



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **147599** (13) **U**
(51) МПК (2021.01)
F16F 7/00
F16F 15/04 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2020 06907	(72) Винахідник(и): Бакун Володимир Андрійович (UA), Архипов Олександр Геннадійович (UA), Сухов Віталій Вікторович (UA), Козей Ярослав Сергійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 28.10.2020	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 27.05.2021	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 26.05.2021, Бюл.№ 21	(73) Володілець (володільці): Бакун Володимир Андрійович, вул. Академіка Янгеля, 20, кв. 203, м. Київ, 03056 (UA), Архипов Олександр Геннадійович, вул. Ярослава Мудрого, 10/4, кв. 18, м. Буча, Київська обл., 08292 (UA), Сухов Віталій Вікторович, просп. Перемоги, 30, кв. 125, м. Київ, 04116 (UA), Козей Ярослав Сергійович, вул. Михайла Драгоманова, 14, кв. 135, м. Київ, 02068 (UA)

(54) ВІБРОІЗОЛЯТОР КВАЗІНУЛЬОВОЇ ЖОРСТКОСТІ З НАКЛАДКАМИ

(57) Реферат:

Віброізолятор квазінульової жорсткості складається з основи, основних пружних елементів, пружних елементів коректора та котків. З метою реалізації заданої функції жорсткості в широкому діапазоні амплітуд коливань в низькочастотному спектрі, на бокові торці контейнера встановлені знімні профільовані накладки, на які спираються круглі котки, закріплені на стійках, які нарізним з'єднанням поєднані з поршнями, підтиснутими пружними елементами коректора. Поршні переміщуються всередині напрямних, що жорстко прикріплені до основи.

UA 147599 U

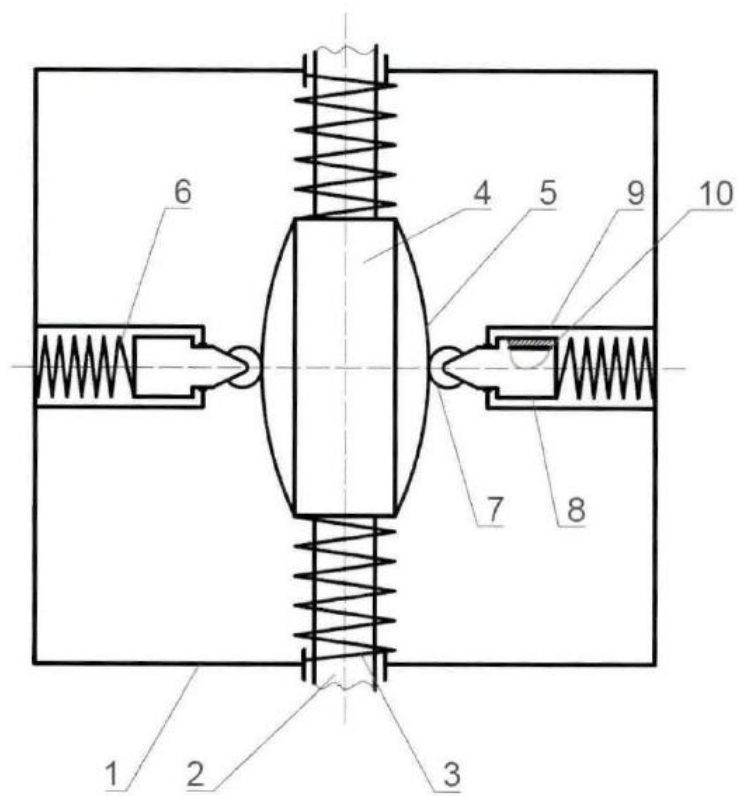


Fig. 1

Корисна модель належить до сфери машинобудування, зокрема до віброзахисту приладів і агрегатів, і може бути використана в різних галузях промисловості, але насамперед в таких, як аерокосмічна та транспортна.

