

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

38 357

(13) Druh dokumentu: U1

(51) Int. Cl.:

C23C 4/02 (2006.01)
C23C 4/06 (2016.01)
C23C 4/10 (2016.01)
C23C 4/129 (2016.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2024-42351
(22) Přihlášeno: 30.10.2024
(47) Zapsáno: 14.01.2025

(73) Majitel:
Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o., Plzeň,
Jižní Předměstí, CZ

(72) Původce:
doc. Ing. Šárka Houdková Šimůnková, Ph.D.,
Plzeň, Hradiště, CZ
Ing. Marek Vostrák, Ph.D., Kaznějov, CZ
Ing. Žaneta Dlouhá, Tlučná, CZ

(74) Zástupce:
Langrova, s.r.o., Skrétova 1011/48, 301 00 Plzeň,
Jižní Předměstí

(54) Název užitého vzoru:
Ocelová komponenta s 3D texturou,
opatřená ochranným povlakem

CZ 38357 U1

Ocelová komponenta s 3D texturou opatřená ochranným povlakem

5 Oblast techniky

Navrhované technické řešení spadá do oblasti výroby a konstrukce komponent opatřených povlakem získaným technologií žárového nástřiku.

10

Dosavadní stav techniky

Pro úspěšnou aplikaci a správnou funkci povlaku kovových komponent, který je získaný technologií žárového nástřiku, je jedním ze stěžejních faktorů vhodná příprava povrchu komponenty před nástřikem. Znamé způsoby přípravy povrchu spočívají v čištění a zdrsňení povrchu ošetřované komponenty. Účelem čištění je odstranění nečistot, jako jsou olej, mastnota a rez. Následné zdrsňení umožňuje lepší mechanické ukotvení částic a lepší přilnavost povlaku k substrátu (povrchu komponenty). Výsledná přilnavost přímo ovlivňuje mnoho funkčních aspektů povlaku. Zároveň může být ovlivněna řadou různých atributů, jako jsou parametry povlaku (tloušťka a materiál povlaku, teplota nástřiku povlaku apod.) nebo způsobem přípravy povrchu a parametry povrchu komponenty.

V současné době patří mezi nejpoužívanější konvenční způsoby přípravy povrchu technologie tryskání abrazivním médiem, např. Al_2O_3 či SiC částicemi. Proces tryskání spočívá v dopadu abrazivních zm na povrch substrátu působením proudu stlačeného vzduchu. Výsledná drsnost povrchu závisí na faktorech, jako jsou rychlost a úhel dopadu částic, velikost částic a složení abrazivního média. Ze všech přípravných procesů je zdrsňování povrchu patrně nejkritičtější operací pro výslednou přilnavost povlaku.

Kromě tryskání abrazivním médiem existují i další metody čištění a zdrsňování povrchu. Technologie „Ice blasting“ využívá pelet suchého ledu, které taktéž dopadají na povrch působením proudu stlačeného vzduchu. Výhodou tohoto procesu je absence zbytků tryskacího média v očištěném povrchu substrátu. Výsledná drsnost je však výrazně nižší než po tryskání za použití Al_2O_3 či SiC částic, což negativně ovlivňuje přilnavost žárového povlaku k substrátu.

35

Další alternativou je použití speciálního kotouče s vysokopevnostními ocelovými dráty, tzv. Bristle blaster. Nepřetržitě narážení drátů způsobuje čištění a zdrsňení povrchu. Jiným typem přípravy povrchu je použití pulzního vodního paprsku. Úběr materiálu je v tomto případě způsoben efektem vodního rázu, bez nutnosti použití abrazivních částic.

40

S ohledem na zvyšující se důraz kladený společnostmi na ochranu životního prostředí, snižování množství produkovaného odpadu a materiálové úspory se velká spotřeba abrazivního materiálu a produkce chemických odpadů z čištění, související s procesem tryskání a čištění, stává více problematickou. Existuje proto snaha nalézt ekonomičtější a ekologičtější řešení.

