

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2013-154

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

A62D 3/30 (2007.01)
A62D 3/32 (2007.01)
A62D 3/38 (2007.01)
A62D 3/40 (2007.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **28.02.2013**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **01.10.2014**
(Věstník č. 40/2014)

(71) Přihlašovatel:
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta
jaderná a fyzikálně inženýrská, Praha 1, CZ
Centrum výzkumu Řež s.r.o., Husinec-Řež, CZ

(72) Původce:
Ing. Petr Kovařík, Praha - Kbely, CZ
prof. James Dale Navrátil, Ph.D., Pendleton SC
29670, SC, US
prof. Ing. Jan John, CSc., Černošice, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Květoslava Kubičková, Doubravčická 2201,
100 00 Praha 10

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob zpracování nebezpečných a
radioaktivních odpadů**

(57) Anotace:
Způsob zpracování nebezpečných a radioaktivních
odpadů, jejich oxidací v tavenině soli, spočívá podle
vynálezu v tom, že se nebezpečné a radioaktivní odpady
přidávají k vysušené tavenině radioaktivního koncentráту
vzniklého při čištění odpadních vod jaderné elektrárny,
která obsahuje max. 1 % hmotn. vlhkosti a 10 až 40 %
hmotn. boritanových solí za současného přebytku kyslíku
nebo vzduchu při teplotě 650 až 800 °C.

CZ 2013 - 154 A3

Způsob zpracování nebezpečných a radioaktivních odpadů

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu zpracování nebezpečných a radioaktivních odpadů.

Dosavadní stav techniky

Problematické radioaktivní odpady, koncentráty a lonoměniče ze systému čištění odpadních vod z jaderných elektráren jsou nejen v ČR v současné době dlouhodobě skladovány $\cap$ ve skladovacích nádržích v budově aktivních pomocných provozů v areálu jaderných elektráren. Koncentrát se $\cap$ na jaderné elektrárně rozumí médium zahuštěných odpadních vod. Obsahuje zejména boritany.

Nebezpečné odpady jsou buď skládkovány, nebo likvidovány ve speciálních spalovnách (některé druhy také v cementárnách).

V ČR jsou kontaminované vody zpracovávány odpařováním ve speciální čistící stanici, kde je jako poslední prvek systému zpracování těchto vod používána odparka. Zkoncentrováním kapalných radioaktivních odpadů (RAO) na odparce vzniká koncentrát obsahující boritany. Koncentrát je vypouštěn do monžíků a odtud do skladovacích nádrží koncentrátu. Poté je upravován na bitumenační lince, na filmové rotorové bitumenační odparce, ve světě je k tomuto účelu používána také cementace, tj. fixace do cementové matrice.

Jsou známé poznatky z oblasti výzkumu a vývoje technologie oxidace organických látek v tavenině soli (MSO, z *angl. Molten Salt Oxidation*) [Evaluation of the MSO Process Technology, Technology Needs Assessment, DOE/ID/12584-97 GJPO-105, January 1992; L. Abbey, M. McDowell, A. Darnell, R. Gay, K. Knudsen, and C. Newman, "Final Report for Molten Salt Oxidation of RMDF Mixed Wastes," 022-TR-

0002, ETEC, Rockwell International, Canoga Park, Ca, October 1993; M.G. Adamson, Z. Chiba, E.H. von Holtz, and R.D. Streit, "Development of Advanced Waste Treatment Technologies for Demonstration in the Mixed Waste Treatment Facility," Proceedings of the 3rd Biennial Symposium, Baltimore, Maryland, August 7-10, 1995; Mixed Waste Management Facility Conceptual Design Report, UCRL-Prop-116761L-17293-1, April 29, 1994; Stránka: 2
<http://web.em.doe.gov/closure/final/rf98spxb.html>;
[http://www.cms.llnl.gov/s-](http://www.cms.llnl.gov/s-t/molten.html)

[t/molten.html](http://www.cms.llnl.gov/s-t/molten.html); Stránka: 2
 International Atomic Energy Agency, Application of Thermal Technologies for Processing of Radioactive Waste, Technical Report Series No. 1527, IAEA, Vienna (2006)].

MSO je bezplamenný oxidační proces, který je alternativou konvenčního spalování. Na rozdíl od spalování však dochází k oxidačním reakcím v uzavřeném chemickém reaktoru, ve kterém se nachází roztavená sůl.