Відомий віброзахисний пристрій, що містить в своєму складі корпус, основний пружний елемент, коректор жорсткості, криволінійну поверхню [А.С. СРСР № 1463985, 1989 р.].

Цей віброзахисний пристрій, як найбільш близький за технічною суттю та результатом, що досягається, прийнятий за найближчий аналог.

Недоліком цього пристрою є обмежена можливість регулювання жорсткісних характеристик за великого діапазону амплітуд коливань.

Суть корисної моделі полягає в наступному.

Захист важливих об'єктів від вібрацій і ударів є необхідною складовою при експлуатації в умовах підвищених вібраційних і ударних навантажень, зокрема в аерокосмічній галузі. Коли вібро- та ударозахист стосується життєво важливих складових рухомих систем, то, по суті, задача полягає в життєзабезпеченні таких об'єктів. Для частот зовнішнього навантаження більше 20 Гц розроблені численні нормалізовані вібро- та ударозахисні ізолятори. На низьких частотах, зокрема нижче 10 Гц, використовуються пневматичні системи, але вони великі за габаритами та вимагають періодичного контролю при експлуатації. Значна частина з них чутлива до агресивного середовища та має обмежений температурний діапазон.

Використання лінійних віброзахисних систем на основі пружних елементів обумовлює в низькочастотному діапазоні навантажень значні габарити захисних систем, особливо за умови можливих ударних навантажень. Габарити та маса таких систем можуть бути співставна з відповідними характеристиками об'єктів, що підлягають захисту. Такі умови є недопустимими для транспортних систем, особливо для виробів аерокосмічного комплексу.

Ідеальна віброзахисна система мала би мати нульову жорсткість, але тоді, в разі перевищення допустимих заданих переміщень, передавались би удари на об'єкт захисту. Технічно оптимальна система має мати жорсткість близьку до нульової в заданому діапазоні частот зовнішнього навантаження і амплітуд переміщень, але при наближенні до граничної амплітуди переміщень жорсткість мусить швидко зростати. Отже система має бути суттєво нелінійною на границі допустимих амплітуд коливань, а всередині цього діапазону жорсткість має бути близькою до нульової і змінюватися за лінійним законом.

За частот зовнішніх навантажень менше 10 Гц гарно себе зарекомендували віброзахисні системи квазінульової жорсткості, що мають в своєму складі спеціальний коректор жорсткості.

Такі віброзахисні системи мають наступні переваги:

- невеликі габарити та маси;
- можливість реалізації заданих динамічних характеристик в низькочастотному діапазоні навантажень;
- широкий діапазон використання;
- можливість захисту не лише від вібрацій, а й від ударів;
- простота налаштування на необхідну масу;
- стійкість до агресивного середовища.

Задача корисної моделі - змінити конструкцію віброізолятора з метою вібро- та ударозахисту на низькочастотних частотах коливань за умови реалізації заданої функції жорсткості в широкому діапазоні амплітуд коливань.

Технічний результат - створення уніфікованої конструкції вібро- та ударозахисного ізолятора шляхом установки на контейнер змінних профільованих накладок.

Поставлена задача вирішується тим, що віброізолятор квазінульової жорсткості, який складається з основи, основних пружних елементів, пружних елементів коректора, котків, згідно з корисною моделлю, з метою реалізації заданої функції жорсткості в широкому діапазоні амплітуд коливань в низькочастотному спектрі, на бокові торці контейнера встановлені знімні профільовані накладки на які спираються круглі котки закріплені на стійках, які нарізним з'єднанням поєднані з поршнями підтиснутими пружними елементами коректора, поршні переміщуються всередині напрямних, що жорстко прикріплені до основи.

Відзначений технічний результат при реалізації корисної моделі досягається встановленням об'єкту, що захищається в контейнер, який спирається на основний пружний елемент і коректор жорсткості у вигляді пружних елементів з котками, які обкочують профільовані накладки, що в сукупності утворюють систему квазінульової жорсткості.