45

Kromě výše zmíněných je technologie tryskání abrazivními částicemi v mnoha případech nevyhovující i z technických důvodů. U materiálů s vyšší tvrdostí neumožňuje dosáhnout drsnosti dostatečné pro uchycení povlaku aplikovaného technologií žárového nástřiku. Naopak u měkkých a tvárných materiálů dochází při tryskání abrazivními částicemi k jejich ulpívání na tryskaném povrchu, což dále negativně ovlivňuje vlastnosti povlaku.

50

Potenciálně vhodnou alternativou se jeví příprava povrchu technologií laserového obrábění povrchu, tzv. laserového texturování. Proces texturování umožňuje vytvářet na povrchu obráběných materiálů předem definované jemné tvary, které svým opakováním vytvářejí 3D texturu povrchu. Prostřednictvím optimalizace procesních parametrů lze vytvářet textury

55

různých geometrií a velikostí. Vhodný návrh geometrických charakteristik textury umožňuje modifikovat vlastnosti povrchu, jako je např. smáčivost, kluzné vlastnosti atd. Vhodně navržená textura, v kombinaci s konkrétním materiálem a technologií nástřiku povlaku, umožňuje zakotvení povlaku bez nutnosti trysek povrchu. Přílnavost povlaků získaných technologií žárových nástřiků je funkcí povrchové topografie. Laserové texturování je vnímáno jako možnost vytvořit energii rozhraní, která zvýší adhezní spojení materiálů.

Výhodou je přesnost a reprodukovatelnost umožněná robotickým řízením operace laserového texturování, absence abrazivních vměstků v povrchu a související vyšší kvalita rozhraní mezi povlakem a materiálem substrátu. Technologie laserového texturování umožňuje přípravu povrchu pro nanesení povlaku technologií žárového nástřiku i u materiálů, u kterých nelze použít výše zmíněná mechanická zdrsňení povrchu.

Technologie laserového texturování představuje ekologický a ekonomicky efektivní způsob přípravy povrchu kovových materiálů. V rámci vědeckých studií byl proces laserového texturování ověřen pro použití i v případě speciálních aplikací, např. pro nástřik povlaků tepelných bariér.

Je proto úkolem předkládaného technického řešení poskytnout účinné a ekologicky a ekonomicky výhodné parametry povrchu komponenty, které jsou definovaným a opakovatelným způsobem zajištěny před nanesením povlaku technologií žárového nástřiku. Je přitom důležité, aby byly zachovány, eventuelně i zvýšeny, adhezní vlastnosti povlaku z žárového nástřiku.

Podstata technického řešení

Podstatou technického řešení je ocelová komponenta s povrchovou 3D texturou a ochranným povlakem, který je získán technologií žárového nástřiku. Ocelovou komponentou je myšlena jakákoliv součást používaná v různých strojních, stavebních nebo jiných technických aplikacích.

Materiál oceli vhodný pro výrobu dané komponenty zahrnuje především konstrukční legované nebo nelegované oceli, jako jsou například 1.0570, 1.0045, 1.0553, 1.6582, 1.7227 (dle normy EN 10025) apod.

Alespoň část povrchu komponenty (v dané topologii tvořící substrát) je opatřena 3D texturou. 3D textura je tvořena soustavou prohloubených rovnoběžných drážek v povrchu komponenty. Tyto drážky jsou vzájemně oddělené hřbety. Horní hrana hřbetu je přitom ve stejné výšce jako okolní povrch komponenty mimo 3D texturu, s odchylkou max. 15 μm .

Střední hodnota šířky drážky je 70 μm , s odchylkou max. 15 % a střední hodnota hloubky drážky je také 70 μm , s odchylkou max. 15 %. Střední hodnota vzájemné vzdálenosti středů drážek je pak 100 μm , s odchylkou max. 15 %.

Dále je část povrchu komponenty s 3D texturou opatřena ochranným povlakem. Povlak na komponentě je zhotovený z oceli nebo slitiny na bázi Fe, Co, Ni, Al, Ti nebo z tvrdokovů obsahujících alespoň jeden materiál vybraný ze skupiny zahrnující: WC, Cr_3C_2 , TiC, TiN, Al_2O_3 v kombinaci s kovovou slitinou na bázi Fe, Co, Ni, Al, Ti, Mo. Typickými zástupci jsou například materiály WC-Co, WC-CoCr, Cr_3C_2 -NiCr, WC-FeCrAlY, WC- Cr_3C_2 -M, Ti(Mo)C-Ni, Ti(Mo)-NiCr apod.

