

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2014-106

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **19.02.2014**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **07.10.2015**
(Věstník č. 40/2015)

G21F 1/10 (2006.01)
G21F 1/12 (2006.01)
G21F 5/002 (2006.01)
G21F 5/005 (2006.01)
C08J 5/10 (2006.01)
B29B 7/08 (2006.01)
B29C 39/22 (2006.01)

- (71) Přihlašovatel:
Ing. Petr Kraus, Chomutovice, CZ
Ing. František Fára, Praha 4, CZ
Ing. František Fára, CSc., Praha 4, CZ
- (72) Původce:
Ing. Petr Kraus, Chomutovice, CZ
František Tulach, Praha 5, CZ
Ing. František Fára, CSc., Praha 4, CZ
- (74) Zástupce:
Traplová Hakr Kubát, advokátní a patentová
kancelář, Ing. Jan Kubát, Přístavní 24, 170 00 Praha
7

- (54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob výroby tvarovaného dílu z
materiálu odstíňujícího radioaktivní záření
a tvarovaný díl vyrobený tímto způsobem**

- (57) Anotace:
Předmětem řešení je způsob výroby tvarovaného dílu z materiálu odstíňujícího radioaktivní záření, tvořeného matricí ze syntetického polymeru vytvrditelného za normální nebo zvýšené teploty a v této matrici distribuovanými stínícími částicemi o velikosti $1 \cdot 10^{-10}$ až $1 \cdot 10^{-2}$ m z alespoň jednoho materiálu ze souboru zahrnující kovy W, Pb, Ta, Bi, Fe, Gd, Zr, V, Y, Ba, Ca, Mg, Al, Lu, Eu, Ge., Sn a Ti a jejich sloučeniny s O, H, S, N, C F, Cl a J, předběžnou distribucí stínících částic v matrici mimo formu, odlitím směsi matrice a stínících částic do formy, tvářením směsi matrice a stínících částic ve formě a vytvrzením směsi matrice a stínících částic ve formě, jehož podstata spočívá v tom, že se odlítí směsi matrice a stínících částic do formy a/nebo tvářením směsi matrice a stínících částic ve formě a/nebo vytvrzením směsi matrice a stínících částic ve formě provádí za působení vibrace o kmitočtu 50 Hz až 1,5 MHz a při energetickém příkonu 0,01 až 100 W/kg směsi matrice a stínících částic. Dále je popsán tvarovaný díl vyrobitelný tímto způsobem.

Způsob výroby tvarovaného dílu z materiálu odstínujícího radioaktivní záření a tvarovaný díl vyrobený tímto způsobem

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu výroby tvarovaného dílu z materiálu odstínujícího radioaktivní záření, tvořeného matricí ze syntetického polymeru vytvrditelného za normální nebo zvýšené teploty a v této matrici distribuovanými stínícími částicemi o velikosti $1 \cdot 10^{-10}$ až $1 \cdot 10^{-2}$ m z alespoň jednoho materiálu ze souboru zahrnujícího kovy W, Pb, Ta, Bi, Fe, Gd, Zr, V, Y, Ba, Ca, Mg, Al, Lu, Eu, Ge, Sn a Ti a jejich sloučeniny s O, H, S, N, C, F, Cl a J, předběžnou distribucí stínících částic v matrici mimo formu, odlitím směsi matrice a stínících částic do formy, tvářením směsi matrice a stínících částic ve formě a vytvrzením směsi matrice a stínících částic ve formě, jakož i tvarovaného dílu vyrobeného tímto způsobem.

Dosavadní stav techniky

V souvislosti s extenzivním rozvojem využití radioaktivních materiálů v různých oblastech techniky, zejména v oblastech jaderné energetiky a v oblasti lékařství, stává se stále naléhavějším problémem skladování radioaktivního materiálu a zejména ekologická likvidace radioaktivního odpadu pocházejícího z uvedených oblastí. Charakter radioaktivního odpadu je specifický v tom, že emituje radioaktivní záření, jehož doba emise je dána přírodním zákonem radioaktivního rozpadu a charakterizována poločasy rozpadu jednotlivých radioaktivních prvků, přítomných v radioaktivním materiálu, což ve svém důsledku znamená, že uvedenou emisi radioaktivního záření nelze zastavit, a že jediným prostředkem ekologické neutralizace radioaktivního odpadu je odstínění uvedeného záření od životního prostředí a fyzické zabránění úniku tohoto odpadu v nestíněné formě do životního prostředí. Vzhledem k poměrně dlouhým poločasům rozpadu některých radioaktivních prvků přítomných v radioaktivním odpadu může taková ekologická neutralizace radioaktivního odpadu trvat i několik desítek let a případně i déle. To klade vysoké nároky na účinnost a stabilitu úložišť radioaktivního odpadu. V minulosti, kdy se odstínění radioaktivního záření omezovalo v podstatě na jeho odstínění v průběhu samotného využití radioaktivních materiálů (například použití radioaktivních zářičů v lékařství k potlačení nádorového růstu, použití radioaktivních izotopů pro výrobu radiačně značených sloučenin používaných v lékařství k detekci nemocí, ale i odstínění jednotlivých členů jaderných reaktorů, bylo takovým vhodným stínícím materiálem olovo vzhledem k jeho příznivé hodnotě polovrstvy, tedy tloušťky vrstvy daného materiálu schopné snížit intenzitu radioaktivního záření na polovinu. Avšak použití olova k odstínění radioaktivního záření v rozsahu, v jakém je to v současnosti nezbytné, je nemožné

