

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

293 385

(13) Druh dokumentu:

B6

(51) Int. Cl. :
G 21 F 5/00

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 1999-4338
(22) Přihlášeno: 09.06.1998
(30) Právo přednosti: 19.06.1997 DE 1997/19725922
(40) Zveřejněno: 12.04.2000
(Věstník č: 04/2000)
(47) Uděleno: 16.02.04
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: 14.04.2004
(Věstník č: 4/2004)
(86) PCT číslo: PCT/DE1998/001608
(87) PCT číslo zveřejnění: WO 1998/059346

(73) Majitel patentu:

GNB GESELLSCHAFT FÜR NUKLEARBEHÄLTER
MBH, Essen, DE

(72) Původce:

Gluschke Konrad, Wickede, DE
Struth Reinhard, Beckum, DE

(74) Zástupce:

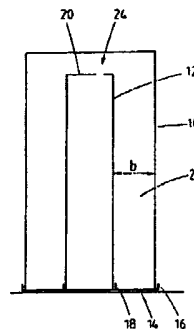
Malůšek Jiří Ing., Mendlovo nám. 1a, Brno, 60300

(54) Název vynálezu:

**Nádoba k přepravě a skladování radioaktivního
materiálu a způsob její výroby**

(57) Anotace:

Nádoba k přepravě a skladování radioaktivního materiálu sestává z ocelové vnější trubky (10), do které je usazena ocelová vnitřní trubka (12), přičemž konstantní kruhová mezera (22) mezi nimi je zaplněna betonovou výplní (28) o větší měrné hmotnosti než $4,2 \text{ g/cm}^3$ a cementem k zaplnění záhybů mezi betonem a výztuží a zároveň i prostoru nad vnitřní trubkou (12). Beton betonové výplně (28) má měrnou hmotnost větší než $4,100 \text{ g/cm}^3$ a pevnost v tlaku po 28 dnech dle normy DIN 1048, díl 2 hodnotu 45 N/mm^2 . Vnější trubka (10) a vnitřní trubka (12) jsou na svých koncích uzavřeny kovovým poklopem (38) a víkem (14) a alespoň víko (14) je zde uspořádáno odnímatelně. Způsob výroby této nádoby se provádí tak, že do ocelové vnější trubky se usadí ocelová vnitřní trubka, čímž mezi nimi vznikne konstantní kruhová mezera, načež se tato mezera zaplní betonovou výplní s velikostí zrna od 2 mm do 20 mm, přičemž alespoň 95 % hmotnostních betonu má větší měrnou hmotnost než $4,2 \text{ g/cm}^3$, načež se do kruhové mezery přivede pod tlakem alespoň jedním otvorem na spodu vnější trubky suspenze z cementu, vody a plastifikátoru, až se zcela zaplní záhyby mezi betonem a betonem a výztuží a zároveň i prostor nad vnitřní trubkou tak, že konečná výplň spolu s betonem vykazuje měrnou hmotnost větší než $4,100 \text{ g/cm}^3$ a v mezeře vázaný cement má spolu s betonem pevnost v tlaku po 28 dnech dle normy DIN 1048, díl 2, 45 N/mm^2 .



CZ 293385 B6

Nádoba k přepravě a skladování radioaktivního materiálu a způsob její výroby

Oblast techniky

5

Vynález se týká nádoby k přepravě a skladování radioaktivního materiálu, ve které lze radioaktivní materiál převážet a skladovat, a také způsobu její výroby.

10

Dosavadní stav techniky

Pro nádoby podobného typu se vžilo označení „Castro“ a v minulosti dosáhly velkého významu. Slouží k přepravě radioaktivitu vyzařujícího materiálu, např. vyhořelého paliva z jaderných reaktorů, do meziskladu či na konečné místo uložení.

15

Přitom je třeba překonávat poměrně velké vzdálenosti. Transport vyžaduje i mimořádná bezpečnostní opatření. To neplatí jen pro přepravní prostředky, jako jsou nákladní auta, vlaky či lodě, ale také pro nádoby, ve kterých je např. toto vyhořelé palivo přepravováno.

20

Nejdůležitějšími bezpečnostními aspekty jsou to, že nádoba musí být konstruována tak, aby se bezpečně zabránilo úniku radioaktivního záření a plynů, a dále nádoba musí být vytvořena tak, aby výše uvedené zabezpečení fungovalo i v případě havárie, např. v důsledku pásu nádoby z transportního prostředku.

