

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

## 26 688

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

*C08K 3/08* (2006.01)  
*C08K 9/06* (2006.01)  
*C08K 7/18* (2006.01)  
*C08K 5/5415* (2006.01)

(19)  
ČESKA  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-28953**  
(22) Přihlášeno: **17.12.2013**  
(30) Právo přednosti:  
**17.12.2013 CZ**  
(47) Zapsáno: **27.03.2014**

(73) Majitel:  
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín, CZ

(72) Původce:  
Ing. Michal Sedlačík, Ph.D., Zlín, CZ  
Ing. Miroslav Mrlík, Ph.D., Želechovice, CZ  
doc. Dr. Ing. Vladimír Pavlínek, Otrokovice, CZ  
Ing. Peter Kľúčik, Prečín, SK

(74) Zástupce:  
Ing. Dana Kreizlová, UTB ve Zlíně, nám. T. G.  
Masaryka 5555, 760 01 Zlín

(54) Název užitého vzoru:  
**Elastomerní kompozit s vysokou efektivitou  
řízení tuhosti v magnetickém poli**

**CZ 26688 U1**

## Elastomerní kompozit s vysokou efektivitou řízení tuhosti v magnetickém poli

### Oblast techniky

Technické řešení se týká elastomerního kompozitu s vysokou efektivitou řízení tuhosti v magnetickém poli a se zvýšenou chemickou a oxidační stabilitou. Takové kompozity jsou  
5 využitelné především v systémech tlumících vibrace.

### Dosavadní stav techniky

Elastomerní kompozity s říditelnou tuhostí v magnetickém poli mají specifickou aplikaci v tlumících systémech automobilů (pouzdra ložisek, silent bloky), kdy lze tuhost těchto prvků  
10 kontrolovaně měnit s ohledem na náklad, který bude přepravován, nebo na terén, po kterém vozidlo pojede.

Obecně se dá tuhost elastomerního kompozitu řídit množstvím plniva (čím vyšší plnění, tím vyšší tuhost), popřípadě tuhostí samotné matrice (nastavitelná délka řetězců a počet fyzikálních uzlů sítě u termoplastických elastomerů anebo podmínky síťovací reakce v případě chemicky síťovaných typů). U běžných elastomerních kompozitů však tímto způsobem trvale nastavenou  
15 tuhost dodatečně ovlivnit nelze a není proto možné ji kontrolovaně měnit.

Kontrolovanou změnu tuhosti v reálném čase do určité míry umožňují elastomerní kompozity s magnetickým plnivem, u nichž změnou intenzity aplikovaného vnějšího magnetického pole lze plynule a navíc reverzibilně měnit jejich tuhost v závislosti na aktuální potřebě.

Mezi hlavní nedostatky současných elastomerních kompozitů s říditelnou tuhostí v magnetickém  
20 poli však patří nízká chemická a oxidační stabilita použitých magnetických částic, které jsou převážně ze železa. Zde hrozí postupná oxidace těchto částic v náročných podmínkách, při kterých by bylo možno za předpokladu odstranění či snížení sklonu k oxidaci ještě zvýraznit přednosti oproti klasickým elastomerním tlumícím prvkům. Současně hrozící oxidace znamená také potenciální snížení citlivosti odezvy změny tuhosti kompozitu v závislosti na změně  
25 intenzity aplikovaného magnetického pole. Proto je žádoucí vytvořit takové elastomerní kompozity s účinněji říditelnou tuhostí v magnetickém poli, které by zároveň vykazovaly zvýšenou oxidační i chemickou stabilitu.

### Podstata technického řešení

Uvedené nevýhody a nedostatky u dosud známých řešení elastomerních kompozitů s říditelnou  
30 tuhostí v magnetickém poli do značné míry odstraňuje elastomerní kompozit s vysokou efektivitou řízení tuhosti v magnetickém poli a se zvýšenou chemickou a oxidační stabilitou podle technického řešení. Podstata technického řešení spočívá v tom, že elastomerní kompozit obsahuje kulovité modifikované magnetické částice železa o průměru 2 až 5 μm a obsahu Fe > 98 % hmotn. s tenkou povrchovou vrstvou polysiloxanu o tloušťce 5 až 20 nm, zastoupené  
35 v kompozitu v množství 5 až 40 % objemových, přičemž zbývající podíl je tvořen silikonovým elastomerem.