vzhledem k vysoké specifické hmotnosti olova a k jeho poměrně vysoké pořizovací ceně. Proto bylo olovo v roli stínící materiálu, zejména pro odstínující stěny a kontejnery pro uložení radioaktivního odpadu, postupem času nahrazeno různými materiály, mezi které zejména patří beton a jeho kombinace s ocelí a plasty, případně obsahující rozptýlené částice těžkých kovů.

Jeden z takových kontejnerů pro sběr, dopravu a uložení radioaktivních odpadů je popsán v užitném vzoru CZ 16566 s prioritou ze dne 22. února 2006. Tento kontejner je vytvořen z polymerbetonu, který je vázán makromolekulárním pojivem s nanočásticemi až mikročásticemi z těžkých látek se specifickou hmotností nad 3 g/cm^3 . I když v uvedeném užitném vzoru není zmíněn způsob výroby nárokováného kontejneru, je třeba předpokládat, že byl vyroben obvyklou současně používanou technologií spočívající v gravitačním odlití předběžně smíšené směsi tekutého polymerbetonu s pojivem a částicemi těžkých látek do formy a vytvrzením polymerbetonu v této formě. Jakkoliv je takový kontejner použitelný pro vymezené použití, je jeho přetrvávajícím nedostatkem obsah bublinek vzduchu, k jejichž stržení do hmoty určené k odlití došlo jednak při předběžném míšení směsi tekutého polymerbetonu a jednak při gravitačním odlití této směsi do formy, a jejichž přítomnost ve vytvrzeném kontejneru snižuje stínící účinnost stěn kontejneru a v určité míře i zhoršuje mechanické vlastnosti kontejneru. Stejně tak snižují stínící účinnost stěn kontejneru a narušují mechanické vlastnosti kontejneru i tvarové nehomogenity stěn kontejneru, způsobené vzduchovými kapsami uvězněnými na rozhraní odlévaná hmota-stěna kontejneru zejména v hranových a rohových částech formy, k jejichž vytvoření dochází při uvedeném způsobu odlévání. V neposlední řadě je stínící schopnost takového kontejneru zhoršena i nedostatečnou homogenitou stínících částic dispergovaných v nosné matici vzhledem k tomu, že pouhým mechanickým míšením směsi stínících částic a nosné matrice bezprostředně před odlitím získané směsi do formy lze dosáhnout pouze omezené homogenity disperze stínících částic v nosné matici.

Jinak je obecně známo použití vibrací při odlévání do forem stavebních hmot za účelem výroby přesných stavebních komponent. Při tomto odlévání se při setřásání a rozvolňování stavební hmoty odlévané do formy využívá kombinace gravitačního působení a nízkofrekvenčních vibrací o kmitočtu jednotek Herzů nebo o kmitočtu jen o něco málo vyšším. Takový způsob zahrnuje odlévání stavební hmoty do ocelové formy uložené na vibrační plošině nebo spojené s prostředkem uvádějícím do vibrace celou formu. Zjevnými nedostatky tohoto způsobu jsou (1) nedostatečné zhomogenizování stavební hmoty odlité do

formy, (2) odlučování kapalné a pevné fáze odlité stavební hmoty způsobené nízkofrekvenční vibrací, (3) značné ztráty energie vynaložené na vibraci formy, (3) konstrukční složitost použité výrobní formy a použitého vibračního zařízení, (3) omezení velikosti vyráběné stavební komponenty vzhledem k prakticky možné velikosti sestavy forma-vibrační zařízení, (4) vysoký obsah dutin způsobených plyny uzavřenými ve stavební hmotě a (5) nedokonalost povrchu odlité stavební komponenty vyžadující dodatečné zpracování takového povrchu. Použití nízkofrekvenční vibrace bylo v daném případě motivováno technickým předsudkem panujícím v daném oboru a spočívajícím v tom, že dobrého přenosu energie do hmoty odlévané a odlité do formy lze dosáhnout pouze za použití nízkofrekvenční vibrace s velkou amplitudou vibrace.