Prvotní výzkum týkající se roztavených solí začal v USA v laboratořích Rockwell International pod záštitou americké Národní Komise pro Atomovou Energii již v padesátých letech 20. století. Výzkum byl původně zaměřen na vlastnosti a chemické chování roztavených solí, ale časem se dále rozšířil na studium možnosti použití roztavené soli pro účely odstranění oxidu siřičitého (SO_2) z kouřových plynů a možnosti jejího použití jako katalyzátoru při zplyňování uhlí. Během těchto experimentů bylo zjištěno, že v tavenině soli lze dosáhnout kompletní oxidace organických látek, čímž byl položen základní kámen možnému využití této technologie pro likvidaci organických odpadů.

První experimenty s použitím roztavené soli pro účely likvidace odpadů se týkaly likvidace perchlorethylenu, hexachlorbenzenu, PCB (polychlorovaných bifenyly) a směsných radioaktivních odpadů. Dalších experimentálních výsledků bylo dosaženo v laboratorních, čtvrtprovozních a poloprovozních aparaturách v laboratořích ETEC (Energy Technology Engineering Center), LLNL (Lawrence Livermore National Laboratory), ORNL (Oak Ridge National Laboratory) a Rockwell International [M.G. Adamson, Z. Chiba, E.H. von Holtz, and R.D. Streit, "Development of Advanced Waste Treatment Technologies for Demonstration in the Mixed Waste Treatment Facility," Proceedings of the 3rd Biennial Symposium, Baltimore, Maryland, August 7-

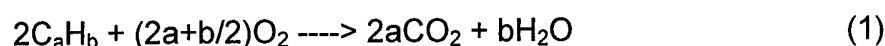
10, 1995, Mixed Waste Management Facility Conceptual Design Report, UCRL-Prop-116761L-17293-1, April 29, 1994].

Většina prvotních experimentů byla provedena na čtvrt-provozní (kapacita 0,45 – 4,5 kg/hod) nebo poloprovozní (45 až 900 kg/hod) aparatuře. Během sedmdesátých let však začala být dostupná levnější technologie (spalování) a finanční prostředky pro vývoj technologie MSO byly omezeny. Výsledkem toho bylo ukončení vývoje v laboratořích Rockwell International v roce 1982. Na konci devadesátých let se však ukázalo, že technologie MSO má ve srovnání s konvenčními spalovacími technologiemi určité výhody a výzkum v této oblasti začíná být obnovován. V poslední době byla tato technologie používána ve Spojených státech v laboratořích Rocky Flats, kde byla aplikována pro odstraňování americia z kovového plutonia tak, že ionty americia byly extrahovány roztavenou solí [<http://web.em.doe.gov/closure/final/rf98spxb.html>]. Poloprovozní aparatura byla na konci devadesátých let 20. století použita jako demonstrační linka pro zpracování více než 30 druhů odpadů v Lawrence Livermore Laboratories (USA) [[http://www-cms.llnl.gov/s-t/molten.html](http://www.cms.llnl.gov/s-t/molten.html)]. Třetí zařízení tohoto druhu bylo postaveno v Jižní Koreji v roce 2001 [International Atomic Energy Agency, Application of Thermal Technologies for Processing of Radioactive Waste, Technical Report Series No. 1527, IAEA, Vienna (2006)].

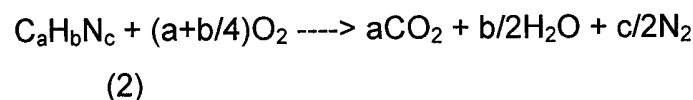
Ukazuje se, že tato technologie by mohla být vhodná nejen ke zneškodnění obtížně zpracovatelných radioaktivních odpadů (oleje, ionexy), ale také ke zneškodnění výbušnin a jiných nebezpečných látek jako PCE (polychlorované bifenoly) a TCE (trichlorethylen).

