



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **86584** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
F16F 7/00
F16F 11/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

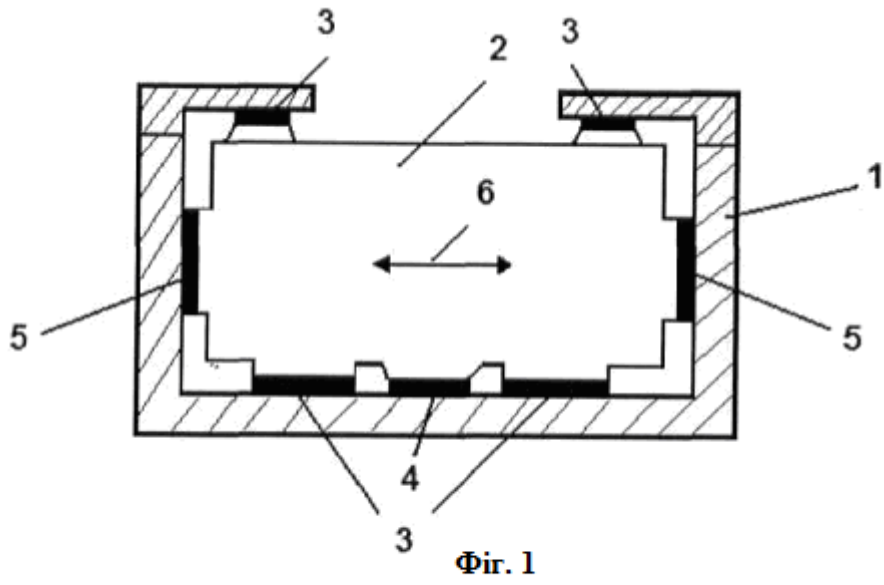
(21) Номер заявки: u 2013 06082	(72) Винахідник(и): Заспа Юрій Петрович (UA), Шалапко Юрій Іванович (UA)
(22) Дата подання заявки: 17.05.2013	(73) Власник(и): ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.01.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.01.2014, Бюл.№ 1	

(54) СПОСІБ РОЗШИРЕННЯ РОБОЧОГО ДІАПАЗОНУ СУБМІКРОННИХ ФРИКЦІЙНИХ ДЕМПФЕРІВ

(57) Реферат:

Спосіб розширення робочого діапазону субмікронних фрикційних демпферів, який використовує опромінення контактних поверхонь демпфера імпульсами неодимового лазера тривалістю 1-100 наносекунд з поверхневою густиною потужності опромінення в межах 10^{10} - 10^{13} Вт/м², причому між платформою і корпусом демпфера додатково встановлюється демпфуючі контакти, оброблені чистовими механічними методами (шліфування, полірування, фінішування та ін.) до значень середньоарифметичного параметра мікросорсткості R_a в межах $0,01 \pm 0,1$ мкм, розраховуються співвідношення контактних жорсткостей та перерозподіл нормальних контактних навантажень, за умови яких коефіцієнт демпфування знаходиться в межах $0,5 \pm 1$, при цьому ефективність демпфера при малих амплітудах коливань забезпечується фрикційним проковзуванням у додатково встановлених контактах, а при великих амплітудах - в контактах, оброблених лазерним випромінюванням.

UA 86584 U



Корисна модель відноситься до приладобудування і може бути використана для захисту прецизійних приладів та складових точних систем від мало амплітудного вібраційного впливу.

Для демпфування віброколивань мікронного і субмікронного амплітудного діапазону використовують фрикційні демпфери контактного тиску [1]. В таких демпферах встановлюють нормально вібронавантажені механічні контакти у якості елементів жорсткості та тангенційно вібронавантажені контакти у якості дисипативно-жорсткісних елементів.