Nyní bylo s překvapením zjištěno, že výše uvedené nedostatky mohou být v rozporu s uvedeným technickým předsudkem eliminovány způsobem podle vynálezu.

Podstata vynálezu

Předmětem vynálezu je způsob výroby tvarovaného dílu z materiálu odstíňujícího radioaktivní záření, tvořeného matricí ze syntetického polymeru vytvrditelného za normální nebo zvýšené teploty a v této matrici distribuovanými stínícími částicemi o velikosti $1 \cdot 10^{-10}$ až $1 \cdot 10^{-2}$ m z alespoň jednoho materiálu ze souboru zahrnujícího kovy W, Pb, Ta, Bi, Fe, Gd, Zr, V, Y, Ba, Ca, Mg, Al, Lu, Eu, Ge, Sn a Ti a jejich sloučeniny s O, H, S, N, C, F, Cl a J, předběžnou distribucí stínících částic v matrici mimo formu, odlitím směsi matrice a stínících částic do formy, tvářením směsi matrice a stínících částic ve formě a vytvrzením směsi matrice a stínících částic ve formě, jehož podstata spočívá v tom, že se odlití směsi matrice a stínících částic do formy a/nebo tvářením směsi matrice a stínících částic ve formě a/nebo vytvrzení směsi matrice a stínících částic ve formě provádí za působení vibrace o kmitočtu 50 Hz až 1,5 MHz a při energetickém příkonu 0,01 až 100 W/kg směsi matrice a stínících částic. Výhodně se i předběžná distribuce stínících částic v matrici mimo formu provádí za působení vibrace o kmitočtu 50 Hz až 1,5 MHz a při energetickém příkonu 0,01 až 100 W/kg směsi matrice a stínících částic. Výhodně se odlití směsi matrice a stínících částic do formy a/nebo tvářením směsi matrice a stínících částic ve formě a/nebo vytvrzení směsi matrice a stínících částic ve formě provádí za tlaku 500 až 105000 Pa. Výhodně celková doba působení vibrace je delší než 5 sekund a kratší než 180 minut. Výhodně je tvarovaným dílem kontejner pro ukládání radioaktivního odpadu. Výhodně má alespoň jedna stěna tvarovaného dílu tloušťku menší než 13 mm.

Předmětem vynálezu je i tvarovaný díl z materiálu odstíňujícího radioaktivní záření, tvořeného matricí ze syntetického polymeru vytvrditelného za normální nebo zvýšené teploty a v této matrici distribuovanými stínícími částicemi o velikosti $1 \cdot 10^{-10}$ až $1 \cdot 10^{-2}$ mm z alespoň jednoho materiálu ze souboru zahrnujícího kovy W, Pb, Ta, Bi, Fe, Gd, Zr, V, Y, Ba, Ca, Mg, Al, Lu, Eu, Ge, Sn a Ti a jejich sloučeniny s O, H, S, N, As, F, Cl a J, jehož podstata spočívá v tom, že je vyrobitelný výše definovaným způsobem podle vynálezu. Výhodně je tvarovaným dílem kontejner pro ukládání radioaktivního odpadu. Výhodně má alespoň jedna stěna tvarovaného dílu tloušťku menší než 13 mm.

Podstatu vynálezu tvoří překvapivé zjištění, že v rozporu s poznatky dosavadního stavu techniky lze homogenitu disperze stínících částic v nosné matrici a tvarové přesnosti odlitého tvarovaného dílu dosáhnout za použití kombinace (1) vysokofrekvenční vibrace, působící na sestavu tvořenou odlévanou/odlitou směsí a formou ve fázi odlévání směsi a/nebo tváření směsi a/nebo vytvrzení směsi, a (2) výše definovaných stínících částic, jakož i výše definované matrice tvořících uvedenou směs.

Při způsobu podle vynálezu se nevyužívá gravitačního účinku, který je dílčím způsob využíván v rámci nízkofrekvenčního tváření, nýbrž se ovlivňují fyzikálně chemické jevy probíhající na mezifázových rozhraních, kdy se využívá účinek působení stěn formy kmitajících s postupující vlnou a přenášejících na směs odlévanou/odlitou do formy podstatnou část energie vibrace, čímž se dosahuje vysoké míry rozložení (homogenity) stínících částic v nosné matrici a tím podmíněné vysoké stínící účinnosti vyrobeného tvarovaného dílu, přičemž lze dosáhnout i vysokého nasycení matrice stínícími částicemi, což ještě dále zvyšuje stínící účinnost vyrobeného tvarovaného dílu, jakož i zmenšení tloušťky stěny tvarovaného dílu. Způsobem podle vynálezu se dosahuje také eliminace všech ostatních nedostatků nízkofrekvenčního tváření podle dosavadního stavu techniky, zejména snížení ztrát energie vynaložené na vibraci, zmenšení velikosti vibračního ústrojí a zjednodušení konstrukčního uspořádání sestavy forma-vibrační ústrojí.