Radioaktivní odpad, společně s nadstechiometrickým množstvím vzduchu (*kyslíku*), je přiváděn pod hladinu roztavené soli, uhličitanu sodného (Na_2CO_3) o teplotě 800 – 950 °C. V tavenině dochází k oxidaci organických složek odpadů za vzniku CO_2 , N_2 a H_2O . Z plyných zplodin jsou před jejich vypuštěním odstraněny zbytky soli. Halogeny a heteroatomy, které byly původně obsaženy v radioaktivním odpadu (např. síra) jsou přeměněny na kyselé plyny a zachyceny ve formě NaCl nebo Na_2SO_4 v tavenině. Teplo, které při oxidaci vzniká, je využito k udržení teploty roztavené soli. Po vyčerpání kapacity roztavené soli je sůl buď recyklována (radionuklidy jsou z ní „vyprány“), nebo upravena do formy vhodné k uložení do úložiště radioaktivních odpadů.

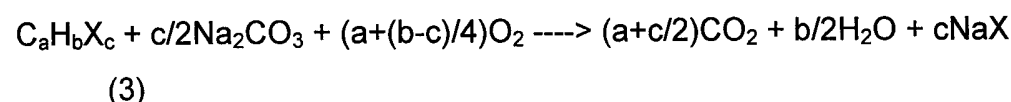
Při použití *uhličitanu sodného* je možné popsat procesy probíhající v chemickém reaktoru s roztavenou solí těmito reakcemi [P.C. Hsu et. al.: Integrated Demonstration of Molten Salt Oxidation with Salt Recycle for Mixed Waste Treatment,“ Proceedings of Waste Management 98, Tucson, Arizona, March 1-5, 1998]:



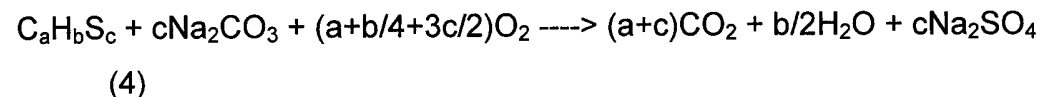
Pro organické látky s obsahem dusíku:



Pro organické látky s obsahem halogenů (X zastupuje halogen):



Pro organické látky s obsahem síry:



Další neoxidovatelné anorganické složky, jako např. těžké kovy a radionuklidy jsou zachyceny v soli ve formě kovu nebo oxidu a je možné je snadno separovat a následně uložit jako odpad. K tomuto účelu lze použít v podstatě jakékoliv tepelně stabilní anorganické soli například také boritany.

Technologie MSO se v současné době nepoužívá k likvidaci a čištění vod jaderných elektráren na žádné jaderné elektrárně.

Nevýhodou stávajících postupů je vysoký objem vznikajících radioaktivních dopadů a nebezpečí vzplanutí směsi bitumenu s koncentrátem. Současně je také problém samotná likvidace iontoměničů, které je v podmínkách České republiky dnes možné likvidovat pouze jejich smícháním s vhodnou fixační matricí. Dnes používané matrice mají nízké naplnění a vzniklá směs velmi často nesplňuje testy loužitelnosti a pevnosti v tlaku.

Podstata vynálezu

Uvedené nevýhody odstraňuje způsob zpracování nebezpečných a radioaktivních odpadů jejich oxidací v tavenině soli, který podle vynálezu spočívá v tom, že se nebezpečné a radioaktivní odpady přidají k vysušené tavenině radioaktivního koncentrátu vzniklého při čištění odpadních vod jaderné elektrárny, která obsahuje max. 1 % hmotn. vlhkosti a 15 až 40 % hmotn. boritanových solí za současného přebytku kyslíku nebo vzduchu při teplotě 600 až 800°C.

Radioaktivní odpad, organické látky s obsahem dusíku, halogenů, síry se rozloží a radionuklidy a těžké kovy a kyselé plyny se zachytí v tavenině.

Přidávání odpadu k tavenině se ukončí na základě analýzy odplynů, která poskytne informaci o tom, kdy již nedochází k efektivnímu rozkladu zneškodňovaných organických odpadů. Zejména se jedná o změny v objemových koncentracích CO a O₂.

Sušení radioaktivního koncentrátu se provádí při teplotě 75 až 90°C v uzavřeném prostoru (opatřeném přívodem vzduchu a odsáváním).

Podstatou vynálezu je využití taveniny sušiny solného, radioaktivního koncentrátu vzniklého při čištění odpadních vod jaderné elektrárny (SVO-3) namísto roztavené neradioaktivní soli.