25

Vysoké požadavky, jako na pevnost a stabilitu, jsou rovněž kladeny i na radioaktivní odstínění nádoby.

S přilehnutím k těmto aspektům si vynález klade za cíl představit způsob výroby nádoby, která by splňovala výše uvedená kritéria, a samotnou nádobu.

30

K radioaktivním paprskům patří alfa paprsky, beta paprsky a neutronové paprsky. Alfa a beta paprsky mají obecně tak malý dosah, že pro odstínění stačí i malé tloušťky materiálů, řádově milimetrů. Při projektování ochranné nádoby je tedy nejdůležitější účinně odstínit a absorbovat neutronové a gama paprsky.

35

V této souvislosti je známo, že hmota a hrubá tloušťka stěn nádoby musí být poměrně velké. V minulosti se používaly nádoby typu Castor a také jsou známy ocelo-ocelobetonové nádrže z kombinace oceli a betonu. Vynález vychází z myšlenky, že účinnost odstínění u takových ocelo-ocelobetonových nádrží lze zvýšit usazením speciálního těžkého betonu mezi ocelové stěny.

40

Podstata vynálezu

45

Výše uvedené nedostatky odstraňuje do značné míry nádoba k přepravě a skladování radioaktivního materiálu podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že sestává z ocelové vnější trubky, do které je usazena ocelová vnitřní trubka, přičemž konstantní kruhová mezera mezi nimi je zaplněna betonovou výplní o větší měrné hmotnosti než $4,2 \text{ g/cm}^3$ a cementem k zaplnění záhybů mezi betonem a výztuží a zároveň i prostoru nad vnitřní trubkou, přičemž betonové výplně má měrnou hmotnost větší než $4,100 \text{ g/cm}^3$ a pevnost v tlaku po 28 dnech dle normy DIN 1048, díl 2, 45 N/mm^2 a přičemž vnější trubka a vnitřní trubka jsou na svých koncích uzavřeny kovovým poklopem a víkem a alespoň víko je zde uspořádáno odnímatelně.

50

55

Ve výhodném provedení končí vnitřní trubka pod úrovní konce vnější trubky a na tomto konci je uzavřena a mezi uzavřeným spodním koncem vnitřní trubky a spodním koncem vnější trubky je

uspořádána deska z těžkého betonu, která je materiálově propojena s betonovou výplní v kruhové mezeře.

V jiném výhodném provedení je těžký beton desky opatřen výztuží.

5

V dalším výhodném provedení má výztuž tvar koše.

Dalším předmětem vynálezu je způsob výroby takové nádoby podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že do ocelové vnější trubky se usadí ocelová vnitřní trubka, čímž mezi nimi vznikne konstantní kruhová mezera, načež se tato mezera zaplní betonovou výplní s velikostí zrna od 2 mm do 20 mm, přičemž alespoň 95 % hmotnostních betonu má větší měrnou hmotnost než $4,2 \text{ g/cm}^3$, načež se do kruhové mezery přivede pod tlakem alespoň jedním otvorem na spolu vnější trubky suspenze z cementu, vody a plastifikátoru, až se zcela zaplní záhyby mezi betonem a výztuží a zároveň i prostor nad vnitřní trubkou tak, že konečná výplň spolu s betonem vykazuje měrnou hmotnost větší než $4,100 \text{ g/cm}^3$, a v mezeře vázaný cement má spolu s betonem pevnost v tlaku po 28 dnech dle normy DIN 1048, díl 2 hodnotu 45 N/mm^2 . Podstatným aspektem způsobu podle vynálezu je to, že se použije speciální postup přivádění těžkého betonu mezi stěny. U předem připravené betonové směsi, která by se nalila do kruhové mezery se nedají dosáhnout požadované hodnoty měrné hmotnosti a pevnosti a tím ani potřebné odstínění radioaktivního záření. To se podaří teprve při použití správně zvolených přísad v betonu, který je v první fázi vpravo do kruhové mezery a v důsledku následné injektáže cementového pojiva pod tlakem. Stupeň vyplnění cementovým pojivem se optimalizuje tak, že injektáž probíhá odspoda nahoru. Takto lze dosáhnout výborné a téměř optimálního vyplnění záhybů a prostorů mezi jednotlivými součástmi betonu a vytvořit tak hutnější vysocepevný beton v mezikruží.

