

PŘÍHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2001 - 448

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

F 16 C 33/20

C 08 K 3/16

C 08 K 3/22

C 08 L 27/18

B 32 B 15/08

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **28.07.1999**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **07.08.1998**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1998/9817249**

(33) Země priority: **GB**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **16.01.2002**
(Věstník č. 1/2002)

(86) PCT číslo: **PCT/GB99/02461**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO00/08346**

(71) Přihlašovatel:

DANA CORPORATION, Toledo, OH, US;

(72) Původce:

McMeekin Kenneth MacLeod, Riccarton, GB;

Johnston Janette, Riccarton, GB;

(74) Zástupce:

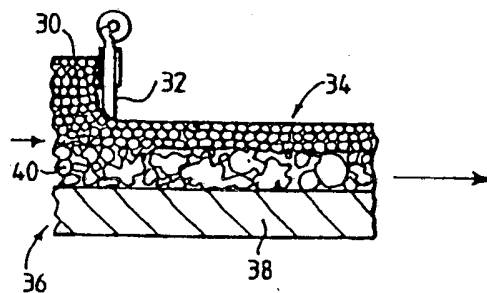
Zelený Pavel JUDr., Hálkova 2, Praha 2, 12000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Ložiskový materiál a způsob jeho výroby

(57) Anotace:

Ložiskový materiál zahrnuje matici z polytetrafluorethylenu, ve které jsou rozptýlené částice, uvedené v procentech objemových. Jedná se o tavením zpracovatelný fluoropolymer, obsažený v množství od 2 do 10 %; anorganické plnivo ve formě částic, obsažené v množství od 10 do 30 %; a keramický materiál ve formě částic, obsažený v množství až do 5 %. Způsob výroby ložiskového materiálu zahrnuje kroky smíchávání vodné disperze polytetrafluorethylenu se 2 až 10 procenty objemovými vodné disperze s 10 až 30 procenty objemovými anorganického plniva ve formě částic a s až 5 % objemovými keramického materiálu, dále koagulování polytetrafluorethylen a fluoropolymeru, odstraňování nadměrné vody, částečné vysoušení zkoagulovaného materiálu, nanášení částic (32) práškového materiálu (20) na substrát (36), čímž je vytvořena vrstva (34) ložiskového materiálu. Následuje petchování a spékání slisované vrstvy (34) ložiskového materiálu.



11.09.01

- 1 -

LOŽISKOVÝ MATERIÁL

JEHO
A ZPŮSOB VÝROBYOblast techniky

Předložený vynález se týká ložiskového materiálu na plastové bázi, kterýžto materiál se nanáší na pevný podkladový materiál za vytvoření ložisek, a způsobu výroby tohoto ložiskového materiálu.

Dosavadní stav techniky

Ze stavu techniky je známa řada různých typů ložiskových materiálů na plastové bázi sestávajících z matrice tvořené plastem a obsahující různá plniva, a nanesených na pevném podkladovém materiálu, například ocelové podkladové vrstvě, opatřené pórovitou vazební mezivrstvou sestávající z bronzových částic spojených s uvedenou ocelovou podkladovou vrstvou spékáním. Jeden z takových materiálů představuje materiál, který sestává z polytetrafluorethylenu (PTFE) obsahujícího částice olova, tento materiál se impregnuje do shora popsané bronzové pórovité vazební mezivrstvy tak, že se na horním povrchu bronzové mezivrstvy ponechá tenká vrstva, obvykle vrstva o tloušťce menší než 25 μm . Tento materiál se vytvoří následujícím postupem: smíchávání vodné disperze polytetrafluorethylenu obsahující plnivo společně s organickým lubrikačním činidlem, například takovým jako je toluen; podrobení takto vytvořené disperze koagulování za vytvoření takzvané "kaše" a následné odstranění nadměrného

11.09.01

množství vody; plošné nanášení mokré kaše na podkladový materiál; aplikování pýchovacího tlaku na vytvořenou kaši tak, že dochází k impregnování této kaše do pórovité vazební mezivrstvy; ohřev za účelem odstranění zbytkové vody a lubrikačního činidla; a, nakonec, ohřev materiálu při teplotě, jejíž velikost se nachází nad bodem tavení PTFE za spékání částic PTFE dohromady. Požadavek na odstraňování zbytkové vody souvisí s tloušťkou vrstvy, která může být nad pórovitou vazební mezivrstvou vytvořena, a to vzhledem k tomu, že obsah zbytkové vody je ve svém důsledku příčinou tvořením vycezenin, které se vyskytuje zejména tehdy, kdy je snaha vytvořit vrstvu větší tloušťky. Nicméně, dokonce i v případech, kdy byla tloušťka povrchové vrstvy omezena na obvykle přípustnou velikost 25 μm a podobně, byla při mikroskopickém přezkoumání spékaného ložiskového materiálu zjištěna určitá pórovitost tohoto ložiskového materiálu.

Normálně, ve většině běžných strojírenských aplikací, pro které se tento typ ložiskového materiálu používá, taková shora zmiňovaná pórovitost zpravidla nepředstavuje žádný větší problém a to zejména proto, že zatěžovací působení, aplikované na příslušné součásti, je obvykle statické, neboli aplikované v jediném směru působení, a taková zatěžovací působení ložiska vytvořená z uvedených ložiskových materiálů schopná přenášet a v odpovídajícím rozsahu jím odolávat.

V poslední době se ložiska, vytvořená z uvedených ložiskových materiálů, využívají v takových strojírenských aplikacích, ve kterých má zatěžovací působení dynamický charakter, což znamená, že směr aplikace zatěžovacího působení se neustále mění, a že takové zatěžovací působení je v axiálním směru délky válcového ložiskového pouzdra

11.09.01

obecně nerovnoměrné, v důsledku čehož se na koncích ložiskového pouzdra vyskytuje okrajové zatěžování. Jednu z takových aplikací představuje použití uvedeného ložiskového materiálu při konstrukci hydraulických zubových čerpadel, která se vyskytují v řadě různých strojírenských aplikací, včetně automobilových vozidel. Se zvyšováním se komplikovanosti konstrukce a technické náročnosti stávajících typů automobilových vozidel, mohou být taková zubová čerpadla v jediném automobilovém vozidle použita v řadě různých, zcela odlišných aplikací, které mohou zahrnovat například aplikace ve spojení s olejovým čerpadlem; s čerpadlem posilovače řízení; s čerpadly pro nastavování a regulování polohy sedadel; jakož i řadu dalších použití. Konstrukční provedení takových čerpadel obvykle zahrnuje dvě navzájem zabírající ozubená kola, z nichž každé je na obou svých stranách v axiálním směru nesené a podepřené prostřednictvím slepých hřídelí, a tyto slepé hřídele jsou zase nesené a podepřené prostřednictvím ložiskových pouzder shora popsaného typu, které jsou odpovídajícím způsobem uložené v příslušném víku, kterážto víka tvoří skříň tekutinového čerpadla. Ložiskové materiály na plastové bázi, používané ve spojení s těmito konstrukčními aplikacemi, jsou z důvodu jejich selhávání nevyhovující. Má se za to, že mechanismus jejich selhávání se je způsobovaný skutečností, že například olej, přečerpávaný mezi zuby navzájem zabírajících ozubených kol, uplatňuje na uvedená ozubená kola vysoké zatěžovací působení, které má tendenci a vede k odtlačování těchto ozubených kol od sebe, což ve svém důsledku zapříčiňuje ohýbání nosných slepých hřídelí a jejich vychylování vzhledem k axiálním osám podepření v ložiskových pouzdrech, což zase ve svém důsledku zapříčiňuje vytváření bočního okrajového zatěžování na koncích těchto ložiskových pouzder.

