

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

1999 - 4591

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

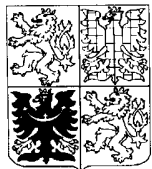
C 08 J 5/04

C 08 L 27/12

C 08 L 27/18

F 16 C 33/20

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **15.06.1998**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **21.06.1997**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1997/9713079**

(33) Země priority: **GB**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17.01.2001**
(Věstník č. 1/2001)

(86) PCT číslo: **PCT/GB98/01740**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO98/58986**

(71) Přihlašovatel:

DANA CORPORATION, Toledo, GB;

(72) Původce:

McDonald Julie Ann, Rugby, GB;

Wheatley John Edward, Rugby, GB;

Latkowski Anthony, Rugby, GB;

Hall David Geoffrey, Rugby, GB;

(74) Zástupce:

Zelený Pavel JUDr., Hálkova 2, Praha 2, 12000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob výroby materiálu pro kluzná ložiska

(57) Anotace:

Způsob výroby materiálu pro kluzná ložiska zahrnuje: vytváření kašovitě suspenze na bázi vody s obsahem pevných částic, obsahujících 30 až 80 % objemových fluorového polymeru; 5 až 30 % objemových zvlákněním fibrilací vytvořených vláken vytvářejících síťovanou strukturu; 5 až 40 % objemových alespoň jednoho výplňového materiálu vybraného ze skupiny zahrnující anorganická vlákna; anorganický materiál ve formě pevných částic, kovová vlákna, kovové prášky, organická vlákna, organické materiály ve formě pevných částic a organická činidla pro zpevňování matrice s tím, že uvedené síťovanou strukturu tvořící a výplňové materiály jsou odolné vůči působení teplot nacházejících se nad teplotou bodu tavení nebo teplotou vytvrzování fluorového polymeru; nanášení vrstvy kašovitě suspenze na substrát za odstraňování vody z této vrstvy, ve které zvlákněním fibrilací vytvořená vlákna tvoří síťovanou strukturu obsahující fluorový polymer a výplňový materiál; a ohřev nanesené vrstvy na teplotu nacházející se nad teplotou bodu tavení fluorového polymeru za účelem vytvrzení tohoto fluorového polymeru.

ZPŮSOB VÝROBY MATERIÁLU PRO KLUZNÁ LOŽISKA

Oblast techniky

Předložený vynález se týká jednak způsobu výroby kluzných ložisek a jednak materiálů a ložisek za použití tohoto způsobu vyrobených.

Dosavadní stav techniky

Řada typů kluzných ložisek je opatřena funkční ložiskovou povrchovou vrstvou, která obsahuje vysoký podíl fluorového polymeru, například takového jako je polytetrafluorethylen (PTFE), a to zejména proto, že takové polymerní materiály vykazují dobré třecí vlastnosti (tj. nízký součinitel tření). Funkční ložiskové povrchové vrstvy, vytvořené z takových materiálů, jsou vzhledem k tomu, že se nanášejí na nosný substrát, který je obvykle vytvořený z kovu, zákonitě co do tloušťky slabé. Protože je však připevňování fluorových polymerů k nosnému substrátu velmi obtížné, je podle jednoho obecně známého typu kluzných ložisek do těchto materiálů začleněná mezilehlá vrstva, která je obvykle vytvořena ze spékaného kovu, například bronzu. Při výrobě tohoto typu ložiskových materiálů se fluorový polymer směšuje s rozpouštědlem, a výplňovým materiálem za vytvoření "kašovitě břečky", která vykazuje pastovitou konzistenci a která se roztíráním rozprostírá na povrchovou plochu spékaného kovu a nuceně zaváděná do



intersticiálních mezer tohoto spékaného kovu za vytváření vazebního spojení povrchové vrstvy ložiskového materiálu se spékaným kovem. Vzhledem k tomu, že je zcela nezbytné z materiálu odstranit v něm obsažené rozpouštědlo, může být takový materiál na spékaný kov nanášený v pouze relativně tenké povrchové vrstvě (o tloušťce přibližně 50 mikronů nebo menší), neboť jinak obsah rozpouštědla způsobuje nežádoucí výskyt tvorby puchýřků, neboli takzvané puchýřkování. Tloušťka povrchové vrstvy, vytvořené nad spékanou vazební vrstvou, je kromě toho ovlivňovaná skutečností, že se kašovitá břečka do intersticiálních mezer spékané vazební vrstvy zavádí navalováním a že se z důvodu dosažení vyhovující impregnace pro zajištění naprosté eliminace odtrhování vrstvy fluorového polymeru od podkladové vrstvy při funkční aplikaci, může požadovat relativně vysoký tlak, jehož výsledkem je vytvoření povrchové vrstvy, nacházející se nad spékanou vazební vrstvou, vykazující malou tloušťku. Vzhledem k tomu, že je povrchová vrstva co do tloušťky relativně tenká, není možné pro její zpracovávání za účelem zlepšení jakosti jejího povrchu nebo jejího obrábění na přesnou rozměrovou velikost z důvodu vytvoření ložiska vykazujícího absolutně přesnou tloušťku stěny a kalibrovaný průměr vrtání využít obvykle používané strojní obrábění.

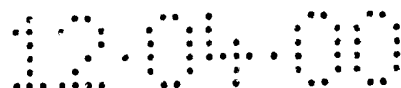
Patentový dokument EP-A-0708892 popisuje ložisko vytvořené z vrstveného materiálu, tvořeného kovovou podkladovou vrstvou, nad ní opatřenou spékanou vazební vrstvou a obložením z ložiskového materiálu, který sestává z polytetrafluorethylenu a ze 2 až 10 % objemových zvlákněním fibrilací vytvořených aromatických vláken infiltrovaných do intersticiálních mezer spékané vazební vrstvy. Uvedený dokument dále popisuje výrobu tenkého souvislého plátu ložiskového materiálu za použití

technologického postupu podobného způsobu průmyslové výroby papíru, a následného tavení, slučování a vazebního spojování tenkého souvislého plátu tohoto materiálu se spékané vazební vrstvy prostřednictvím působení tepla a tlaku. Konečná tloušťka uvedeným způsobem vytvořené vrstvy, nacházející se nad spékanou vazební vrstvou, uloženou na vrstvě podkladového materiálu, je však opět pouze jenom 25 μm .

