

PŘÍHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **11.06.2002**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **15.06.2001**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **2001/935**

(33) Země priority: **AT**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.02.2003**
(Věstník č. 2/2003)

(21) Číslo dokumentu:

2002 - 2035

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷ :

C 22 C 1/08

(71) Přihlašovatel:

HÜTTE KLEIN-REICHENBACH GESELLSCHAFT
M. B. H., Schwarzenau, AT;

1,0 až 30,0 mm.

(72) Původce:

Dobesberger Franz, Schwarzenau, AT;
Flankl Herbert, Perg, AT;
Leitlmeier Dietmar, Schleißheim/Wels, AT;
Birgmann Alois, Moosdorf, AT;
Schulz Peter, Simbach, DE;

(74) Zástupce:

Kubát Jan Ing., Přístavní 24, Praha 7, 17000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob výroby lehkého tvarového tělesa a
tvarové těleso z kovové pěny**

(57) Anotace:

Vynález se týká způsobu výroby lehkého tvarového tělesa, při němž se z kovové taveniny, obsahující částice, tvoří kovová pěna přiváděním plynu nebo směsí plynu do této taveniny, přičemž se tato pěna alespoň částečně přivádí do kokily, a její tekutá fáze se v této kokile nechá ztuhnout. Vynález se dále týká lehkého tvarového tělesa z kovové pěny, sestávající z kovové matrice, do níž jsou vloženy částice, a která obsahuje množství v podstatě kulových nebo v podstatě elipsoidních dutin. Pro dosažení předpokládaného chování materiálu při určitých stavech napětí je z technického hlediska způsobu podle vynálezu zajištěno, že se vyrobí tekutá kovová pěna s monomodálním rozdělením rozměrů dutin a s maximálním délkovým podílovým protažením, v rozsahu 1,0 až 30,0 mm, přivede se do lící formy nebo kokily, a zde se zhutňuje v podstatě pod všestranným tlakem, přičemž ohraničujícím stěnám kovové taveniny, které zadržují částice zahrnující dutiny, se udělí alespoň částečně rovinné oblasti a odvádí se skupenské teplo tuhnutí taveniny. Lehké tvarové těleso z kovové pěny, se podle vynálezu vyznačuje tím, že kovová pěna vykazuje při prostorovém posuzování monomodální rozdělení maximálních délkových protažení dutin v rozsahu

Způsob výroby lehkého tvarového tělesa a tvarové těleso z kovové pěny

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu výroby lehkého tvarového tělesa, při němž se z kovové taveniny, obsahující částice, tvoří kovová pěna přiváděním plynu nebo směsí plynu do této taveniny, přičemž se tato pěna alespoň částečně přivádí do kokily, a její tekutá fáze se v této kokile nechá ztuhnout.

Vynález se dále týká lehkého tvarového tělesa z kovové pěny, sestávající z kovové matrice, do níž jsou vloženy částice, a která obsahuje množství v podstatě kulových nebo v podstatě elipsoidních dutin.

Dosavadní stav techniky

Tvarová tělesa z kovové pěny mají přirozeně malou hustotu a mají v závislosti na struktuře zvláštní mechanické materiálové vlastnosti. Takovým tělesům mohou být například při vyvozování dvou nebo trojrozměrných tlakových napětí umožněna velká deformování se stupněm pěchování 70 % a více. Tyto materiály se zvláštními vlastnostmi jsou výhodně upotřebitelné v technologických použitích, například jako tlumiče energie v automobilové výrobě a podobně.

Při použití takových tvarových těles pro vybrané funkce s určitými parametry je důležité, zajistit právě stejná a opakovatelná hlediska vlastností materiálů.

Ze spisu EP-483 184 B je znám způsob výroby kovové pěny vyztužené částicemi, podle něhož se plyn, tvořící komůrky,

přivádí do taveniny z kovu s jemně rozdělenými vyztužujícími prostředky, vytvoří se zpěněný kovový kompozitní materiál, a s povrchu roztaveného materiálu se sejme nashromážděná pěna a nechá se ztuhnout. Tato kovová pěna však vykazuje bubliny s nekontrolovatelnou velikostí, resp. s nekontrolovatelným rozdělením velikostí, z čehož vyplývá nanejvýš neostrý profil vlastností pěnového, resp. tvarového tělesa, a rovněž to přináší funkčně technické nejistoty.