25

Ve výhodném provedení se jako přísada do betonu použije baryt, ferofosfor, magnetit, železo, olovo, hematit, granulát tvrzené litiny nebo jiné kovy či směsi uvedených přísad.

30

V dalším výhodném provedení se jako přísada do betonu použije směs barytu, ferofosforu, magnetitu, hematitu, nebo jejich směsi v kombinaci s ocelovými kuličkami.

35

Podle jiného výhodného provedení se jako přísada do betonu použije směs barytu, ferofosforu, magnetitu, hematitu, nebo jejich směsi s velikostí zrna $4/8 \text{ mm}$ a $8/16 \text{ mm}$ v kombinaci s ocelovými kuličkami o průměru 4 až 10 mm. Kuličky mohou mít sférický tvar a být zcela nebo částečně nahrazeny olovněnými kuličkami či kuličkami z tvrzené litiny.

40

V jiném výhodném provedení se jako přísada do betonu použije směs barytu, ferofosforu, magnetitu, hematitu, nebo jejich směsi v podílu od 15 do 25 % hmotnostních pro velikost zrna $4/8 \text{ mm}$ a 25 až 35 % hmotnostního podílu pro velikost zrna $8/16 \text{ mm}$ v kombinaci se 45 až 55 % hmotnostními ocelovými kuličkami o průměru 4 až 10 mm.

Pokud se mluví o ocelových trubkách, myslí se tím trubky s kruhovým průřezem, ale jsou možné i jiné průřezy, například mnohohran.

45

V jiném výhodném provedení se použije na horním konci uzavřená vnitřní trubka, která je kratší než vnější trubka, přičemž prostor mezi horním uzavřeným koncem vnitřní trubky a horním okrajem vnější trubky se rovněž vyplní betonem a mezery v betonu i záhyby mezi betonem a výztuží se vyplní cementovou suspenzí. Za stálého zvyšování injektážního tlaku se injektuje další cementová suspenze až se kruhová mezera a nad ní uspořádaný prostor zcela zaplní cementovou suspenzí. Tak se vytvoří jakýsi poklop z betonu. Po ztuhnutí a vytvrzení cementu se navaří na horní konec vnější trubky ocelová deska. Poté se celá soustava otočí o 180° . V případě potřeby lze víko potom ještě vyměnit za masivnější poklop.

50

55

V jiném výhodném provedení se vnitřní trubka i vnější trubka před vyplněním kruhové mezery betonem uzavřou na spolu kovovým víkem. To se s výhodou provede tak, že vnější trubka

i vnitřní trubka stojí svými spodními konci na víku, přičemž toto víko je opatřeno dvěma souosými přírubami s vnitřním závitem a jsou našroubovány na vnější závity na spodních koncích vnější trubky i vnitřní trubky. Tím se zajistí i soustřednost trubek při plnění kruhové mezery betonem. Toto spodní dno se po otočení stane dnem horním a po odšroubování víka lze do nádoby vložit např. vyhořelé palivo a nádobu opět uzavřít.

Ve výhodném provedení se před zaplněním betonem do kruhové mezery a/nebo do horního prostoru nad uzavřenou vnitřní trubkou a neuzavřenou vnější trubkou vloží výztuhy, které mají s výhodou tvar koše, který se rozprostírá v celé kruhové mezeře a/nebo horním prostoru.

Co se týče přívodu cementové suspenze pod tlakem, tak tímto tlakem se rozumí počáteční tlak okolo 1 baru, tedy $1 \cdot 10^{-1}$ MPa, který je nutno zvyšovat, když je třeba přivést suspenzi do vyšší úrovně a protože je nádoba vysoká asi 3 m, je nutno v závěru vyvinout tlak až 15 baru, tedy $15 \cdot 10^{-1}$ MPa. Šířka betonové vrstvy mezi trubkami je 20 až 30 cm a tuto tloušťku má i betonové dno. Protože je měrná hmotnost oceli vyšší než betonu, mohou být stěny na dnech tenčí, např. 5 až 15 cm.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude blíže vysvětlen pomocí výkresů, kde obr. 1 představuje uspořádání vnější a vnitřní ocelové trubky před zaplněním betonovou výplní, obr. 2 znázorňuje uspořádání podle obr. 1, když už je prostor mezi vnější a vnitřní ocelovou trubkou zaplněn betonovou výplní, obr. 3 představuje uspořádání podle obr. 2, kdy je prostor mezi vnější a vnitřní ocelovou trubkou asi z poloviny zaplněn dodatečnou cementovou suspenzí a obr. 4 představuje pohled na hotovou nádobu v podélném řezu.

