



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

214 007

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 25 06 80
(21) PV 4519 80

(51) Int. Cl.³ G 21 F 9/04

(40) Zveřejněno 31 03 81
(45) Vydáno 01 06 84

(75)

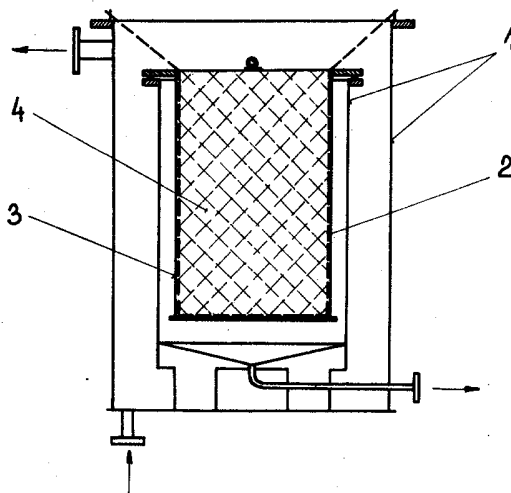
Autor vynálezu ŠMÍD JAROSLAV ing.CSc.,
DOHNAL JIRÍ prof.ing.,
BERÁK LUBOMÍR RNDr. CSc.,
NEUMANN LEO doc.ing.CSc., PRAHA,
NOVÁK LUBOS ing.CSc., ČESKÁ LÍPA

HINTERHOLZINGER OTTO ing., LIBEREC,
KRÁL MILOŠ ing., PRAHA

(54) Způsob dekontaminace radioaktivních roztoků a vod a zařízení k jeho provádění

Vynález se týká jaderné energetiky a řeší problém dekontaminace roztoků a vod, obsahujících biotoxické radioaktivní zářiče. Vynález spočívá ve způsobu dekontaminace radioaktivních roztoků a vod sorpcí nebo výměnou iontů za použití sorbentů nebo ionexů tím, že se radioaktivní roztoky nebo vody podrobí působení sorbentu nebo ionexu, uloženého ve tkaninové a kovové vložce, jejich prosáváním za použití vakua. Zařízení je vyřešeno tak, že kontaktor, propojený se zdrojem vakua, je opatřen kovovou vložkou, v níž je umístěna tkaninová vložka, obsahující sorbentové nebo ionexové lože. Obě vložky jsou vytvořeny vyjímatelné.

Vynález je využitelný převážně v radiochemické technologii.



Obr. 1

Vynález se týká způsobu dekontaminace radioaktivních roztoků a vod sorpcí nebo výměnou iontů za použití sorbentů nebo ionexů a dále zařízení k provádění způsobu.

Pravidelnost procesů palivového cyklu jaderné energetiky je limitována radioaktivními zplodinami, které generují. Vznikají vodné roztoky různého složení a různé úrovně radioaktivity, obsahující mnohdy biotoxické radioaktivní zářiče. Tyto roztoky musí být dekontaminovány a vzniklé vysoce radioaktivní zbytky musí být uloženy tak, aby nemohlo dojít k rozptýlení kumulované radioaktivity v biotopu člověka. Tak radioaktivní roztoky bývají dekontaminovány na ionexových kolonách, které po vysycení bývají regenerovány elucí koncentrovanými roztoky solí nebo kyselin a pak znovu použity. Vzniklé silné radioaktivní a solné aluáty bývají detoxikovány buď odpařením nebo vhodným selektivním procesem, a to koprecitací a nerozpustnou sloučeninou anebo sorpcí na selektivních sorbentech. Pokud jsou takové sorbenty k dispozici, jakož i v případě ionexů nebo sorbentů běžných, musí jejich aplikace být provedena tak, aby při požadované účinnosti byla jednoduchá a snadno proveditelná, aby se vyloučily průsaky radioaktivní složky do okolí, aby vysycený sorbent byl snadno vyměnitelný a radiační dávka obsluhy byla proto co nejnižší, aby nebyla ztížena koncová operace, to je zpracování vysyceného sorbentu, aby sorpční nehomogenity lože byly minimalizovány, aby hmota sorbentu byla zcela využita a veškeré funkční povrchy byly snadno dekontaminovatelné a opravitelné.