Patentový dokument WO 97/06204 popisuje výrobu ložiskového materiálu ve tvaru tenkého souvislého plátu, který jako základní složky obsahuje zvlákněný aromatický polyamid a fluorovou pryskyřici. Technologický postup výroby tohoto materiálu je podobný principu průmyslové výroby papíru. V tomto dokumentu však není, bohužel, uvedena žádná zmínka o způsobu vazebního spojování takto vytvořeného materiálu s kovovou podkladovou vrstvou. Je samozřejmé, že se vrstvením množství tenkých souvislých vrstev materiálu na sebe a jejich následným spékáním do kompaktního vrstveného laminátu za uplatňování tlaku dosáhne konečného materiálu o větší tloušťce. Výsledkem tohoto zpracování je však pouze monolitický blok materiálu, ze kterého může být příslušné ložisko vytvořeno například prostřednictvím strojního obrábění, který však, bohužel, vykazuje nepřítomnost zpevňovacího účinku nosné kovové podkladové vrstvy zejména v případech, ve kterých se pro vytvoření ložiska požadují tenké vrstvy ložiskového materiálu nebo stěny malé tloušťky.

Podstata vynálezu

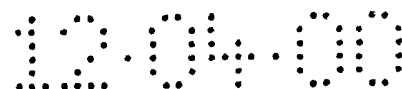
Vzhledem ke shora uvedenému je základním cílem předloženého vynálezu poskytnout způsob výroby materiálu pro kluzná ložiska na bázi fluorových polymerů, který by jako



takový umožnil vytváření co do tloušťky silnějších vrstev ložiskového materiálu, nacházejícího se nad libovolně volenou nosnou podkladovou nebo vazební kovovou vrstvou.

Podle prvního aspektu předloženého vynálezu se poskytuje způsob výroby ložiskového materiálu, kterýžto způsob obsahuje kroky: vytváření kašovitě suspenze na bázi vody s obsahem pevných částic, zahrnujících 30 až 80 % objemových fluorového polymeru; 5 až 30 % objemových zvlákněním fibrilací vytvořených vláken, vytvářejících síťovanou strukturu; a 5 až 40 % objemových alespoň jednoho výplňového materiálu vybraného ze skupiny zahrnující anorganická vlákna; anorganický materiál ve formě pevných částic; kovová vlákna; kovové prášky; organická vlákna; organické materiály ve formě pevných částic a organická činidla pro zpevnování matrice s tím, že síťovanou strukturu vytvářející a výplňové materiály jsou odolné vůči působení teplot nacházejících se nad teplotou bodu tavení nebo teplotou vytvrzování fluorového polymeru; nanášení vrstvy kašovitě suspenze na substrát za odstraňování vody z této vrstvy a následného vytvoření nanesené vrstvy, ve které zvlákněním fibrilací vytvořená vlákna tvoří síťovanou strukturu obsahující fluorový polymer a výplňový materiál; a ohřev nanesené vrstvy na teplotu nacházející se nad teplotou bodu tavení fluorového polymeru za účelem vytvrzení tohoto fluorového polymeru.

Významnou výhodou způsobu podle předloženého vynálezu je skutečnost, že je možné vytvořit relativně co do tloušťky silnou povrchovou vrstvu ložiskového materiálu, kterou je dále možné zpracovávat strojním obráběním. Tloušťka vrstvy ložiskového materiálu nacházející se nad libovolně volenou podkladovou nebo vazební vrstvou, vytvořená tímto způsobem,



se může pohybovat v rozmezí od 50 do 400 μm . Další výhodou způsobu podle předloženého vynálezu je skutečnost, že využití technologického postupu používaného pro výrobu papíru poskytuje ve svém důsledku nutnost mechanického zpracovávání fluorového polymeru v mnohem menším rozsahu a v důsledku toho nižší stupeň jeho vytvrzení, což výslovně umožňuje snazší uskutečňování impregnace ložiskového materiálu do intersticiálních mezer průlinčitých vazebních vrstev, například spékaného bronzu, a zároveň provádění této impregnace při mnohem nižších tlacích, což zase ve svém důsledku umožňuje dosahovat vytvoření z hlediska tloušťky silnějších povrchových vrstev, nacházejících nad spékanou vazební vrstvou. Standardní technologický postup na bázi "kašovitě břečky" představuje relativně vysoký stupeň mechanického působení na polymerní materiál během jeho zpracovávání, přičemž současně nanášení této kašovitě břečky na podkladovou vrstvu roztíráním způsobuje její ztužování a z toho vyplývající zvyšování odolnosti proti impregnaci do spékané vrstvy, což ve svém důsledku zákonitě vede k nezbytnému zvyšování požadovaného tlaku, který představuje jednu z příčin vytvoření z hlediska tloušťky slabé povrchové vrstvy, nacházející se nad spékanou vrstvou.

Způsob přípravy výchozí nanesené vrstvy může být uskutečňovaný za využití standardního zařízení, které se používá v papírenském průmyslu pro výrobu papíru a jehož typickým představitelem je papírenský stroj Fourdrinierova typu nebo bubnový papírenský stroj.