Jiné lehké kovové těleso podle spisu EP 545 957 B1 a US 5 221 234 má množství uzavřených a izolovaných, všeobecně kulových pórů s velikostmi v rozsahu 10 až 500 mikrometrů. Takové malé póry s velkými rozdíly průměrů mohou sice propůjčit kovovému tělesu, vytvořenému s hliníkem, menší specifickou hmotnost, ve srovnání s plným materiálem, ale zpravidla nejsou dosažitelné hodnoty, jako je hustota nižší než $1,0 \text{ g/cm}^3$ a stupeň pěchování vyšší než 60 % materiálu při definovaných podmínkách.

K výrobě různých tvarů lehkých těles vytvořených z kovové pěny je již navržen celý počet sekvenčně pracujících způsobů a zařízení (US 5 281 251, DE 43 26 982 C1) nebo nepřetržitě pracujících způsobů a zařízení (US 5 334 236, EP 544 291 A1, DE 43 26 982 C1, WO 91/ 03578), pomocí nichž jsou vyrobitelné zcela principiálně funkčně schopné předměty, avšak jejich mechanické vlastnosti nemohou být nastaveny s často vyžadovanou přesností.

Podstata vynálezu

Vynález zde chce nabídnout pomoc od těchto nedostatků a klade si za cíl, vytvořit způsob úvodem zmíněného typu k výrobě lehkých tvarových těles, pomocí něhož je vnitřní

struktura tělesa vyrobitelná do té míry, že materiál má v podstatě přesné mechanické charakteristické hodnoty.

Dalším cílem tohoto vynálezu je, vytvořit tvarové těleso uvedeného typu, jehož konstrukce vykazuje dalekosáhle přesné deformační chování v závislosti na přivedeném, obzvláště vícerozměrovém tlakovém napětí.

Tohoto cíle podle vynálezu se dosáhne tím, že se vyrobí tekutá kovová pěna s monomodálním rozdělením rozměrů dutin a s maximálním délkovým podílovým protažením, v rozsahu 1,0 až 30,0 mm, přivede se do licí formy nebo kokily, a zde se zhutňuje v podstatě pod všestranným tlakem, přičemž ohraničujícími stěnám kovové taveniny, které zadržují částice zahrnující dutiny, se udělí alespoň částečně rovinné oblasti a odvádí se skupenské teplo tuhnutí taveniny.

Výhody dosažené tímto vynálezem, spočívají v podstatě v tom, že monomodální rozdělení rozměrů dutin v kovové pěně přináší předpoklad pro chování materiálu při určitých stavech napětí. Přitom je důležitý maximální podílový průměr dutiny pro výšku meze pružnosti materiálu a pro snesitelné specifické plošné zatížení při působení tlaku na díl.

Aby se v ohraničujících stěnách vytvořily alespoň částečně rovinné oblasti, je potřebné v podstatě všestranné, popřípadě nepatrné tlakové zatížení tekuté pěny, z čehož může vyplývat několik výhod. Obzvláště důležitá je však ta výhoda, že takto jsou ohraničující stěny a jejich uzlové oblasti v pěnovém materiálu příznivě nastaveny, resp. vytvarovány na mechanické zatížení na tlak, resp. na vzpěr. Tím je dosažitelné, že při překročení definované meze napětí nastane vybočení pěnových stěn při vzpěru, resp. zborcení pórů a absorbování energie s vysokým stupněm deformace, resp. stupněm pěchování při nepatrném vyztužení lehkého tělesa.

Jak pro monomodální rozdělení rozměrů dutin v úzkých mezích, tak pro přesné podílové nastavení maximálního průměru dutin v pěnovém materiálu, se ukázalo jako obzvláště výhodné, když k vytvoření monomodálního rozdělení rozměrů dutin se plyn přivádí alespoň jednou vystupující přívodní trubicou s nepatrnou čelní plochou, zasahující do taveniny.