Výše uvedená kritéria existující způsoby a zařízení nesplňují v plném rozsahu. V současné technické praxi se detoxikace radioaktivních roztoků pomocí zrnitých ionexů nebo sorbentů v pevných ložích provádí tak, že pomocí přetlaku vytvořeného čerpadlem se dopravuje roztok určený k detoxikaci přes lože sorbentu, které protéká buď ve směru nebo proti směru tíže, do výstupní nádrže, která se nachází při atmosférickém tlaku. Sorpční lože je uspořádáno jako tlakový filtr. Sorpční náplň se nachází v tlakové nádobě, anebo ve výjimatelné vložce uložené do této tlakové nádoby. Přetlak v této soustavě způsobuje, že právě radioaktivní kapalina před sorpčním ložem může v případě netěsnosti vytékat do okolí mimo systém. Uzavřenost sorpčního lože někde uprostřed soustavy pak způsobuje, že vysycený sorbent se vyměňuje se značnými obtížemi. Dosud se to provádí různými způsoby hydraulického vyprazdňování, přičemž se spotřebuje mnoho vody a musí se překonávat různé technické problémy vyplývající z obtížnosti čerpání vodných radioaktivních suspenzí sorbentu potrubím v horizontálním a vertikálním směru. V případě vložky se musí tlaková nádoba otevřít, vložku s vysyceným sorbentem vyjmout, vložit vložku s novým nebo regenerovaným sorbentem a tlaková nádoba se musí opět uzavřít. Vložka s vysyceným sorbentem se musí odtransportovat, vyprázdnit a propláchnout. Tyto operace v případě silněji radioaktivního vysycení sorbentu nebo ionexu jsou nesnadné a radiačně riskantní. Proto v některých případech bylo navrženo použití levných nevratných plechových sudů jako kolony pro sorbent nebo ionex s tím, že tyto kolony po vysycení se pak celé transportovaly do uložistiště. Konečně byly navrhovány různé způsoby tak zvaného kontinuálního ionexového procesu, kde se využitá vrstva sorbentu kontinuálně odstraňuje a nahrazuje vrstvou čerstvého ionexu. Kontinuální proces je však technicky velmi náročný, aparaturně komplikovaný a tedy drahý. Klade nejvyšší nároky na somatické vlastnosti ionexu. V radiochemické technologii prakticky nebyl použit. Naproti tomu výše zmíněná nevratná kolona - plechový sud - je řešením velmi nadějným, ale pokud není použita v kaskádě, jejíž členy mají proměnné pořadí, může vést ke

špatnému využití sorpční náplně a tedy i k plýtvání drahým prostorem pro konečné uskladnění vysyceného sorbentu. Průsaky v důsledku přetlaku v systému, jakož i obtížnost výměny vysyceného sorbentu a obtížnost proplachu vratné sorpční vložky jsou jedny z hlavních obtíží současné úrovně aplikace sorbentů a ionexů v radiochemické technologii.

Uvedené nedostatky odstraní podle vynálezu způsob dekontaminace radioaktivních roztoků a vod sorpcí nebo výměnou iontů za použití sorbentů nebo ionexů. Jeho podstata spočívá v tom, že se radioaktivní roztoky nebo vody podrobí působení sorbentu nebo ionexu, uloženého ve tkaninové a kovové vložce, jejich prosáváním za použití vakua v rozmezí 0,01 MPa až 0,1 MPa. Podstata zařízení podle vynálezu spočívá v tom, že kontaktor, propojený se zdrojem vakua, je opatřen kovovou vložkou, v níž je umístěna tkaninová vložka, obsahující sorbentové nebo ionexové lože.

Podle dalšího význaku vynálezu jsou obě vložky vytvořeny vyjímatelné.

Základní výhoda vynálezu spočívá v možnosti dekontaminace a recyklace radioaktivních roztoků, u nichž se dá tato dekontaminace provést propouštěním ložem zrnitého sorbentu nebo ionexu, zejména koncentrovaných roztoků, které je vhodné recyklovat buď z důvodů ekonomie hmot anebo pro zvýšení hygienické nezávadnosti radiochemického provozu.