При дослідженні відмінних ознак описуваного віброізолятора, не виявлені аналогічні рішення, що дозволяють досягти розглянутого технічного результату.

На підставі викладеного можна стверджувати, що сукупність відмінних ознак, викладених у формулі корисної моделі, необхідна та достатня для одержання необхідного технічного результату.

Проведений заявниками аналіз рівня техніки, що містить пошук за патентними і науково-технічними джерелами інформації, і виявлення джерел, що містять відомості про аналоги заявленої корисної моделі, дозволив установити, що заявники не знайшли аналог, що характеризується ознаками, тотожними всім існуючим ознакам заявленої корисної моделі.

Отже, заявлена корисна модель відповідає умові "новизна".

На фіг. 1 представлено віброізолятор квазінульової жорсткості.

Докази, що підтверджують можливість здійснення корисної моделі з одержанням вищевказаного технічного результату, полягають в наступному. Віброізолятор складається з основи 1, напрямних 2, основних пружних елементів 3, контейнера 4, профільованих елементів 5, пружних елементів коректора 6, котків 7, поршня коректора 8, штока 9 та регулюючого елемента 10.

Об'єкт, який підлягає захисту від вібрацій і ударів, кріпиться всередині контейнера 4. Своїми торцевими частинами контейнер 4 спирається на основний пружний елемент 3, виконаний у вигляді двох послідовно з'єднаних пружин, встановлених симетрично торців контейнера. Лінійне переміщення контейнера відносно основи 1 забезпечується напрямними 2. На боковій поверхні контейнера закріплені зміні профільовані елементи 5.

Коректор жорсткості виконано у вигляді симетрично встановлених відносно вертикальної осі симетрії підтиснутих пружних елементів 6, конструктивно виконаних витими пружинами, які одним торцем спираються на основу 1, а іншим на поршень 8, що переміщується по штоку 9. Пружна сила від пружини коректора передається на контейнер 4 через профільовані елементи за допомогою котків 7 та регулюючого елемента 10, що має можливість повертатися відносно профільованих елементів при їх вертикальному переміщенні, за допомогою внутрішньої різьби. Деформація пружин коректора жорсткості 6 регулюється нарізним з'єднанням між поршнем 8 і стійкою котка 7.

Віброізолятор працює наступним чином.

В положенні статичної рівноваги контейнер 4 спирається на нижній основний пружний елемент, який внаслідок цього деформується, верхній основний пружний елемент встановлений без люфта між основою 1 і торцем контейнера 4. Котки 7 знаходяться посередині профільованих елементів 5, а сила з боку пружних елементів коректора 6 через котки діє горизонтально і перпендикулярно напрямку дії сили з боку основного пружного елемента 3.

При виникненні зовнішньої сили збудження здійснюється зміщення контейнера, наприклад, вгору. З боку основного пружного елемента 3 виникає пружна сила, спрямована вниз, а підпружинені елементами коректора 6 котки 7 контактують з профільованими накладками 5, тиснувши на них, внаслідок чого в точці контакту виникає сила реакції, що містить вертикальну і горизонтальну складові. Враховуючи симетрію установки коректорів, горизонтальні складові лівої і правої частини реакцій однакові за величиною і протилежні за напрямком. Отже сумарна горизонтальна складова завжди дорівнює нулю. Пружні характеристики основного і пружного елементів та форма профільованих накладок вибираються так, що в заданому діапазоні амплітуд сумарна сила прикладена до контейнера, яка діє по вертикалі, дорівнює нулю.

При перевищенні заданих значень амплітуд коливань контакт між котками 7 і профільованими накладками буде відбуватися на периферійних частинах останніх, які мають відмінний радіус кривизни. В цьому випадку сумарна вертикальна складова має бути спрямована до положення первинної статичної рівноваги. Внаслідок цього контейнер 4 буде повертатися стан первинної рівноваги. Діапазон квазінульової зони визначається характеристиками жорсткості основного пружного елемента 3, коректора 6, а також формою профільованих накладок 5. В разі виникнення ударних навантажень контейнер з накладками 5 проходить траєкторію з квазінульовими характеристиками до периферійних ділянок накладок, а далі внаслідок збільшення сумарних пружних сил відбувається повернення контейнера в стан рівноваги.