Z výrobně technického hlediska, ale také vzhledem k jakosti výrobku, může být příznivé, když se provede zhutnění tekuté kovové pěny v kokile s vnitřními rozměry, které odpovídají požadovaným rozměrům tvarového tělesa.

Další úkol vynálezu, obzvláště vzhledem k požadovanému chování materiálu při mechanickém zatížení je vyřešen tím, že kovová pěna tvarového tělesa vykazuje při prostorovém posuzování monomodální rozdělení maximálních délkových protažení dutin v rozsahu 1,0 až 30,0 mm.

Výhody takto vytvořeného lehkého tvarového tělesa z kovové pěny jsou v podstatě zdůvodněny tím, že jak již bylo předtím vysvětleno vzhledem k použití, se pomocí monomodalit dosáhne příznivých poměrů, vzhledem k uzlovému provedení stěn plynových bublin. Při bimodálním, polymodálním nebo multimodálním rozdělení velikostí dutin jsou ve stěnových uzlech k dispozici alespoň zesílení, případně s malými nebo velice malými póry, a rovněž se staženinami (lunkry), což jednak zvyšuje specifickou hmotnost pěnového tělesa a zvyšuje náklady na kov k vytvoření pěnového tělesa, a jednak může rušit rozdělení silových složek, čímž není jednoznačně určitelný vzpěr stěnových ploch při zatížení.

Výhody účinku mechanismu účinnosti při rozdělení složek tlakových sil se podle vynálezu mohou zvýšit, když ohraničující stěny, uzavírající dutiny, mají alespoň částečně rovinné oblasti.

Když, jak může být dále příznivě předpokládáno, při

prostorovém posuzování kovové pěny je poměr maximálních délkových protažení dvou právě rozdílných dutin v průměrném počtu alespoň 20 párů menší než 45, jsou dosažitelné dalekosáhle úzké oblasti zatížení, v nichž začíná zborcení dutin pěny.

Přitom se může dále zvýšit přesnost přechodu z pružné změny tvaru do plastického deformování materiálu v závislosti na tlakovém napětí, když při prostorovém posuzování kovové pěny je poměr maximálních délkových protažení dvou právě rozdílných dutin v průměrném počtu alespoň 20 párů menší než 30, přednostně menší než 15, a zejména menší než 5. Tyto hodnoty se vztahují na vytvořené dutiny, přičemž se nedbá na staženiny (lunkry) při tuhnutí ve tvarovém tělese.

Právě tak důležité pro výrobu kovové pěny a pro chování tvarového tělesa při mechanickém zatížení je složení a struktura tekutého kovu a složení a struktura dutin.

Když jsou částice k vyztužení vloženy v kovové matici v rovnoměrném rozdělení, je tak dáno vysoké a izotropní vyztužení základního kovu vzhledem k mechanickému zatížení. Přitom je také příznivé, když jsou vzájemně sousedící dutiny úplně od sebe odděleny kovovou maticí. Jednotlivé trhliny, které mohou vzniknout mechanickým napětím při ochlazování, nejsou účinné při zatížení při přechování.

Obzvláště lehká tvarová tělesa, jsou samo o sobě vyrobitelná podle vynálezu, když kovová matrice sestává z lehkého kovu, přednostně z hliníku nebo z hliníkové slitiny.

Když mají dále částice vložené do kovové matrice velikost 1 až 50 mikrometrů, přednostně 3 až 20 mikrometrů, je dosažitelný obzvláště výhodný poměr hmotnosti a vlastností.

Jako vyztužení, resp. zesílení základního kovu pro jeho zpěnění a zpevnění, resp. pro konstrukci dělicích stěn bublin,

vyztužených na vzpěr, ukázalo se jako neočekávaně příznivé vkládání nekovových částic, přednostně částic SiC nebo Al_2O_3 nebo částic mezimetalických fází.