Vyjímatelnost obou vložek přispívá ke zvýšení bezpečnosti práce a k zlepšení manipulovatelnosti. Jako hnací síly dekontaminovaného roztoku ložem sorbentu je použito tlakového gradientu mezi okolím a evakuovanou předlohou. Detoxikační systém je tedy podtlakový a to spolehlivě zabranuje unikání roztoků i exhalací do okolí průsakem a přetlakem. Nevratná tkaninová vložka odstraní nutnost proplachu vratné kovové sorpční vložky a veškerá výměna vysyceného sorbentu spočívá v pouhém vyjmutí kovové vložky s vloženou vložkou tkaninovou, odvezení na uložení, kde se tkaninová vložka s radioaktivním sorbentem vyjme a uloží a kovová vložka se vrátí zpět do provozu. Tím je operační cyklus prakticky zbaven radiochemicky riskantních operací a dále je zjednodušen a jsou minimalizovány prostojy, takže šaržový systém pracuje téměř jako kontinuální. Aparaturně je technologie krajně jednoduchá. Homogenita vakuového lože je vyšší než homogenita srovnatelného lože tlakového, protože zplynění je u vakuového lože zcela odstraněno.

Způsob a zařízení podle vynálezu jsou dále blíže popsány na příkladu provedení podle připojených výkresů, na nichž značí obr. 1 schematický nárys kontaktorem se spodním výstupem, obr. 2 kontaktor s horním výstupem a obr. 3 kontaktor se středovým výstupem.

Příklad

Byla prováděna detoxikace koncentrovaného roztoku chloridu vápenatého kontaminovaného biotoxickým radionuklidem - ^{226}Ra prosáváním vakuovým ložem granulovaného radium-selektivního sorbentu.

Sorbent, granulovaný koloidním roztokem SiO_2 na průměrnou velikost částic $d = 0,15 \text{ mm}$, se za odsávání naplavil do laboratorního modelu vakuového kontaktoru tak, aby výška vrstvy sorbentu činila 4,0 cm a objem vakuového lože sorbentu činil pak 20 cm^3 . Toto lože bylo pak vnořeno do nádoby se vstupním radionuklidem kontaminovaným roztokem objemu 50 dm^3 $0,50 \text{ M CaCl}_2$. Za použití vakua byl tento kontaminovaný roztok prosáván vrstvou sorbentu tak, aby doba styku sorbentu a roztoku činila 21 s, což je reálná doba styku rovnající se polovině zdánlivé. Bylo zjištěno, že vakuové lože sorbentu velmi účinně detoxikovalo vstupní roztok, neboť koncentrace radia ve výstupu dosáhla 1 % vstupní hodnoty teprve po průtoku objemu roztoku rov-

ného 2000 objemu lože tj. 40 dm³. Před tím byla radioaktivita výstupního roztoku podstatně nižší.

Jak patrně z obr. 1 je kontaktor 1 se spodním vstupem kontaminované kapaliny tvořen válcovou nádobou, v níž je centrálně umístěna kovová vložka 3, v níž je vložena tkaninová vložka 2, jejíž horní okraj je vyveden přes přírubu kontaktoru 1. Ve tkaninové vložce 2 je umístěno sorpční lože 4. Kontaminovaná kapalina se prosává přes sorpční lože 4 za použití neznázorněného zdroje vakua kovem a dekontaminovaná kapalina je odváděna do spodního výstupu. V horní části kontaktoru 1 je upraven přepad pro udržování stálé výšky hladiny kontaminované kapaliny.

Na obr. 2 je nakresleno jiné provedení kontaktoru 1 s horním výstupem. Válcová nádoba kontaktoru 1 je opatřena kovovou vložkou 3 s vloženou tkaninovou vložkou 2, v níž je opět umístěno sorpční nebo ionexové lože 4. Vstup kontaminované kapaliny je upraven ze spodu a výstup dekontaminované kapaliny je proveden víkem 5 kontaktoru 1. Sorpční lože 4 je chráněno pro vyplavení děrovaným krytem 6.