Navrhovaný technologický postup umožňuje zpracování problematických radioaktivních odpadů (iontoměničů, organických kapalin, plastu, papíru, atd.) společně s nebezpečnými odpady, jako jsou například polychlorované bifenylly (PCB) nebo polychlorované polyethyleny (PCE). Technologie využívá již známý princip oxidace v roztavené neradioaktivní soli (např. Na₂CO₃), kterou lze využít pro zpracování výše uvedených typů odpadů. Podstata vynálezu spočívá v použití odpadu- radioaktivní soli s vysokým obsahem boritanů produkované jako odpad v jaderných elektrárnách k likvidaci dalšího nebezpečného odpadu.

Lze tedy říci, že se jedná o zpracování jednoho odpadu (PCB, PCE, kontaminovaných iontoměničů, kontaminovaných olejů, apod.) v jiném odpadu,

vysušeném radioaktivním koncentrátu. Jednou ze značných výhod této technologie bude zkoncentrování a výrazné snížení objemu produktu určeného pro uložení v úložišti radioaktivních odpadů, čímž dojde ke snížení nákladů spojených například s dalším rozšiřováním úložiště.

Tento návrh představuje nový technologický postup, díky jehož použití dojde jednak k usnadnění zpracování problematických typů odpadů jakými jsou například iontoměniče a zároveň ke snížení množství sekundárních solidifikovaných odpadů, a to záměnou běžného neradioaktivního oxidačního činidla (roztavené neaktivní soli) za odpadní radioaktivní koncentrát z provozní odparky jaderných elektráren. Bylo již experimentálně (laboratorně) ověřeno, že vlastnosti typického koncentrátu z jaderných elektráren typu vodo-vodní energetický reaktor (VVER) jsou pro tyto účely vhodné.

Přehled obrázků

Obr. 1 znázorňuje zjednodušené schéma zařízení pro tavení radioaktivních odpadů (RAO) a nebezpečných odpadů v tavenině koncentrátu z provozní odparky jaderné elektrárny.

Příklady provedení

Příklad 1

Proces likvidace RAO a nebezpečných odpadů za využití radioaktivního koncentrátu probíhal následovně:

- 1) Vysušení koncentrátu
- 2) Roztavení koncentrátu a dávkování odpadů
- 3) Zneškodnění produktu

Průměrné složení radioaktivního koncentrátu z čištění odpadních vod jaderných elektráren typu VVER namísto neaktivní soli (např. Na_2CO_3) je uvedeno v tab. 1 (uvedeny jsou pouze složky s koncentrací vyšší než 1 g/l).

Parametr	Hodnota	Jednotka
pH	10,5 - 11,8	-
H ₃ BO ₃	55 - 70	g/l
Chloridy	0,5 - 1,5	g/l
Uhličitany	10-25	g/l
Dusičnany	30 - 70	g/l
Sírany	1 – 5	g/l
Dusitany	3 - 10	g/l
Šťavelany	1 – 5	g/l
Citrany	0 – 1	g/l
Draslík	4 – 8	g/l
Sodík	40 - 55	g/l

Tab. 1) Průměrné složení koncentráту skladovaného v BAPP v JE Dukovany

Solnost koncentráту se pohybovala mezi 130 až 180 g/l.

Vysušení koncentráту

Před tím, než byl koncentrát roztaven, musel být vysušen do sucha (krystalizace a dehydratace při teplotě 75 až 90°C a při atmosférickém tlaku). Výhodné přitom bylo vysoušení přímo v nádobě, která byla následně použita jako nádoba, v níž probíhalo vlastní tavení.

Komerčně dostupná technologie pro vysoušení koncentráту v sudu.

Sušící zařízení pracuje na principu vakuového sušení v kovových sudech, které jsou navíc zahřívány. Sudy jsou umístěny do ohřívací/sušící komory a připojeny k vakuové jednotce. Zařízením lze zpracovat (vysušit) za stejný čas až 16 kusů 200 l sudů, 12 ks 280 l sudů nebo 8 ks 400 l sudů.

Zařízení jsou dostupná jak pro mobilní použití v jaderných zařízeních, tak jako pevně instalované zařízení, které lze navrhnout dle konkrétních potřeb zákazníka.

Technologie vysoušení tzv. Multifunkční sušička.

Vnitřní prostor sušičky je navržen na zpracování např. 48 kusů 180 l sudů nebo 30 ks 200 l sudů. Je však také možné zpracovávat i jiné velikosti sudů, např. 400 l sudy. Nakládání a vykládání se provádí postupně po řadách ručně ovládaným interním/externím zařízením. Například 200 l sudy se umísťují do třech sloupců po dvou řadách.

