

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

## 32 369

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

*C08L 55/02* (2006.01)  
*C08K 7/02* (2006.01)  
*C08K 5/09* (2006.01)  
*C08K 3/02* (2006.01)  
*B32B 23/02* (2006.01)  
*B32B 23/16* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-35367**  
(22) Přihlášeno: **18.09.2018**  
(47) Zapsáno: **26.11.2018**

- (73) Majitel:  
Technická univerzita v Liberci, Liberec, Liberec I-  
Staré Město, CZ  
Zemědělské družstvo Haňovice, Haňovice, CZ
- (72) Původce:  
Ing. Jiří Bobek, Ph.D., Liberec, Liberec XIV-  
Ruprechtice, CZ  
Ing. Martin Seidl, Ph.D., Hradec Králové, Piletice,  
CZ  
Ing. Jiří Šafka, Ph.D., Ostroměč, CZ  
Ing. Jan Přindiš, Olomouc, Řepčín, CZ
- (74) Zástupce:  
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.  
Dobroslav Musil, Zábrdovická 801/11, 615 00  
Brno, Zábrdovice

- (54) Název užitného vzoru:  
**Polymerní kompozitní materiál na bázi  
akrylonitrilbutadienstyrenu pro 3D tisk**

CZ 32369 U1

## Polymerní kompozitní materiál na bázi akrylonitrilbutadienstyrenu pro 3D tisk

### Oblast techniky

5

Technické řešení se týká polymerního kompozitního materiálu na bázi akrylonitrilbutadienstyrenu pro 3D tisk.

### 10 Dosavadní stav techniky

Jednou z nejrozšířenějších technologií používaných při 3D tisku je metoda FDM (Fused Deposition Modeling) známá také jako FFM (Fused Filament Modeling), jejíž podstata spočívá v tom, že 3D tiskárna vytváří z roztaveného termoplastického materiálu jednotlivé vrstvy tisknutého výrobku, které klade na sebe. Jako materiál pro tuto metodu 3D tisku se v současné době využívají různé typy termoplastických materiálů, nejčastěji akrylonitrilbutadienstyren (ABS), což je amorfní termoplastický kopolymer, a kyselina polymléčná (PLA), což je plastická hmota připravená z biomasy. Tento materiál pak vstupuje do tiskové hlavy ve formě vlákna (filamentu), v ní se roztaví a přes trysku se ukládá na příslušné místo plochy průřezu tisknutého objektu. Průměr otvoru trysky tiskové hlavy, a tedy i průměr ukládaného vlákna (filamentu) roztaveného termoplastického materiálu je zpravidla v rozmezí 0,2 až 0,6 mm, přičemž větší plochy se vytvářejí ukládáním jednotlivých vláken roztaveného termoplastického materiálu vedle sebe, tzv. šrafováním. Mechanické vlastnosti takto vytvořených výrobků jsou tak kriticky závislé na vzájemné soudržnosti jednotlivých vrstev a jednotlivých vláken (filamentů) tvořících tyto vrstvy.

Pro zlepšení mechanických vlastností takto vytvářených výrobků, zejm. jejich modulu pružnosti v tahu, se do termoplastického materiálu přidávají vhodné vyztužující složky, jako např. textilní vlákna apod., čímž se vytváří kompozitní materiály. V tomto smyslu je známé např. přidávání vláken acetátové celulózy k akrylonitrilbutadienstyrenu, apod. Nevýhodou stávajících receptur je ale to, že se jednotlivé složky kompozitních materiálů spojují jen nedokonale, takže při vyšším mechanickém namáhání se celulózová vlákna vytahují z vnitřní struktury výrobku, nebo se v ní přetrhávají, v důsledku čehož se nenávratně snižují jeho mechanické vlastnosti. Tuto nevýhodu je možné částečně eliminovat vyztužením těchto vláken uhlíkovými nanotrubičkami nebo lignitovými vlákny. Nevýhodou tohoto přístupu je ale obecná nedostupnost těchto materiálů a jejich vysoké pořizovací ceny.

Cílem technického řešení je navrhnout polymerní kompozitní materiál pro 3D tisk, který by odstranil nevýhody stavu techniky.