11.09.01

Toto zatěžování, vyvolávané vychylováním nosných slepých hřídelí, u určitých ložiskových materiálů jako takové, samo o sobě, způsobuje na koncových čelech ložiskových pouzder, v místech největšího zatížení, tečení přes zkosený okraj, které v oblasti tohoto zkoseného okraje iniciuje vznik trhlin. Takto vytvořená trhlina se poté, v důsledku nerovnoměrného tlaku mezi opačnými konci ložiskového pouzdra, zvětšuje a šíří do vrtání tohoto ložiskového pouzdra. Shora popsaným mechanismem vytvořenou a přes ložiskovou výstelku se šířící trhlinu pak oplachuje tlakový olej a protéká skrze ní, v důsledku čehož dochází ke kavitační erozi, která způsobuje mechanickou degradaci ložiskového materiálu. Jako příčina uvedené iniciace tečení polymerního materiálu přes zkosené koncové okraje ložiskových pouzder byl identifikována nedostatečná pevnost a houževnatost materiálu ložiskového pouzdra, která je částečně způsobená pórovitostí použitého ložiskového materiálu na plastové bázi.

V patentovém dokumentu GB-B 2 196 876 se popisuje zdokonalený ložiskový materiál, který je konkrétně určený pro použití ve spojení se shora popsanou aplikací při konstrukci zubových čerpadel. Ložiskový materiál, popsáný v tomto dokumentu, zahrnuje tetrafluorethylenovou pryskyřici, tetrafluorethylen/hexafluorpropylen kopolymer a/nebo tetrafluorethylen/perfluoroalkylvinylether kopolymer, a jako plnivo kovovou slitinu na bázi olovo-cín, a tento materiál se shora popsaným způsobem impregnuje do spékané bronzové pórovité vazební mezivrstvy, opatřené na ocelovém substrátu. Přestože ve srovnání s dalšími známými materiály, používanými při konstrukci zubových čerpadel jako ložiskové materiály, představuje tento materiál zřetelně výrazné zdokonalení, vykazuje nevýhodu v tom, že obsahuje olovo,

11.09.01

které je z ekologického hlediska nevhodné a nežádoucí zejména v době, kdy dochází k vyřazování motorů a příslušných dílčích součástí, ve kterých jsou upotřebena ložiska obsahující olovo, z funkčního provozu.

Podstata vynálezu

Vzhledem k uvedeným skutečnostem je proto cílem předloženého vynálezu poskytnout takový ložiskový materiál, který vykazuje jednak zvýšenou odolnost proti tečení a proti kavitační erozi, a jednak zvýšenou odolnost proti opotřebení vyběháním a únavovou pevnost, a který současně zajišťuje zachování odpovídajících třecích vlastností (nízký koeficient tření) srovnatelných s existujícími, ze stávajícího stavu techniky známými ložiskovými materiály, a zcela eliminuje nežádoucí použití olova.

Dalším cílem předloženého vynálezu je poskytnout takový ložiskový materiál, jehož výrobní náklady jsou srovnatelné s výrobními náklady existujících ložiskových materiálů nebo dokonce i nižší.

V souladu s prvním aspektem předloženého vynálezu se proto navrhuje ložiskový materiál zahrnující matici tvořenou polytetrafluorethylenem a obsahující, v % objemových, v ní dispergované: tavením zpracovatelný fluoropolymer, obsažený v množství od 2 do 10 %; anorganické plnivo ve formě částic, obsažené v množství od 10 do 30 %; a keramický materiál ve formě částic, obsažený v množství až do 5 %.

01-448
11.09.01

Uvedeným tavením zpracovatelným fluoropolymerem může být pouze takový tavením zpracovatelný fluoropolymer, který je k dispozici ve vodné disperzi, kterým může například být jeden nebo více polymerů zvolených ze skupiny obsahující: monofluoralkoxy (MFA); fluorovaný polymer ethylenu a propylenu (FEP); a perfluoralkylvinylether (PFA). Nicméně, pro uvedené účely se jako tavením zpracovatelný fluoropolymer přednostně použije monofluoralkoxy.

Pro uvedené účely je výhodné, jestliže se obsah tavením zpracovatelného fluoropolymeru pohybuje v množství od 4 do 8 % objemových.

Tavením zpracovatelný fluoropolymer zajišťuje vyšší pevnost a houževnatost plastové matrice a zvyšuje odolnost proti kavitační erozi.

Anorganickým plnivem ve formě částic, použitým pro uvedené účely, může být alespoň jeden materiál zvolený ze skupiny obsahující: fluorid vápenatý; fluorid hořečnatý; fluorid strontnatý; oxidy kovů, zahrnující například oxidy železa, oxid hlinitý, oxid titaničitý; a hydroxidy kovů, například hydroxid hlinitý. Kromě toho může být jako anorganické plnivo použitý jakýkoliv další materiál známý ze stavu techniky jako materiál, který je použitelný jako plnivo pro ložiskové materiály na plastové bázi. Nicméně, pro uvedené účely se jako anorganické plnivo přednostně použije fluorid vápenatý.

Pro uvedené účely je výhodné, jestliže se rozměrová velikost částic anorganického plniva pohybuje v rozmezí od 0,1 do 10 μm . Ještě výhodnější je, jestliže se rozměrová velikost částic pohybuje v rozmezí od 0,5 do 5 μm .

11.09.01

Pro uvedené účely je dále výhodné, jestliže se obsah anorganického plniva pohybuje v množství od 15 do 25 % objemových.

Keramickým plnivem ve formě částic, použitým pro uvedené účely, může být alespoň jeden materiál zvolený ze skupiny obsahující například: oxid hlinitý; oxid křemičitý; oxid zirkoničitý; a diamant. Nicméně, pro uvedené účely se jako keramické plnivo přednostně použije oxid hlinitý.

Pro uvedené účely je výhodné, jestliže použité keramické plnivo ve formě částic vykazuje částice menší než 100 nanometrů, a je ještě výhodnější, jestliže vykazuje částice menší než 50 nanometrů (tj. částice menší než 0,1 μm , a ještě výhodněji částice menší než 0,05 μm).

Pro uvedené účely je dále výhodné, jestliže se obsah keramického materiálu leží pohybuje v množství od 0,5 do 3,5 % objemových.