Ohřátý vzduch je poskytován olejovým systémem přenosu tepla, vzniklý teplý vzduch cirkuluje přes recirkulační větráky umístěné ve stropu sušící komory. Přenosu tepla je dosaženo konvekcí a kondukcí přes plášť sudu, který je vystaven proudu horkého vzduchu.

Během procesu sušení odcházejí vypařující se složky, proud vzduchu je nepřetržitě odvádí ze sušící komory pomocí ventilátoru a jsou dále vedeny přes kondenzátor. To způsobí, že teplota dříve vypařené složky klesne pod rosný bod. Vzniklý kondenzát je po změření vypuštěn do kondenzátní nádrže, kde je shromažďován. Ochlazený vzduch je pak vracen zpátky do sušící komory.

Sušení sudů je ovládáno a monitorováno na samostatném ovládacím panelu, který je součástí kontejneru. Celý proces sušení je průběžně monitorován pomocí plně automatického zařízení.

Reference – kde je používána technologie vysoušení v sudu:

- Nuclear Electric, Velká Británie, 1988, mobilní zařízení s kapacitou 48 sudů na JE Trawsfynydd
- E.ON, Německo, 1993, zařízení s kapacitou 12 sudů na JE Grafenrheinfeld
- EnBW, Německo, 1993, zařízení s kapacitou 12 sudů na JE Philippsburg
- EWNG, Německo, 1993, zařízení s kapacitou 12 sudů na JE Rheinsberg
- Energiewerke Nord, Německo, 1994, zařízení s kapacitou 12 sudů na JE Greifswald
- Výzkumné centrum Rossendorf, Německo, 1998, zařízení s kapacitou 2 sudy
- Výzkumné centrum Karlsruhe, Německo, 2004, zařízení s kapacitou 30 sudů
- Výzkumné centrum Jülich, Německo, 2005, zařízení s kapacitou 20 sudů

Ve výše uvedených příkladech je pro vysoušení koncentráту používán sud. Vzhledem k tomu, že sušina bude dále roztavena a použita jako médium pro oxidaci jiných odpadů při teplotách asi 650 až 800°C, bude místo sudu použito nádoby, která odolá korozi při dlouhodobém vystavení těmto teplotám a použitému tavenému médiu. Může se jednat o nádobu z nerezové oceli o patřičné tloušťce stěny.

Roztavení koncentráту a dávkování odpadů.

Po vysoušení byla nádoba se sušinou koncentráту přemístěna do zařízení (elektricky vyhřívané pece), ve které probíhalo zneškodnění radioaktivních odpadů a nebezpečných odpadů. Teplota taveniny se pohybovala v závislosti na jejím složení mezi 650 až 800°C.

Zjednodušené schéma zařízení je uvedeno na obr. 1. Na obrázku je znázorněn chemický reaktor 1, uvnitř kterého se nachází nádoba 2 s roztaveným koncentrátem, pod jehož hladinu byly dávkovány pomocí vhodného zařízení (čerpadlo, šnekový dopravník, apod.) radioaktivní nebo nebezpečné odpady ze zásobníku 3. Teplota pod hladinou taveniny soli byla kontrolována pomocí termočlánku 4. Odcházející plynné zplodiny otvorem 5 byly přečištěny vhodnými technologiemi (pračky, scrubery, HEPA filtry, apod.). Reaktor 1 je opatřen přívodem 6 vzduchu.

Chemické reakce, které v tavenině probíhaly, budou předmětem dalšího výzkumu, který již nyní probíhá. Lze předpokládat, že kyselina boritá byla v sušině přítomna ve formě boritanů a to především boritanu sodného a draselného. Zbytek kyseliny borité, která nebyla ve formě soli, reagovala při teplotě 720°C s přítomným Na_2CO_3 za tvorby $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ [Schmidt, A., Weinrotter, F. and Mueller, W. (1969). Ger. Pat., 1, 294, 386.]. Při teplotách 650 až 800°C docházelo k tepelnému rozkladu odpadů a zachytávání radionuklidů a kyselých plynů v roztavené soli.

Radioaktivní odpad, organické látky s obsahem dusíku, halogenů, síry se rozloží a radionuklidy a těžké kovy a kyselé plyny se zachytí v tavenině.

Zneškodnění produktu.

