



УКРАЇНА

(19) UA (11) 153233 (13) U
(51) МПК (2023.01)
G01M 13/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2022 04553**
(22) Дата подання заявки: **02.12.2022**
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **08.06.2023**
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **07.06.2023, Бюл.№ 23**

(72) Винахідник(и):
**Колодій Марина Анатоліївна (UA),
Котенко Володимир Володимирович (UA),
Башинський Сергій Іванович (UA),
Скиба Галина Віталіївна (UA),
Хоменчук Олег Володимирович (UA),
Остафійчук Неля Миколаївна (UA)**
(73) Володілець (володільці):
**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА,
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005 (UA)**

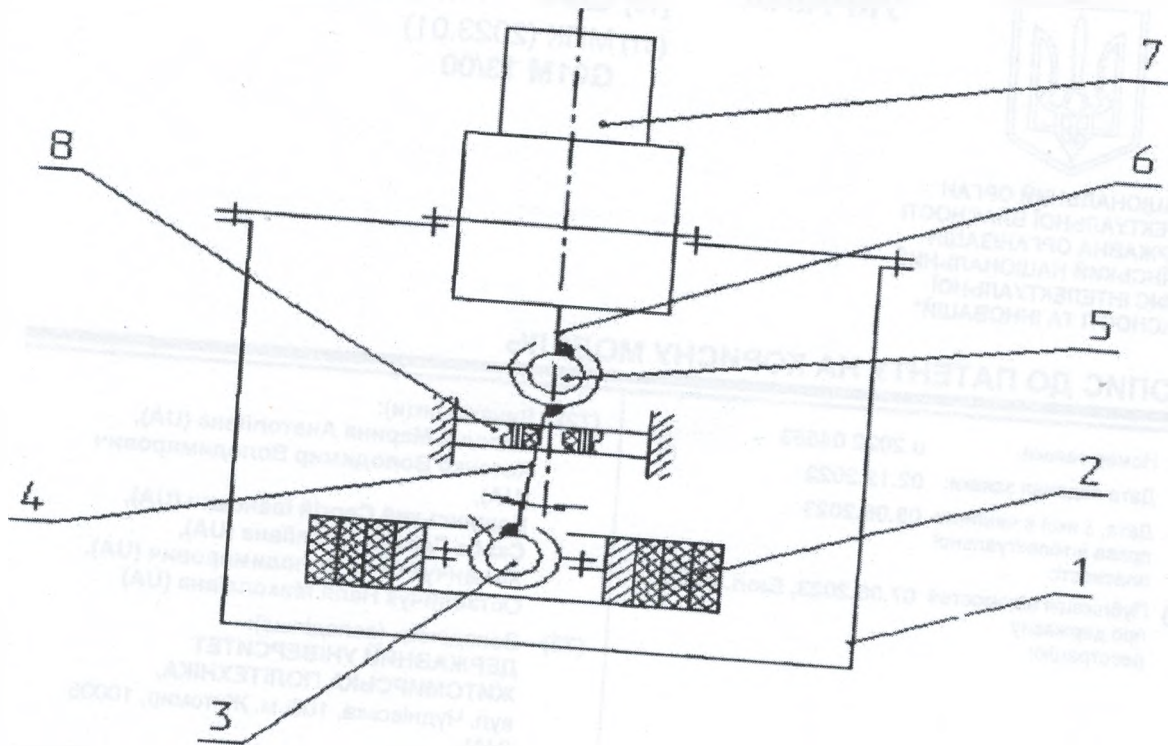
(54) РОЗГІННИЙ СТЕНД З МАЯТНИКОВИМ ВАЛОМ НА ШАРНІРАХ

(57) Реферат:

Розгінний стенд з маятниковим валом на шарнірах містить вакуумну камеру, вертикальний вал, що несе маховик, привід обертання вала з маховиком, обмежувач амплітуди та демпфер коливань обертового вала. До несучого вала за допомогою сферичного шарніра підвішений додатково введений в конструкцію маятниковий вал, до якого також за допомогою сферичного шарніра підвішений по схемі незбурюваного гіроскопічного маятника досліджуваний супермаховик.

UA 153233 U

UA 153233 U



Корисна модель належить до галузі машинобудування і може бути використана при розробці розгінних стендів для дослідження міцності обертових супермаховиків і інших деталей та складальних одиниць роторів високошвидкісних машин.

Відомий розгінний стенд для дослідження міцності обертових деталей та складальних одиниць роторних машин з жорстким двоопірним несучим валом [1]. Спільними елементами конструкцій стенда - аналога і корисної моделі є вакуумна камера, несучий досліджувані об'єкти вал та привід обертання вала з досліджуваними об'єктами. Відмінність конструкцій: вал стенда-аналога жорсткий і при появі дисбалансу досліджуваного ротора на високих швидкостях надмірні відцентрові сили неврівноваженої маси викликають перевантаження і коливання елементів конструкції стенда і обертового ротора, а іноді і їх передчасне руйнування. Надійність конструкції такого стенда недостатня.