Vynález bude v následující části popisu blíže vysvětlen jednak vymezením definičních oborů opatření použitých v rámci vynálezu a jednak dále zařazenými konkrétními příklady provedení vynálezu, přičemž tyto příklady mají pouze ilustrační charakter a nikterak neomezuji rozsah vynálezu obecně vymezený patentovými nároky.

Tvarovaným dílem může být v rámci vynálezu tvarovaný díl v podstatě libovolného tvaru a libovolné velikosti. Tvar a velikost tvarovaného dílu, a to i tloušťka jeho stěn, bude samozřejmě přizpůsobena předpokládanému použití tvarovaného dílu. Takto může být

tvarovaným dílem například deska tvořící součást modulově sestavené stínící stěny, nebo deska samotná tvořící stínící stěnu, ale zejména kontejner, zejména uzavíratelný víkem.

V rámci vynálezu se vibrací působí při alespoň jednom kroku ze souboru kroků zahrnujícího odlití směsi do formy, tváření směsi ve formě a vytvrzení směsi ve formě. Výhodně se při způsobu podle vynálezu působí při odlití směsi do formy a při tváření směsi ve formě. Rovněž výhodně je možné vibrací působit při odlití směsi do formy, při tváření směsi ve formě a při vytvrzení směsi ve formě. Výhodně při všech těchto výhodných provedeních může být, jestliže se vibrací působí i při předběžné distribuci stínících částic mimo formu.

Specifikací "předběžná distribuce stínících částic mimo formu" se v rámci vynálezu rozumí krok prováděný mimo formu a počínající uvedením do styku stínících částic a matrice a končící promísením stínících částic a matrice v míře dosažitelné použitím mísicím prostředkem. Použitým mísicím prostředkem může být v rámci vynálezu také výše definovaná vysokofrekvenční vibrace. Specifikací "odlití směsi matrice a stínících částic do formy" se v rámci vynálezu rozumí krok počínající okamžikem, kde se předběžně smíšená směs stínících částic a matrice začíná odlévat do formy a končící okamžikem, kdy je odlévání směsi stínících částic a matrice do formy ukončeno. Specifikací "tváření směsi matrice a stínících částic ve formě" se v rámci vynálezu rozumí krok počínající okamžikem, kdy je odlití směsi stínících částic a matrice do formy ukončeno, a končící okamžikem, kdy odlitá směs stínících částic a matrice v podstatě vyplnila prostor formy. Specifikací "vytvrzení směsi stínících částic a matrice ve formě" se v rámci vynálezu rozumí krok počínající okamžikem bezprostředně následujícím potom, co směs stínících částic a matrice v podstatě vyplnila prostor formy, a končící okamžikem, kdy je směs stínících částic vytvrzena do té míry, že může být bez deformace vyjmuta z formy. Do rozsahu vynálezu spadají i provedení, při kterých se vibrací působí alespoň po dílčí dobu trvání uvedeného kroku, výhodně po podstatnou část doby trvání uvedeného kroku.

V rámci vynálezu má vibrace kmitočet 50 Hz až 1,5 MHz, výhodně 80 Hz až 1,5 MHz.

V rámci vynálezu se vibrace aplikuje při celkovém energetickém příkonu 0,01 až 100 W/kg směsi matrice a stínících částic, výhodně při celkovém energetickém příkonu 1 až 50 W/kg směsi matrice a stínících částic, výhodněji při celkovém energetickém příkonu 1 až 10 W/kg směsi matrice a stínících částic.

Vibrace může být v rámci vynálezu výhodně usměrněna do oblasti vtokového otvoru nebo vtokových otvorů formy tak, že alespoň 10 % energie vibrace, výhodně alespoň 20 % energie

vibrace, výhodněji alespoň 30 % energie vibrace, je soustředěna do oblastí uvedených vtokových otvorů.

Výhodně se vibrace v rámci vynálezu dosahuje použitím alespoň jednoho budiče vibrace, výhodněji alespoň dvou, alespoň tří nebo více budičů vibrace, které mohou být výhodně mechanicky upevněny na stěnu formy jako "plovoucí s pružnou částí formy", tak aby mezi styčnými plochami budiče vibrace a stěnou formy nebyly mezery vedoucí k deformaci průběhu budicího signálu a tím k vytvoření rušivých kmitů směsí stínících částic a matrice. Budičem vibrace je výhodně v podstatě druh lineárního motoru vyvolávajícího působením elektromagnetického jevu sílu periodicky působící v lineárním směru. Nicméně z rámce vynálezu nejsou vyloučeny ani jiné typy budičů vibrací, pomocí kterých by se dosáhlo účinku podle vynálezu.