Jako obzvláště výhodné se přitom ukázalo, když objemový podíl vložených částic v kovové matici činí 10 % objem. až 30 % objem., přednostně 15 % objem. až 30 % objem.

Příznivý poměr hmotnosti a vlastností lehkého tvarového tělesa typu podle vynálezu se může zvýšit, když hustota kovové pěny činí méně než $1,05 \text{ g/cm}^3$, přednostně méně než $0,7 \text{ g/cm}^3$, a zejména méně než $0,3 \text{ g/cm}^3$.

Přehled obrázků na výkrese

Vynález bude dále blíže osvětlen podle výkresu, na základě obrázků a diagramů, zhotovených při zkoušení materiálu, kde na obr. 1 jsou zobrazeny řezy lehkého tvarového tělesa podle vynálezu, na obr. 2 je grafické zobrazení vztahu hustoty a napětí při přechování tvarového tělesa, na obr. 3 je grafické zobrazení stupně přechování v závislosti na napětí při přechování tvarového tělesa, na obr. 4 jsou obrázky A, B, C řezů uzlových tvarů v pěnové stěně, na obr. 5 jsou v půdoryse obrázky A, B, C řezů pěnových těles s rozdílnou prostorovou hustotou a na obr. 6 je grafické zobrazení střední místní hustoty pěnového tělesa podle vynálezu a srovnávacího pěnového tělesa.

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1, na obrázku A a B je v řezu znázorněno vytváření dutin ve tvarovém tělese z Al. Při monomodálním rozdělení

rozměrů byla v tělese na obrázku A zjištěna největší délková protažení dutin mezi 20 a 12 mm, přičemž podílové maximální protažení činilo 17,2 mm. Ačkoliv bylo provedeno jenom asi 3,2% zhutnění tekuté kovové pěny, jsou vytvořeny zřetelné rovinné oblasti v ohraničujících stěnách, zahrnujících dutiny.

Z obr. 2 je závislost napětí při pěchování tvarového tělesa zjistitelná z jeho hustoty. Při vývojových pracích bylo zjištěno, že monomodální rozdělení největšího délkového protažení dutin, a rovněž jejich přibývající rovnost působí omezujícím způsobem na pásmo rozptylu této závislosti. Jinými slovy, když je v pěnovém tělese k dispozici monomodální rozdělení dutin, a dutiny vykazují určitou velikost v úzkých mezích, potom začátek deformování, resp. zborcení představuje při působení tlakového napětí na toto těleso, přesnou látkovou hodnotu. Tím je chování pěnového konstrukčního tělesa výhodným způsobem přesně vypočitatelné, resp. pro určité funkce může být stanoveno vytvoření, resp. struktura pěnového dílu.

Napětí v závislosti na deformaci při pěchování je zobrazeno na obr. 3 podle výsledků zkoušení třech tvarových těles. Struktura lehkého tvarového tělesa 1 a 2 s objemovou hustotou $0,091 \text{ g/cm}^3$ a $0,114 \text{ g/cm}^3$ byla podle vynálezu, srovnávací těleso 3 vykazovalo bimodální rozdělení rozměrů dutin s koncentrací materiálu v uzlech pěnových stěn. Na pěchovacích křivkách těles 1 a 2 lze zjistit až ke stupni pěchování 70 % jejich velmi nepatrné zpevnění. Srovnávací těleso 3 ukazuje až ke stupni pěchování asi 45 % zřetelné zpevnění, které se od této hodnoty ještě dále zvyšuje. To svědčí o účinku bimodálního rozdělení rozměrů dutin.

Na obr. 4 jsou znázorněny uzlové tvary pěnové stěny lehkých těles podle obrázků řezů. Na obrázku A je zobrazeno vytvoření stěny s ostrými hranami mezi třemi dutinami. Takové

uzly mají sklon k brzkému vytváření trhlin a lomů ve spojovací oblasti. Z obrázku B je patrný zesílený stěnový uzel. Toto vytvoření uzlů vede ke zvýšené specifické hmotnosti a k nepříznivému vytvoření silových složek při zatížení tělesa při pěchování. Na obr. C je znázorněn uzel se stěnovými díly, přičemž jak tloušťka stěn, tak hmota uzlu vzhledem k vysoké deformaci při pěchování je vytvořena s nepatrným zesílením tělesa při vysokých stupních pěchování.