Відомий розгінний стенд для дослідження міцності обертових супермаховиків з гнучким вертикальним несучим валом [2, с. 158], конструкція якого за сукупністю ознак є більш близьким до конструкції корисної моделі і визначена як найближчий аналог. Спільними елементами конструкцій найближчого аналога та корисної моделі є вакуумна камера, несучий досліджувані об'єкти вертикальний вал, що здатний забезпечувати самоцентрування розбалансованого в полі відцентрових сил супермаховика, привід обертання вала, обмежувач амплітуди та демпферколиваний обертового вала.

Недолік найближчого аналога є чутливість гнучкого несучого вала до дії динамічних напружень, які виникають при зміні положення обертового неврівноваженого ротора, викликаного дисбалансом, відносно осі обертання, при переході через зони критичних кутових швидкостей, і, як наслідок, втомні руйнування несучого валу, в першу чергу при довготривалих випробуваннях [2, с. 159-160]. Таким чином і стенд-аналог також має недолік - недостатню надійність.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення конструкції розгінного стенда для підвищення його надійності шляхом підвішування досліджуваного обертового маховика до маятникового вала за допомогою сферичного шарніра по схемі незбурюваного гіроскопічного маятника [3, с. 265-267, 306-309] та підвішування маятникового вала з маховиком, також за допомогою сферичного шарніра, до несучого валу стенда.

Запропоноване удосконалення конструкції забезпечує можливість отримання такого технічного результату:

- відсутність пружного опору роторної системи;
- відсутність пружних коливань елементів конструкції роторної системи внаслідок відсутності пружного опору при переміщенні маятникового вала з маховиком;
- відсутність втоми елементів конструкції маятникового та несучого валів та втомного руйнування внаслідок відсутності пружних коливань, що забезпечує підвищення надійності розгінного стенду.

Застосування схеми незбурюваного гіроскопічного маятника разом з сферичними шарнірами в з'єднаннях несучого і маятникового валів та маятникового вала з маховиком забезпечує можливість:

- 1) самоцентрування розбалансованої в полі відцентрових сил роторної системи без появи пружних деформацій її елементів;
- 2) створення аперіодичної роторної системи, в котрій навіть при появі збурюючих факторів має місце перехід обертового об'єкта в нове положення без коливань [4, с.219] і появи в валах динамічних напружень, здатних викликати втомні руйнування валів.

Поставлена задача вирішується тим, що в розгінному стенді з маятниковим валом на шарнірах, що містить вакуумну камеру, вертикальний вал, що несе маховик, привід обертання вала з маховиком, обмежувач амплітуди та демпфер коливань обертового вала, згідно із корисною моделлю, до несучого вала за допомогою сферичного шарніра підвішений додатково введений в конструкцію маятниковий вал, до якого також за допомогою сферичного шарніра підвішений по схемі незбурюваного гіроскопічного маятника досліджуваний супермаховик.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому представлено схематичне зображення запропонованої конструкції розгінного стенда з маятниковим, валом на шарнірах.

В вакуумній камері 1 досліджуваний маховик 2 за допомогою нижнього сферичного шарніра 3 підвішений до маятникового вала 4, який разом з маховиком за допомогою верхнього сферичного шарніра 5 підвішений до несучого вала стенда 6. Маховик з'єднаний з нижнім сферичним шарніром з можливістю регулювання розміру L довжини гіроскопічного маятника, який визначається за умовою його незбурюваності [3, с. 309]

$$L = (w_z J_z) / m \cdot \sqrt{(g \cdot R)}$$

де w_z - кутова швидкість власного обертання маховика,

J_z - момент інерції маховика з шарніром відносно осі обертання,
 m - маса ротора,
 g - прискорення вільного падіння,
 R - радіус Землі.

5 Маховик приводиться до обертання привідною установкою 7.

Для обмеження амплітуди і гашення маятникових коливань маятникового вала з маховиком
установлений обмежувач-демпфер 8. Запропонована конструкція стенда діє наступним чином.
В перші секунди після включення привідної установки 7 і початку обертання ротора
спостерігаються низькочастотні сферичні коливання маятникового вала 4 разом з
10 досліджуваним маховиком 2 відносно центру верхнього сферичного шарніра підвісу вала 5, та
одночасно - сферичні коливання маховика відносно центру нижнього сферичного шарніра 3. Їх
обмеження та гашіння виконує обмежувач-демпфер 8. При зростанні швидкості обертання
ротора під дією зростаючого гіроскопічного моменту коливання маховика повністю зникають, а
неінтенсивні низькочастотні маятникові коливання маятникового вала із-за недосконалості
15 форм деталей підшипників, сферичних шарнірів спостерігаються постійно, тому постійно
працює і обмежувач-демпфер 8. Відчутний вплив вказаних коливань на працездатність стенда
не виявлений.