Найбільш близьким до корисної моделі є спосіб підвищення ефективності субмікронних фрикційних демпферів контактних дії [2], у якому контактні поверхні обробляються імпульсним лазерним випромінюванням. Ефективність роботи демпфера оцінюється коефіцієнтом демпфування ψ , рівнем відношення розсіяної за цикл коливаль механічної енергії до максимальної енергії пружної деформації контактів демпфера. За робочий діапазон демпфера може бути прийнятий діапазон амплітуд, в якому коефіцієнт демпфування знаходиться в межах $0,5 \div 1$. Верхнє обмеження необхідних значень у обумовлено тим, що при $\psi \geq 1$ демпфер закривається і не відпрацьовує вібраційне навантаження. Важливою технічною характеристикою демпфера є також малоамплітудна границя робочого діапазону, що відображає його ефективність у субмікронному режимі коливаль. Недоліком способу [2] є обмеженість робочого діапазону демпфера, обумовлена використанням дисипативно-жорсткісних контактів одного типу.

В основу корисної моделі поставлена задача розширення робочого діапазону демпфера та зменшення малоамплітудної границі цього діапазону.

Поставлена задача вирішується тим, що згідно запропонованого способу розширення робочого діапазону субмікронних фрикційних демпферів контактної дії з використанням контактів, оброблених імпульсними випромінюваннями неодимового лазера тривалістю 1-100 наносекунд з поверхневою густиною потужності опромінювання в межах 10^{10} - 10^{13} Вт/м², між платформою і корпусом демпфера додатково встановлюються демпфуючі контакти, оброблені чистовими механічними методами (шліфування, полірування, фінішування та ін.) до значень середньоарифметичного параметра мікрошорсткості R_a в межах $0,01 \div 0,1$ мкм, при цьому несуча здатність контактної поверхні перерозподіляється між двома типами контактів, а розсіювання механічної енергії здійснюється в різних амплітудних діапазонах контактних коливаль, що призводить до розширення робочого амплітудного діапазону в 2-10 разів та забезпечення високого рівня ефективності демпфера в субмікронному та мікронному діапазоні коливаль.

На фіг. 1 показана схема субмікронного фрикційного демпфера контактної дії: 1 - корпус, 2 - платформа демпфера, 3 - демпфуючі контакти, оброблені імпульсним лазерним випромінюванням, 4 - додаткові демпфуючі контакти, оброблені чистовими механічними методами до значень параметра мікрошорсткості R_a в межах $0,01 \div 0,1$ мкм, 5 - нормально вібронавантажені жорсткісні контакти, оброблені імпульсним лазерним випромінюванням, 6 - напрям дії сили вібрації.

На фіг. 2 наведені залежності коефіцієнта демпфування від амплітуди коливаль платформи демпфера до встановлення додаткових демпфуючих контактів (позиція 1) та після їх встановлення (позиція 2). Для порівняння також показана залежність $\psi(a)$ у випадку застосування лише додаткових контактів замість основних (позиція 3). Сукупне встановлення двох типів демпфуючих контактів розширює робочий діапазон демпфера з $0,6 \div 1,5$ мкм до $0,1 \div 2,0$ мкм, зменшує малоамплітудну границю робочого діапазону з 0,6 мкм до 0,1 мкм, збільшує максимальну (у 1,3 рази) та загальну ефективність демпфера. Розрахунки виконані для наступних параметрів демпфера: $c_0^1 = c_0^2$; $\gamma_1 = 3$; $\gamma_2 = 2$; $f_1 = 0,3$; $f_2 = 0,1$; $\delta_s^1 = 1$ мкм; $\delta_s^2 = 0,1$ мкм - де c_0 , γ , f , δ_s відповідно початкова тангенційна контактна жорсткість демпфуючого елемента, показник степеневі апроксимації залежності нормального контактного зусилля від зближення, коефіцієнт тертя, граничне попереднє контактне зміщення [3, 4]. Індокси 1 і 2 відносяться відповідно до основних і додаткових демпфуючих контактів. Початкова тангенційна контактна жорсткість задається виразом: $c_0 = \gamma f N / \delta_s$, де N - нормальне зусилля в контакт. Граничне попереднє контактне зміщення δ_s прямо пропорційне висоті шорсткого шару, коефіцієнту тертя, нормальному контактному зближенню і залежить від виду поверхневої обробки контакту [4]. Розширення робочого діапазону демпфера досягається за рахунок поєднання демпфуючої здатності контактів з великими та малими значеннями δ_s , оскільки максимуми коефіцієнтів контактного демпфування приходиться на значення коливальних амплітуд, приблизно рівні граничному попередньому контактному зміщенню [3]. Змінюючи густину потужності лазерного випромінювання і тривалість імпульсів у запропонованих межах, можна отримувати шорсткий поверхневий шар основних демпфуючих контактів висотою порядку $0,1 \div 5$ мкм, залежно від нормального контактного зусилля N_1 . За рахунок чистової обробки поверхні додаткових