Hlavní výhodou elastomerního kompozitu s vysokou efektivitou řízení tuhosti v magnetickém poli podle technického řešení oproti dosud známým elastomerním kompozitům s říditelnou tuhostí v magnetickém poli je zvýšení dlouhodobé oxidační a chemické stability. Navíc se jeví  
40 jako přínosné, že tohoto zvýšení stability se dosahuje bez použití různých aditiv, která sice u dosud známých kompozitů rovněž tyto vlastnosti vylepšují, nicméně současně snižují citlivost výsledného elastomerního kompozitu na změny tuhosti vlivem měnícího se magnetického pole.

Požadované stability elastomerního kompozitu podle technického řešení se dosáhne kovalentním navázáním tenké vrstvy polysiloxanu, bránící oxidaci magnetických částic, na tyto částice. Tato  
45 úprava částic má za důsledek zvýšení chemické, teplotní a oxidační stability. Důležitou výhodou elastomerního kompozitu s vysokou efektivitou řízení tuhosti podle technického řešení je dále lepší kompatibilita modifikovaných částic se silikonovým elastomerem, která vede k uniform-

nější dispergaci částic do elastomeru, projevující se pak navenek v homogenní tuhosti celého systému nejen v přítomnosti magnetického pole.

- 5 Elastomerní kompozity s vysokou efektivitou řízení tuhosti v magnetickém poli a se zvýšenou chemickou a oxidační stabilitou podle technického řešení najdou uplatnění jako efektivní tlumiče vibrací u ložisek automobilů nebo silent bloků, které oproti systémům používaným v současné době snáze odolávají náročným provozním podmínkám a dlouhodobě udrží efektivitu řízení tuhosti v magnetickém poli.

#### Příklady provedení technického řešení

##### Příklad 1

- 10 Elastomerní kompozit obsahoval kulovité magnetické částice železa o průměru 3,5  $\mu\text{m}$  a obsahu Fe > 98 % hmotn., modifikované povrchovou vrstvou polysiloxanu o tloušťce 10 nm zastoupené v kompozitu v množství 30 % objemových, přičemž zbývající objemový podíl byl tvořen silikonovým elastomerem. Tento kompozit byl připraven aktivací povrchu magnetických částic vytvořením funkčních hydroxylových skupin využitelných pro kovalentní navázání polysiloxanu,
- 15 následně kontrolovaně potažených vrstvou polysiloxanu - tetraortosilikátu při teplotě 110 °C po dobu celkem 8,5 hodin, promytím a vysušením takto modifikovaných částic, následujícím odléváním zamíchané směsi do formy a vytvrzováním při 60 °C po dobu 5 hodin.

- Výsledný elastomerní kompozit vykazoval zvýšenou efektivitu změny tuhosti v magnetickém poli oproti kompozitům obsahující nemonifikované částice. Bylo zde dosaženo optimální tuhosti systému bez účinků vnějšího magnetického pole, která společně s odpovídajícími hodnotami tuhosti dosažené za účinků vnějšího magnetického pole umožňuje jejich využití i u aplikací citlivějších právě na tuhost kompozitu bez účinků vnějšího magnetického pole. Zároveň se tento kompozit vyznačoval vyšší chemickou, teplotní a oxidační stabilitou.

##### Příklad 2

- 25 Elastomerní kompozit obsahoval kulovité magnetické částice železa o průměru 2  $\mu\text{m}$  a obsahu Fe > 98 % hmotn., modifikované povrchovou vrstvou polysiloxanu o tloušťce 15 nm zastoupené v kompozitu v množství 10 % objemových, přičemž zbývající objemový podíl byl tvořen silikonovým elastomerem. Tento kompozit byl připraven analogickým postupem jako v příkladu 1.

- 30 Získaný elastomerní kompozit vykazoval zvýšenou efektivitu změny tuhosti v magnetickém poli oproti kompozitům obsahující nemonifikované částice a zároveň se vyznačoval vyšší chemickou, teplotní a oxidační stabilitou. Chemická odolnost tohoto elastomerního kompozitu je ve srovnání s kompozitem popsáním v předchozím příkladu díky silnější ochranné povrchové vrstvě částic výrazně zvýšena. Nicméně snížená odezva změny tuhosti na vnější magnetické pole z důvodu nemagnetické více izolující povrchové vrstvy částic již nemusí vyhovovat náročnějším aplikacím, kdy je poté nutno hledat kompromis mezi chemickou odolností systému a intenzitou změny tuhosti. Kompozit díky použité menší velikosti dispergovaných částic (2  $\mu\text{m}$ ) přitom vykazuje při shodě ostatních klíčových parametrů uniformnější distribuci částic, nežli tomu bylo u částic větších.

