



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **145955**

(13) **U**

(51) МПК

**B32B 3/16** (2006.01)

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

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

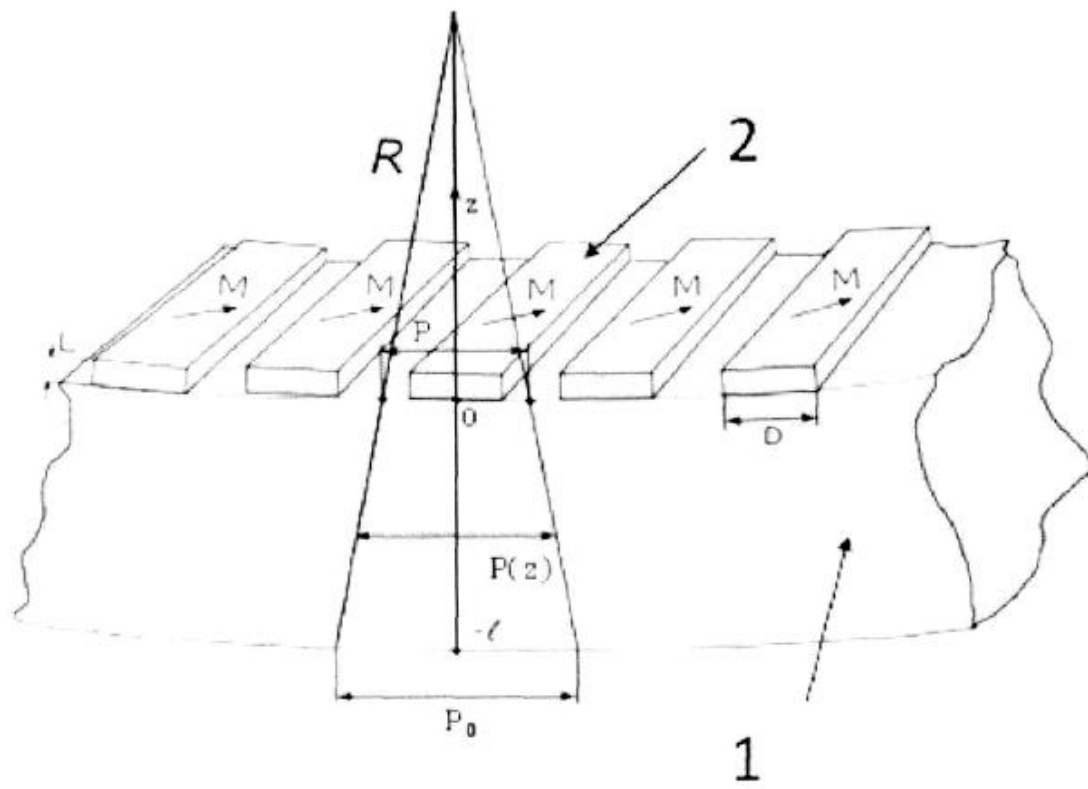
<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2020 01858</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Джежеря Юрій Іванович (UA), Калита Віктор Михайлович (UA), Черепов Сергій Володимирович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>16.03.2020</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>14.01.2021</b>	<b>(73)</b> Володілець (володільці): <b>ІНСТИТУТ МАГНЕТИЗМУ НАН УКРАЇНИ ТА МОН УКРАЇНИ, бул. Акад. Вернадського, 36-Б, м. Київ, 03142 (UA)</b>
<b>(46)</b> Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>13.01.2021, Бюл.№ 2</b>	

**(54) МАГНІТОРЕОЛОГІЧНИЙ ЕЛАСТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ**

**(57) Реферат:**

Магнітореологічний еластичний матеріал включає еластичну підкладку з нанесеним на неї металевим шаром. Металевий шар наносять на еластичну підкладку у вигляді смугових аплікацій (страйпів), які розміщені на поверхні еластичної підкладки з певними проміжками. Смугові аплікації (страйпи) виконані з феромагнітного матеріалу.

**UA 145955 U**



Корисна модель належить до шаруватих матеріалів, виготовлених з шарів з зовнішньою або внутрішньою переривчастістю, що прикріплені до гнучкої основи, яка може бути використана як матеріал, що змінює свої властивості і форму під дією магнітного поля, в виконавчих механізмах або як сенсор магнітного поля.

Відомий еластичний матеріал, який являє собою гумову стрічку, що містить каучуковий компонент, і має відмінну адгезією з металом, таким як сталевий корд [1].

Недоліками наведеного еластичного матеріалу є те, що він не може використовуватись як робоче тіло виконавчих магнітоактивних механізмів або як сенсор магнітного поля, враховуючи те, що нечутливий до впливу магнітного поля завдяки тому, що корд знаходиться в масиві матеріалу і не має відповідної структури.

Також відомий термоеластичний матеріал на основі поліуретану, що одержується за допомогою технології роздування, який може бути використаний як еластичний матеріал [2].

Недоліками наведеного еластичного матеріалу є те, що він має низькі магнітореологічні властивості, тобто практично не змінює свої геометричні та фізичні властивості під дією магнітного поля. Це робить його непридатними для використання як робочого тіла в магнітоактивних механізмах або як активної речовини сенсорів магнітного поля.