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1 je vidět ocelová vnější trubka 10 a v ní souose uspořádaná ocelová vnitřní trubka 12. Vnější trubka 10 i vnitřní trubka 12 stojí spodními konci na víku 14, přičemž toto víko 14 je opatřeno dvěma souosými přírubami 16, 18 s vnitřním závitem a jsou našroubovány na vnější závity na spodních koncích vnější trubky 10 i vnitřní trubky 12.

Vnitřní trubka 12 je kratší než trubka 10 a končí níže než vnější trubka. Vnitřní trubka 12 je pak uzavřena na horním konci ocelovou deskou 20. Mezi vnější trubkou 10 a vnitřní trubkou 12 se vytvoří kruhová mezera 22 o konstantní tloušťce b a mezi ocelovou deskou 20 a horním koncem vnější trubky 10 se vytvoří prostor 24.

V dalším kroku se kruhová mezera 22 a prostor 24 vyplní výztuží 26 z oceli ve tvaru koše. To je vidět na obr. 2. Výztuž 26 může být upevněna na vnitřní plochu vnější trubky 10 či na vnější plochu vnitřní trubky 12, např. přivařením.

Poté se kruhová mezera 22 a prostor 24 zaplní betonovou výplní 28, která má složení: 20 % hmotnostních barytu o velikosti zrna 4/8 mm, 30 % hmotnostních barytu o velikosti zrna 8/16 mm a 50 % hmotnostních ocelových kuliček s průměrem mezi 5 a 8 mm, to vše v homogenní směsi.

Poté následuje injektáž cementu, vody a plastifikátoru do prostoru výztuže 26 a betonové výplně 28. To je vidět na obr. 3. K tomu je opatřena vnější trubka 10 dvěma k sobě vzájemně o 180° přesazenými otvory 30, ve kterých je našroubován trubkový adaptér 32. Otvory 30 jsou umístěny na spodním konci vnější trubky 10.

Na adaptéry 32 se nasadí přívodní hadice 34, znázorněná schematicky šipkou. přívodní hadicí 34 se pak přivádí pod tlakem cement, voda a plastifikátor ve formě tekuté suspenze do kruhové mezery 22. V tomto případě je suspenze z cementu typu CEM I 42,5 s obsahem vody 35 % hmotnostních vztaženo k cementu a podílem 3 % hmotnostních plastifikátoru, což je melamin sulfonát, opět vztaženo k hmotnosti cementu.

Zatímco se bezprostředně po začátku injektáže cementová suspenze na vnitřní stranu víka 14, následně je kruhová mezera 22 zaplňována postupně od spodu cementovou suspenzí, která vyplňuje volné prostory v betonu a zákoutí mezi betonovou výplní a výztuží. na obr. 3 je znázorněn asi 50% stupeň vyplnění kruhové mezery 22 čarou 36.

Za stálého zvyšování injektážního tlaku až na asi 1,5 MPa se injektuje další cementová suspenze až se kruhová mezera 22 a nad ní uspořádaný prostor 24 zcela zaplní cementovou suspenzí. Po ztuhnutí a vytvrzení cementu se navaří na horní konec vnější trubky 10 ocelová dnová deska, kovový poklop 38, který je na obr. 3 znázorněn čárkovaně.

Poté se celá soustava otočí o 180°, jak je to vidět na obr. 4. V případě potřeby lze víko 14 potom ještě vyměnit za masivní poklop 40. S výhodou se uzavřou na hotové nádobě i otvory 30.

Pevnost v tlaku těžkého betonu po 7 dnech je dle normy DIN 1048, díl 2, 26 N/mm² a po 28 dnech má pevnost v tlaku hodnotu 46 N/mm².

