

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

33 045

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C08L 67/04 (2006.01)
C08L 1/02 (2006.01)
D06M 101/06 (2006.01)
C08L 33/10 (2006.01)
B33Y 70/00 (2015.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2019-36253**
(22) Přihlášeno: **30.05.2019**
(47) Zapsáno: **30.07.2019**

- (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 biokompozitní materiál na bázi
kyseliny polylaktické pro 3D tisk**

CZ 33045 U1

Polymerní biokompozitní materiál na bázi kyseliny polylaktické pro 3D tisk

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká polymerního biokompozitního materiálu na bázi kyseliny polylaktické 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 polymer kyseliny polylaktické (PLA), což je polymerní hmota připravená z biomasy – typicky z fermentovaného rostlinného škrobu, např. kukuřičného z cukrové třtiny, cukrové řepy apod. 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 vytažují 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 biokompozitní materiál pro 3D tisk, který by odstranil nevýhody stavu techniky.

Podstata technického řešení

Cíle technického řešení se dosáhne polymerním biokompozitním materiálem na bázi kyseliny polylaktické pro 3D tisk, jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje 80 až 90 % hmotn. polymeru kyseliny polylaktické, 5 až 15 % hmotn. vláken celulózy a 5 až 8 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi methakrylátu. Při použití materiálu tohoto složení jsou celulózová vlákna s polymerem kyseliny polylaktické odolně propojená, což umožňuje využít celý jejich potenciál ke zlepšení mechanických vlastností vytvářeného výrobku.

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, a to až o 25 % ve srovnání se samotným polymerem kyseliny polylaktické zpracovaným technologií 3D tisku.

Příklady uskutečnění technického řešení

- 5 Polymerní biokompozitní materiál na bázi kyseliny polylaktické pro 3D tisk podle technického řešení obsahuje 80 až 90 % hmotn. polymeru kyseliny polylaktické, 5 až 15 % hmotn. vláken celulózy a 5 až 8 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi methakrylátu.

10 Polymer kyseliny polylaktické je biodegradabilní biopolymer, který se vyrábí z obnovitelných zdrojů a je tedy ekologicky šetrný. Získává se polymerizací kyseliny polylaktické vyráběné kvašením rostlinných cukrů.

15 Přídavek 5 % hmotn. až 15 % hmotn. vláken celulózy zlepšuje mechanické vlastnosti výrobku připraveného 3D tiskem, zejm. jeho modul pružnosti v tahu. Největšího zlepšení, a to až o 25 %, 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 celulóзовých vláken získaných z většiny typů rostlinného materiálu. Při přídavku vláken celulózy nižším než 5 % hmotn. není jejich distribuce v kompozitním materiálu rovnoměrná a zlepšení mechanických vlastností, pokud k němu vůbec dojde, je jen zanedbatelné; při přídavku vláken celulózy vyšším než 15 % 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 5 až 8 % hmotn. kompatibilizačního aditiva pak vytváří můstek mezi polymerem kyseliny polylaktické a celulóзовými 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 methakrylátu (jeho aktivní látkou je styren a glycidyl methakrylát; takové aditivum je komerčně dostupné např. pod názvem XIBOND).

30 Níže je pro názornost uvedeno 6 konkrétních příkladů polymerního biokompozitního materiálu na bázi kyseliny polylaktické pro 3D tisk podle technického řešení a jejich srovnání se samotným polymerem kyseliny polylaktické zpracovaným technologií 3D tisku.

35 **Příklad 1**

Polymer kyseliny polylaktické vytisknutý technologií FDM při teplotě 200 °C dosahuje po zatuhnutí modulu pružnosti v tahu cca 2700 MPa.

40 **Příklad 2**

45 Biokompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 80 % hmotn. polymeru kyseliny polylaktické, 15 % 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 methakrylátu dosahuje po vytisknutí technologií FDM při teplotě 200 °C a po zatuhnutí modulu pružnosti v tahu cca 3005 MPa.

Příklad 3

50 Biokompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 80 % hmotn. polymeru kyseliny polylaktické, 12 % hmotn. vláken celulózy s délkou v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměrem do 0,05 mm a 8 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi methakrylátu dosahuje po vytisknutí technologií FDM při teplotě 200 °C a po zatuhnutí modulu pružnosti v tahu cca 3390 MPa.

55

Příklad 4

5 Biokompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 82 % hmotn. polymeru kyseliny polylaktické, 10 % hmotn. vláken celulózy s délkou v rozmezí 0,05 mm až 0,2 mm a průměrem do 0,05 mm a 8 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi methakrylátu dosahuje po vytisknutí technologií FDM při teplotě 200 °C a po zatuhnutí modulu pružnosti v tahu cca 3223 MPa.

10

Příklad 5

15 Biokompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 85 % hmotn. polymeru kyseliny polylaktické, 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 methakrylátu dosahuje po vytisknutí technologií FDM při teplotě 200 °C a po zatuhnutí modulu pružnosti v tahu cca 3125 MPa.

Příklad 6

20

25 Biokompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 87 % hmotn. polymeru kyseliny polylaktické, 7 % 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 methakrylátu dosahuje po vytisknutí technologií FDM při teplotě 200 °C a po zatuhnutí modulu pružnosti v tahu cca 3105 MPa.

Příklad 7

30 Biokompozitní materiál podle technického řešení, který obsahuje 90 % hmotn. polymeru kyseliny polylaktické, 5 % 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 methakrylátu dosahuje po vytisknutí technologií FDM při teplotě 200 °C a po zatuhnutí modulu pružnosti v tahu cca 2900 MPa.

35 Biokompozitní materiál podle technického řešení je vhodný pro výrobu širokého spektra typů technických a netechnických výrobků prostřednictvím aditivních technologií jako FDM, resp. FFM. Jeho výhodou je biodegradabilní matrice tvořená polymerem kyseliny polylaktické, který se vyznačuje zejména dobrou zpracovatelností pomocí 3D tisku spočívající v nízkém stupni deformace dílů při tisku a vysoké soudržnosti jednotlivých vrstev tisknutého dílu. Pomocí 3D
40 tisku se zpracují v globálním měřítku stovky tun polymerního materiálu a to jak v profesionálním odvětví (montážní přípravky, prototypy dílů apod.) tak v hobby odvětví, kde je škála typů tisknutých dílů prakticky nekonečná. Biodegradabilita materiálů na bázi polymeru kyseliny polylaktické tedy významně snižuje ekologické zatížení, v porovnání s případem zpracování nebiodegradabilních materiálů. Současně se přidavkem vláken celulózy (která jsou rovněž
45 biodegradovatelná) do polymeru kyseliny polylaktické dosáhne vlastností, které se v současné době dosahují výhradně prostřednictvím plně syntetických nebiodegradovatelných materiálů.

NÁROKY NA OCHRANU

50

1. Polymerní biokompozitní materiál na bázi kyseliny polylaktické pro 3D tisk, **vyznačující se tím**, že obsahuje 80 až 90 % hmotn. polymeru kyseliny polylaktické, 5 až 15 % hmotn. vláken celulózy a 5 až 8 % hmotn. kompatibilizačního aditiva na bázi methakrylátu.

55

2. Polymerní biokompozitní 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.