Povlak překrývá 3D texturu. Částice povlaku jsou k povrchu komponenty, zejména k 3D textuře, a k sobě navzájem zakotveny mechanicky a lokálními mikrosvary. Tento technický znak je jednoznačně definován způsobem výroby předmětného povlaku. Povlak je totiž nanášen jako nástřik technologií HVOF (High Velocity Oxygen Fuel – nástřik plamenem s vysokou rychlostí). Tento proces spočívá v tom, že práškový materiál, který má tvořit povlak, je nataven a urychlen směrem k povrchu komponenty pomocí velmi rychlého proudění plynů, které ho taví a stříkají na

povrch. Výsledkem je pevný a odolný povlak, který zlepšuje vlastnosti povrchu, jako jsou tvrdost, odolnost proti opotřebení, korozi nebo teplotním vlivům. Jak je patrné z obr. 4, povlak má na řezu specifickou strukturu vrstvy deformovaných částic s patrnými rozhraními. Povlak tak kromě vlastního materiálu obsahuje i mikroskopické vzduchové bubliny, případně i zoxidované prvky materiálu. Podstatné je, že na řezu komponenty s povlakem je patrné rozhraní materiálu komponenty a materiálu povlaku, a to i v případě, že jsou materiály komponenty a povlaku totožné.

Je žádoucí, aby byla celá plocha 3D textury opatřena povlakem, a naopak, aby byl povlak pouze na té části povrchu komponenty, která je opatřena 3D texturou. Za tím účelem je vhodné povrch v okolí 3D textury při nanášení povlaku zakrýt, jak je běžné ve stavu techniky. Případné drobné nepřesnosti (okrajová část 3D textury bez povlaku nebo povlak na části povrchu komponenty bez 3D textury) však zpravidla nejsou na závadu.

Podstatou technického řešení tak je funkční kombinace konkrétní geometrie 3D textury, vytvořené na povrchu ocelové komponenty, a povlaku naneseného z konkrétního typu prášku technologií žárového nástřiku.

Navrhované technické řešení lze využít pro všechny typy materiálu substrátu, které interagují s laserovým zařízením, a to včetně takových, které nelze tryskat pomocí abrazivních částic nebo s použitím jiné technologie úpravy povrchu, a pro všechny typy materiálu povlaku, které jsou nanášeny z prášku s odpovídající velikostí.

Technické řešení lze aplikovat pro účely renovace povrchů, které byly již tepelně nebo chemicky vytvrzeny (kalením, cementací, nitridací) a u kterých technologie tryskání nedosahuje požadované drsnosti pro účely uchycení částic povlaku.

Řešení umožňuje zvyšování odolnosti povrchu proti opotřebení, korozi a oxidaci za vysokých teplot pro široké spektrum podkladových materiálů.

Objasnění výkresů

Příkladné provedení navrhovaného řešení je popsáno s odkazem na připojené výkresy, ve kterých představuje:

- obr. 1 schéma 3D textury;
- obr. 2 SEM fotografii 3D textury;
- obr. 3 typický tvar částice prášku před jeho nanesením; a
- obr. 4 SEM fotografii řezu povrchem komponenty s 3D texturou a povlakem.

Příklad uskutečnění technického řešení

Ocelová komponenta 1 z materiálu 1.0553 dle normy EN 10025 (resp. ČSN 11 523) je opatřena ochranným povlakem 2 získaným technologií žárového nástřiku ze slitiny s obchodním názvem Amperit 2637-02. Jedná se o slitinu na bázi kobaltu, mající složení dle tabulky 1:

Tabulka 1. Chemické složení prášku Amperit 2637-02 (v hmotnostních %)

Co	Cr	W	C	Si
Balance	28.4	4.4	1.1	1.1

Materiál povlaku 2 se vyznačuje odolností proti opotřebení a tvorbě škrábanců a vynikající odolností proti korozi. Používá se především jako ochrana před mechanickým a chemickým poškozením v širokém rozsahu teplot.