Při použití více než jednoho budiče je výhodné tyto budiče vibrace sfázovat vzhledem k tomu, že tou měrou, jak se forma plní směsí stínících částic a matrice, rozšiřuje se křivka mechanického činitele jakosti systému forma - směs. Výhodou sfázování je, že jednak umožňuje superpozici buzených vln k dosažení žádoucího maxima vibrace na daném místě, a jednak vyrovnává změnu vlastní frekvence systému během plnění formy směsí stínících částic a matrice. Navíc lze podle potřeby vyrovnávat v průběhu plnění směsí stínících částic a matrice fázový posun postupujícího vlnění, kdy se rychlost šíření vln a útlum mění nelineárně v důsledku měnící se viskozity uvedené směsi v průběhu jejího zpracování.

Forma může být v rámci vynálezu zhotovena z libovolného materiálu schopného beze změny odolat fyzikálním a zejména mechanickým podmínkám, za kterých je způsob podle vynálezu prováděn. Výhodně se v rámci vynálezu použije kovová forma.

Vytvrzení směsí stínících částic a matrice ve formě může být provedeno libovolným způsobem, který je známý odborníkům v daném oboru. Výhodně se použije chemicky reakční vytvrzení a tedy uvedení do styku materiálu matrice s tvrdidlem, které chemicky reaguje, zejména zesítním, s tekutým materiálem matrice za tvorby pevné fáze. Mezi jiným může být rovněž použito vytvrzení účinkem tepla nebo aktinického záření. V posledně uvedeném případě však musí být forma transparentní pro takové aktinické záření. Je také možné použít k vytvrzení kombinace některých z možných způsobů vytvrzení.

Pro odborníka v daném oboru je zřejmé, že uvedený způsob vysokofrekvenčního tváření tvarovaného dílu je snadno modifikovatelný tak, aby byl vhodný i pro výrobu jiných typů tvarovaných dílů odlišných od tvarovaných dílů určených pro odstínění radioaktivního záření, a to pouhou záměnou materiálu matrice a charakteru v ní obsažených částic.

V následující části popisu bude vynález blíže objasněn pomocí konkrétních příkladů jeho provedení.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

V rámci tohoto příkladu byl vyroben kontejner určený pro uložení a transport radioaktivního odpadu. Stěny tohoto kontejneru zeslabují intenzitu záření gama izotopu ^{241}Am na 6 % původní intenzity, intenzitu záření gama izotopu ^{57}Co na 40 % původní intenzity a intenzitu záření gama izotopu ^{137}Cs na 75 % původní intenzity. Pro záření alfa a beta jsou stěny tohoto kontejneru neprostupné. Vyrobený kontejner je tvořen nádobou a víkem a má parametry uvedené v následující tabulce.

Vnější rozměry nádoby s víkem	155 mm x 210 mm x 270 mm
Vnitřní rozměry nádoby s víkem	130 mm x 185 mm x 257 mm
Vnitřní objem nádoby	5,8 l
Tloušťka stěny nádoby v horní části	12 mm
Tloušťka stěny nádoby v dolní části	13,5 mm
Rozměry víka	155 mm x 210 mm x 15 mm
Hmotnost nádoby	6,8 kg
Hmotnost víka	1,2 kg

Při výrobě nádoby uvedeného kontejneru se postupuje následujícím způsobem. Do nádoby určené pro přípravu matrice se stínícími částicemi se předloží 0,45 kg pryskyřice DER 351, 0,08 kg rozpouštědla R 18 na bázi dioldiglycidyl etheru, 0,08 kg povrchově aktivní složky a 0,026 kg uhlíkových vláken, 0,166 kg Fe_2O_3 , 0,035 kg korundu ve formě nanoplňiva a 0,286 kg tvrdidla H354L. Jednotlivé složky matrice se přidávají postupně za míchání mechanickým míchačem a po 72 hodinách míchání se do směsi matrice vmíchá za stálého mechanického míchání v průběhu dalších 0,6 hodiny, 4,345 kg tlumící složky tvořené kuličkami z olovnatého skla obsahujícího 24 % oxidu olovnatého o průměru 3 mm, 1,3 kg balotiny. Výtokový otvor nádoby určené pro výrobu matrice se stínícími částicemi se potom proudově spojí se vtokovým otvorem kovové formy, jejíž vnitřní prostor v podstatě odpovídá vnějším a vnitřním rozměrům nádoby kontejneru, načež se tekutá směs matrice a stínících částic gravitačně odlije do formy průměrnou rychlostí 0,25 l/min. Na vnější povrch formy jsou připevněny 3 budiče vibrací tak, že alespoň 80 % energie vibrací působí na hmotu matrice a