40

### Podstata technického řešení

Cíle technického řešení se dosáhne polymerním kompozitním materiálem na bázi akrylonitrilbutadienstyrenu pro 3D tisk, jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje 81 až 91 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 6 až 13 % hmotn. vláken celulózy a 3 až 6 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi maleinhydridu nebo na bázi křemíku. Při použití materiálu tohoto složení jsou celulózová vlákna s akrylonitrilbutadienstyrenem odolně propojená, což umožňuje využít celý jejich potenciál ke zlepšení mechanických vlastností vytvářeného výrobku.

50

Ve výhodné variantě provedení mají celulózová vlákna délku v rozmezí 0,05 až 0,2 mm a průměr do 0,05 mm, neboť v takovém případě dochází k nejvýraznějšímu zlepšení mechanických vlastností vytisknutého výrobku, zejm. modulu pružnosti v tahu až o 30 % ve srovnání se samotným akrylonitrilbutadienstyrenem.

55

Příklady uskutečnění technického řešení

- 5 Polymerní kompozitní materiál na bázi akrylonitrilbutadienstyrenu pro 3D tisk podle technického řešení obsahuje 81 až 91 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 6 až 13 % hmotn. vláken celulózy a 3 až 6 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi maleinanhydridu nebo křemíku.

10 Akrylonitrilbutadienstyten je termoplastický polymer, který je odolný vůči vysokým teplotám, houževnatý, odolný vůči mechanickému poškození a zdravotně nezávadný a u kompozitního materiálu podle technického řešení představuje plnivo, které chrání celulózová vlákna před působením vnějších vlivů.

15 Přídavek 6 % hmotn. až 13 % hmotn. vláken celulózy zlepšuje mechanické vlastnosti výrobku připraveného 3D tiskem, zejm. jeho modul pružnosti v tahu. Největšího zlepšení, a to až o 30 %, se dosáhne v případě, kdy mají vlákna celulózy délku v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměr do 0,05 mm, což odpovídá horní hranici průměru celulózových vláken získaných z většiny typů rostlinného materiálu. Při přídavku vláken celulózy nižším než 6 % hmotn. není jejich distribuce v kompozitním materiálu rovnoměrná a zlepšení mechanických vlastností, pokud k němu vůbec  
20 dojde, je jen zanedbatelné; při přídavku vláken celulózy vyšším než 13 % hmotn. se komplikuje vytváření vlákna (filamentu) vstupujícího do tiskové hlavy, a následné ukládání roztaveného kompozitního materiálu do vrstvy tisknutého výrobku, přičemž současně roste i cena takového kompozitního materiálu.

25 Přídavek 3 až 6 % hmotn. kompatibilizačního aditiva pak vytváří můstek mezi akrylonitrilbutadienstyrenem a celulózovými vlákny, díky čemuž se tyto složky lépe spojují, takže vlákna celulózy nejsou při mechanickém namáhání vytahována ven z kompozitního materiálu, a zatížení se přenáší do celé struktury vytisknutého výrobku. Vhodným kompatibilizačním aditivem je zejména aditivum na bázi maleinanhydridu (jeho aktivní látkou je maleinanhydrid - např. aditivum komerčně dostupné pod označením FUSABOND), nebo  
30 aditivum na bázi křemíku (jeho aktivní látkou je křemík – např. aditivum komerčně dostupné pod označením XIAMETER).

35 Níže je pro názornost uvedeno 6 konkrétních příkladů polymerního kompozitního materiálu na bázi akrylonitrilbutadienstyrenu pro 3D tisk podle technického řešení a jejich srovnání se samotným akrylonitrilbutadienstyrenem.

## Příklad 1

- 40 Akrylonitrilbutadienstyren vytisknutý technologií FDM při teplotě 235 °C dosahuje po zatuhnutí modulu pružnosti v tahu cca 1800 MPa.

## Příklad 2

- 45 Kompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 82 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 13 % hmotn. vláken celulózy s délkou v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměrem do 0,05 mm a 5 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi křemíku dosahuje, po vytisknutí technologií FDM při teplotě 235 °C a po zatuhnutí, modulu pružnosti v tahu cca 2350 MPa.