Modul elasticity betonu byl podle normy DIN 1048, díl 5, stanoven na hodnotu 30,000 N/mm².

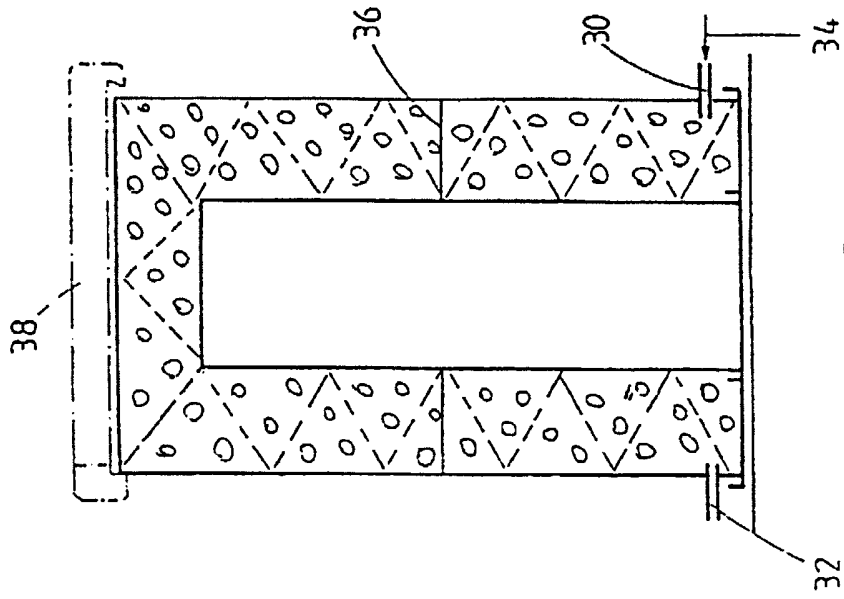
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Nádoba k přepravě a skladování radioaktivního materiálu, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že sestává z ocelové vnější trubky (10), do které je usazena ocelová vnitřní trubka (12), přičemž konstantní kruhová mezera (22) mezi nimi je zaplněna betonovou výplní (28) o větší měrné hmotnosti než 4,2 g/cm³ a cementem k zaplnění záhybů mezi betonem a výztuží a zároveň i prostoru nad vnitřní trubkou (12), přičemž beton betonové výplně (28) má měrnou hmotnost větší než 4,100 g/cm³ a pevnost v tlaku po 28 dnech dle normy DIN 1048, díl 2, 45 N/mm² a přičemž vnější trubka (10) a vnitřní trubka (12) jsou na svých koncích uzavřeny kovovým poklopem (38) a víkem (14) a alespoň víko (14) je zde uspořádáno odnímatelně.
2. Nádoba podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vnitřní trubka (12) končí pod úrovní konce vnější trubky (10) a na tomto konci je uzavřena a mezi uzavřeným spodním koncem vnitřní trubky (12) a spodním koncem vnější trubky (10) je uspořádána deska z těžkého betonu, která je materiálově propojena s betonovou výplní (28) v kruhové mezeře (22).
3. Nádoba podle nároku 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že těžký beton desky je opatřen výztuží (26).
4. Nádoba podle nároku 3, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že výztuž (26) má tvar koše.
5. Způsob výroby nádoby k přepravě a skladování radioaktivního materiálu podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že do ocelové vnější trubky se usadí ocelová vnitřní trubka, čímž mezi nimi vznikne konstantní kruhová mezera, načež se tato mezera zaplní betonovou výplní s velikostí zrna od 2 mm do 20 mm, přičemž alespoň 95 % hmotnostních betonu má větší měrnou hmotnost než 4,2 g/cm³, načež se do kruhové mezery přivede pod tlakem alespoň jedním otvorem na spodu vnější trubky suspenze z cementu, vody a plastifikátoru až se zcela zaplní záhyby mezi