Přestože mohou být jednotlivé materiály v příslušném ložiskovém materiálu obsažené v anorganickém plnivu i v keramickém plnivu duplikovaně (to znamená, že oxid hlinitý může být obsažený jak v anorganickém plnivu, tak i v keramickém plnivu), je rozměrová velikost částic těchto dvou základních složek, jak bylo uvedeno shora, rozdílná. Má se za to, že anorganické plnivo napomáhá při přenášení zatěžovacího působení a zvyšuje odolnost ložiska proti opotřebení vyběháním, zatímco keramické plnivo zajišťuje vyšší pevnost materiálu a zvyšuje odolnost polymerní matrice proti kavitační erozi.

11.09.01

V souladu s druhým aspektem předloženého vynálezu se proto navrhuje způsob výroby shora zmiňovaného ložiskového materiálu, kterýžto způsob zahrnuje kroky:

smíchávání vodné disperze polytetrafluorethylenu se 2 až 10 % objemovými vodné disperze tavením zpracovatelného fluoropolymeru, s 10 až 30 % objemovými anorganického plniva ve formě částic, a s až 5 % objemovými keramického materiálu ve formě částic;

společné koagulování polytetrafluorethylenu a tavením zpracovatelného fluoropolymeru;

odstraňování nadměrného množství vody;

alespoň částečné vysoušení společně zkoagulovaného materiálu;

plošné nanášení částic alespoň částečně vysušeného materiálu na substrát za vytvoření vrstvy ložiskového materiálu;

pěchovací lisování nanesené vrstvy;

vysoušení pěchováním slisované vrstvy za účelem odstranění zbytkové vody; a

spékání vysušené, pěchováním slisované vrstvy při teplotě, jejíž velikost se nachází nad bodem tavení polytetrafluorethylenu.

Při kroku společného koagulování dochází k obalení a zapouzdření částic anorganického a keramického plniva

polytetrafluorethylenem a tavením zpracovatelným fluoropolymerem. Další výhodou malé rozměrové velikosti částic keramického plniva ve formě částic jako jedné ze základních složek ložiskového materiálu spočívá v tom, že toto keramické plnivo samo o sobě působí jako koagulační činidlo. Vzhledem k uvedené skutečnosti tedy může být, například, vypuštěno přidávání samostatného koagulačního činidla, například takového jako je dusičnan hlinitý, v důsledku čehož je možné učinit výrobu příslušného ložiskového materiálu jednodušší a z ekonomického hlediska hospodárnější.

Po odstranění příslušného nadměrného množství vody dekantací se musí mokrý, společně zkoagulovaný materiál podrobovat alespoň částečnému vysoušení za účelem odstranění zbývajících množství vody. Nicméně, v získaném výsledném zkoagulovaném materiálu může být určité množství vody ponecháno a to z toho důvodu, že toto množství vody působí ve spojení s částicemi prášku základních složek, během plošného nanášení a přechovacího lisování na substrát, jako lubrikační činidlo. Za účelem dosažení vyhovujících vlastností z hlediska plošného nanášení a přechovacího lisování se může do zpracovávaného materiálu s výhodou přidávat malé množství dalšího doplňkového lubrikačního činidla. Tímto lubrikačním činidlem může být například kapalný uhlovodík.

V alternativním provedení je možné získaný zkoagulovaný materiál v podstatě podrobit úplnému vysušení a následně do tohoto vysušeného materiálu, za účelem lubrikace částic vysušeného prášku pro provádění kroků plošného nanášení a přechovacího lisování tohoto prášku, přidat samostatné kapalné lubrikační činidlo, například takové jako je kapalný uhlovodík.

11.09.01

Ve shora popsaném způsobu, navrhovaném podle předloženého vynálezu, představují stanovená rozmezí množství jednotlivých základních složek, ve kterých jsou uvedené složky obsažené v ložiskovém materiálu, rozmezí množství, ve kterých se tyto základní složky nachází ve finálním ložiskovém materiálu po spékání.

V přednostním provedení předloženého vynálezu může být substrátem, na který se plošně nanáší směs prášku a lubrikačního činidla, kovový pás opatřený na něm upravenou pórovitou vrstvou, která je určena pro a do které se impregnuje nanesená vrstva. Touto pórovitou vrstvou může být například vrstva tvořená bronzovými částicemi a spojená s kovovou podkladovou vrstvou, vytvořenou například z oceli, spékáním, která je ze stavu techniky známá. Za tohoto stavu je možné docílit vytvoření ložiskového materiálu ve formě pásu, a tento pásový ložiskový materiál za použití známých technologických zpracovávat za vytvoření například válcových nebo poloválcových ložiskových pouzder.

Částečně vysušený prášek nebo částečně vysušenou směs prášku a lubrikačního činidla je možné podrobovat pěchovacímu lisování nebo impregnování do pórovité vrstvy za použití například pěchovací válcovací stolice.

Odpovídající, předem stanovená konečná rozměrová velikost takto vytvořeného ložiskového materiálu, opatřeného kovovou podkladovou vrstvou, se může zajišťovat za použití operace válcování tak, že se prostřednictvím provedení této operace docílí vytvoření materiálu vykazujícího přesnou tloušťkou stěny v celém jeho rozsahu.

Specifická výhoda ložiskového materiálu navrhovaného podle předloženého vynálezu spočívá v tom, že ve finálním stavu nevykazuje v podstatě žádnou pórovitost, což je způsobené v důsledku toho, že převážná většina vody obsažené ve výchozích vodných disperzích je v podstatě odstraněna již v počátečním fázi procesu zpracovávání ložiskového materiálu, přičemž v každém případě je tato obsažená voda odstraněna před podrobováním zpracováváné směsi pěchovacímu lisování do v podstatě pevného stavu. Takto, vzhledem k uvedenému, je po provedení pěchovacího lisování nezbytné odstraňovat pouze relativně malé množství vody a/nebo relativně větší množství odpařitelného lubrikačního činidla, což ve svém důsledku způsobuje, že zpracovaný ložiskový materiál nevykazuje žádnou pórovitost, a výslovně umožňuje, což je obzvláště významné, vytváření podstatně silnější povrchové vrstvy, jejíž tloušťka nad pórovitou vazební vrstvou vykazuje velikost až přibližně 100 μm , bez přítomnosti nežádoucích vycezenin. Podle způsobu navrhovaného podle předloženého vynálezu je, jako přímý důsledek, možné, na základě navrhovaného ložiskového materiálu na plastové bázi, docílit vytvoření ložiskové výstelky, která vykazuje dobrou obrobitelnost, což umožňuje její odpovídající zpracovávání obráběním na přesnou rozměrovou velikost. Pro srovnání, standardně používané ložiskové materiály tvoří v povrchové vrstvě nežádoucí vycezeniny již při snaze o docílení povrchové vrstvy, jejíž tloušťka vykazuje velikost větší než 40 μm .

Prášek po jeho podrobení alespoň částečnému vysoušení obsahuje částice sestávající ze shora zmiňovaných základních složek ložiskového materiálu ve v podstatě rovnoměrném distribučním rozložení.