Nanesená vrstva, nacházející se na substrátu, získává po odstranění vody z výchozí kašovitě suspenze, díky existenci síťované struktury zvlákňováním fibrilací vytvořených vláken, uvnitř které jsou zachyceny a kolem níž

jsou ve vazebním spojení obklopené fluorový polymer a výplňové materiály, požadovanou manipulační pevnost a vykazuje surovému papíru podobný vnější vzhled. Požadavek na dosažení uvedené manipulační pevnosti, která je nezbytná z hlediska následných kroků zpracování nanesené vrstvy, představuje minimální obsah 5 % objemových zvlákněním fibrilací vytvořených vláken. Naproti tomu obsah těchto vláken nad 30 % objemových a vyšší zhoršuje již tak nízké třecí vlastnosti.

Přednostně se obsah zvlákněním fibrilací vytvořených vláken pohybuje v rozmezí od 10 do 30 % objemových.

S výhodou zvlákněním fibrilací vytvořená vlákna (obvykle, ve většině případů, označovaná jako "vláknina") zahrnují aromatický materiál, například takový jako je Kevlar (obchodní označení) nebo Twaron (obchodní označení), a ještě výhodněji para-aromatický materiál.

Základním požadavkem na zvlákněním fibrilací vytvořená vlákna je jejich nezbytná schopnost odolávat působení kroku ohřevu, prováděného za účelem vytvrzování fluorového polymeru, takže, vzhledem k uvedenému jsou pro tento účel použitelné jakékoliv další vláknité materiály vyhovující zmiňovanému požadavku.

Podle přednostního provedení předloženého vynálezu může fluorový polymer zahrnovat polytetrafluorethylen (PTFE), jehož vytvrzování vyžaduje ohřev na teplotu nacházející se nad teplotou bodu tavení, která je přibližně 330 °C.

Ačkoliv se pro účely použití v předloženém vynálezu jako fluorový polymer upřednostňuje shora zmiňovaný PTFE, je

možné namísto nebo ještě vedle tohoto PTFE použít další fluorové polymery, například takové jako jsou perfluorovaný ethylen-propylen; methylperfluoralkoxy; perfluoralkoxy; polytetrafluorethylen; chlortrifluorethylen; tetrafluor-ethylen-ethylen; polyvinylidendifluorid.

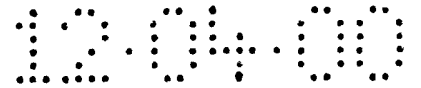
Způsob výroby a materiál podle předloženého vynálezu dále jako součást zahrnuje použití výplňových materiálů, jejichž účelem zajištění zpevnění a/nebo vyztužení matrice materiálu a zároveň také zdokonalení skutečných charakteristických vlastností ložiskového materiálu, například takových jako jsou odolnost proti opotřebení a součinitel tření.

Vhodná a pro uvedené účely vyhovující anorganická vlákna mohou zahrnovat například skleněná nebo uhlíková vlákna.

Vhodné a pro uvedené účely vyhovující anorganické materiály ve formě pevných částic nebo vláken mohou zahrnovat fluorid vápenatý, jílovou hlinku, disulfid molybdenu, disulfid wolframu, grafit, oxid křemíku, oxid olova, oxid mědi a oxid hliníku.

Vhodná a pro uvedené účely vyhovující kovová vlákna nebo kovové prášky mohou zahrnovat bronz, mosaz, olovo, cín a zinek.

Vhodné a pro uvedené účely vyhovující organické materiály mohou obsahovat výplňový materiál, například takový jako jsou teplem tvrditelné a teplem tvárné pryskyřičné materiály, jejichž použití může sloužit pro účely zajištění dalšího zpevnění matrice. Takové doplňkové

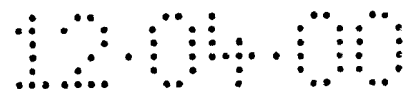


polymerní materiály mohou zahrnovat například polyethylensulfid; polyethylensulfon; polyimid; nylon 4.6 (polyamid); polyetheretherketon; polyformaldehyd; polyester; polyurethan; polyamid-imid; polyethersulfon; polyethylen-tereftalát a polyetherimid.

Kašovitá suspenze může dále, z důvodu zlepšení manipulační pevnosti syrového, ještě nevytvrzeného naneseného materiálu, obsahovat latexové materiály. Přesto, že se takové doplňkové přísady, obsažené v kašovité suspenzi, budou během kroku ohřevu pro vytvrzování fluorového polymeru rozkládat, nepředstavuje tato skutečnost škodlivý vliv na výsledné vlastnosti konečně dohotoveného vytvrzeného ložiskového materiálu.

Kašovitá suspenze bude, kromě uvedeného, obsahovat další doplňkové přísady, které jsou z hlediska vytváření této kašovité suspenze významné a které napomáhají při nanášení a vytváření vrstvy tuhé fáze požadovaného složení na odvodňovacím substrátu zařízení pro výrobu papíru. Takové doplňkové přísady mohou zahrnovat koagulační a flokulační činidla, například takové jako jsou koloidní oxid křemíku, polymerní koagulanty a kamenec. Vzhledem k tomu, že takové materiály, určené pro uskutečňování požadovaného účinného působení, jsou osobám obeznámeným se stavem techniky dostatečně známé a z tohoto důvodu nebudou dále nijak podrobně popisované a objasňované.

Nanesená vrstva vykazuje po jejím sejmutí z odvodňovacího substrátu pórovitost v rozsahu kolem 50 % objemu. Tloušťka nanesené vrstvy syrového nezhuštěného a nevytvrzeného materiálu se může pohybovat v rozmezí od cca 200 μm do cca 2 mm. Spodní hodnota tloušťky, tj. velikost

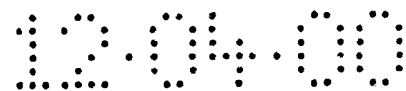


200 μm , představuje prakticky využitelnou krajní mez, po jejímž překročení je pevnost materiálu v tahu pro snadnou a bezpečnou manipulaci příliš nízká, zatímco horní krajní mez (velikost 2 mm) je závislá na charakteristických parametrech odvodňování základního technologického postupu zpracovávání materiálu papírenským způsobem.