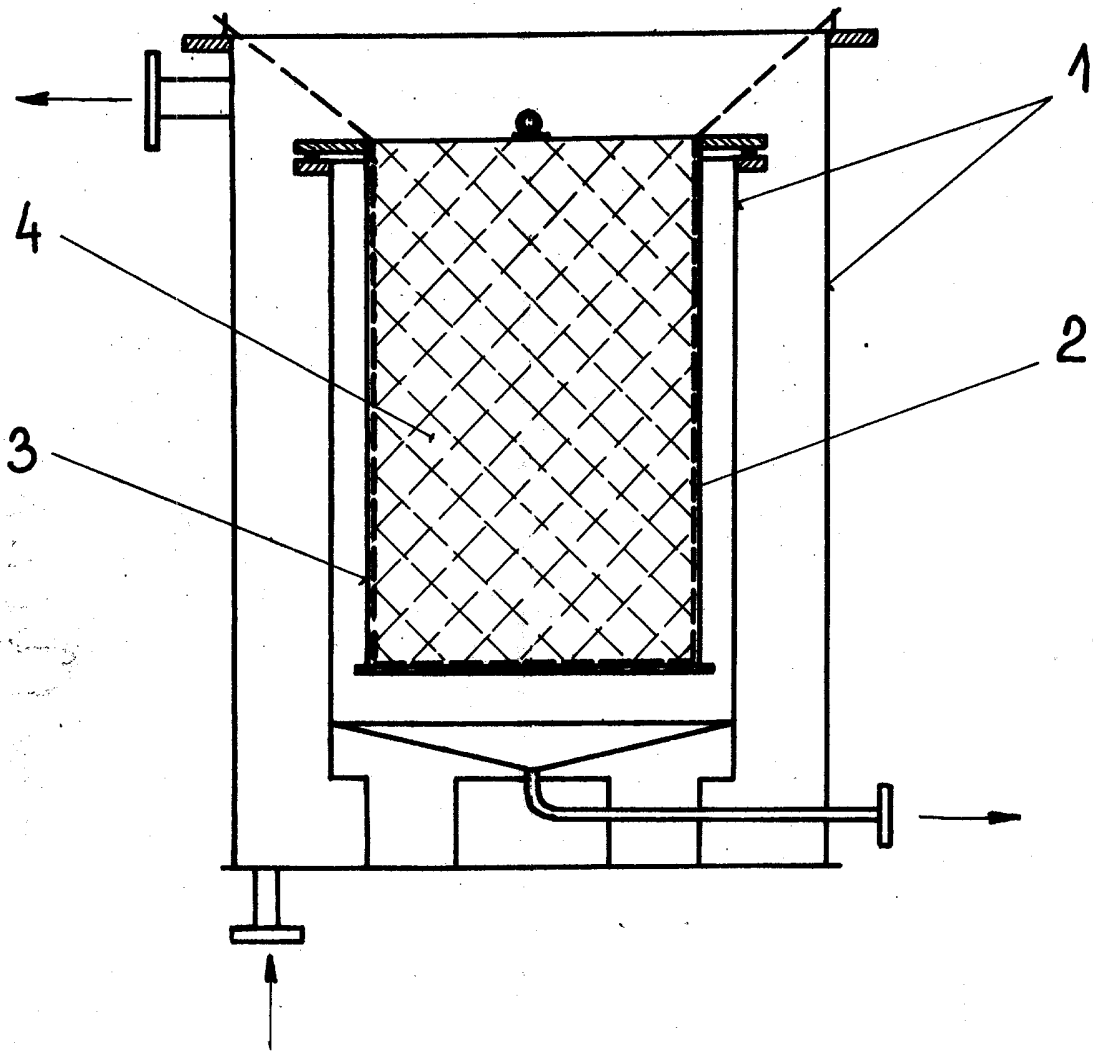
Na obr. 3 je nakresleno další výhodné provedení kontaktoru 1 se středovým výstupem. Ve válcové nádobě kontaktoru 1 je umístěna kovová vložka 3, která je na rozdíl od provedení na obr. 1 a 2 na obvodu děrovaná, aby kontaminovaná kapalina, vstupující spodním vstupem mohla procházet touto kovovou vložkou 3 a potom tkaninovou vložkou 2 do sorpčního lože 4 a potom mohla být odváděna středovým výstupem, tvořeným děrovanou trubicí 7.