V alternativním provedení může být příslušná směs namísto plošného nanášení prášku na substrát zpracovávána například prostřednictvím technologie vytlačování do tvaru monolitického proužku nebo pásu, které je možné dále podrobovat vysoušení a spékání shora popsaným způsobem.

Při provádění způsobu podle předloženého materiálu se všechny základní složky ložiskového materiálu s výhodou smíchávají společně v jediném kroku ještě před jejich podrobováním společné koagulaci. Bylo totiž zjištěno, že současné smíchávání všech základních složek společně v jediném kroku zajišťuje vytvoření více homogenních částic prášku.

Malá rozměrová velikost částic keramického plniva ve spojení s ložiskovým materiálem podle předloženého vynálezu způsobuje, že toto keramické plnivo jako takové samo účinně působí jako koagulační činidlo. Nicméně, tato skutečnost přesto nevyklučuje, jestliže je to žádoucí za účelem docílení dalšího usnadnění zpracovávání, možnost do směsi přidávat další samostatné koagulační činidlo.

Přehled obrázků na výkresech

Předložený vynález bude blíže vysvětlen na základě dále, pouze pro ilustrační účely uvedeného podrobného popisu jeho konkrétního příkladného provedení ve spojení s připojenou výkresovou dokumentací, ve které představuje:

obr. 1 schématické znázornění jednotlivých kroků postupu zpracování ložiskového materiálu na plastové bázi podle předloženého vynálezu;

obr. 2 sloupcový diagram znázorňující porovnání naměřené únavové pevnosti ložiskového materiálu podle předloženého vynálezu a dalších, ze stavu techniky známých ložiskových materiálů;

obr. 3 sloupcový diagram znázorňující porovnání opotřebení ložiskových materiálů, stejných jako na obr. 2, vyběháním; a

obr. 4 schématický pohled na zkušební aparaturu "Vulcan", která byla použita pro zjišťování výsledků znázorněných na obr. 2 a 3.

Příklady provedení vynálezu

S odvoláním na obr. 1 připojené výkresové dokumentace, který schématicky znázorňuje jednotlivé kroky postupu zpracovávání ložiskového materiálu podle předloženého vynálezu, použité při výrobě tohoto ložiskového materiálu, kterýžto ložiskový materiál vykazuje po spékání konečné složení: polytetrafluorethylen (PTFE); 5 % objemových monofluoralkoxy (MFA); 19 % objemových fluoridu vápenatého; a 2 % objemová oxidu hlinitého.

Vodná disperze nestabilizovaného PTFE byla společně s odpovídajícím množstvím vodné disperze MFA, fluoridu vápenatého v práškové formě, a koloidního oxidu hlinitého ve směšovací míchači 10 smíchána do společné vodné disperse (Krok A).

Bouřlivé víření ve směšovací míchači způsobuje uvádění částic PTFE a ostatních základních složek směsi do vzájemného styku, částice se shlukují a slepují dohromady, přičemž se zvětšuje jejich rozměrová velikost a dochází k vázání a pohlcování částic anorganického a keramického plniva, čehož výsledkem je docílení jejich společné koagulace. Následně se z takto získaného, společně zkoagulovaného materiálu odstraní nadměrné množství vody a mokrá pevná látka (kaše) se převede a umístí do mělkých deskových zásobníků 12, uspořádaných v sušicí komorové peci 14 (Krok B). Výsledkem tohoto vysoušení je vytvoření vysušeného prášku sestávajícího z částic 20, které zahrnují všechny základní složky směsi (Krok C). Poté se tento vysušený prášek za použití míchače 24 smíchává s lubrikačním činidlem na bázi uhlovodíku (Krok D). výsledkem tohoto zpracování je vytvoření prášku sestávajícího z částic 20 obsahujících lubrikační činidlo 28, které je absorbované do povrchu částic prášku a ve spárách, které povrch těchto částic vykazuje (Krok E). Směs 30 vysušeného prášku a lubrikačního činidla se poté převede do nanášecího a roztíracího nástroje 32, jehož prostřednictvím se provede nanesení vrstvy 34 uvedené směsi v předem stanovené tloušťce na substrát 36. Tento substrát 36 sestává z ocelové podkladové vrstvy 38, která je opatřena ze stavu techniky známou pórovitou vrstvou 40 spékáním zpracovaných bronzových částic (Krok F). Poté se substrát 36 s pórovitou vrstvou 40 a vrstva 34 podrobují působení pěchovací válcovací stolice 44, jehož výsledkem je současné napěchování vrstvy 34 a naimpregnování této vrstvy 34 do spár pórovité vrstvy 40 za vytvoření tenké vrstvy 48, ponechané na horním povrchu bronzové pórovité vrstvy 40 (Krok G). Poté se naimpregnovaný pás 50 ložiskového materiálu prostřednictvím jeho průchodu skrze sušicí komorovou pec (není znázorněna)

podrobuje pozvolnému ohřevu za účelem odstranění v něm obsaženého lubrikačního činidla 28 (Krok H). Takto vysušený a naimpregnovaný pás 50 ložiskového materiálu se poté podrobuje zpracovávání ve spékací peci 56, například takové jako je indukční ohřívací pec, za podmínek, které odpovídají době spékání přibližně 10 minut při teplotě přibližně 380 °C (Krok I). Následně se takto zpracovaný, spékání podrobený pás ložiskového materiálu podrobuje procházení skrze druhou válcovací stolicí 60, jehož účelem je zpracovávání pásu 50 ložiskového materiálu válcováním na odpovídající rozměrovou velikost tak, aby bylo docíleno požadované stanovené tloušťky stěny pásu v celém rozsahu (Krok J).

Takto vytvořený pás 50 ložiskového materiálu byl poté zpracovaný tvarováním za vytvoření ložiskových pouzder a tato ložisková pouzdra byla podrobena zkušebnímu testování na ze stavu techniky známé zkušební aparatuře 70, která je na trhu dostupná pod obchodním označením "Vulcan" (ochranná známka), a která je příkladně znázorněná na obr. 4. Tato zkušební aparatura 70 sestává z testovacího vřetena 72, které je uložené a otáčí se v ložiscích 74, tvořených shora uvedenými ložiskovými pouzdry a určených ke zkušebnímu testování, a které je uváděné do chodu a poháněné elektrickým motorem 76 prostřednictvím V-řemenů 78. Příslušné zatěžovací působení se na testovaná ložiska 74 aplikuje prostřednictvím zatěžovacího válce 80, ve kterém se příslušné skutečné zatěžovací působení generuje hydraulicky prostřednictvím hydraulického čerpadla (není znázorněno) a funkční činnosti regulačních ventilů 84. Velikost zatěžovacího působení, které se aplikuje na testovaná ložiska, se měří prostřednictvím tenzometru 88.

Podmínky zkušebního testování byly následující: povrchová třecí rychlost testovacího vřetena, poskytovaná jeho otáčením, o velikosti 4,95 m/s; a podmínky zatěžování podle obr. 2 a 3. Míra únavy materiálu byla vyhodnocována na základě porovnání naměřených hodnot se známými standardy a kritérii.