stínících částic a nikoliv na hmotu formy. Vibrací se působí po celou dobu odlévání matrice se stínícími částicemi, po celou dobu tváření matrice se stínícími částicemi ve formě a po celou dobu vytvrzení matrice se stínícími částicemi ve formě, což v daném případě činí celkem 30 minut, přičemž v průběhu této doby působí na sestavu forma-matrice se stínícími částicemi vibrace o kmitočtu 0,0003 MHz při celkovém energetickém příkonu 2 W/kg směsi matrice a stínících částic. Výkon budičů vibrací je převážně soustředěn na výtokový otvor nádoby určené pro přípravu matrice se stínícími částicemi. Odlitá a vytvrzená nádoba se potom ponechá dozrát již mimo formu po dobu 15 hodin. Obdobným způsobem a za použití stejné matrice a stínících částic se vyrobí víko nádoby.

Příklad 2

V rámci tohoto příkladu byl vyroben kontejner určený pro uložení a transport radioaktivního odpadu. Stěny tohoto kontejneru zeslabují intenzitu záření gama izotopu ^{241}Am na 6 % původní intenzity, intenzitu záření gama izotopu ^{57}Co na 40 % původní intenzity a intenzitu záření gama izotopu ^{137}Cs na 75 % původní intenzity. Pro záření alfa a beta jsou stěny tohoto kontejneru neprostupné. Vyrobený kontejner je tvořen nádobou a víkem a má parametry uvedené v následující tabulce.

Vnější rozměry nádoby s víkem	155 mm x 210 mm x 270 mm
Vnitřní rozměry nádoby s víkem	130 mm x 185 mm x 257 mm
Vnitřní objem nádoby	5,8 l
Tloušťka stěny nádoby v horní části	12 mm
Tloušťka stěny nádoby v dolní části	13,5 mm
Rozměry víka	155 mm x 210 mm x 15 mm
Hmotnost nádoby	6,8 kg
Hmotnost víka	1,2 kg

Při výrobě nádoby uvedeného kontejneru se postupuje následujícím způsobem. Do nádoby určené pro přípravu matrice se stínícími částicemi se předloží 0,45 kg pryskyřice DER 351, 0,08 kg rozpouštědla R 18 na bázi dioldiglycidyl etheru, 0,08 kg povrchově aktivní složky a 0,026 kg uhlíkových vláken, 0,166 kg Fe_2O_3 , 0,072 kg PbWO_4 a 0,286 kg tvrdidla H354L. Jednotlivé složky matrice se přidávají postupně za míchání mechanickým míchačem a po 72 hodinách míchání se do směsi matrice vmíchá za stálého mechanického míchání v průběhu dalších 0,6 hodiny, 4,345 kg stínících částic tvořených kuličkami z olovnatého skla

obsahujícího 24 % oxidu olovnatého a majících velikost od 2 do 4 mm a 1,3 kg balotiny. Výtokový otvor nádoby určené pro výrobu matrice se stínícími částicemi se potom proudově spojí se vtokovým otvorem kovové formy, jejíž vnitřní prostor v podstatě odpovídá vnějším a vnitřním rozměrům nádoby kontejneru, načež se tekutá směs matrice a stínících částic gravitačně odlije do formy průměrnou rychlostí 0,25 l/min. Na vnější povrch formy jsou připevněny 3 budiče vibrací tak, že alespoň 80 % energie vibrací působí na hmotu matrice a stínících částic a nikoliv na hmotu formy. Vibrací se působí po dobu předběžné distribuce stínících částic v matrici, po dobu odlití získané směsi, po dobu tváření uvedené směsi ve formě, což v daném případě činí celkem 25 minut, přičemž v průběhu této doby působí na sestavu forma-matrice se stínícími částicemi vibrace o kmitočtu 0,00028 MHz při celkovém energetickém příkonu 1,5 W/kg směsi matrice a stínících částic. Výkon budičů vibrací je převážně soustředěn na výtokový otvor nádoby určené pro přípravu matrice se stínícími částicemi. Odlitá a vytvrzená nádoba se potom ponechá dozrát již mimo formu po dobu 16 hodin. Obdobným způsobem a za použití stejné matrice a stínících částic se vyrobí víko nádoby.

Příklad 3

V rámci tohoto příkladu byl vyroben kontejner určený pro uložení a transport radioaktivního odpadu. Stěny tohoto kontejneru zeslabují intenzitu záření gama izotopu ^{241}Am na 6 % původní intenzity, intenzitu záření gama izotopu ^{57}Co na 40 % původní intenzity a intenzitu záření gama izotopu ^{137}Cs na 75 % původní intenzity. Pro záření alfa a beta jsou stěny tohoto kontejneru neprostupné. Vyrobený kontejner je tvořen nádobou a víkem a má parametry uvedené v následující tabulce.