При переміщенні контейнера 4 вниз все відбувається аналогічно, лише змінюються напрямки сил з боку основного пружного елемента 3 і пружного елемента коректора 6.

Величина сил демпфування вибирається підбором пар ковзання поршень 8 - шток 9 і напрямні 2 - основа 1.

Розміри контейнера, характеристики жорсткості пружних елементів визначаються залежно від характеристик об'єкта, що захищається від вібрації. Таким чином, вище викладені докази свідчать при використанні заявленої корисної моделі про виконання наступних сукупностей умов:

- віброізолятор з квазінульовою жорсткістю з накладками, що реалізує заявлену корисну модель, при його здійсненні, призначений в транспорті, зокрема в аерокосмічній, автомобільній галузі для захисту від вібрацій та ударів і може бути використаний як стаціонарний опорний вузол;

5 - для виготовлення заявленого віброізолятора з квазінульовою жорсткістю з накладками, у тому вигляді, у якому він охарактеризований у викладеній формулі корисної моделі немає необхідності залучення сторонніх організацій;

10 - монтаж і демонтаж віброізолятора з квазінульовою жорсткістю, що реалізує заявлену корисну модель при її здійсненні здатний забезпечити досягнення технічного результату, що вбачається заявниками.

Сказане повною мірою належить до віброізолятора з квазінульовою жорсткістю з накладками, що заявляється, перевага якого полягає в тому, що його виробництво не потребує великих виробничих витрат, і він може бути швидко реалізований у промисловому масштабі, а використання віброізолятора з квазінульовою жорсткістю дозволяє експлуатацію технічних об'єктів за дії низькочастотних вібрацій і ударів, а отже підвищує надійність експлуатації обладнання.

Віброізолятор з квазінульовою жорсткістю належить до сфери машинобудування, зокрема до віброзахисту приладів та агрегатів і викликає інтерес як стаціонарний опорний вузол з великим терміном експлуатації.

20 Отже, корисна модель, що заявляється, відповідає умові "промислового застосування".

Приклад 1. Розглянемо принцип роботи віброізолятора з коректором жорсткості зображеного на фіг. 2. Згідно з класифікацією, що наведена в [1], віброізолятор належить до типу С. З боку пружин основного пружного елемента, що конструктивно складається з двох складових, симетрично розташованих відносно горизонтальної осі, в положенні статичної рівноваги будуть діяти сили F' і F'' спрямовані вертикально (фіг. 2, а). З боку підпружинених котків, в точці контакту з накладкою перпендикулярно до їх поверхонь, будуть діяти сили F_k . В випадку статичної рівноваги сили F_k будуть діяти горизонтально і напрямки сил від двох котків рівні за величиною і протилежні за напрямком. Отже сума проекцій всіх сил на горизонтальну вісь дорівнює нулю, а на вертикальну дорівнює сумі F' і F'' , як послідовно з'єднаних.

30 Розглянемо два можливих випадки.

В разі дії збурюючої сили, нехай контейнер з накладкою переміститься вгору на величину Δ . Котки відносно горизонтальної осі симетрії контейнера опустяться на ту ж саму величину (фіг. 2, б). З боку основних пружних елементів будуть діяти сили F' і F'' спрямовані по вертикалі вниз, які намагаються повернути систему в стан первинної рівноваги. Сила F_k прикладена в точці контакту перпендикулярно до поверхні накладки і котка може бути розкладена на дві складові: $F_{k\text{вер}}$ і $F_{k\text{гор}}$. Враховуючи симетричне розташування котків і протилежний напрямок дій горизонтальних складових, сума проекцій всіх сил на горизонтальну вісь дорівнює нулю. У вертикальному напрямку з боку коректора буде діяти сума двох сил F_k , спрямованих вгору, тобто у напрямку, протилежному силам F' і F'' .