Найбільш близьким матеріалом, який можуть використовувати за тим же призначенням, що і заявлений, є шаруватий матеріал у вигляді еластичної підкладки з нанесеним на неї металевим шаром [3].

Недоліками наведеного еластичного матеріалу, є те, що металевий шар знаходиться всередині матеріалу, він є однорідним і не має відповідної структури, необхідної для використання всього матеріалу як магніточутливого елемента. Зазначений матеріал вибраний як найближчий аналог.

До причин, що перешкоджають досягненню очікуваного технічного результату при використанні відомого матеріалу, належить відсутність відповідної структури феромагнітних аплікацій на поверхні матеріалу, які самі по собі є базовими елементами для виникнення деформуючої сили матеріалу.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалити структуру та властивості еластичного матеріалу для отримання здатності змінювати свої геометричні розміри та пружні характеристики під дією магнітного поля.

Поставлена задача вирішується тим, що в магнітореологічному еластичному матеріалі, що включає еластичну підкладку з нанесеним на неї металевим шаром, згідно з корисною моделлю металевий шар наносять на еластичну підкладку у вигляді смугових аплікацій (страйпів), які розміщені на поверхні еластичної підкладки з певними проміжками, при цьому смугові аплікації (страйпи), виконують з феромагнітного матеріалу.

Перевагами, матеріалу, що заявляється в порівнянні з найближчим аналогом є те, що наявність феромагнітних аплікацій призводить до виникнення магнітоініційованих пружних деформацій, які і є мірою впливу магнітного поля на матеріал, що заявляється.

Саме поєднання наведених відомих ознак матеріалу, що заявляється, забезпечує досягнення можливостей матеріалу змінювати свої властивості і форму під дією магнітного поля, та бути використаним у виконавчих механізмах або як сенсор магнітного поля.

Суть запропонованої корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображено фрагмент магнітореологічного еластичного матеріалу, який включає еластичну підкладку 1 з розміщеними на її поверхні смуговими аплікаціями (страйпами) 2.

Теоретичне обґрунтування магнітомеханічних ефектів в еластичній підкладці 1 з смуговими страйпами 2 полягає в наступному. В намагніченому стані, коли вектор М (креслення) лежить в площині і спрямований перпендикулярно до орієнтації смугових страйпів 2, між ними діють сили тяжіння. Це призводить до скорочення поверхні еластичної підкладки 1 і відповідного періоду смугових страйпів 2 і згинальної деформації еластичної підкладки 1.

Залежність радіуса кривизни еластичної підкладки 1 від геометричних характеристик, пружних і магнітних властивостей може бути представлена у вигляді наступного рівняння:

$$\frac{P - P_0}{P_0} = \frac{E}{E} \cdot \left( \frac{2}{PI} \right) \left( 1 - \frac{P}{P} \cdot \operatorname{ctg} \left( \frac{P}{P} \right) \right) \quad (1)$$

В цьому рівнянні при умові малої деформації  $\frac{P - P_0}{P_0} \ll 1$  значення періоду Р в правій частині замінюють на Р<sub>0</sub>, крім цього на підставі геометричних побудов  $\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{l}{R}$ .

Звідкіля вираз, що визначає кривизну деформованої еластичної підкладки має вигляд:

$$\frac{1}{R} = \frac{6}{P_0} \cdot \frac{M^2 \cos^2 \chi}{E} \cdot \left( \frac{L}{l} \right)^2 \left( 1 - \frac{\pi D}{P_0} \operatorname{ctg} \left( \frac{\pi D}{P_0} \right) \right) \quad (2)$$

З зазначеного випливає, що максимальне викривлення еластичної підкладки досягають, якщо  $D \rightarrow P$ , що відповідає ситуації, коли смугові страйпи відокремлені один від одного вузькими проміжками. Результати розрахунків справедливі при виконанні умови  $P - D \ll L$ . Дана нерівність і є обмеженням при аналізі співвідношення (2).

Корисна модель, що заявляється, може бути реалізована наступним чином.

На основі вище приведенного теоретичного обґрунтування було розроблено та виготовлено магнітореологічний еластичний матеріал на основі еластичної підкладки (гумового бинта Мартенса), на одну з поверхонь якої було нанесено шар смугових страйпів з феромагнітного матеріалу, які було закріплено з певними проміжками за допомогою клею.

Експериментально було доведено, що під дією магнітного поля близько 0,015 Т вигин магнітореологічного еластичного матеріалу, що заявляється, становить 14 мм при товщині еластичної підкладки в 1 мм, тобто форма еластичної підкладки змінюється на 1400 %, що є значним для зміни форми матеріалу під дією магнітного поля.

Теоретичні та експериментальні результати свідчать про можливість одержання магнітореологічного еластичного матеріалу, який може бути використаний як привід виконуючого механізму чи відповідного датчика магнітного поля.

Джерела інформації:

1. Патент США №8609252
2. Патент США №4877856
3. Патент Російської Федерації №2465144.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Магнітореологічний еластичний матеріал, що включає еластичну підкладку з нанесеним на неї металевим шаром, який **відрізняється** тим, що металевий шар наносять на еластичну підкладку у вигляді смугових аплікацій (страйпів), які розміщені на поверхні еластичної підкладки з певними проміжками.

2. Магнітореологічний еластичний матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що смугові аплікації (страйпи) виконані з феромагнітного матеріалу.