Vnější rozměry nádoby s víkem	155 mm x 210 mm x 270 mm
Vnitřní rozměry nádoby s víkem	130 mm x 185 mm x 257 mm
Vnitřní objem nádoby	5,8 l
Tloušťka stěny nádoby v horní části	12 mm
Tloušťka stěny nádoby v dolní části	13,5 mm
Rozměry víka	155 mm x 210 mm x 15 mm
Hmotnost nádoby	6,8 kg
Hmotnost víka	1,2 kg

Při výrobě nádoby uvedeného kontejneru se postupuje následujícím způsobem. Do nádoby určené pro přípravu matrice se stíníci částicemi se předloží 0,45 kg pryskyřice DER 351, 0,08 kg rozpouštědla R 18 na bázi dioldiglycidyl etheru, 0,08 kg povrchově aktivní složky a 0,04 kg uhlíkových vláken, 0,166 kg Fe_2O_3 , 0,072 kg PbWO_4 a 0,286 kg tvrdidla H354L. Jednotlivé složky matrice se přidávají postupně za míchání mechanickým míchačem a po 72 hodinách míchání se do směsi matrice vmíchá za stálého mechanického míchání v průběhu dalších 0,6 hodiny, 4,345 kg stínících částic tvořených kuličkami z olovnatého skla obsahujícího 24 % oxidu olovnatého a majících velikost od 2 do 4 mm a 1,3 kg balotiny. Výtokový otvor nádoby určené pro výrobu matrice se stíníci částicemi se potom proudově spojí se vtokovým otvorem kovové formy, jejíž vnitřní prostor v podstatě odpovídá vnějším a vnitřním rozměrům nádoby kontejneru, načež se tekutá směs matrice a stínících částic gravitačně odlije do formy průměrnou rychlostí 0,25 l/min. Na vnější povrch formy jsou připevněny 3 budiče vibrací tak, že alespoň 80 % energie vibrací působí na hmotu matrice a stínících částic a nikoliv na hmotu formy.

Vibrací se působí po dobu předběžné distribuce stínících částic v matrici, po dobu odlití získané směsi, po dobu tváření uvedené směsi ve formě a po dobu vytvrzení ve formě, což v daném případě činí celkem 35 minut, z toho 28 minut při příkonu 1,2 W/kg a 7 minut při příkonu 0,5 W/kg (vytvrzení ve formě) přičemž v průběhu této doby působí na sestavu formamatrice se stíníci částicemi vibrace o kmitočtu 0,00031 MHz. Výkon budičů vibrací je převážně soustředěn na výtokový otvor nádoby určené pro přípravu matrice se stíníci částicemi. Odlitá a vytvrzená nádoba se potom ponechá dozrát již mimo formu po dobu 14 hodin. Obdobným způsobem a za použití stejné matrice a stínících částic se vyrobí víko nádoby.

Příklad 4

V rámci tohoto příkladu byl vyroben kontejner určený pro uložení a transport radioaktivního odpadu. Stěny tohoto kontejneru zeslabují intenzitu záření gama izotopu ^{241}Am na 2 % původní intenzity, intenzitu záření gama izotopu ^{57}Co na 35 % původní intenzity a intenzitu záření gama izotopu ^{137}Cs na 70 % původní intenzity. Pro záření alfa a beta jsou stěny tohoto kontejneru neprostupné. Vyrobený kontejner je tvořen nádobou a víkem a má parametry uvedené v následující tabulce.

Vnější rozměry nádoby s víkem	155 mm x 210 mm x 270 mm
Vnitřní rozměry nádoby s víkem	130 mm x 185 mm x 257 mm

Vnitřní objem nádoby	5,8 l
Tloušťka stěny nádoby v horní části	12 mm
Tloušťka stěny nádoby v dolní části	13,5 mm
Rozměry víka	155 mm x 210 mm x 15 mm
Hmotnost nádoby	8,4 kg
Hmotnost víka	1,2 kg