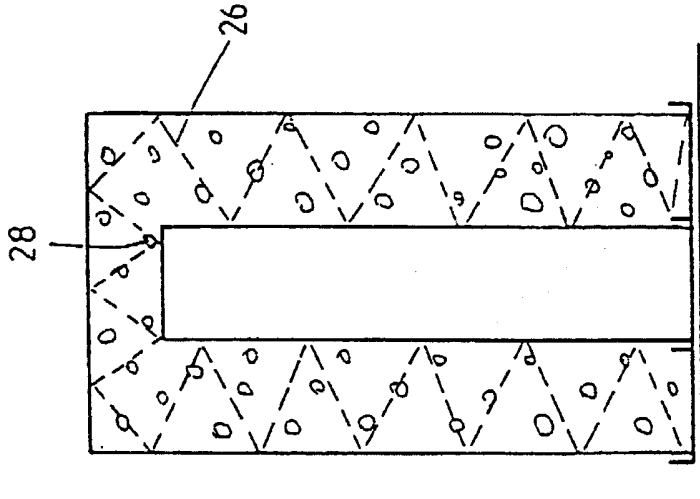
betonem a betonem a výztuží a zároveň i prostor nad vnitřní trubkou tak, že konečná výplň spolu s betonem vykazuje měrnou hmotnost větší než $4,100 \text{ g/cm}^3$ a v mezeře vázaný cement má spolu s betonem pevnost v tlaku po 28 dnech dle normy DIN 1048, díl 2, 45 N/mm^2 .

- 5 6. Způsob podle nároku 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se do betonu použije jako přísada baryt, ferofosfor, magnetit, železo, olovo, hematit, granulát tvrzené litiny nebo jiné kovy či směsi uvedených přísad.
- 10 7. Způsob podle nároku 6, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se do betonu použije jako přísada směs barytu, ferofosforu, magnetitu, hematitu, nebo jejich směsi v kombinaci s ocelovými kuličkami.
- 15 8. Způsob podle nároku 7, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se do betonu použije jako přísada směs barytu, ferofosforu, magnetitu, hematitu, nebo jejich směsi s velikostí zrna $4/8 \text{ mm}$ a $8/16 \text{ mm}$ v kombinaci s ocelovými kuličkami o průměru 4 až 10 mm.
- 20 9. Způsob podle nároku 8, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se do betonu použije jako přísada směs barytu, ferofosforu, magnetitu, hematitu, nebo jejich směsi v podílu od 15 do 25 % hmotnostních pro velikost zrna $4/8 \text{ mm}$ a 25 až 35 % hmotnostního podílu pro velikost zrna $8/16 \text{ mm}$ v kombinaci se 45 až 55 % hmotnostními ocelových kuliček o průměru 4 až 10 mm.
- 25 10. Způsob podle nároku 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se k jeho provedení použije na horním konci uzavřená vnitřní trubka, která je kratší než vnější trubka, přičemž prostor mezi horním uzavřeným koncem vnitřní trubky a horním okrajem vnější trubky se rovněž vyplní betonem a mezery v betonu či záhyby mezi betonem a výztuží se vyplní cementovou suspenzí.
- 30 11. Způsob podle nároku 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vnitřní trubka i vnější trubka se před vyplněním kruhové mezery betonem uzavřou na spodu kovovým víkem.
- 35 12. Způsob podle nároku 5 nebo 11, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že před zaplněním betonem se do kruhové mezery a/nebo do horního prostoru nad uzavřenou vnitřní trubkou a neuzavřenou vnější trubkou vloží výztuhy.
- 40 13. Způsob podle nároku 12, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že výztuha je ve tvaru koše, který se rozprostírá v celé mezeře a/nebo horním prostoru.
- 45 14. Způsob podle nároku 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že horní, spodní nebo horní a spodní konec vnější trubky se po ztuhnutí suspenze těsně uzavře kovovým víkem či poklopem, přičemž alespoň jeden poklop je upevněn na vnější trubku odnímatelně.