V průmyslovém měřítku tavenina po dosažení limitních hodnot aktivity nebo vyčerpání své schopnosti účinně oxidovat dávkované odpady bude vychlazena a

společně s tavící nádobou bude uložena ve speciálním kontejneru typu HIC (high integrity container) do úložiště.

Kontejnery označované jako HIC jsou ukládací jednotky pro nízko a středněaktivní odpady. Tyto kontejnery jsou vyrobeny z vysoko-hustotního polyetylenu. Vyrábějí se průmyslově kontejnery různých velikostí. Výhodou tohoto typu kontejneru je dlouhá trvanlivost materiálu v porovnání s kovovými ukládacími jednotkami (sudy) a to i v radiačním poli. Použitím těchto ukládacích jednotek by se snížila pravděpodobnost úniku radionuklidů z ukládací jednotky do životního prostředí po požadovanou dobu provozu ÚRAO (ca. 300 let) nižší. Odpady ukládané uvnitř HIC není potřeba fixovat do matric (např. cement, geopolymery, bitumen, apod.).

Tato technologie je v současné době používána pro ukládání nízko a středně aktivních odpadů v USA a v Mexiku.

V současné době na elektrárně Dukovany (EDU) vzniká ročně provozem 4 bloků cca 350 m³ koncentráту [Roční zprávy o nakládání s RAO v JE Dukovany za roky 2004 – 2008.].

Na elektrárně Temelín (ETE) vzniká ročně provozem 2 bloků cca 250 m³ koncentráту [Roční zprávy o nakládání s RAO v JE Temelín za roky 2004 – 2008.].

Koncentrát z odparky se v současné době před uložením na úložiště radioaktivních odpadů (ÚRAO) zakonzcentrovává a solidifikuje bitumenací na filmové rotační bitumenační odparce. Maximální možné naplnění bitumenové matrice odparkem koncentráту je 300 až 500 g/kg, při zpracování koncentráту o výše uvedené solnosti je tedy dosahován objemový redukční faktor pouze 2 až 3. Bitumen sám o sobě navíc díky své hořlavosti představuje dodatečná bezpečnostní rizika.

Nyní vypočítáme průměrné plnění sudu bitumenovým produktem.

Tab. 2) Bilance RAO (bitum. produktu) uložených na úložiště radioaktivního odpadu (ÚRAO) Dukovany 2004 - 2007 [12]

Rok	Celkem				
	Počet jednotek (200 l sud)	Hmotnost (t)	Objem (m ³)	Počet jednotek EDU	Počet jednotek ETE
2004	877	N/A	N/A	877	N/A
2005	926	226,143	185,2	720	206
2006	1104	266,276	220,8	774 (191, 586 t; 154,8 m ³)	330 (74,69 t; 66 m ³)
2007	1060	244,294	N/A	661 (154,956 t)	399 (89,338 t)

Z tabulky lze vypočítat přibližnou hmotnost jednoho sudu a to podílem počtu jednotek ku celkové hmotnosti, což vychází asi 240 kg. Z výše uvedené bilance vyplývá, že pokud by bylo dodrženo maximální možné plnění bitumenu 500 g/kg, bylo by množství soli v sudu $0,5 \text{ kg/kg} * 240 \text{ kg} = 120 \text{ kg}$. Což při solnosti 180 kg/m^3 koncentrátu odpovídá objemu 660 litrů koncentrátu v jednom 200 litrovém sudu. Podle výše uvedených údajů celkově ročně vznikne 600 m^3 koncentrátu, z čehož dle tohoto výpočtu vznikne asi 1000 sudů, což je hodnota odpovídající hodnotám uvedeným v tabulce č. 2.

Vznik a nakládání se znehodnocenými iontoměníči

Zatím se tyto RAO na elektrárně Dukovany (EDU) nezpracovávají a jsou deponovány v budově aktivních pomocných provozů (BAPP) ve skladovacích nádržích systému ozn. TW. Na EDU není dosud dořešena technologie zpracování, tohoto typu radioaktivních odpadů (RAO) na elektrárně Temelín (ETE) se podle projektu mohou bitumenovat na bitumenační lince PS 0.06, což však nebylo v aktivním měřítku dosud ověřeno.

Na EDU vzniká ročně provozem 4 bloků cca 5 - 10 m³ znehodnocených sorbentů [Roční zprávy o nakládání s RAO v JE Dukovany za roky 2004 – 2008.].