При наявності неосесиметричного розподілу густини композиту по об'єму композитного
обода або значень параметрів міцності по об'єму металічних маховиків при високих кутових
20 швидкостях під дією значних відцентрових сил з'являється дисбаланс маховиків, зміна
положення центрів їх мас. При цьому відбувається поворот маятникового вала з маховиком
навколо нерухомої точки - центру верхнього шарніра під дією вагового моменту до положення,
коли момент стане близьким до нуля, а маховик зміщується в просторі до положення, при
котрому вертикальна вісь обертання ротора проходить через новий центр його мас. Завдяки
25 наявності шарніра в точці підвісу, маятниковий вал змінює своє положення в просторі разом з
маховиком без пружних деформацій та динамічних напружень і розвитку втомних процесів в
матеріалі вала, що має місце в роторних системах з гнучкими пружними валами. Щоб
перекопати в ефективності функціонування створеної роторної системи розгінного стенда,
проводились спостереження положення обертового модельного сталюого маховика, який мав
30 масу 5кг і штучно створений дисбаланс 1510 г·мм, через вікно в вакуумній камері за допомогою
катетометра КМ-8. При цьому зміщення центра мас досягло значення 0,3 мм, але вертикальні
коливання кромки диска та спеціальних сигнальних точок, нанесених на циліндричну поверхню
твердосплавним індентором в діапазоні кутових швидкостей 50 с^{-1} - 2000 с^{-1} не виявлені. Слід
зазначити, що при обертанні цього ж ротора на жорсткому валу відцентрова сила
35 невірноваженої маси досягла б значення 6000 Н і могла б викликати руйнування стенда.

Джерела інформації:

1. Балюк А.Д., Баженов В.Г., Артемчик В.Я. Установка для исследования малоциклового
усталости вращающихся конструкций // Проблемы прочности. - 1980. - №8. - с. 115-118.

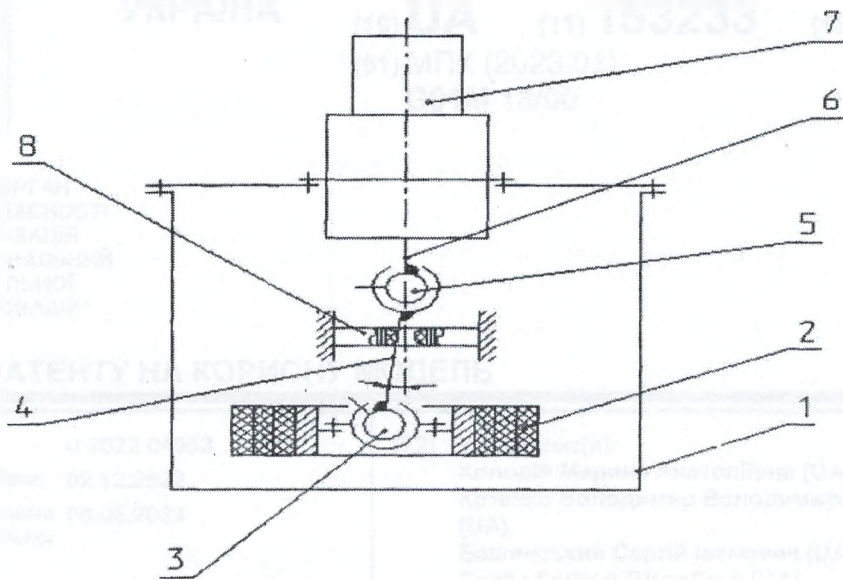
2. Джента Дж. Накопление кинетической энергии. Теория и практика современных
40 маховичных систем: Пер. с англ. - М.: Мир, 1988. - 430 с., ил.

3. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. - К.: Техніка, 2002. - 512 с, іл.

4. Павловський М.А. Теория гироскопов. - К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. - 303 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

45 Розгінний стенд з маятниковим валом на шарнірах, що містить вакуумну камеру, вертикальний
вал, що несе маховик, привід обертання вала з маховиком, обмежувач амплітуди та демпфер
коливань обертового вала, який **відрізняється** тим, що до несучого вала за допомогою
сферичного шарніра підвішений додатково введений в конструкцію маятниковий вал, до якого
50 також за допомогою сферичного шарніра підвішений по схемі незбурюваного гіроскопічного
маятника досліджуваний супермаховик.



Комп'ютерна верстка А. Крулевський

ДО "Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601