Zkušebnímu testování byly podrobeny následující ložiskové materiály:

(1) 78 % obj. PTFE; 20 % obj. CaF_2 ; a 2 % obj. Kevlaru (obchodní označení);

(2) 71 % obj. PTFE; 7 % obj. FEP; 18 % obj. CaF_2 ; a 4 % obj. Kevlaru (obchodní označení);

(3) materiál podle předloženého vynálezu, jeho složení je podrobně popsáno shora; a

(4) komerčně dostupný materiál, známý pod obchodním označením NDC FR150 a podrobně popsáný ve shora zmiňovaném patentovém dokumentu GB-B 2 196 876, který sestává z PTFE; FEP; a slitiny cínu ve formě prášku.

Jak může seznatelné z obr. 2, jsou naměřené výsledné hodnoty únavy ložiskového materiálu navrhovaného podle předloženého vynálezu (materiál 3) bez ohledu na aplikované zatěžovací působení velmi konzistentní, neboli v podstatě shodné, a o něco lepší než naměřené hodnoty ložiskového materiálu (4), zejména v oblasti zatěžovacího působení o velikosti mezi 80 a 120 MPa, protože míra únavy tohoto ložiskového materiálu není v této oblasti ani větší a ani menší.

Nicméně, při pohledu na vyhodnocení naměřených výsledných hodnot opotřebení ložiskového materiálu vyběháním, které je, prostřednictvím sloupcového diagramu, znázorněné na obr. 3, je zřejmé, že míra opotřebení ložiskového materiálu navrhovaného podle předloženého vynálezu (3) vyběháním je v případě zatěžovacího působení prostřední velikosti podstatně lepší než míra opotřebení ložiskového materiálu (4), přičemž tato míra opotřebení navrhovaného ložiskového materiálu vyběháním představuje pouze přibližně jednu třetinu míry opotřebení ložiskového materiálu (4). Míra opotřebení ložiskového materiálu vyběháním představuje významné kritérium vzhledem k tomu, že toto opotřebení determinuje okamžik, kdy by mělo být takto vyběhané ložisko nebo jeho příslušné součásti nahrazeny nebo vyřazeny z funkčního provozu. V důsledku uvedené skutečnosti bude nižší míra opotřebení ložiskového materiálu vyběháním zaručovat delší životnost a tím i delší možnost využívání z tohoto ložiskového materiálu vytvořených ložisek nebo strojních součástí, tato ložiska obsahujících.

Z naměřených výsledných hodnot může být tudíž evidentně seznatelné, že ložiskový materiál a způsob jeho výroby, navrhované podle předloženého vynálezu, poskytují, ve srovnání s ložiskovými materiály známými z dosavadního stavu techniky, podstatné zlepšení charakteristických vlastností ložisek z tohoto ložiskového materiálu vytvořených.

Zastupuje:

PATENTOVÉ NÁROKY

(upravené)

1. Způsob výroby ložiskového materiálu, **vyznačující se tím**, že tento způsob zahrnuje kroky:

smíchávání (10) vodné disperze polytetrafluorethylenu se 2 až 10 % objemovými vodné disperze tavením zpracovatelného fluoropolymeru, s 10 až 30 % objemovými anorganického plniva ve formě částic, a s až 5 % objemovými keramického materiálu ve formě částic;

společné koagulování polytetrafluorethylenu a tavením zpracovatelného fluoropolymeru;

odstraňování nadměrného množství vody;

alespoň částečné vysoušení (14) společně zkoagulovaného materiálu pro zhotovení alespoň částečně vysušeného práškového materiálu (20);

plošné nanášení (32) částic alespoň částečně vysušeného práškového materiálu (20) na substrát (36) za vytvoření vrstvy (34) ložiskového materiálu;

pěchovací (44) lisování nanesené vrstvy;

vysoušení pěchováním slisované vrstvy za účelem odstranění zbytkové vody; a

spékání (56) vysušené, pěchováním slisované vrstvy při teplotě, jejíž velikost se nachází nad bodem tavení polytetrafluorethylenu.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že substrátem (36), na který se nanáší částečně vysušený práškový materiál (20), je kovový pás (38) opatřený pórovitou vrstvou (40), do které se uvedená plošně nanesená vrstva (30) impregnuje.

3. Způsob podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že pórovitá vrstva (40) obsahuje bronzové částice spojené spékáním s kovovou podkladovou vrstvou (38).

4. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že vodná disperze polytetrafluorethylenu je ve formě nestabilizovaného polytetrafluorethylenu.

5. Způsob podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že se smíchávání všech základních složek ložiskového materiálu uskutečňuje společně v jediném kroku.

6. Způsob podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že krok plošného nanášení alespoň částečně vysušeného práškového materiálu na substrát je nahrazený krokem zpracovávání směsi protlačováním za vytvoření monolitického proužku nebo pásu, který se poté podrobuje vysoušení a spékání.

7. Způsob podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že se do alespoň částečně vysušeného práškového materiálu (20) dále přidává samostatné kapalné lubrikační činidlo (28).

8. Způsob podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že se mokrá zkoagulovaný materiál podrobuje v podstatě úplnému vysoušení za vytvoření práškového materiálu (20).

9. Způsob podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že se tento práškový materiál (20) smíchává s kapalným

lubrikačním činidlem (28) ještě před jeho plošným nanášením na substrát.

10. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že kapalným lubrikačním činidlem (28) je uhlovodík.

11. Způsob podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že se koagulování polytetrafluorethylenu uskutečňuje na základě malé rozměrové velikosti částic keramického materiálu ve formě částic.

12. Způsob podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že se do zpracovávané směsi přidává samostatné koagulační činidlo.

13. Ložiskový materiál (34) na plastové bázi získaný způsobem podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že zahrnuje matici tvořenou polytetrafluorethylenem a obsahující, v % objemových, v ní dispergované: tavením zpracovatelný fluoropolymer, obsažený v množství od 2 do 10 %; anorganické plnivo ve formě částic, obsažené v množství od 10 do 30 %; a keramický materiál ve formě částic, obsažený v množství až do 5 %.

14. Ložiskový materiál podle nároku 13, **vyznačující se tím**, že tavením zpracovatelným fluoropolymerem je jeden nebo více polymerů zvolených ze skupiny obsahující: monofluoralkoxy (MFA); fluorovaný polymer ethylenu a propylenu (FEP); a perfluoralkylvinylether (PFA).

15. Ložiskový materiál podle nároku 13 nebo 14, **vyznačující se tím**, že obsah tavením zpracovatelného

11.09.01

fluoropolymeru se pohybuje v množství od 4 do 8 % objemových.

16. Ložiskový materiál podle kteréhokoli z předcházejících nároků 13 až 15, **vyznačující se tím**, že anorganické plnivo ve formě částic zahrnuje alespoň jeden materiál zvolený ze skupiny obsahující: fluorid vápenatý; fluorid hořečnatý; fluorid strontnatý; oxidy kovů; a hydroxidy kovů.