контактів можуть бути отримані значення δ_s^2 у межах $0,01 \div 0,1$ мкм - залежно від нормального контактної зусилля N_2 . Необхідні співвідношення нормальних контактних зусиль і початкових контактних жорсткостей розраховуються з умови забезпечення високої ефективності демпфера у потрібному робочому діапазоні. Для наведеного на фіг. 2 прикладу ці співвідношення

5 становлять: $N_1/N_2=0,45$; $c_0^1/c_0^2=1$... Нелінійна жорсткість контактів, вібронавантажених у нормальному напрямі (позиція 5 на рис. 1), розраховується таким чином, щоб скомпенсувати зменшення жорсткості основних демпфуючих контактів (позиція 3 на фіг. 1) з ростом амплітуди коливань.

10 Спосіб розширення робочого діапазону субмікронних фрикційних демпферів використовується наступним чином. Основні контакти демпфера опромінюються імпульсами неодимового лазера тривалістю 1-100 наносекунд з поверхневою густиною потужності опромінення в межах 10^{10} - 10^{13} Вт/м². Між платформою та корпусом демпфера встановлюються додаткові демпфуючі контакти, оброблені чистовими механічними методами (шліфування, полірування, фінішування та ін.) до значень середньоарифметичного параметра мікрошорсткості R_a в межах $0,01 \div 0,1$ мкм, розраховуються співвідношення контактних поверхонь та перерозподіл нормальних контактних навантажень, за умови яких коефіцієнт демпфування знаходиться в межах $0,5 \div 1$. При цьому ефективність демпфера при малих амплітудах коливань забезпечується фрикційним проковзуванням у додатково встановлених контактах, а при великих амплітудах - в контактах, оброблених лазерним випромінюванням. Це веде до розширення робочого діапазону демпфера в 2 рази, зниження малоамплітудної границі робочого діапазону в 6 разів, та збільшення максимального коефіцієнта демпфування в 1,3 рази.

Джерела інформації:

25 1. Hinkle J.D., Peterson L.D., Warren P.A. Component Level Evaluation of a Friction Demper for Submicron Vibrations // Proc. 43 rd Structures, Structural Dynamics and Materials Conference. - Denver, Colorado, USA. - 2002, 1-8.

2. Патент на корисну модель № 35947 від 10.10.2008 - Спосіб підвищення ефективності субмікронних фрикційних демпферів контактної дії // Заспа Ю.П. // Бюл. № 19, 2008.

30 3. Заспа Ю.П. Динамика осциллятора с сухим трением при учете предварительного смещения и тангенциальной контактной жесткости // Трение и износ, 2007, т. 28, № 6, 553-566.