Pro účely výroby kluzného ložiska se přednostně požadovaná tloušťka nanesené vrstvy v dosud nezpevněném stavu může pohybovat v rozmezí od 200 do 800 μm .

Po vytvoření nanesené vrstvy se z hlediska kroku připevňování této vrstvy na podkladovou vrstvu a kroku ohřevu pro vytvrzení fluorového polymeru teoreticky nabízí několik technologických postupů zpracování, které je možné pro tento účel použít. Takto může být uvedená nanesená vrstva adhezně spojována s nosnou podkladovou vrstvou buď před nebo po kroku ohřevu pro vytvrzení polymerního materiálu. Jako nosná podkladová vrstva může být použitý libovolný ze stavu techniky známý a pro uvedené účely vyhovující materiál, například takový jako je ocel, antikorozi ocel, bronz a hliník.

Pro připevňování vrstvy ložiskového materiálu k pevnému nosnému substrátu existuje množství různých alternativ. V zásadě však existují dvě základní alternativy, které obsahují: (i) mechanické připevňování vrstvy ložiskového materiálu na kovovou podkladovou vrstvu, ve kterém se vrstva ložiskového materiálu impregnací zavádí do průlinčité povrchové plochy podkladové vrstvy nebo zabírá s a je spřahována s podkladovou vrstvou prostřednictvím tělesných znaků, vytvořených na povrchu této podkladové vrstvy, například takových jako jsou kovové drátěné pletivo nebo

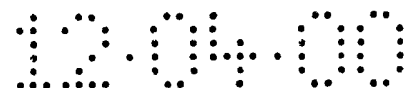


děrovaná kovová podkladová vrstva; nebo (ii) připevňování vrstvy ložiskového materiálu na pevnou podkladovou vrstvu prostřednictvím adhezních prostředků; a nebo (iii) připevňování vrstvy ložiskového materiálu za použití libovolné kombinace mechanických a adhezních prostředků. Kromě toho v každé z těchto alternativ existuje libovolná možnost volby konkrétně využitelných technologických kroků nebo postupného sledu pro uvedený účel použitých technologických kroků.

V případech, ve kterých se ložiskový materiál k průlinčité spékané vazební vrstvě připevňuje za použití mechanických prostředků, může být syrová nanesená vrstva zaváděná do povrchu spékané vazební vrstvy impregnací s následným ohřevem za účelem jeho vytvrzování. Podkladový substrát je obvykle vytvořený z kovu, takže v případě, kdy se nanesená vrstva připevňuje na uvedený substrát ještě před krokem ohřevu, pak tento substrát podporuje přenos tepla vedením do všech částí vrstvy. Tato cesta současně vede k a zajišťuje úplné zpevnění průlinčité vrstvy ložiskového materiálu během uvedeného kroku impregnace.

Tloušťka vrstvy ložiskového materiálu, nacházejícího se nad spékanou vazební vrstvou nebo nad podkladovou vrstvou po provedení impregnace a následného zpevnění se může před jakýmkoliv libovolně zvoleným krokem zpracování strojním obráběním s výhodou pohybovat v rozmezí od 50 μm do 400 μm , a ještě výhodněji v rozmezí 100 μm do 250 μm .

Naproti tomu v případech, ve kterých se ložiskový materiál na podkladovou vrstvu připevňuje za použití adhezních prostředků, může být syrová nanesená vrstva (a) nejdříve zpevněná za účelem odstranění nebo redukce



pórovitosti, například prostřednictvím zpracování válcováním, které je následované vytvrzováním a nakonec adhezním připevňováním na vrstvu podkladového materiálu za použití adhezních prostředků; nebo se může (b) průlinčitá vrstva ložiskového materiálu adhezně připevňovat na vrstvu podkladového materiálu za použití adhezních prostředků, následně zpevňovat, a nakonec vytvrzovat; nebo se může (c) průlinčitá vrstva ložiskového materiálu nejdříve zpevňovat, poté adhezně připevňovat na vrstvu podkladového materiálu za použití adhezních prostředků a nakonec vytvrzovat; nebo se může (d) vrstva ložiskového materiálu adhezně připevňovat na vrstvu podkladového materiálu, poté vytvrzovat, a následně zpevňovat; nebo se může (e) vrstva ložiskového materiálu vytvrzovat, adhezně připevňovat na vrstvu podkladového materiálu, a nakonec zpevňovat; nebo se může (f) vrstva ložiskového materiálu vytvrzovat, zpevňovat, a adhezně připevňovat na vrstvu podkladového materiálu. V případě použití postupových variant (b), (c), a (d) musí adhezní prostředek vykazovat schopnost odolávat působení teploty vytvrzování, zatímco v případě postupových variant (b), (d) a (e) musí zase vrstva adhezního prostředku vykazovat schopnost odolávat ovlivňování během kroku zhutňování, který může být prováděný například prostřednictvím přetváření válcováním nebo jakéhokoliv dalšího libovolně voleného a pro uvedené účely použitelného technologického postupu. Postupové varianty (b), (d) a (e) mají výhodu v tom, že pórovitost vrstvy ložiskového materiálu může být zužitkovávána pro zvýšení vazebního spojení s adhezním prostředkem.