17. Ložiskový materiál podle kteréhokoli z předcházejících nároků 13 až 16, **vyznačující se tím**, že obsah anorganického plniva se pohybuje v množství od 15 do 25 % objemových.

18. Ložiskový materiál podle kteréhokoli z předcházejících nároků 13 až 17, **vyznačující se tím**, že keramické plnivo ve formě částic zahrnuje alespoň jeden materiál zvolený ze skupiny obsahující: oxid hlinitý; oxid křemičitý; oxid zirkoničitý; a diamant.

19. Ložiskový materiál podle kteréhokoli z předcházejících nároků 13 až 18, **vyznačující se tím**, že obsah keramického plniva se pohybuje v množství od 0,5 do 3,5 % objemových.

20. Ložiskový materiál podle kteréhokoli předcházejících nároků 13 až 19, **vyznačující se tím**, že anorganické plnivo vykazuje rozměrovou velikost částic pohybující se v rozmezí od 0,1 do 10 μm .

21. Ložiskový materiál podle nároku 20, **vyznačující se tím**, že rozměrová velikost částic se

11.09.01

pohybuje v rozmezí od 0,5 do 5 μm .

22. Ložiskový materiál podle kteréhokoli z předcházejících nároků 13 až 21, **vyznačující se tím**, že rozměrová velikost částic keramického plniva je menší než 100 nanometrů.

23. Ložiskový materiál podle nároku 22, **vyznačující se tím**, že rozměrová velikost částic je menší než 50 nanometrů.

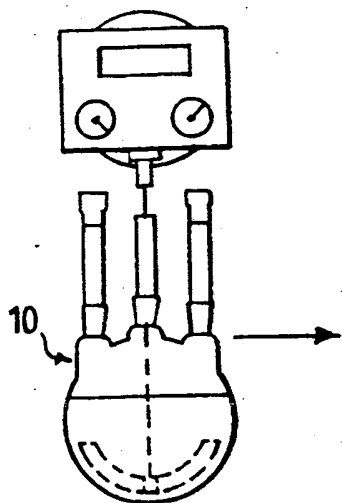
24. Ložisko vytvořené z ložiskového materiálu podle kteréhokoli z předcházejících nároků 13 až 23.

25. Ložisko podle nároku 24, **vyznačující se tím**, že ložiskový materiál je naimpregnovaný do pórovité vrstvy (40).

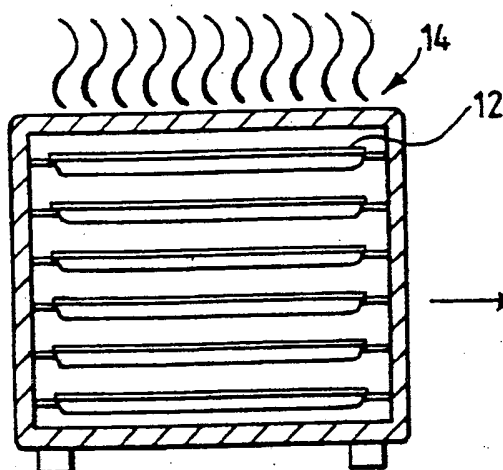
26. Ložisko podle nároku 25, **vyznačující se tím**, že pórovitá vrstva zahrnuje vrstvu spékaných bronzových částic.

27. Ložisko podle nároku 25 nebo 26, **vyznačující se tím**, že vrstva ložiskového materiálu, nacházející se nad horním povrchem pórovité vrstvy, vykazuje tloušťku pohybující se v rozmezí od 25 do 100 μm .

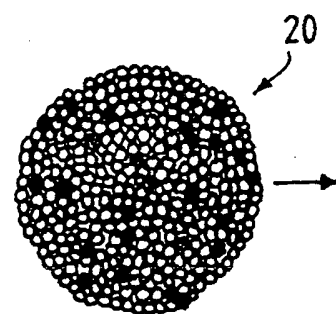
Zastupuje:



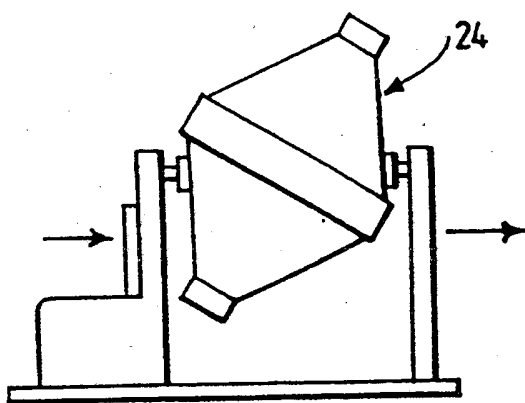
Obr.1A



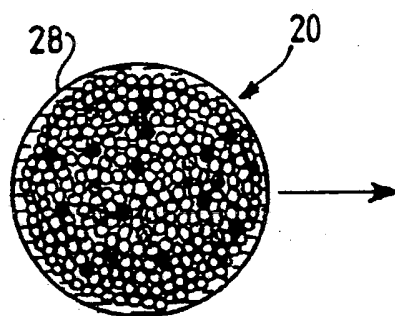
Obr.1B



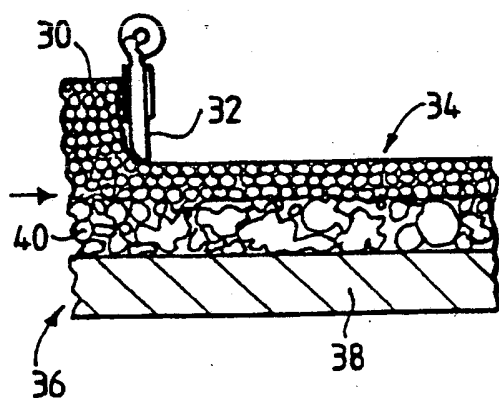
Obr.1C



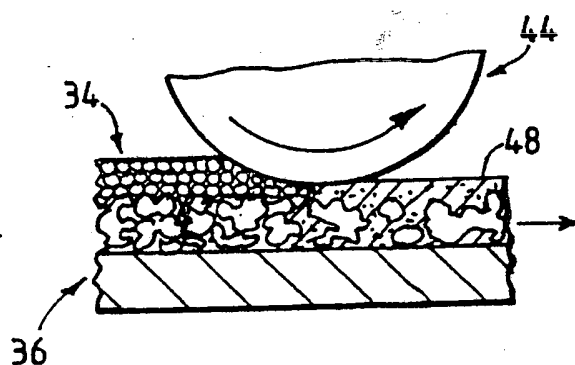
Obr.1D



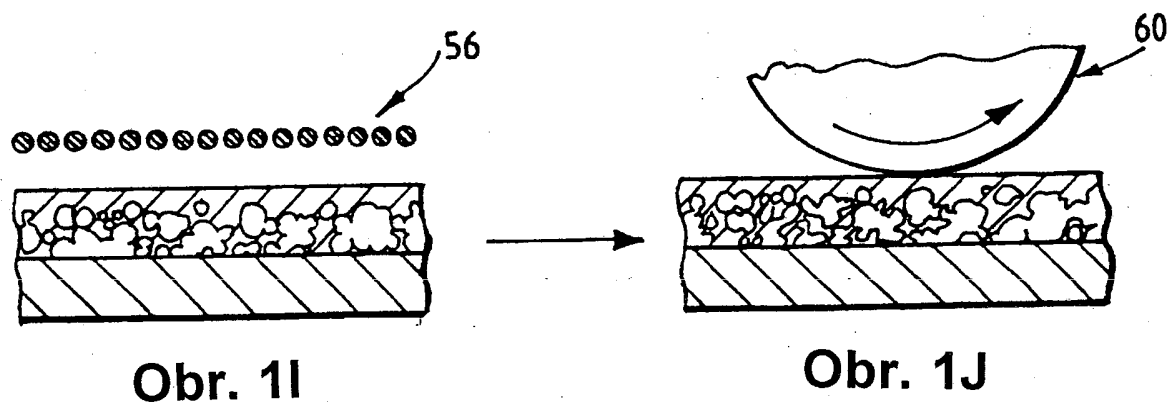
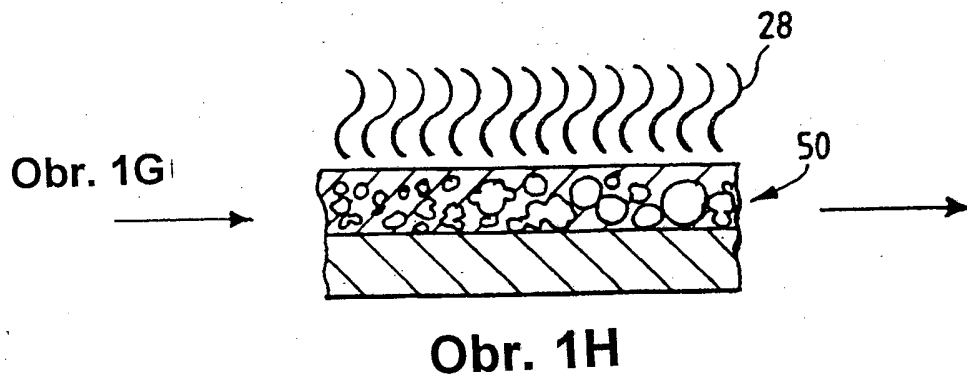
Obr. 1E