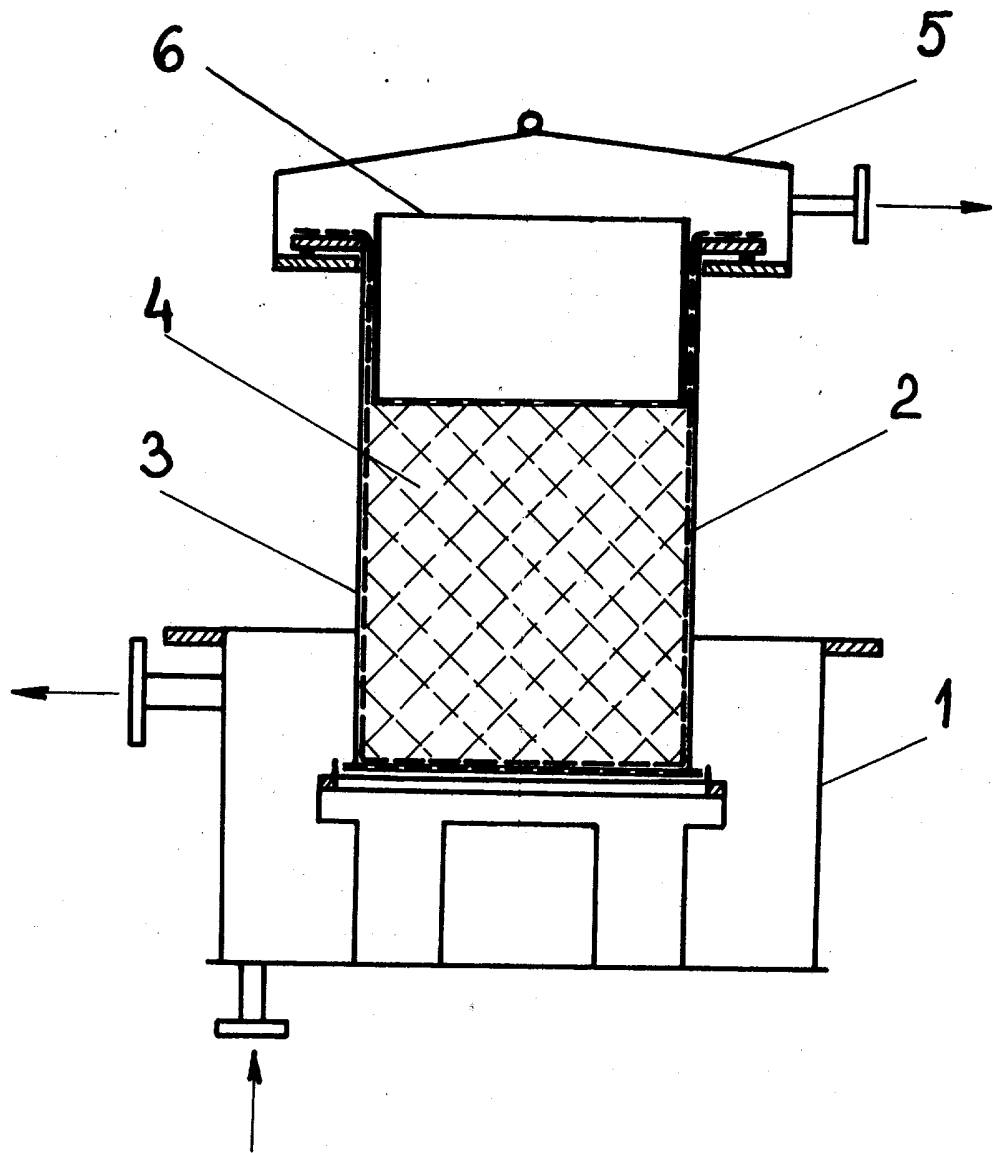
Je pochopitelné, že u provedení podle obr. 2 a 3 je kontaktor 1 vždy propojen s neznázorněným zdrojem vakua.

Možnost využití způsobu detoxikace radioaktivního roztoku a vod podle vynálezu je všude tam, kde je nutno deaktivovat a recyklovat koncentrované radioaktivní roztoky obsahující zářiče, pro které byly nebo budou vyvinuty účinné zrnité sorbenty. V tom případě představuje způsob detoxikace podle vynálezu technicky velmi jednoduchý postup, jehož aplikací tyto vyvinuté sorbenty se mohou velmi výrazně uplatnit v radiochemické technologii a v ochraně životního prostředí.