Na obr. 5 jsou v půdoryse zobrazena pěnová tělesa vytvořená podle vynálezu, bez zhutnění, přičemž plyn byl přiváděn právě s rozdílnými parametry oddělování pro bubliny, pomocí vystupující přívodní trubky, zasahující do taveniny. Je zde patrné monomodální rozdělení příslušných rozměrů plynových bublin. Přitom těleso podle obrázku A má specifickou hmotnost $0,1 \text{ g/cm}^3$, tělesa podle obrázku B a C mají specifickou hmotnost $0,2 \text{ g/cm}^3$ a $0,4 \text{ g/cm}^3$.

K výpočtu hodnot místní hustoty (mapování hustoty) může být použito sad údajů počítačové tomografie. Proces zprůměrování k výpočtu místní hustoty dovoluje, určit materiálové rozdělení mezi zprůměrovanými objemy. Diagramy a vypočítané hodnoty hustoty ze zkoušení mohou poskytnout objasnění o homogenitě lehkého tvarového tělesa.

Z obr. 6 je zjištěná relativní četnost střední místní hustoty ve tvarovém tělese podle vynálezu, podle způsobu počítačové tomografie označena číslem 1, a ve srovnávacím tělese je zjistitelná pod číslem 2. Střední místní hustota tělesa 1 má asi při $0,22 \text{ g/cm}^3$ úzké maximum četnosti, což dokazuje monomodální rozdělení rozměrů dutin a úzký rozsah podílového maximálního délkového protažení dutin. Naproti tomu je multimodální srovnávací těleso vyznačeno širokým průběhem středních místních hodnot hustoty, obsahujícím zřetelné prolomení.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob výroby lehkého tvarového tělesa, při němž se z kovové taveniny, obsahující částice, tvoří kovová pěna přiváděním plynu nebo směsí plynu do této taveniny, přičemž se tato pěna alespoň částečně přivádí do kokily, a její tekutá fáze se v této kokile nechá ztuhnout, v y z n a č u j í c í s e tím, že se vyrobí tekutá kovová pěna s monomodálním rozdělením rozměrů dutin a s maximálním délkovým podílovým protažením, v rozsahu 1,0 až 30,0 mm, přivede se do licí formy nebo kokily, a zde se zhutňuje v podstatě pod všestranným tlakem, přičemž ohraničujícími stěnám kovové taveniny, které zadržují částice zahrnující dutiny, se udělí alespoň částečně rovinné oblasti a odvádí se skupenské teplo tuhnutí taveniny.

2. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e tím, že k vytvoření monomodálního rozdělení rozměrů dutin se plyn přivádí alespoň jednou vystupující přívodní trubicí, zasahující do taveniny.

3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, v y z n a č u j í c í s e tím, že se provede zhutnění tekuté kovové pěny v kokile s vnitřními rozměry, které odpovídají požadovaným rozměrům tvarového tělesa.

4. Lehké tvarové těleso z kovové pěny, sestávající z kovové matrice, do níž jsou vloženy částice, a která obsahuje množství v podstatě kulových nebo v podstatě elipsoidních dutin, v y z n a č u j í c í s e tím, že kovová pěna tvarového tělesa vykazuje při prostorovém posuzování monomodální rozdělení podílových maximálních délkových protažení dutin v rozsahu 1,0 až 30,0 mm.

5. Tvarové těleso podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e tím, že ohraničující stěny, uzavírající dutiny, mají alespoň částečně rovinné oblasti.

6. Tvarové těleso podle nároku 4 nebo 5, v y z n a č u j í c í s e tím, že při prostorovém posuzování kovové pěny je poměr maximálních délkových protažení dvou právě rozdílných dutin v průměrném počtu alespoň 20 párů menší než 45.