Vhodné a pro tento účel použitelné adhezní prostředky mohou zahrnovat epoxidové pryskyřice, akrylové polymery, kyanoakryláty, polyurethany, fenolové pryskyřice, isopreny,

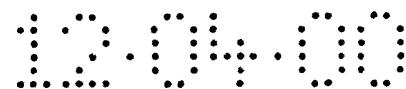


styren butadieny, fluorové polymery, polyestery a polyamidy. Způsoby aplikace uvedených adhezních prostředků mohou zahrnovat nanášení navalováním, clonové nanášení, nanášení rozprašováním nebo pokrývání ve formě tenké vrstvy adhezního prostředku (například teplem tavitelného, samolepicího nebo kontaktního typu). V případě použití adhezních prostředků může ložiskový materiál vyžadovat předběžné zpracování, například takové jako je chemické leptání, zpracování plasmou, ozařování, či zpracování za použití chemických spojovacích prostředků nebo přísad zlepšujících adhezní přilnavost, prováděné ještě před aplikací adhezních prostředků.

Kromě toho je možné vrstvu ložiskového materiálu nanášet v několika vrstvách tak, že se každá další vrstva nanáší na vrchní stranu předcházející vrstvy za vytvoření z hlediska tloušťky silnější nanesené vrstvy.

Rovněž tak je možné, prostřednictvím řízeného ovládnání složení a nanášení kašovitě suspenze během technologického postupu jejího zpracovávání papírenským způsobem, vytvářet nanesenou vrstvu s proměnlivým složením, což, jinak řečeno, znamená existenci dvou nebo více oblastí nanášení, ve kterých se na předchozí nanesenou vrstvu kašovitě suspenze určitého složení nanáší další vrstva kašovitě suspenze jiného složení. Alternativně se mohou vyrábět jednotlivé vrstvy s odlišným složením kašovitě suspenze, které se následně slisují do jediného celku a vytvrdí.

V případě, kdy je ložiskový materiál vytvořený z množství samostatných nanesených vrstev, může každá z těchto vrstev vykazovat odlišné složení kašovitě suspenze. Například, vrstva, která je zamýšlená pro použití jako



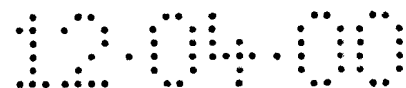
kluzná povrchová plocha ložiska může zahrnovat větší obsah fluorového polymeru než vrstva, která je určena pro vytvoření spodní povrchové plochy, přiléhající k substrátu, a která může zahrnovat další polymery vykazující mnohem účinnější vazební přilnavost k materiálu substrátu. Jinak řečeno, složená ložiskového materiálu se mění skrze jeho tloušťku od složení, které zaručuje mnohem snadnější vazební spojování se substrátem, až ke složení, které poskytuje dosažení dokonalých vlastností ložiskového materiálu.

Tloušťka každé nanášením vytvořené nanesené vrstvy se může měnit v závislosti na její zamýšlené funkci při použití v kombinaci s finálním ložiskem. Vzhledem k tomu jsou využitelné i tenčí vrstvy, které jsou jinak jako takové, z hlediska nemožnosti manipulace s nimi, nevyužitelné, například prostřednictvím vazební vrstvy, uspořádané mezi vlastním kluzným ložiskovým materiálem a pevnou podkladovou vrstvou.

Pevná podkladová vrstva může být opatřena další na ní nanesenou vrstvou polymerního materiálu, který je kompatibilní s fluorovým polymerem, podporující adhezní soudržnosti mezi uvedenou podkladovou vrstvou a nanesenou vrstvou.

Další možnost představuje použití dutého výplňového materiálu, který za tohoto stavu může obsahovat kapalnou látku nebo jiné mazivo postupně se uvolňující během opotřebovávání se ložiskového materiálu.

Podle druhého aspektu předloženého vynálezu se poskytuje ložiskový materiál vytvořený za použití způsobu podle prvního aspektu předloženého vynálezu.



Podle třetího aspektu předloženého vynálezu se poskytuje kluzné ložisko obsahující materiál vytvořený za použití způsobu podle druhého aspektu předloženého vynálezu a vazebně spřažený s materiálem pevné podkladové vrstvy.

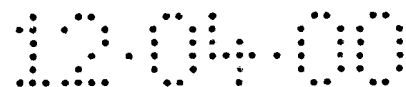
Přehled obrázků na výkresech

Předložený vynález bude, za účelem jeho pochopení v širších souvislostech, blíže objasněn prostřednictvím názorných příkladů jeho konkrétních provedení pouze s odvoláním na připojený diagram, který představuje porovnání ze stavu techniky známého ložiskového materiálu, uloženého na pletivu a zpracovaného impregnací, a ložiskového materiálu podle předloženého vynálezu v závislosti na míře opotřebení jako funkce času.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

Tento příklad ilustruje způsob výroby kluzného ložiska. Způsob zahrnuje vytváření kašovitě suspenze na bázi vody vykazující obsah pevných částic v množství 2 % hmotnostní na celkové objemové množství (tj. 10 kg pevných částic na 500 l vody). Uvedený obsah pevných částic sestává ze 73 % objemových fluorového polymeru (PTFE) (ve formě vodné směsi, ve které je 55 % hmotnostních PTFE dispergováno ve vodě), 10 % objemových zvlákněním fibrilací vytvořených vláken z para-aromatického materiálu (vlákna vykazují průměrnou délku 0,74 mm a průměr 12 až 15 μm), 4 % objemová



grafitového prášku, a 13 % objemových skleněných vláken (vlákna vykazují průměrnou délku 150 μm a průměr 15 μm). V alternativní variantě pro účely ilustrace uváděného příkladného provedení způsobu byl ve složení kašovitě suspenze vypuštěn grafit, obsah PTFE byl snížen na 67 % objemových, obsah skleněných vláken byl ponechán na 13 % objemových, a obsah vláken z para-aromatického materiálu byl zvýšen na 20 % objemových.

Vlákna z para-aromatického materiálu byla fibrilací zvláknována tak, aby byla schopná vytvářet síťovanou strukturu. Zahrnutá skleněná vlákna byla použita jako vyztužovací vlákna. Vzhledem k uváděným skutečnostem by mělo být zřejmé, že použitá vlákna jsou odolná proti působení teplot pohybujících se kolem teploty bodu tavení PTFE (tj. teploty přibližně 330 °C).