Na ETE bylo dosud vyprodukováno pouze 12 m³ znehodnocených sorbentů. Předpokládá se vznik cca 5 m³ znehodnocených sorbentů ročně [Roční zprávy o nakládání s RAO v JE Temelín za roky 2004 až 2008].

Na ETE je pro zpracování a úpravu iontoměničů využívána aluminosilikátová matrice SIAL®. Od října roku 2007 bylo pomocí geopolymerové matrice SIAL® zpracováno na ETE celkově asi 8,5 m³, ze kterých vzniklo 100 ks 200 litrových sudů [Temelínky, Časopis jaderné elektrárny Temelín ze Skupiny ČEZ, ročník XVI., číslo 1/2008, str. 7.].

Z toho vyplývá, že z roční produkce iontoměničů (12,5 m³) vznikne asi 150 sudů.

Redukce objemu a výpočet úspory při použití inovované technologie MSO podle navrženého technického řešení

Při použití technologie MSO by byly koncentráty i iontoměniče likvidovány současně a výsledkem by byla jedna kompaktní forma – ztuhlý koncentrát, který by v sobě obsahoval inkorporované radionuklidy, kterými byl kontaminován iontoměnič.

Pro porovnání s předešlými hodnotami budeme hypoteticky uvažovat s použitím 200 litrového sudu pro uložení výsledného produktu z technologie MSO. Solnost taveniny koncentrátu je přímo závislá na hustotě jeho jednotlivých složek. Iontoměnič bude při provozních teplotách rozložen a tudíž jej při výpočtu hustoty výsledného produktu zanedbáme. Jak již bylo řečeno majoritní složkou koncentrátu jsou boritany, uhličitany a sodné a draselné ionty. Budeme vycházet tedy z hustot uhličitanu sodného (2530 kg/m³) a tetrahydrogenboritanu sodného (1074 kg/m³). Pokud budeme brát zastoupení 1:1 dojdeme k výsledné hustotě 1802 kg/m³. Lze tedy konstatovat, že vysušením můžeme dosáhnout maximální solnosti asi 1800 g/l. Pokud vezmeme v úvahu to, že se iontoměnič kompletně rozložil a neovlivňuje množství vzniklého produktu, lze konstatovat, že do jednoho 200 litrového sudu můžeme tímto způsobem zpracovat $1,8 \cdot 200 = 360$ kg soli, respektive 2 m³ koncentrátu o solnosti 180 g/l. Z toho vyplývá, že celkově by ročně vzniklo jen 300 sudů, což je o 700 sudů méně, než při zpracování tohoto odpadu bitumenací.

Další úspora je v tom, že ze zpracování iontoměničů nevznikne tímto způsobem žádný sud, jelikož všechny bude „spálen“ v roztavené soli. Tím pádem dojde k další úspoře cca. 150 sudů.

Celkově tedy dochází k redukci objemu ze současných 1150 sudů na 300 sudů (úspora 850 sudů ročně). V současné době je na úložiště ročně ukládáno asi 1500 sudů, došlo by tedy ke snížení o 50%. Náklady na uložení jednoho sudu se pohybují kolem 25 000 Kč, došlo by tedy k úspoře asi 20 000 000 Kč/rok.

Průmyslová využitelnost

Vynález je využitelný k likvidaci radioaktivních odpadů a dalších nebezpečných organických látek, například ke zneškodnění výbušnin, nebo látek jako jsou PCE (polychlorované bifenylly) a TCE (trichlorethylen).