##### 40 Příklad 3

- Elastomerní kompozit obsahoval kulovité magnetické částice železa o průměru 4  $\mu\text{m}$  a obsahu Fe > 98 % hmotn., modifikované povrchovou vrstvou polysiloxanu o tloušťce 10 nm zastoupené v kompozitu v množství 35 % objemových, přičemž zbývající objemový podíl byl tvořen silikonovým elastomerem. Tento kompozit byl připraven analogickým postupem jako v příkladu 1.
- 45

Tento elastomerní kompozit rovněž vykazoval zvýšenou efektivitu změny tuhosti v magnetickém poli oproti kompozitům obsahující nemonifikované částice a zároveň i vyšší chemickou, teplotní a oxidační stabilitu.

Právě uvedené příklady ilustrují vliv jednotlivých parametrů technického řešení na vlastnosti získaných kompozitů. Těmito parametry jsou velikost částic, jejich objemové zastoupení v kompozitu a tloušťka povrchové vrstvy polysiloxanu. Jejich význam bude vyloučen dále.

5 Velikost částic pod dolní hranicí intervalu (2  $\mu\text{m}$ ) dle technického řešení by při běžně používaných intenzitách vnějšího magnetického pole neumožnila dosáhnout potřebné magnetizace částic a na ní závislé požadované změny tuhosti v uvedených aplikacích pod vlivem magnetického pole. Naopak při použití částic o průměru nad horní hranicí intervalu (5  $\mu\text{m}$ ) by mohlo docházet k sedimentaci částic během přípravy elastomerních kompozitů a tím k jejich nerovnoměrné distribuci. V porovnání se systémy obsahujícími optimální velikost částic by také 10 vlivem menšího množství větších částic nedocházelo k dostatečnému počtu interakcí mezi magnetickými částicemi a důsledkem by bylo omezení rozsahu změny tuhosti systému.

Objemové zastoupení magnetických částic v kompozitu pod dolní hranicí intervalu (5 % obj.) dle technického řešení by neumožnilo dostatečný počet interakcí mezi magnetickými částicemi vlivem vnějšího magnetického pole, což by se navenek rovněž projevilo nižší odezvou změny 15 tuhosti systému v magnetickém poli, než je požadována pro reálné aplikace. Použití objemového zastoupení magnetických částic nad horní hranicí intervalu (40 % obj.) by naopak vedlo k vysoké tuhosti systému již bez účinků vnějšího magnetického pole, což by omezilo okruh použití elastomerního kompozitu s říditelnou tuhostí a dále by také zvýšilo hmotnost celého systému.

Dolní hranice intervalu tloušťky vrstvy polysiloxanu na povrchu kompozitních magnetických 20 částic (5 nm) je dána samotnou technologií přípravy. Nicméně nižší tloušťka by obecně nezaručovala dostatečně zvýšenou chemickou a oxidační stabilitu v náročných podmínkách reálných aplikací. Naopak tloušťka povrchové vrstvy polysiloxanu na magnetických částicích nad horní hranicí intervalu (20 nm) by vedla k výraznému snížení výsledné magnetizace kompozitních částic a tudíž také ke snížení schopnosti měnit tuhost elastomerního kompozitu za 25 účinků vnějšího magnetického pole.

Obsah železa v původních částicích, které jsou následně rovnoměrně potaženy vrstvou polysiloxanu, by měl být vyšší než 98 % hmotn., jelikož při nižším obsahu železa by byla nižší také magnetizace částic, na níž závisí odezva změny tuhosti elastomerních kompozitů v magnetickém poli, která by pak byla nedostatečná pro zmiňované aplikace. Horní hranicí 30 obsahu železa v původních částicích při zachování funkčnosti systému je 100 % hmotn. Obecně lze tedy tolerovat max. 2 % hmotn. zoxidované vrstvy na povrchu magnetických částic.

#### Průmyslová využitelnost

Elastomerní kompozit s vysokou efektivitou řízení tuhosti v magnetickém poli a se zvýšenou chemickou a oxidační stabilitou podle technického řešení je využitelný zejména 35 v automobilovém průmyslu, ale i v jiných oborech, v nichž se vyskytují požadavky na řešení systémů tlumících vibrace, jako jsou pouzdra ložisek, silent bloky a podobné aplikace.

## N Á R O K Y   N A   O C H R A N U

1. Elastomerní kompozit s vysokou efektivitou řízení tuhosti v magnetickém poli a se 40 zvýšenou chemickou a oxidační stabilitou, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že obsahuje kulovité modifikované magnetické částice železa o průměru 2 až 5  $\mu\text{m}$  a obsahu Fe > 98 % hmotn. s tenkou povrchovou vrstvou polysiloxanu o tloušťce 5 až 20 nm zastoupené v kompozitu v množství 5 až 40 % objemových, přičemž zbývající objemový podíl je tvořen silikonovým elastomerem.