Kromě toho způsob dále obsahuje nanášení kašovitě suspenze na drátěné pletivo za účelem odstranění vody obsažené v kašovitě suspenzi odvodňováním za vytvoření nanesené vrstvy, ve které vlákna z para-aromatického materiálu tvoří síťovanou strukturu, obsahující PTFE, grafit, a skleněná vlákna. Uvedená síťovaná struktura, vytvořená prostřednictvím vláken para-aromatického materiálu, vykazuje nahodile orientovanou, a adhezně navzájem spojená vlákna a slouží pro vytvoření nosné vyztužené struktury, která ve svém důsledku umožňuje manipulaci s vytvořenou nanesenou vrstvou. Nanášení vodné kašovitě suspenze bylo prováděno prostřednictvím jejího nastříkávání na drátěné pletivo během za současného přemísťování tohoto drátěného pletiva. Nanesená vrstva je, po odstranění vody jejím odvodňováním skrze drátěné pletivo a vystupování z uvedené vrstvy, samonosná a za tohoto stavu je možné ji

zdvíhat a stahovat z pásu drátěného pletiva, vysoušet a svinovat navíjením.

Za tohoto stavu se nanesená vrstva, která vykazuje tloušťku přibližně 500 mikronů, stáhne z drátěného pletiva a umístí na kovový substrát. Tímto substrátem byl hliníkový plát o tloušťce 0,3 mm. Substrát byl předběžně zpracovaný tvarováním a opatřený kovovými vyvýšeninami, vystupujícími z tohoto substrátu do výšky o velikosti přibližně 0,4 mm. Uvedené vyvýšeniny tvoří okraje děr, procházejících skrze substrát a vytvořených děrováním. Kovový substrát a nanesená vrstva byly podrobeny zpracování průchodem mezi stlačovacími válci za účelem nalisování uvedených vyvýšenin do nanesené vrstvy za pevného spřažení nanesené vrstvy se substrátem. Pro účely ilustrace uváděné příkladné provedení způsobu dále obsahuje krok ohřevu, ve kterém se nanesená vrstva z důvodu zajištění vytvrzení PTFE ohřívá na teplotu nacházející se nad teplotou bodu tavení PTFE. Tento kroku ohřevu, který se uskutečňuje až po provedení vzájemného spřažení nanesené vrstvy se substrátem, se provádí v peci při teplotě 380 °C po dobu trvání 10 minut.

Konečně dohotovený ložiskový materiál vykazuje funkční ložiskovou povrchovou vrstvu, která je vytvořená z nanesené vrstvy jejím vytvrzením a která vykazuje tloušťku 250 mikronů.

Příklad 2

Kašovitá suspenze byla vytvořena způsobem, který se shoduje se způsobem popsáním v souvislosti s Příkladem 1, avšak s tím, že vykazovala následující konečný obsah pevných částic: 65 % objemových PTFE; 20 % objemových Kevlarových

vláken (obchodní označení); a 15 % objemových fluoridu vápenatého (+ stabilizátory a chemické přísady, například takové jako jsou koagulační činidla) ve vysušené vrstvě naneseného materiálu, který vykazoval tloušťku 0,49 mm. Pevnost v tahu dosud nezpevněného materiálu po jeho nanesení, ale ještě před jeho vytvrzováním, byla 0,7 MPa. Tento dosud nezpevněný materiál byl impregnací, uskutečňovanou prostřednictvím průchodu dvou uvedených materiálů mezi stlačovacími válci, zaváděn do průlinčité spékané bronzové vrstvy o tloušťce 0,25 mm, uložené na ocelové podkladové vrstvě. Během tohoto kroku přetváření materiálů jejich průchodem mezi válci dochází kromě zpevňování naneseného materiálu k jeho současné impregnaci do objemu spékané bronzové vrstvy. Impregnací zpracovaný ložiskový materiál byl následně podroben ohřevu na teplotu 380 °C a ponechán na této teplotě po dobu 10 minut za účelem dosažení vytvrzení PTFE. Konečně zpracovaný materiál vykazoval vrstvu ložiskového materiálu, nacházející se nad spékanou průlinčitou vazební vrstvou, o tloušťce 0,165 mm.

Zpracovávání materiálu způsobem podle shora popisovaného příkladu provedení bylo uskutečňováno za použití poloprovazního zkušebního vybavení. Podobně byla výroba tohoto materiálu prováděna na hromadné výrobní lince, na které bylo vytvrzování materiálu dosahováno prostřednictvím indukčního ohřevu, uskutečňovaného přes kovovou podkladovou vrstvu při teplotě 380 °C po dobu přibližně 1 minuty.

Příklad 3

Kašovitá suspenze byla vytvořena způsobem, který je v podstatě stejný jako způsob popsany v souvislosti

s Příkladem 1, avšak s tím, že vykazovala následující konečný obsah pevných částic: 61,8 % objemových PTFE; 20 % objemových Kevlarových vláken (obchodní označení); 13 % objemových skleněných vláken; 3,2 % objemových koloidního oxidu křemíku (jako koagulačního činidla); a 2 % objemová sazí (jako pigmentu) a dalších doplňkových přísad, například stabilizátorů. Pevnost v tahu dosud nezpevněného materiálu po jeho nanesení, ale ještě před jeho vytvrzováním, byla 0,9 MPa. Tento dosud nezpevněný materiál byl impregnací zaváděn do průlinčité spékané bronzové vrstvy o tloušťce 0,25 mm, nanesené na ocelové podkladové vrstvě, průchodem uvedených dvou materiálů skrze válce. Během tohoto kroku přetváření materiálů jejich průchodem mezi válci dochází kromě zpevnování naneseného materiálu k jeho současné impregnaci do objemu spékané bronzové vrstvy. Impregnací zpracovaný ložiskový materiál byl následně podroben ohřevu na teplotu 380 °C a ponechán na této teploty po dobu 10 minut za účelem dosažení vytvrzení PTFE. V alternativním provedení, ve kterém byl proces vytvrzování uskutečňován na průmyslové výrobní lince, byl zpracovávaný materiál podrobován působení indukčního ohřevu, přičemž požadované vytvrzování probíhalo při teplotě 380 °C po dobu přibližně 1 minuty.