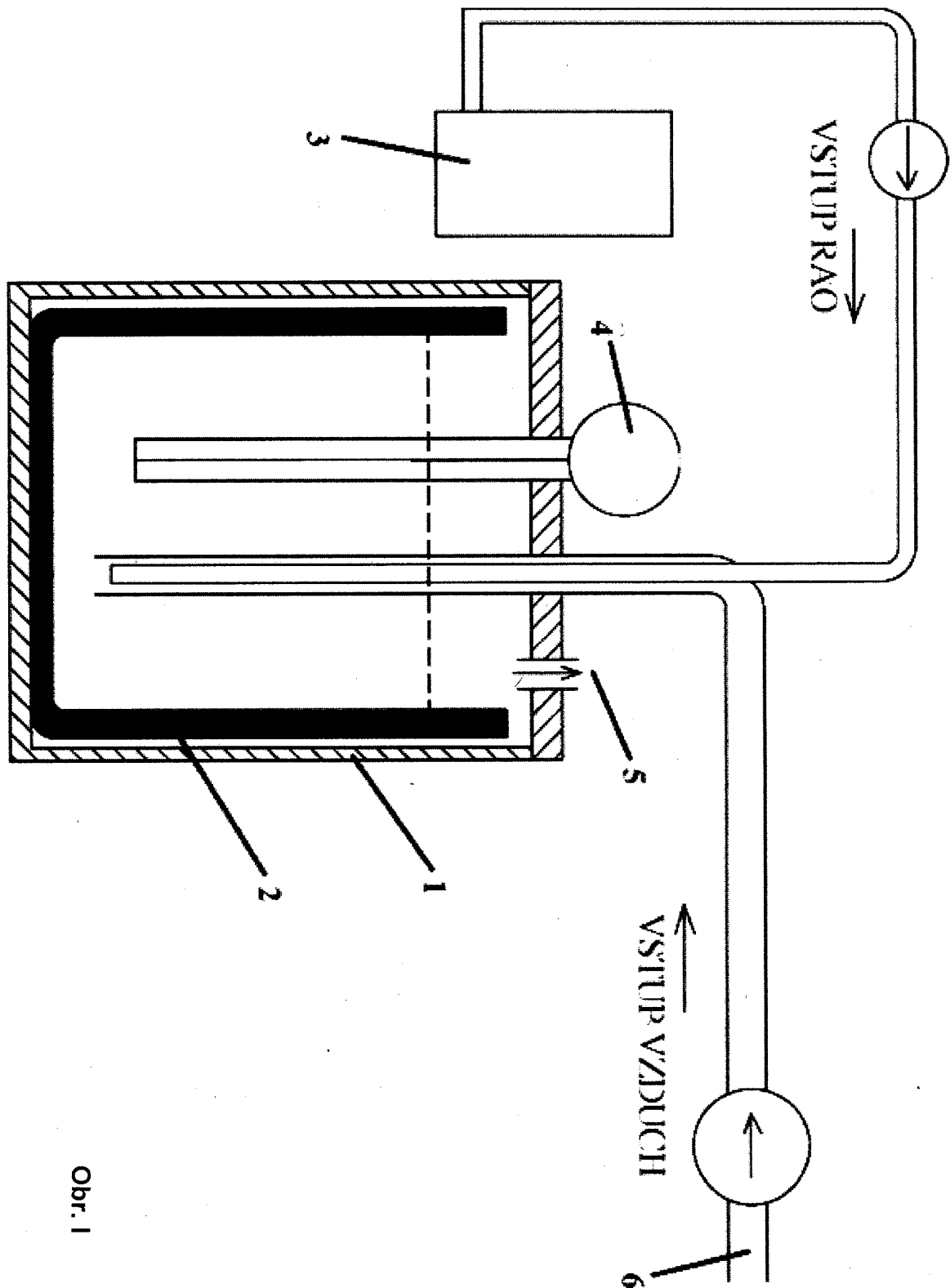
Patentové nároky

1. Způsob zpracování nebezpečných a radioaktivních odpadů, jejich oxidací v tavenině soli, vyznačující se tím, že se nebezpečné a radioaktivní odpady přidají k vysušené tavenině radioaktivního koncentrátu vzniklého při čištění odpadních vod jaderné elektrárny, která obsahuje max 1 % hmotn. vlhkosti a 10 až 40 % hmotn. boritanových solí za současného přebytku kyslíku nebo vzduchu při teplotě 650 až 800°C.
2. Způsob podle nároku 1 vyznačující se tím, že sušení radioaktivního koncentrátu se provádí při teplotě 75 až 90°C v uzavřeném prostoru, nejlépe v nádobě, v níž bude provedeno samotné tavení.
3. Způsob podle nároku 1 vyznačující se tím, že přidávání odpadu k tavenině se ukončí na základě analýzy odcházejících plynů, přičemž limitní koncentrace organických plynných látek v odplynech je 20 % obj.
4. Způsob podle nároku 1 vyznačující se tím, že přidávání odpadu k tavenině se ukončí na základě analýzy soli, v níž bude obsaženo více než 20% popela, nebo jiných nerozpustných látek.

28.02.13

2013-154
TSL

1/1



Obr. 1