7. Tvarové těleso podle nároků 4 až 6, v y z n a č u j í c í s e tím, že při prostorovém posuzování kovové pěny je poměr maximálních délkových protažení dvou právě rozdílných dutin v průměrném počtu alespoň 20 párů menší než 30, přednostně menší než 15, a zejména menší než 5.

8. Tvarové těleso podle nároků 4 až 7, v y z n a č u j í c í s e tím, že částice jsou vloženy v kovové matici v rovnoměrném rozdělení.

9. Tvarové těleso podle nároků 4 až 8, v y z n a č u j í c í s e tím, že vzájemně sousedící dutiny jsou úplně od sebe odděleny kovovou maticí.

10. Tvarové těleso podle nároků 4 až 9, v y z n a č u j í c í s e tím, že kovová matrice sestává z lehkého kovu, přednostně z hliníku nebo z hliníkové slitiny.

11. Tvarové těleso podle nároků 4 až 10, v y z n a č u j í c í s e tím, že částice vložené do kovové matrice mají velikost 1 až 50 mikrometrů, přednostně 3 až 20 mikrometrů.

12. Tvarové těleso podle nároků 4 až 11, v y z n a č u j í c í

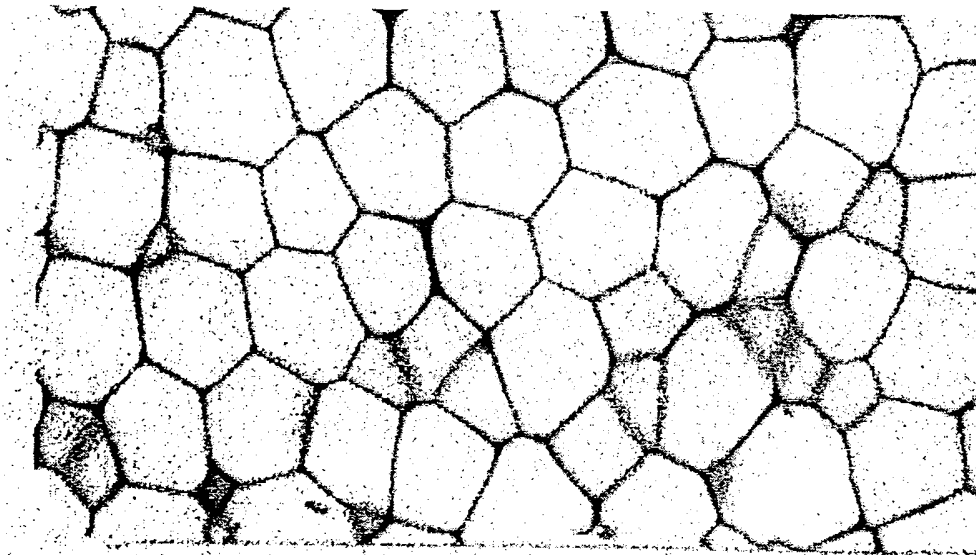
s e tím, že do kovové matrice jsou vloženy nekovové částice, přednostně částice SiC nebo Al_2O_3 nebo částice mezimetalických fází.

13. Tvarové těleso podle nároků 4 až 12, v y z n a č u j í c í s e tím, že objemový podíl vložených částic v kovové matrici činí 10 % objem. až 50 % objem., přednostně 15 % objem. až 30 % objemových.

14. Tvarové těleso podle nároků 4 až 12, v y z n a č u j í c í s e tím, že hustota kovové pěny činí méně než $1,05 \text{ g/cm}^3$, přednostně méně než $0,7 \text{ g/cm}^3$, a zejména méně než $0,3 \text{ g/cm}^3$.