40 В разі переміщення на величину Δ контейнера вниз (фіг. 2, с), характер дії сил буде аналогічний попередньому, але протилежного напрямку.

Варіюючи силовими характеристиками і геометричними параметрами для певного діапазону амплітуд коливань вздовж осі X можна добитися такого співвідношення, що сумарна сила, прикладена до контейнера, буде у відхиленому положенні від рівноваги приблизно дорівнювати нулю, а система бути мати жорсткість близьку до нуля. Для віброзахисних систем з коректором типу С сумарна сила і сумарна жорсткість описуються формулами [1]:

$$F_c = nc_{2c}x_c \left(\frac{1 - \delta_c}{\sqrt{1 - x_c^2}} - 1 \right) + x_c + \lambda_c$$

$$C_c = nc_{2c} \left(\frac{1 - \delta_c}{\sqrt{(1 - x_c^2)^3}} - 1 \right) + 1$$

$$\text{де } \frac{C_c}{C_1} = \frac{c}{c_1}; \quad F_c = \frac{F}{(c_1 \cdot l)}; \quad c_{2c} = \frac{c_2}{c_1}; \quad \delta_c = \frac{\delta_0}{l}; \quad x_c = \frac{x}{l}; \quad \lambda_c = \frac{\lambda}{l}; \quad l = r + R,$$

50 n - кількість кулачків, в даному випадку $n = 2$;

λ - величина статичної деформації основного пружного елемента;

c_1 - жорсткість основного пружного елемента;

C_2 - жорсткість пружини коректора;

δ_0 - деформація пружного елемента коректора в стані статичної рівноваги;

x - величина переміщення вздовж осі ОХ відносно положення статичної рівноваги.

5 Як видно з наведених формул, силова характеристика і жорсткість є величинами нелінійними. Але для певного діапазону переміщень $x_{роб}$ (фіг. 3), можна забезпечити жорсткість системи, близьку до нуля. При виході за розрахункові значення амплітуд коливань, жорсткість різко зростає. Це захищає систему від ударів і повертає систему в робочий діапазон коливань.

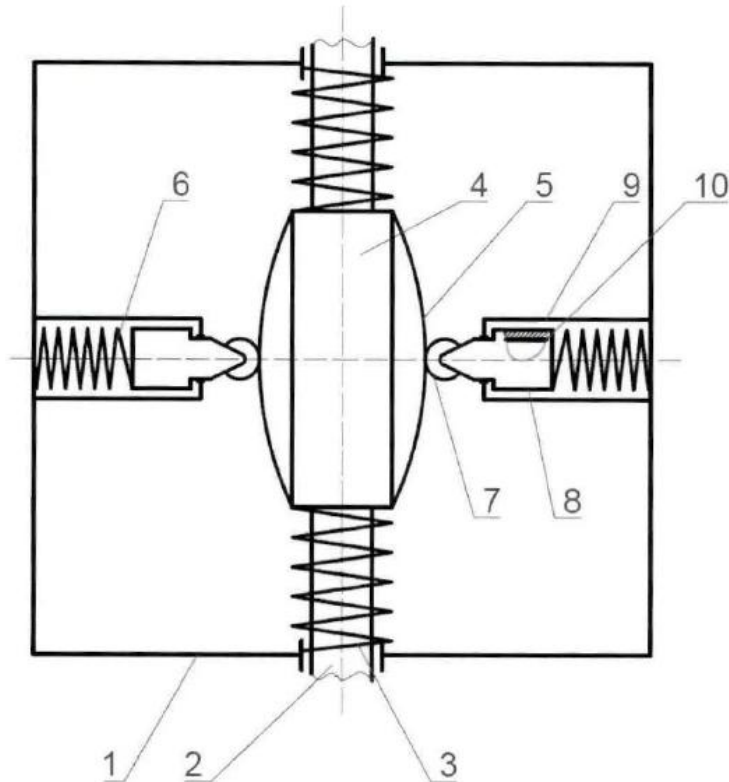
Джерело інформації:

10 1. Виброзащитные системы с квазиулево́й жесткостью. П.М. Алабужев, А.А. Гритчин, Л.И. Ким и др. - Ленинград: Машиностроение. 1986. 96 с.

