделі-еталона вібратора, що не враховує присутність випробуваного об'єкта на

рухомій платформі вібратора

На віднімальний вхід шостого суматора 33 надходить сигнал з виходу датчика 10 положення рухомої платформи після проходження через послідовно з'єднані перший узгоджувальний підсилювач 26, четвертий випрямляч 28, четвертий згладжувальний фільтр 30 і замкнений другий ключ 36, а на підсумовувальний вхід шостого суматора 33 надходить вихідний сигнал першого блока 13 формування моделі-еталона вібратора після проходження через послідовно з'єднані другий випрямляч 15 і другий згладжувальний фільтр 17

Відбувається підстроювання параметрів першого блока 13 формування моделі-еталона вібратора в напрямку зменшення сигналу на виході шостого суматора 33, що призводить до виконання рівності сигналів в середньому на виходах першого блока 13 формування моделі-еталона вібратора і першого узгоджувального підсилювача 26

Тим самим приходимо до випадку підстроювання параметрів першого блока 13 формування моделі-еталона вібратора до параметрів реально-го вібратора

При установці на рухомій платформі вібратора випробуваного об'єкта 5 на виході датчика 25 зусилля формується сигнал, що знаходиться через послідовно з'єднані узгоджувальний підсилювач 27, п'ятий випрямляч 29 і п'ятий згладжувальний фільтр 31 на вхід порогового елемента 32

При формуванні випрямленого значення цього сигналу більшим за сигнал, що визначає поріг включення порогового елемента 32, на виході порогового елемента 32 формується сигнал, що надходить на керувальний вхід третього ключа 37, замикаючи його. При знаходженні на інформаційний вхід третього ключа 37 імпульсів з виходу генератора 44 імпульсів, ці імпульси надходять на R-вхід першого тригера 42, установлюючи його в нуль, тим самим розмикаються другий і п'ятий ключі 36 і 39 відповідно, і на S-вхід другого тригера 43, установлюючи його в одиницю, тим самим замикаються перший і шостий ключі 35 і 40 відповідно

При цьому вихідний сигнал датчика 10 положення рухомої платформи вібратора, що формується при присутності на рухомій платформі випробуваного об'єкта 5, знаходиться через послідовно з'єднані перший узгоджувальний підсилювач 26, четвертий випрямляч 28, четвертий згладжувальний фільтр 30 і замкнений перший ключ 35 на віднімальний вхід сьомого суматора 34, на підсумовувальний вхід якого знаходиться вихідний сигнал другого блока 22 формування моделі-еталона вібратора після проходження через послідовно з'єднані третій випрямляч 23 і третій згладжувальний фільтр 24

Сигнал з виходу сьомого суматора 34 через замкнений шостий ключ 40 надходить на керувальний вхід другого блока 22 формування моделі-еталона вібратора. Відбувається підстроювання параметрів блока 22 формування моделі-еталона вібратора в напрямку зменшення сигналу на виході сьомого суматора 34, що призводить до виконання рівності сигналів у середньому на виходах другого блока 22 формування моделі-еталона віб-

ратора і першого узгоджу вального підсилювача 26

Таким чином приходимо до випадку підстроювання параметрів блоку 22 формування моделі-еталона вібратора до параметрів реального вібратора разом з випробуванням об'єктом 5

Після проведення одного циклу підстроювання першого блоку 13 формування моделі-еталона

вібратора і другого блоку 22 формування моделі-еталона вібратора повторні цикли підстроювання визначаються періодом формування імпульсів на виході генератора 44 імпульсів і режимом навантаження і розвантаження випробуванням об'єктом 5 рухомої платформи вібратора, тобто появою імпульсних сигналів на виходах третього і четвертого ключів 37 і 38 відповідно

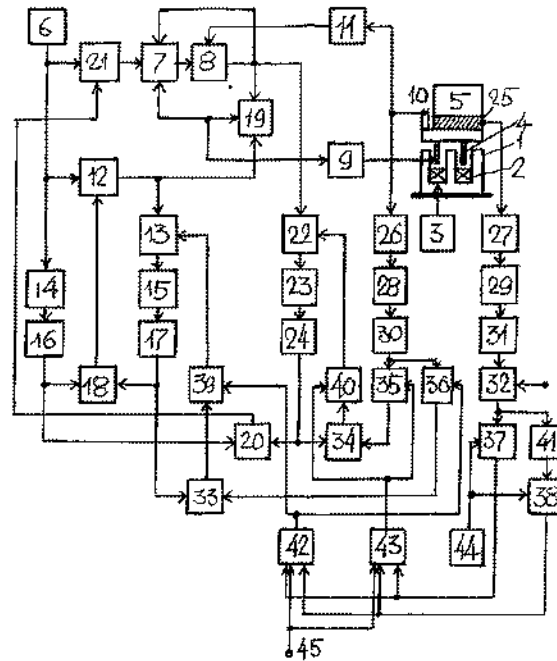


Fig.