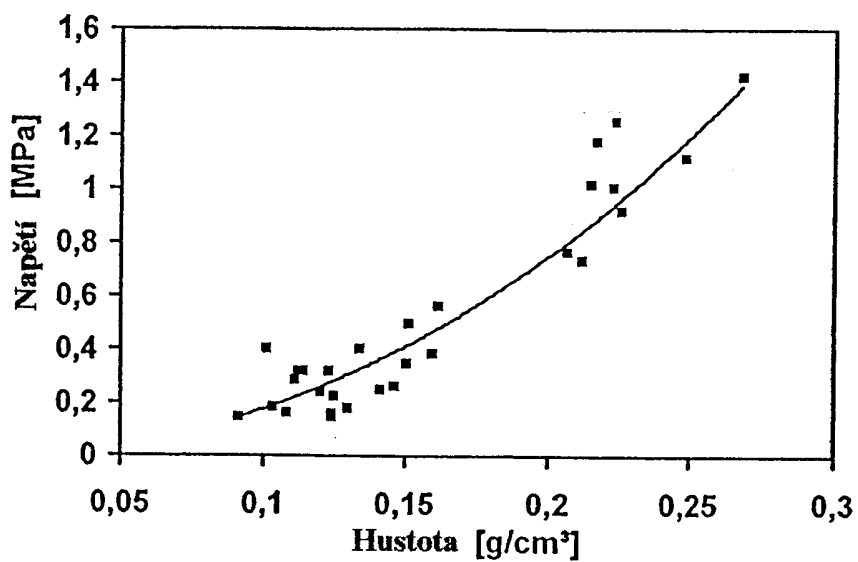


obrázek A

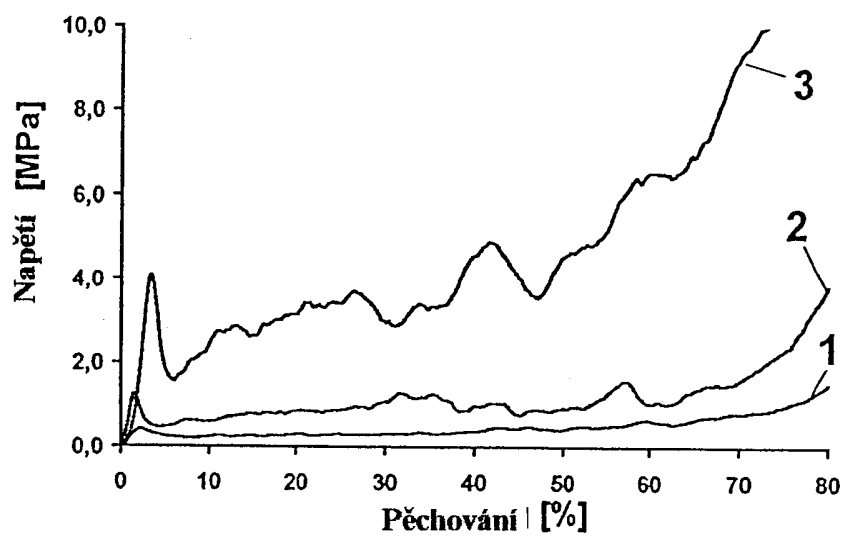


obrázek B

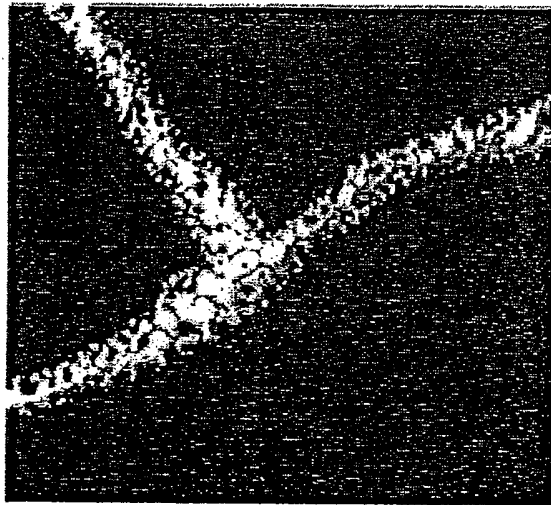
2/5



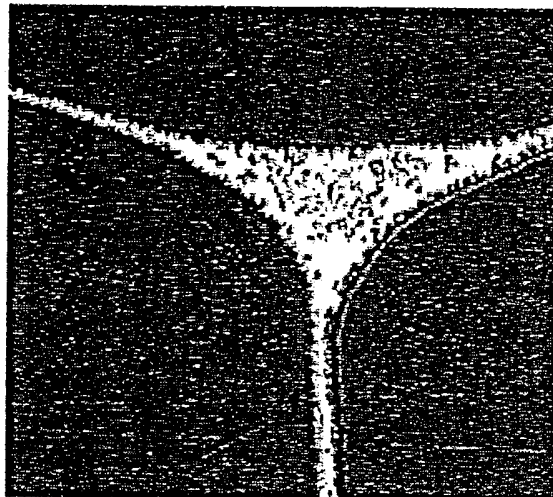