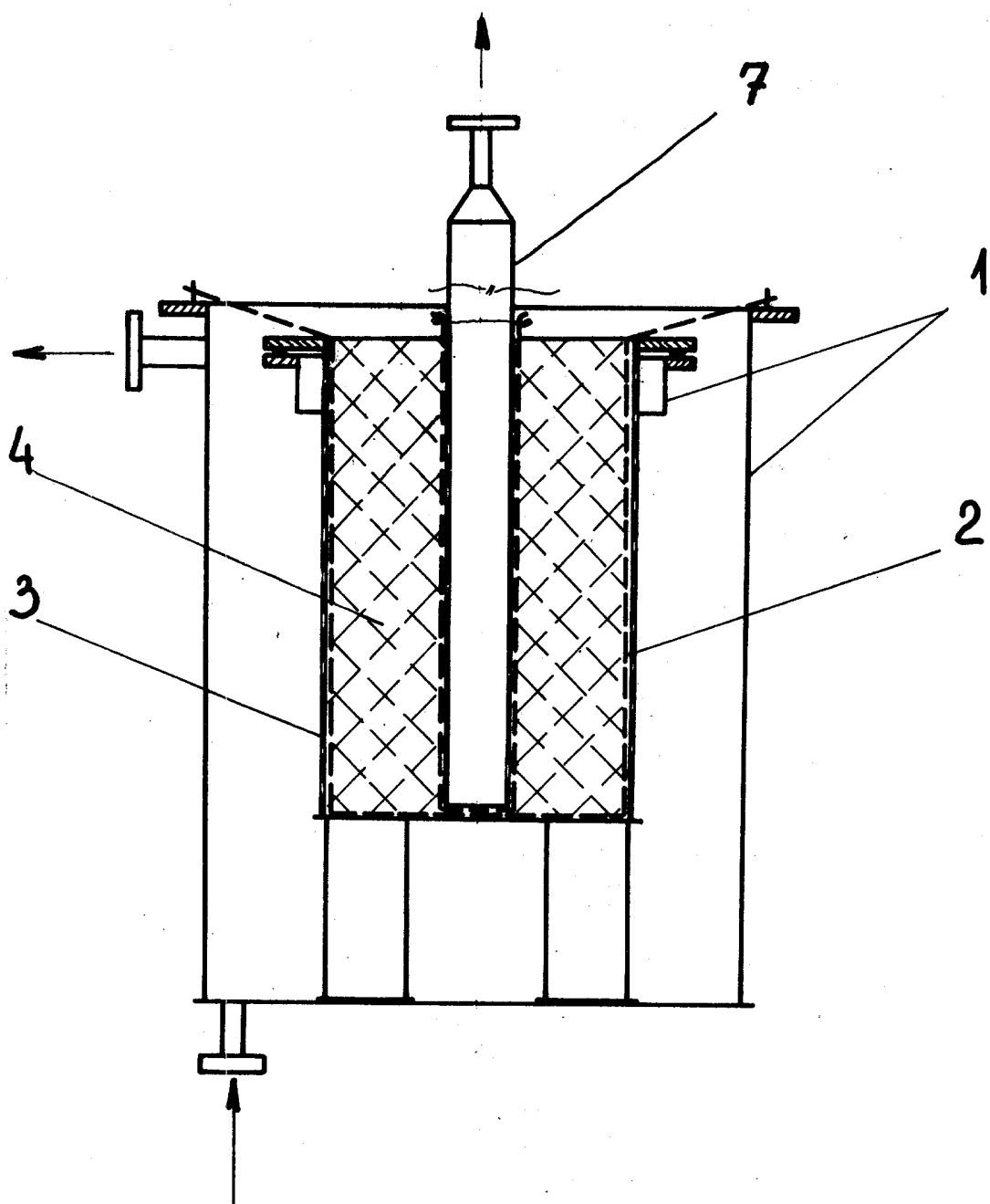
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob dekontaminace radioaktivních roztoků a vod sorpcí nebo výměnou iontů za použití sorbentů nebo ionexů vyznačující se tím, že se radioaktivní roztoky nebo vody podrobí působení sorbentu nebo ionexu, uloženého ve tkaninové a kovové vložce, jejich prosáváním za použití vakua v rozmezí 0,01 MPa až 0,1 MPa.
2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1 vyznačené tím, že kontaktor (1), propojený se zdrojem vakua, je opatřen kovovou vložkou (3), v níž je umístěna tkaninová vložka (2), obsahující sorpční nebo ionexové lože (4).
3. Zařízení podle bodu 2 vyznačené tím, že kovová vložka (3) a tkaninová vložka (2) jsou vytvořeny vyjímatelné.

*Obr. 1*



Obr. 2



Obr. 3