

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

38 092

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

B33Y 70/10 (2020.01)
C04B 35/10 (2006.01)
B29C 64/141 (2017.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2024-42116**
(22) Přihlášeno: **18.07.2024**
(47) Zapsáno: **27.08.2024**

- (73) Majitel:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, Liberec I-
Staré Město, CZ
- (72) Původce:
Ing. Jiří Bobek, Ph.D., Liberec, Liberec XIV-
Ruprechtice, CZ
- (74) Zástupce:
Dobroslav Musil a partneři s.r.o., Zábrdovická
917/11b, 615 00 Brno, Zábrdovice

- (54) Název užitého vzoru:
Materiál na bázi oxidu hlinitého pro 3D tisk

CZ 38092 U1

Material na bázi oxidu hlinitého pro 3D tisk

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká materiálu na bázi oxidu hlinitého určeného zejména pro 3D tisk.

Dosavadní stav techniky

10

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 kyselina polymlečná (PLA) nebo akrylonitrilbutadienstyren (ABS), což je amorfni termoplastický kopolymer. 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 0,8 mm, přičemž větší plochy se vytvářejí ukládáním jednotlivých vláken roztaveného termoplastického materiálu vedle sebe, tzv. šrafováním. Mechanické vlastnosti takto vytvořených výrobků jsou kriticky závislé na vzájemné soudržnosti jednotlivých vrstev a jednotlivých vláken (filamentů) tvořících tyto vrstvy.

Pro zlepšení mechanických vlastností takto vytvářených výrobků, zejména 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 ABS apod. Ovšem i přes přídavek různých aditiv a vyztužujících materiálů, nevykazují výrobky vyrobené pomocí 3D tisku z materiálů na bázi termoplastických polymerů dostatečnou odolnost proti opotřebení. Přitom je tato vlastnost pro řadu aplikací zcela klíčová (např. průvlaky pro vedení abrazivních vláken u textilních strojů apod.). Proto je žádoucí navrhnout materiál zpracovatelný technologií 3D tisku, který by umožňoval touto technologií vyrábět výrobky s vysokou odolností proti opotřebení.

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

Podstata technického řešení

40

Cíle technického řešení se dosáhne materiálem na bázi oxidu hlinitého (Al_2O_3), jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje 80 až 90 % hmotn. oxidu hlinitého v práškové formě a 10 až 20 % hmotn. polyethylenu (PE) v práškové formě. Průměr částic oxidu hlinitého je od 0,5 do 3 μm . Průměr částic polyethylenu je od 1100 do 1500 μm . Ve výhodné variantě provedení má oxid hlinitý granulometrii $d_{50} = 1 \mu\text{m}$ a polyethylen $d_{50} = 1300 \mu\text{m}$, neboť v takovém případě dochází ke kvalitní homogenizaci směsi ve všech úrovních zpracování, zejména při suchém míchání při okolní teplotě a míchání za tepla prostřednictvím kompaundačního extrudéru. Současně granulometrie $d_{50} = 1 \mu\text{m}$ v případě oxidu hlinitého umožňuje kvalitní průchod finálního materiálu procesem tzv. debindingu a sintrace (viz níže), které určují konečné vlastnosti výrobku vyrobeného z materiálu na bázi oxidu hlinitého podle technického řešení.

50

Objasnění výkresů

Na přiloženém výkrese je na obr. 1 znázorněný výhodný teplotní profil debindingu a sintrace materiálu na bázi oxidu hlinitého podle technického řešení.

5

Příklady uskutečnění technického řešení

10 Materiál na bázi oxidu hlinitého pro 3D tisk obsahuje 80 až 90 % hmotn. oxidu hlinitého v práškové formě a 10 až 20 % hmotn. polyethylenu v práškové formě. Průměr částic oxidu hlinitého je od 0,5 do 3 μm , průměr částic polyethylenu je od 1100 do 1500 μm , přičemž granulometrie částic oxidu hlinitého je s výhodou $d_{50} = 1 \mu\text{m}$ (tj. 50 % částic má průměr menší než 1 μm) a polyethylenu $d_{50} = 1300 \mu\text{m}$ (tj. 50 % částic má průměr menší než 1300 μm).

15 Oxid hlinitý je velmi tvrdá anorganická sloučenina. Sintrací, což je proces vysokoteplotního žíhání, se výrazně zvyšuje jeho tvrdost, mechanická odolnost, odolnost vůči opotřebení a korozivním vlivům, díky čemuž je vhodný pro použití v extrémních podmínkách. Jeho tvrdost se po sintraci může blížit hodnotě 2500 HV10.