50

## Příklad 3

- 55 Kompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 81 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 13 % hmotn. vláken celulózy s délkou v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměrem do 0,05 mm a 6 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi křemíku dosahuje, po

vytisknutí technologií FDM při teplotě 235 °C a po zatuhnutí, modulu pružnosti v tahu cca 2290 MPa.

#### Příklad 4

5

Kompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 83 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 13 % hmotn. vláken celulózy s délkou v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměrem do 0,05 mm a 4 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi křemíku dosahuje, po vytisknutí technologií FDM při teplotě 235 °C a po zatuhnutí, modulu pružnosti v tahu cca 2240 MPa.

10

#### Příklad 5

Kompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 85 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 12 % hmotn. vláken celulózy s délkou v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměrem do 0,05 mm a 3 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi křemíku dosahuje, po vytisknutí technologií FDM při teplotě 235 °C a po zatuhnutí, modulu pružnosti v tahu cca 2120 MPa.

20

#### Příklad 6

Kompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 87 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 10 % hmotn. vláken celulózy s délkou v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměrem do 0,05 mm a 3 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi křemíku dosahuje, po vytisknutí technologií FDM při teplotě 235 °C a po zatuhnutí, modulu pružnosti v tahu cca 2065 MPa.

25

#### Příklad 7

Kompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 85 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 10 % hmotn. vláken celulózy s délkou v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměrem do 0,05 mm a 5 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi křemíku dosahuje, po vytisknutí technologií FDM při teplotě 235 °C a po zatuhnutí, modulu pružnosti v tahu cca 2020 MPa.

35

#### Příklad 8

Kompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 87 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 10 % hmotn. vláken celulózy s délkou v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměrem do 0,05 mm a 3 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi křemíku dosahuje, po vytisknutí technologií FDM při teplotě 235 °C a po zatuhnutí, modulu pružnosti v tahu cca 2045 MPa.

40

#### Příklad 9

45

Kompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 89 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 7 % hmotn. vláken celulózy s délkou v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměrem do 0,05 mm a 4 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi křemíku dosahuje, po vytisknutí technologií FDM při teplotě 235 °C a po zatuhnutí, modulu pružnosti v tahu cca 1965 MPa.

50

#### Příklad 10

Kompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 91 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 6 % hmotn. vláken celulózy s délkou v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm

55

a průměrem do 0,05 mm a 3 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi křemíku dosahuje, po vytisknutí technologií FDM při teplotě 235 °C a po zatuhnutí, modulu pružnosti v tahu cca 1980 MPa.

5 Příklad 11

10 Kompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 81 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 13 % hmotn. vláken celulózy s délkou v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměrem do 0,05 mm a 6 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi maleinanhydridu připraveného katalytickou oxidací benzenu dosahuje, po vytisknutí technologií FDM při teplotě 235 °C a po zatuhnutí, modulu pružnosti v tahu cca 2330 MPa.

Příklad 12

15 Kompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 91 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 6 % hmotn. vláken celulózy s délkou v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměrem do 0,05 mm a 3 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi maleinanhydridu připraveného katalytickou oxidací benzenu dosahuje, po vytisknutí technologií FDM při teplotě 235 °C a po zatuhnutí, modulu pružnosti v tahu cca 2010 MPa.

20

Polymerní kompozitní materiál na bázi akrylonitrilbutadienstyrenu podle technického řešení je vhodný pro výrobu širokého spektra typů technických a netechnických výrobků prostřednictvím aditivních technologií jako FDM, resp. FFM.

25

## NÁROKY NA OCHRANU

30 **1.** Polymerní kompozitní materiál na bázi akrylonitrilbutadienstyrenu pro 3D tisk, **vyznačující se tím**, že obsahuje 81 až 91 % hmotn. akrylonitrilbutadienstyrenu, 6 až 13 % hmotn. vláken celulózy a 3 až 6 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi maleinanhydridu nebo křemíku.

**2.** Polymerní kompozitní materiál podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vlákna celulózy mají délku v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměr do 0,05 mm.

35