Část povrchu komponenty 1 je opatřena 3D texturou. 3D textura je opatřena povlakem 2. Částice povlaku 2 jsou k 3D textuře a k sobě navzájem zakotveny mechanicky a lokálními mikrosvary. 3D textura je tvořena soustavou prohloubených rovnoběžných drážek 3 v povrchu komponenty 1, které jsou vzájemně odděleny hřbety 4. Horní hrana hřbetu 4 je ve stejné výšce jako okolní povrch komponenty 1 mimo 3D texturu, s odchylkou max. 15 μm .

Střední hodnota šířky drážky 3 je 70 μm , s odchylkou max. 15 % a střední hodnota hloubky drážky 3 je také 70 μm , s odchylkou max. 15 %. Střední hodnota vzájemné vzdálenosti středů drážek 3 je 100 μm , s odchylkou max. 15 %.

3D textura na povrchu komponenty 1 byla vytvořena pomocí 3kW kontinuálního laseru s polygonovou scanovací hlavou. Na takto připravený povrch komponenty 1 byl nanesen povlak 2 o tloušťce v rozmezí 270 až 220 μm . Povlak 2 byl proveden technologií HVOF (High Velocity Oxygen Fuel) na zařízení JP 5000. Materiál povlaku 2 byl do zařízení pro nástřik dodáván ve formě prášku o zrnitosti v konkrétním rozmezí. Povlak 2 je tvořen deformovanými částicemi materiálu povlaku. Drážky 3 3D textury jsou vyplněny částicemi povlaku 2 v celé své hloubce. Texturování účinně zvýšilo celkovou plochu rozhraní mezi povrchem komponenty 1 a povlakem 2.

Přilnavost povlaku 2 k povrchu komponenty 1 byla hodnocena pomocí zkoušky přilnavosti v souladu s ČSN EN ISO 14 916 a porovnána s přilnavostí dosaženou na vzorcích s povrchem upraveným tryskáním Al_2O_3 zrnitosti odpovídající F20. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2. Hodnoty přilnavosti naměřené v souladu s ČSN EN ISO 14 916

Technologie úpravy povrchu	Přilnavost [MPa]	Typ porušení
3D textura dle nároku 1	65,2 $\pm$ 7,6	V lepidle
Tryskání Al_2O_3	63,4 $\pm$ 5,2	V lepidle

Z uvedených hodnot přilnavosti je patrné, že úpravou povrchu komponenty 1 definovanou 3D texturou lze dosáhnout srovnatelných (nebo i vyšších) hodnot přilnavosti povlaku 2 jako konvenčními způsoby přípravy povrchu (tryskání). V obou případech došlo k porušení lepeného spoje v lepidle, tudíž lze pouze odvodit, že výsledná adhezní pevnost povlaku 2 k povrchu komponenty 1 je vyšší než pevnost použitého lepidla.

NÁROKY NA OCHRANU

5 1. Ocelová komponenta s 3D texturou, opatřená ochranným povlakem zhotoveným z oceli nebo slitiny na bázi Fe, Co, Ni, Al, Ti nebo z keramiky obsahující alespoň jeden materiál vybraný ze skupiny zahrnující: WC, Cr₃C₂, TiC, TiN, Al₂O₃, kde alespoň část povrchu komponenty (1) je opatřena 3D texturou a povlak (2) alespoň částečně překrývá 3D texturu tak, že částice povlaku (2) jsou k 3D textuře a k sobě navzájem zakotveny mechanicky a lokálními mikrosvary, **vyznačující se tím**, že 3D textura je tvořena soustavou prohloubených rovnoběžných drážek (3) v povrchu komponenty (1), vzájemně oddělených hřbety (4), kde:

10 střední hodnota šířky drážky (3) je 70 μm, s odchylkou max. 15 %;

střední hodnota hloubky drážky (3) je 70 μm, s odchylkou max. 15 %; a

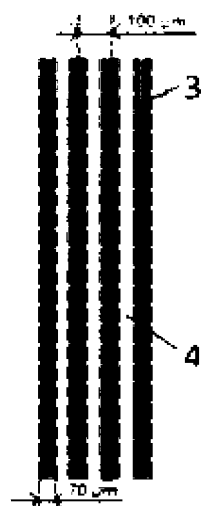
střední hodnota vzájemné vzdálenosti středů drážek (3) je 100 μm, s odchylkou max. 15 %,

přičemž horní hrana hřbetu (4) je ve stejné výšce jako okolní povrch komponenty (1), s odchylkou max. 15 μm.