20 Polyethylen je termoplastický materiál s nízkou teplotou tavení a jednoduchou chemickou strukturou. Jako součást materiálu na bázi oxidu hlinitého podle technického řešení slouží jako matrice, která udává tvar tohoto materiálu při procesu extruze. Materiál podle technického řešení vstupuje do tohoto procesu např. ve formě granulátu a vystupuje z něj jako tzv. filament, který představuje vstupní materiál pro proces 3D tisku. V případě granulátu nebo filamentu má
25 polyethylen strukturu souvislé homogenní matrice, ve které jsou rozptýlené částice oxidu hlinitého.

Výrobky vyrobené z materiálu podle technického řešení pomocí 3D tisku následně procházejí procesem tzv. debindingu, při kterém se ze směsi při teplotách přibližně 500 °C odstraní (vypálí) polyethylen; výrobek si však zachová požadovaný tvar. Poté následuje proces sintrace, při kterém
30 dojde při teplotách dosahujících přibližně 1500 °C ke slynutí jednotlivých částic oxidu hlinitého do kompaktní uzavřené struktury (bez pórů po odstranění polyethylenu) s vysokou tvrdostí. Debinding a sintrace mohou probíhat navzájem nezávisle; s výhodou však na sebe navazují – na obr. 1 je znázorněný výhodný teplotní profil, při kterém sintrace přímo navazuje na debinding.

35 Níže jsou pro názornost uvedeny konkrétní příklady materiálu na bázi oxidu hlinitého pro 3D tisk podle technického řešení:

Příklad 1

40 Materiál podle technického řešení obsahuje 80 % hmotn. oxidu hlinitého v práškové formě a 20 hmotn. % polyethylenu v práškové formě. Průměr částic oxidu hlinitého je přitom od 0,5 do 3 μm , průměr částic polyethylenu od 1100 do 1500 μm . Po zpracování technologií FDM při teplotě 150 °C a po debindingu a sintraci dle teplotního profilu znázorněného na obr. 1 vykazuje výsledný keramický materiál tvrdost 2101 HV10.

45

Příklad 2

Materiál podle technického řešení obsahuje 85 % hmotn. oxidu hlinitého v práškové formě a 15 % hmotn. polyethylenu v práškové formě. Průměr částic oxidu hlinitého je přitom od 0,5 do
50 3 μm při granulometrii $d_{50} = 1 \mu\text{m}$, průměr částic polyethylenu od 1100 do 1500 μm při granulometrii $d_{50} = 1300 \mu\text{m}$. Po zpracování technologií FDM při teplotě 150 °C a po debindingu a sintraci dle teplotního profilu znázorněného na obr. 1 vykazuje výsledný keramický materiál tvrdost 2352 HV10.

Příklad 3

5 Materiál podle technického řešení obsahuje 90 % hmotn. oxidu hlinitého v práškové formě a 10 % hmotn. polyethylenu v práškové formě. Průměr částic oxidu hlinitého je přitom od 0,5 do 3 μm , průměr částic polyethylenu od 1100 do 1500 μm . Po zpracování technologií FDM při teplotě 150 °C a po debindingu a sintraci dle teplotního profilu znázorněného na obr. 1 vykazuje výsledný keramický materiál tvrdost 2205 HV10.

10 Materiál na bázi oxidu hlinitého pro 3D tisk podle technického řešení je vhodný pro výrobu širokého spektra typů zejména technických výrobků s požadovanou vysokou tvrdostí a odolností proti opotřebení prostřednictvím aditivních technologií jako FDM s následným tepelným zpracováním spočívajícím v debindingu a sintraci.

NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Materiál na bázi oxidu hlinitého pro 3D tisk, **vyznačující se tím**, že obsahuje 80 až 90 % hmotn. oxidu hlinitého v práškové formě a 10 až 20 % hmotn. polyethylenu v práškové formě, přičemž průměr částic oxidu hlinitého je od 0,5 do 3 μm a průměr částic polyethylenu je od 1100 do 1500 μm .
2. Materiál na bázi oxidu hlinitého pro 3D tisk podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že oxid hlinitý má granulometrii $d_{50} = 1 \mu\text{m}$ a polyethylen má granulometrii $d_{50} = 1300 \mu\text{m}$.

1 výkres