obr. 2



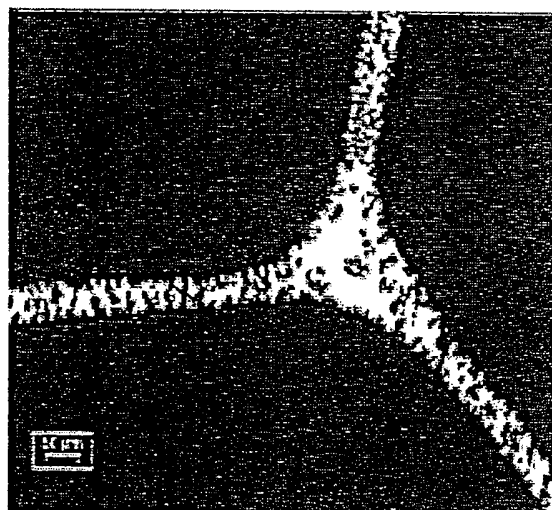
obr. 3



obrázek A



obrázek B



obrázek C

4/5



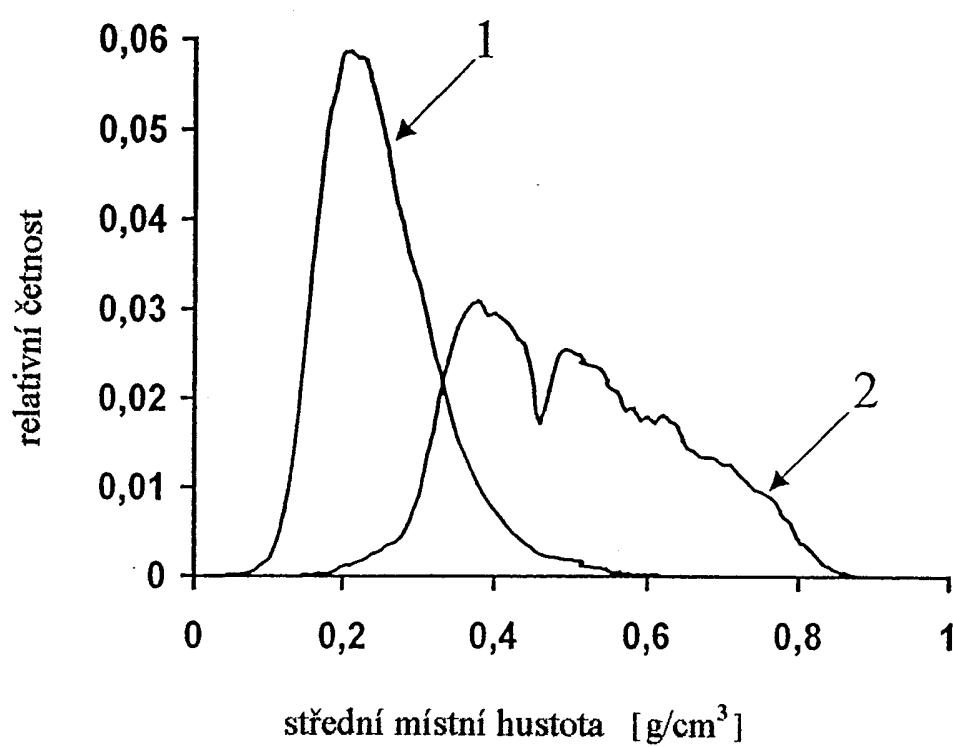
obrázek A



obrázek B



obrázek C



obr. 6