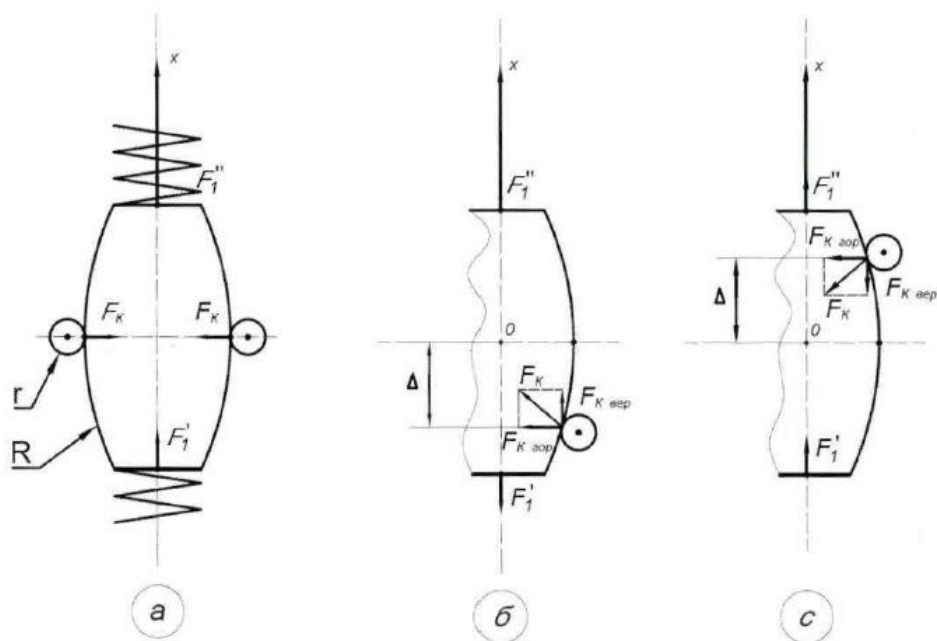
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15 Віброізолятор квазінульової жорсткості, який складається з основи, основних пружних елементів, пружних елементів коректора, котків, який **відрізняється** тим, що з метою реалізації заданої функції жорсткості в широкому діапазоні амплітуд коливань в низькочастотному спектрі, на бокові торці контейнера встановлені знімні профільовані накладки, на які спираються круглі

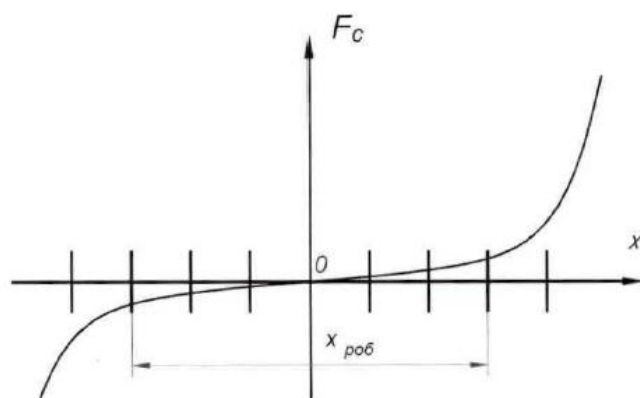
20 котки, закріплені на стійках, які нарізним з'єднанням поєднані з поршнями, підтиснутими пружними елементами коректора, поршні переміщуються всередині напрямних, що жорстко прикріплені до основи.



Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3