Při výrobě nádoby uvedeného kontejneru se postupuje následujícím způsobem. Do nádoby určené pro přípravu matrice se stínícími částicemi se předloží 0,45 kg pryskyřice DER 351, 0,08 kg rozpouštědla R 18 na bázi dioldiglycidyl etheru, 0,08 kg povrchově aktivní složky a 0,04 kg uhlíkových vláken, 0,166 kg Fe_2O_3 , 0,05 kg YVO_4 a 0,286 kg tvrdidla H354L. Jednotlivé složky matrice se přidávají postupně za míchání mechanickým míchačem a po 72 hodinách míchání se do směsi matrice vmíchá za stálého mechanického míchání v průběhu dalších 0,6 hodiny, 5,58 kg stínících částic tvořených kuličkami ze zirkonsilikátu s obsahem 67 % ZrO_2 o průměru 0,6 – 0,85 mm, 1,67 kg kuliček z téhož materiálu o průměru 0,07 – 0,15 mm. Výtokový otvor nádoby určené pro výrobu matrice se stínícími částicemi se potom proudově spojí se vtokovým otvorem kovové formy, jejíž vnitřní prostor v podstatě odpovídá vnějším a vnitřním rozměrům nádoby kontejneru, načež se tekutá směs matrice a stínících částic gravitačně odlíje do formy průměrnou rychlostí 0,25 l/min. Na vnější povrch formy jsou připevněny 3 budiče vibrací tak, že alespoň 80 % energie vibrací působí na hmotu matrice a stínících částic a nikoliv na hmotu formy. Vibrací se působí po dobu odlití získané směsi, po dobu tváření uvedené směsi ve formě, což v daném případě činí celkem 22 minut, z toho 18 minut při příkonu 1,8 W/kg a 4 minut při příkonu 0,6 W/kg přičemž v průběhu této doby působí na sestavu forma-matrice se stínícími částicemi vibrace o kmitočtu 0,00031 MHz. Výkon budičů vibrací je převážně soustředěn na výtokový otvor nádoby určené pro přípravu matrice se stínícími částicemi. Odlitá a vytvrzená nádoba se potom ponechá dozrát již mimo formu po dobu 16 hodin. Obdobným způsobem a za použití stejné matrice a stínících částic se vyrobí víko nádoby.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob výroby tvarovaného dílu z materiálu odstíňujícího radioaktivní záření, tvořeného matricí ze syntetického polymeru vytvrditelného za normální nebo zvýšené teploty a v této matrici distribuovanými stínícími částicemi o velikosti $1 \cdot 10^{-10}$ až $1 \cdot 10^{-2}$ m z alespoň jednoho materiálu ze souboru zahrnujícího kovy W, Pb, Ta, Bi, Fe, Gd, Zr, V, Y, Ba, Ca, Mg, Al, Lu, Eu, Ge, Sn a Ti a jejich sloučeniny s O, H, S, N, C, F, Cl a J, předběžnou distribucí stínících částic v matrici mimo formu, odlitím směsi matrice a stínících částic do formy, tvářením směsi matrice a stínících částic ve formě a vytvrzením směsi matrice a stínících částic ve formě, **vyznačený tím, že** se odlití směsi matrice a stínících částic do formy a/nebo tvářením směsi matrice a stínících částic ve formě a/nebo vytvrzením směsi matrice a stínících částic ve formě provádí za působení vibrace o kmitočtu 50 Hz až 1,5 MHz a při energetickém příkonu 0,01 až 100 W/kg směsi matrice a stínících částic.
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačený tím, že** se předběžná distribuce stínících částic v matrici mimo formu provádí za působení vibrace o kmitočtu 50 Hz až 1,5 MHz a při energetickém příkonu 0,01 až 100 W/kg směsi matrice a stínících částic.
3. Způsob podle nároků 1, **vyznačený tím, že** se odlití směsi matrice a stínících částic do formy a/nebo tvářením směsi matrice a stínících částic ve formě a/nebo vytvrzením směsi matrice a stínících částic ve formě provádí za tlaku 500 až 105000 Pa.
4. Způsob podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačený tím, že** celková doba působení vibrace je delší než 5 sekund a kratší než 180 minut.
5. Způsob podle některého z nároků 1 až 4, **vyznačený tím, že** tvarovaným dílem je kontejner pro ukládání radioaktivního odpadu.
6. Způsob podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačený tím, že** alespoň jedna stěna tvarovaného dílu má tloušťku menší než 13 mm.
7. Tvarovaný díl z materiálu odstíňujícího radioaktivní záření, tvořeného matricí ze syntetického polymeru vytvrditelného za normální nebo zvýšené teploty a v této matrici distribuovanými stínícími částicemi o velikosti $1 \cdot 10^{-10}$ až $1 \cdot 10^{-2}$ m z alespoň jednoho materiálu ze souboru zahrnujícího kovy W, Pb, Ta, Bi, Fe, Gd, Zr, V, Y, Ba, Ca, Mg, Al, Lu, Eu, Ge, Sn a Ti a jejich sloučeniny s O, H, S, N, C, F, Cl a J, vyrobitelný způsobem podle některého z předcházejících nároků 1 až 6.
8. Tvarovaný díl podle nároku 7, kterým je kontejner pro ukládání radioaktivního odpadu.

9. Tvarovaný díl podle nároku 7 a 8, **vyznačený tím, že alespoň jedna stěna tvarovaného dílu má tloušťku menší než 13 mm.**

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters that appear to read 'Kau'.