Konečně dohotovený materiál vykazoval vrstvu ložiskového materiálu, nacházející se nad spékanou průlinčitou vazební vrstvou, o tloušťce 0,165 mm.

Rychlost opotřebení a charakteristické třecí parametry tohoto materiálu, které byly zjištěné měřením, jsou srovnatelné s charakteristickými parametry dalších, ze stavu techniky známých ložiskových materiálů a výrobků.

Viz Tabulka 1.

Tabulka 1: Charakteristické parametry (míra opotřebení a součinitel tření) třecích materiálů

	Opotřebení (v μm)	Součinitel tření
Ložiskový materiál vytvořený podle předloženého vynálezu	17	0,12
Polymerní ložiskový materiál, vytvořený papírenským způsobem a obsahující PTFE a skleněná vlákna jako výplňový materiál	16	0,15
Standardní ložiskový materiál 1, uložený na pletivu a obsahující PTFE a skleněná a grafitová vlákna jako výplňový materiál	23	0,12
Standardní ložiskový materiál 2, uložený na pletivu a obsahující PTFE a skleněná a grafitová vlákna jako výplňový materiál	42	0,11

Velikost opotřebení byla měřena na válcových ložiskových pánvích za použití zkušebního testu, spočívajícího v podrobování ložiskové pánve vibračnímu kmitání při $PV = 0,18$ po dobu 130,000 cyklů. Součinitel tření byl měřený za použití jehlového (pin-on-disc) tribometru.

Připojený Diagram velikosti opotřebení jako funkce času znázorňuje výsledky zkušebního testování nově vytvořeného ložiskového materiálu impregnovaného do spékané bronzové vrstvy v porovnání s dosavadními ze stavu techniky známými ložiskovými materiály bázi drátěného pletiva. Zkušební testy

byly prováděny na plochých zkušebních vzorcích za použití zkušební aparatury pro měření opotřebení (block-on-ring).

Příklad 4

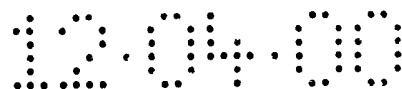
Použitá kašovitá suspenze vykazovala stejné složení jako v Příkladu 3 (61,8 % objemových PTFE atd.). Tloušťka a pevnost materiálu v tahu byla rovněž tak stejná jako v Příkladu 3.

Dosud nezpevněný materiál byl impregnací, uskutečňované průchodem těchto materiálů skrze válce, zaváděn do bronzového pletiva o tloušťce 0,39 mm. Během tohoto kroku přetváření materiálu průchodem mezi válci byl materiál kromě jeho zpevnování současně impregnací zaváděn do bronzového pletiva. Konečná tloušťka ložiskovým materiálem impregnovaného bronzového pletiva byla 0,39 mm. Vytvrzování tohoto materiálu bylo prováděno při teplotě 380 °C po dobu 10 minut.

Příklad 5

Kašovitá suspenze byla vytvořena způsobem, který se v podstatě shoduje se způsobem popsaným v souvislosti s Příkladem 1, avšak s tím, že vykazovala následující konečný obsah pevných částic: 61,8 % objemových PTFE; 20 % objemových Kevlarových vláken (obchodní označení); 13 % objemových skleněných vláken; 3,2 % objemových koloidního oxidu křemíku (jako koagulačního činidla); a 2 % objemová sazí (jako pigmentu) a dalších doplňkových přísad, například stabilizátorů. Tloušťka zpracovávaného materiálu před zhutňováním byla 0,53 mm a pevnost tohoto materiálu v tahu v naneseném stavu byla 0,9 MPa. Na povrch ložiskového

materiálu byl, prostřednictvím navalovacích válců, nanesen adhezni prostředek na bázi fenolové pryskyřice. Povlakem adhezniho prostředku opatřený materiál byl přehřát za účelem aktivace adhezniho prostředku a následně, společně s tenkým plátem z antikorozi oceli jako podkladovou vrstvou o tloušťce 0,3 mm, podroben průchodu skrze stiskovou linii kalandrových válců za vytvoření vrstveného materiálu. Takto vytvořený vrstvený materiál byl po té podroben dvěma průchodům skrze ohřáté válce z důvodu požadovaného zpevnění ložiskového materiálu. Následně, po zpevnění, byl vrstvený materiál ohříván na teplotu 380 °C za účelem vytvrzení PTFE. Takto zpracovaný vrstvený materiál byl následně, pro účely zkušebního testování, zpracovaný do válcové ložiskové pánve. Tloušťka zpevněného ložiskového materiálu po vytvrzování vykazovala hodnotu 0,23 mm. Použití adhezniho prostředku na bázi fenolové pryskyřice bylo výhodné zejména proto, že tento adhezni prostředek je schopný udržovat dobrou adhezni vazbu mezi substrátem a ložiskovým materiálem i po provedení kroku vytvrzování PTFE.



2. Způsob podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že obsah zvlákněním fibrilací vytvořených vláken se pohybuje v rozmezí od 10 do 30 % objemových.

3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že zvlákněním fibrilací vytvořená vlákna zahrnují aromatický materiál.