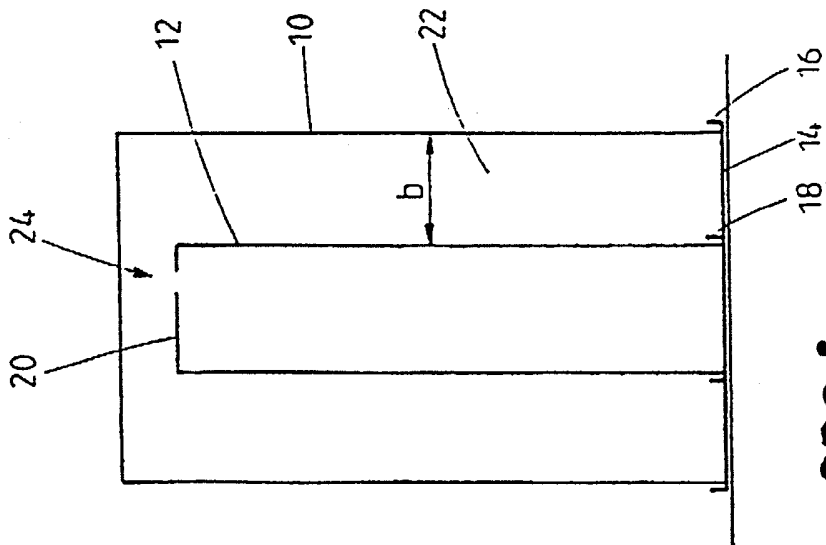
2 výkresy



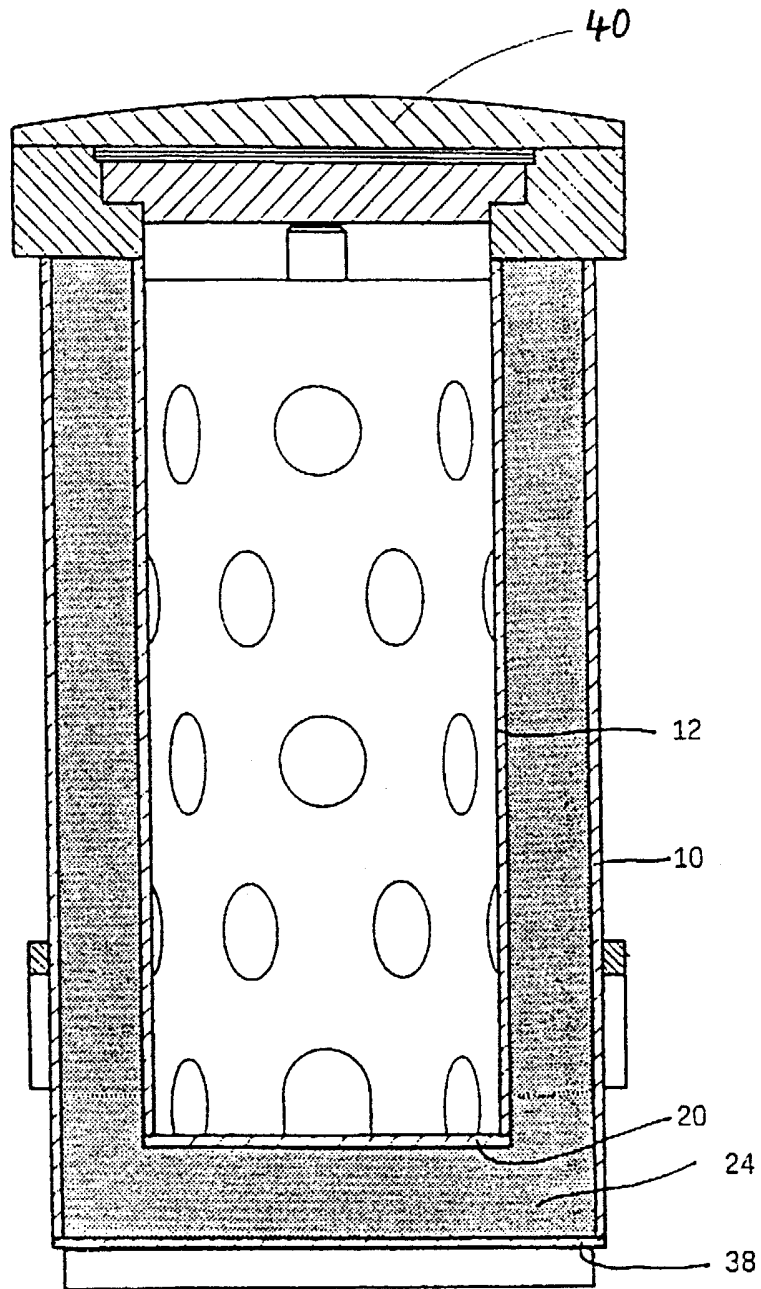
OBR.3



OBR.2



OBR.1



OBR. 4

Konec dokumentu