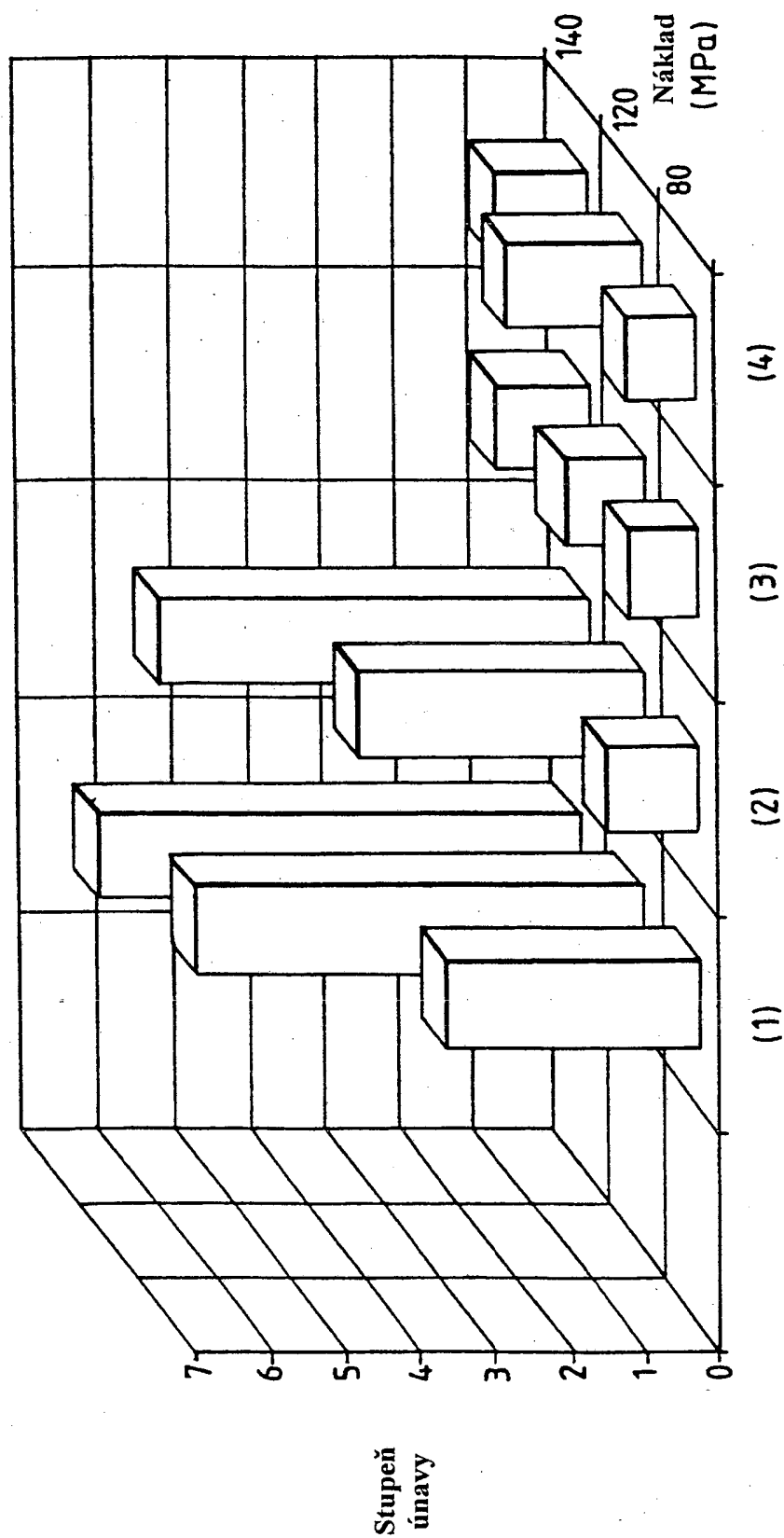
Obr. 1F



Obr.1G



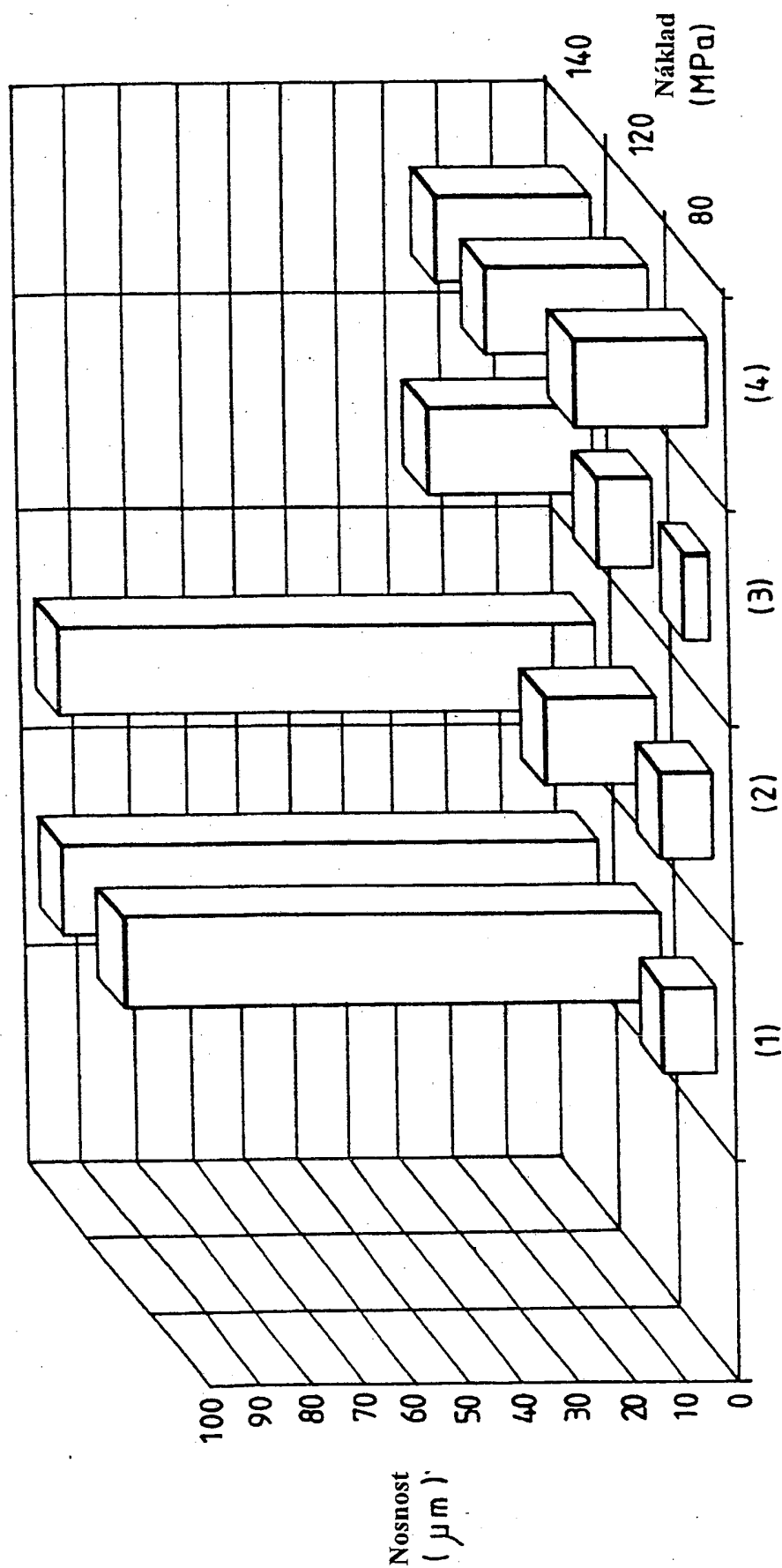
11.09.01



Materiál

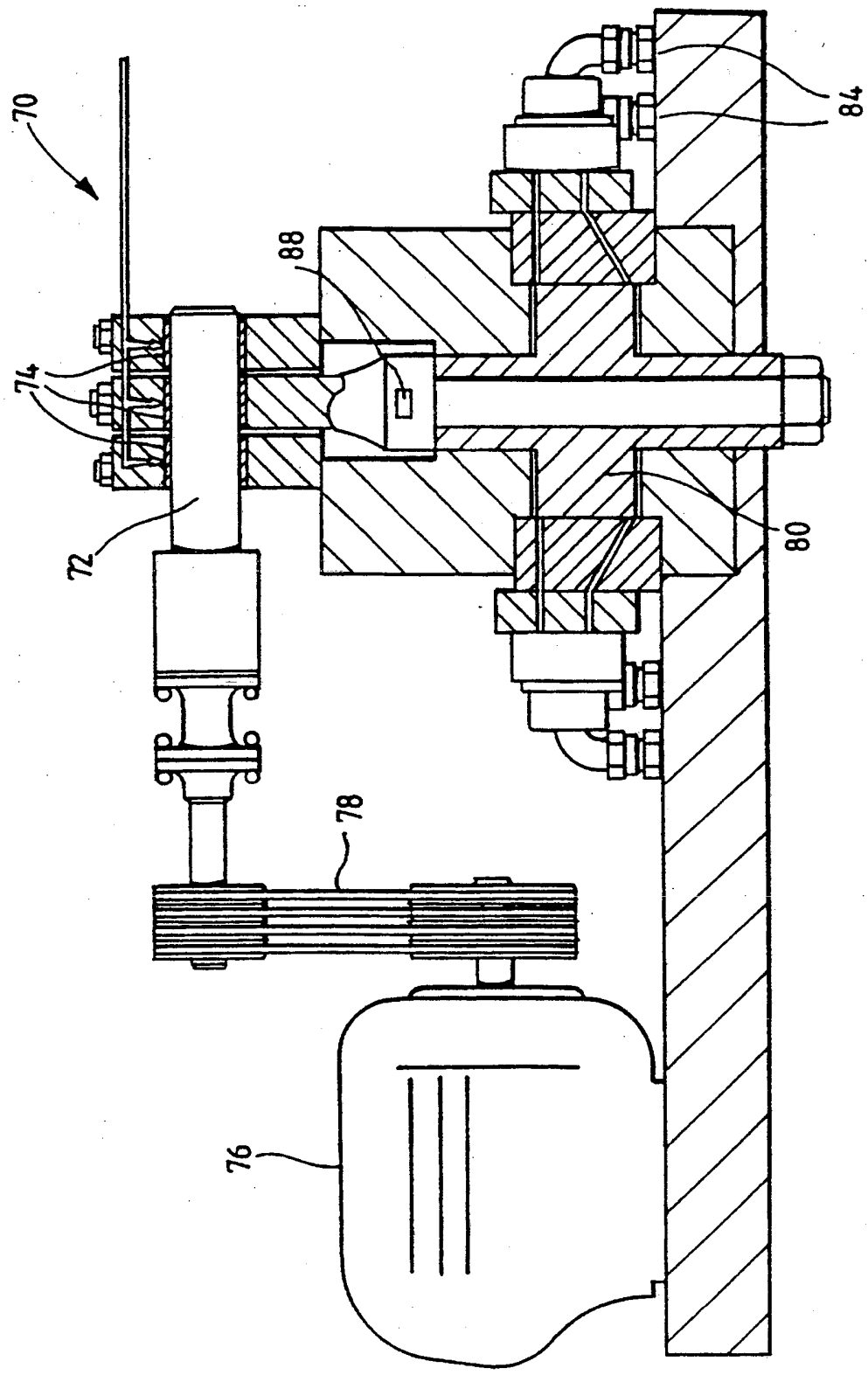
Obr. 2

11.09.01



Materiál

Obr. 3



Obr. 4