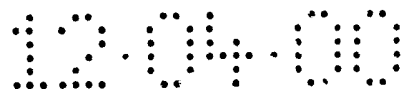
4. Způsob podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že zvlákněním fibrilací vytvořená vlákna zahrnují para-aromatický materiál.

5. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že fluorový polymer zahrnuje polytetrafluorethylen.

6. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že uvedeným fluorovým polymerem je alespoň jeden fluorovým polymer vybraný ze skupiny zahrnující perfluorovaný ethylenpropylen; methylperfluoroalkoxy; perfluoroalkoxy; polytetrafluorethylen; chlortrifluorethylen; tetrafluorethylen-ethylen; polyvinylidendifluorid.

7. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že výplňový materiál ve formě anorganických vláken zahrnuje skleněná nebo uhlíková vlákna.

8. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že anorganické materiály ve formě pevných částic nebo vláken jsou vybrané ze skupiny zahrnující fluorid vápenatý, jílovou hlinku, disulfid



molybdenu, disulfid wolframu, grafit, oxid křemíku, oxid olova, oxid mědi a oxid hliníku.

9. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že kovová vlákna nebo kovové prášky jsou vybrány ze skupiny zahrnující bronz, mosaz, olovo, cín a zinek.

10. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že organický výplňový materiál je vybrán ze skupiny teplem tvrditelných a teplem tvárných pryskyřičných materiálů zahrnující polyethylensulfid; polyethylensulfon; polyimid; nylon 4.6 (polyamid); polyetheretherketon; polyformaldehyd; polyester; polyurethan; polyamid-imid; polyethersulfon; polyethylen-tereftalát a polyetherimid.

11. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že kašovitá suspenze dále obsahuje latexový materiál.

12. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že kašovitá suspenze dále obsahuje koagulační a flokulační činidla.

13. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že tloušťka nanesené vrstvy po jejím nanesení se pohybuje v rozmezí od asi 200 μm do asi 2 mm.

14. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že nanesená vrstva se před krokem vytvrzování zavádí impregnací do průlinčité

vazební vrstvy; nebo do děrované kovové podkladové vrstvy; nebo do pletiva.

15. Způsob podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že tloušťka vrstvy ložiskového materiálu, nacházejícího se nad průlinčitou vazební vrstvou, se po impregnaci a následném zpevňování pohybuje v rozmezí od 50 μm do 400 μm .

16. Způsob podle nároku 15, **vyznačující se tím**, že tloušťka ložiskového materiálu, nacházejícího se nad průlinčitou vazební vrstvou, se před libovolně voleným krokem zpracovávání strojním obráběním pohybuje v rozmezí od 100 μm do 250 μm .

17. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků 14 až 16, **vyznačující se tím**, že jako průlinčitá vazební vrstva je opatřena spékaná bronzová vrstva uložená na ocelové podkladové vrstvě.

18. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků 1 až 13, **vyznačující se tím**, že nanesená vrstva ložiskového materiálu se zpevňuje prostřednictvím stlačování ještě před krokem vytvrzování, poté vytvrzuje a následně připevňuje za použití adhezních prostředků na pevnou podkladovou vrstvu.

19. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků 1 až 13, **vyznačující se tím**, že nanesená vrstva ložiskového materiálu se připevňuje na podkladovou vrstvu za použití adhezních prostředků ještě před krokem vytvrzování, poté zpevňuje prostřednictvím stlačování, a následně vytvrzuje.



20. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků 1 až 13, **vyznačující se tím**, že nanesená vrstva ložiskového materiálu se zpevňuje prostřednictvím stlačování, poté připevňuje na podkladovou vrstvu za použití adhezních prostředků ještě před krokem vytvrzování, a následně vytvrzuje.

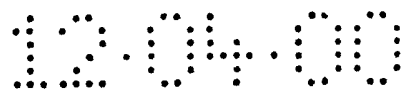
21. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků 1 až 13, **vyznačující se tím**, že nanesená vrstva ložiskového materiálu se adhezně spojuje s podkladovou vrstvou, poté vytvrzuje, a následně zpevňuje.

22. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků 1 až 13, **vyznačující se tím**, že nanesená vrstva ložiskového materiálu se vytvrzuje, poté adhezně spojuje s podkladovou vrstvou, a následně zpevňuje.

23. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků 1 až 13, **vyznačující se tím**, že nanesená vrstva ložiskového materiálu se vytvrzuje, poté zpevňuje, a následně adhezně spojuje s podkladovou vrstvou.

24. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků 18 až 23, **vyznačující se tím**, že adhezním prostředkem je fenolová pryskyřice.

25. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že se vrstva ložiskového materiálu nanáší ve více vrstvách tak, že se každá další vrstva kašovitě suspenze nanáší na vrchní stranu předcházející vrstvy kašovitě suspenze.



26. Způsob podle nároku 25, **vyznačující se tím**, že se složení uvedené další vrstvy kašovitě suspenze odlišuje od složení uvedené předcházející vrstvy kašovitě suspenze.

27. Způsob podle nároku 25 nebo 26, **vyznačující se tím**, že tloušťka každé nanesené vrstvy je odlišná.

28. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků 18 až 27, **vyznačující se tím**, že pevná podkladová vrstva je opatřena vrstvou dalšího polymeru, který je kompatibilní s fluorovým polymerem, podporující adhezní soudržnost mezi podkladovou vrstvou a nanesenou vrstvou.

29. Způsob podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že výplňový materiál obsahuje kapalnou látku nebo jiné mazivo, která se během opotřebování se ložiskového materiálu postupně uvolňuje.

30. Ložiskový materiál vytvořený za použití způsobu podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků 1 až 13.

31. Ložiskový materiál vytvořený za použití způsobu podle kteréhokoli jednoho z předcházejících nároků 14 až 29.

Figure: Wear of bearing material impregnated into porous bronze sinter versus known mesh-based bearing product using block-on-ring test