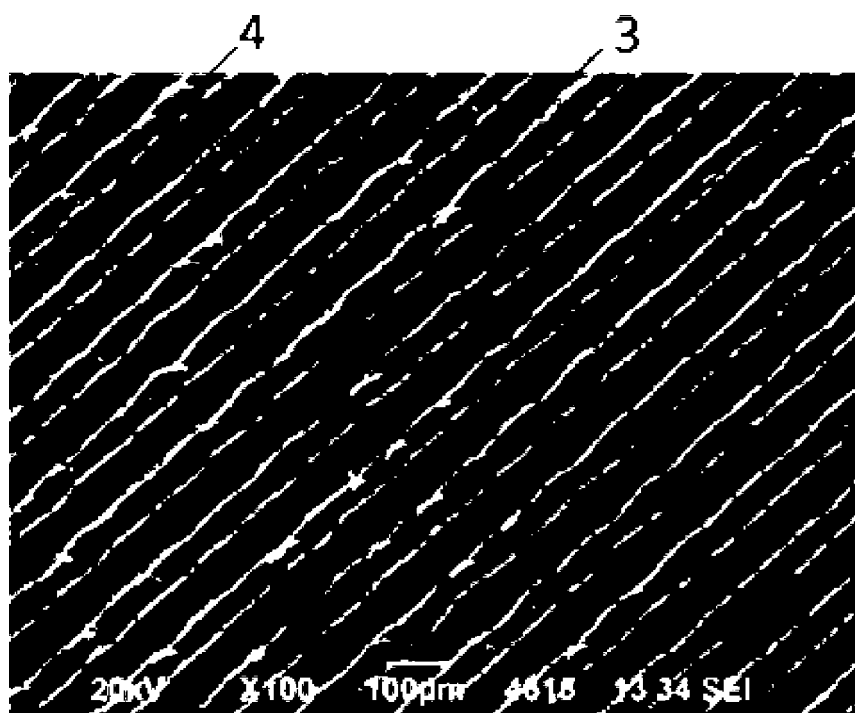
4 výkresy

Seznam vztahových značek:

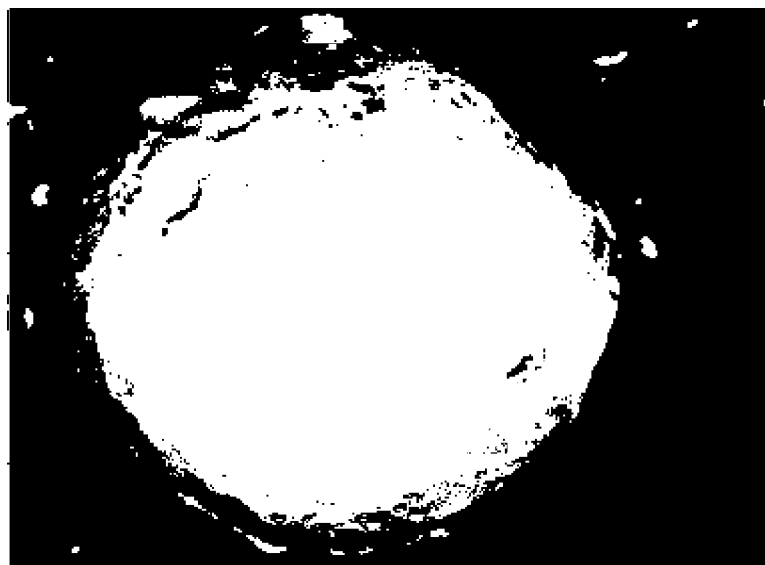
- 1 komponenta
- 2 povlak
- 3 drážka
- 4 hřbet



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4