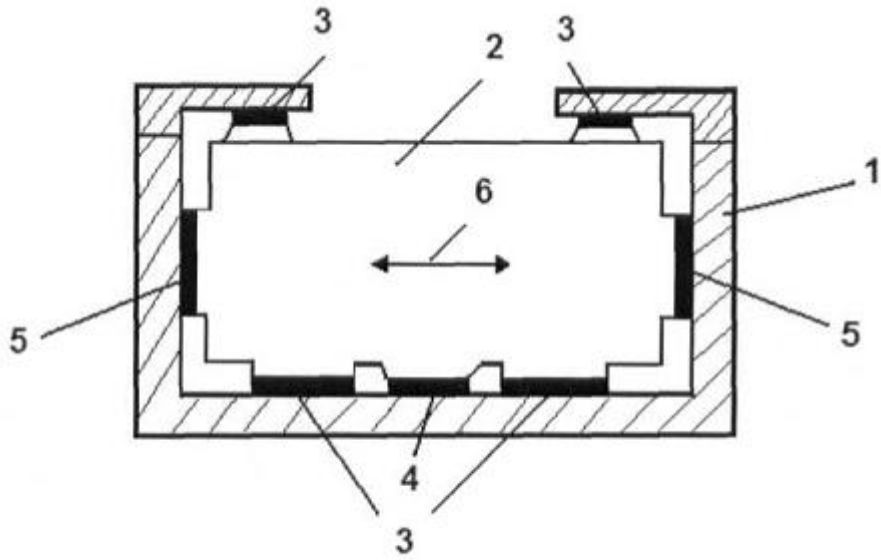
4. Максак В.И. Предварительное смещение и жесткость механического контакта. -М.: Наука. - 1975.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

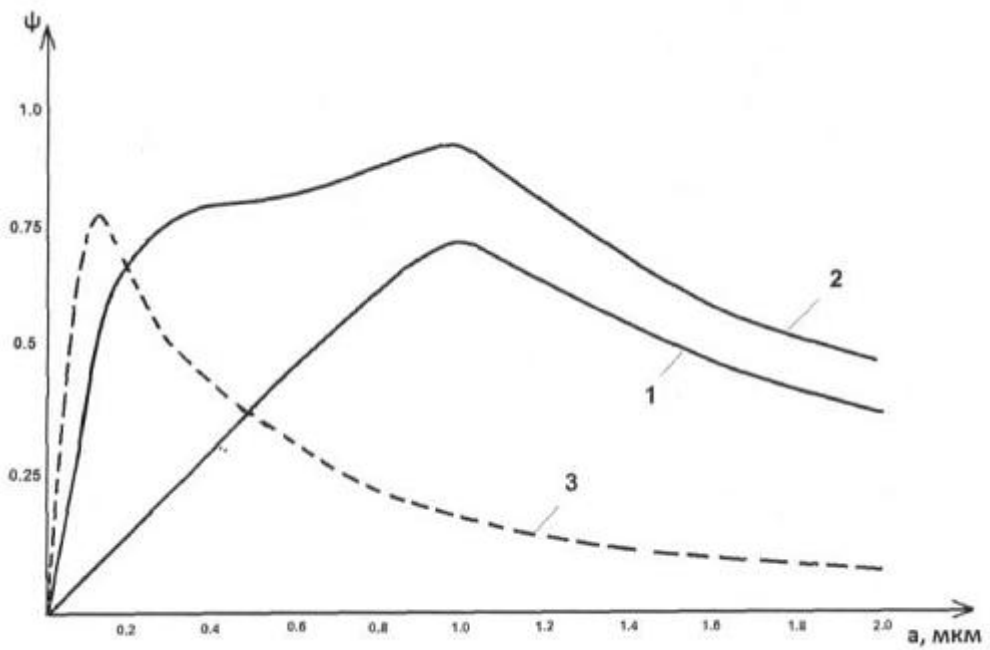
35 Спосіб розширення робочого діапазону субмікронних фрикційних демпферів, який використовує опромінення контактних поверхонь демпфера імпульсами неодимового лазера тривалістю 1-100 наносекунд з поверхневою густиною потужності опромінення в межах 10^{10} - 10^{13} Вт/м², який **відрізняється** тим, що між платформою і корпусом демпфера додатково встановлюється

40 демпфуючі контакти, оброблені чистовими механічними методами (шліфування, полірування, фінішування та ін.) до значень середньоарифметичного параметра мікрошорсткості R_a в межах $0,01 \div 0,1$ мкм, розраховуються співвідношення контактних жорсткостей та перерозподіл нормальних контактних навантажень, за умови яких коефіцієнт демпфування знаходиться в межах $0,5 \div 1$, при цьому ефективність демпфера при малих амплітудах коливань

45 забезпечується фрикційним проковзуванням у додатково встановлених контактах, а при великих амплітудах - в контактах, оброблених лазерним випромінюванням.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601