

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2005-267**
(22) Přihlášeno: **27.04.2005**
(40) Zveřejněno: **14.06.2006**
(**Věstník č. 6/2006**)
(47) Uděleno: **03.05.2006**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **14.06.2006**
(**Věstník č. 6/2006**)

(11) Číslo dokumentu:

296 791

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:
C02F 3/32 (2006.01)
C02F 11/02 (2006.01)
B09C 1/10 (2006.01)
C02F 101/38 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:
CZ PV 1990-2785 A; CZ PV 1997-2783 A; EP 1260282 A.

(73) Majitel patentu:
Ústav organické chemie a biochemie, AV ČR, Praha 6,
CZ

(72) Původce:
Nepovím Aleš RNDr. Ph.D., Praha, CZ
Vaněk Tomáš RNDr. CSc., Horoměřice, CZ
Vavříková Zuzana Ing., Praha, CZ
Podlipná Radka Mgr., Praha, CZ

(54) Název vynálezu:
Způsob odstraňování výbušnin z odpadních vod pomocí rostlin

(57) Anotace:
Je popsán způsob odstraňování výbušnin z odpadních vod pomocí rostlin spočívající v tom, že voda znečištěná výbušninami a meziprodukty vzniklými při jejich výrobě, zejména nitrosloučeninami, se přivádí do nádrže osázené mokřadními rostlinami, s výhodou orobincem (*Typha* sp.), sítinou (*Juncus* sp.) a rákosem (*Phragmites* sp.), kde se nechá čistit nebo cirkulovat.

CZ 296791 B6

Způsob odstraňování výbušnin z odpadních vod pomocí rostlin

Oblast techniky

5

Tento vynález se týká způsobu odstraňování výbušnin z kontaminované vody pomocí rostlin.

Dosavadní stav techniky

10

Důvod, proč je výbušninám jako znečišťujícím látkám v životním prostředí věnovaná zvláštní pozornost, souvisí s jejich odolností k biologickému odbourání a jejich toxickým účinkem (cytotoxické, karcinogenní a mutagenní účinky) na většinu organismů (Won WD, Di Savo LH, Ng J (1976): Toxicity and mutagenicity of 2,4,6-trinitrotoluene and its microbial metabolites. Appl Environ Microbiol 31, 576-580; Kaplan DL, Kaplan AM (1982): Thermophilic biotransformations of 2,4,6-trinitrotoluene under simulated composting conditions. Appl Environ Microbiol 44, 757-460; Lachance B, Robidoux PY, Hawari J, Ampleman G, Thiboutot S, Sunahara GI (1999): Cytotoxic and genotoxic effects of energetic compounds on bacterial and mammalian cells in vitro. Mutat Res 444, 25-39). Kontaminace jsou rozšířeny jak v továrnách na jejich výrobu, tak na místech, kde se s nimi manipuluje. Vzhledem k odolnosti výbušnin k biologické degradaci zůstávají látky přítomny v půdě po mnoho desetiletí, takže se vyskytují i v místech bývalé výroby a představují riziko pro kontaminaci především podzemních vod díky postupnému rozpouštění.

25

Dosud známý způsob odstraňování je založen na jiných procesech, ve kterých se nepoužívá rostlin. Laboratorní experimenty (Best EPH, Sprecher SL, Larson SL, Frederickson HL, Bader DF (1999): Environmental behaviour of explosives in groundwater from the Milan Army Ammunition Plant in aquatic and wetland plant treatments. Removal, mass balances and fate in groundwater of TNT and RDX. Chemosphere 38, 3383-3396; Bhadra R, Wayment DG, Hughes JB, Shanks JV (1999): Confirmation of conjugation processes during TNT metabolism by axenic plant roots. Environ Sci Technol 33, 446-452; Hughes JB, Shanks JV, Vanderford M, Lauritzen J, Bhadra R (1997): Transformation of TNT by aquatic plants and plant tissue cultures. Environ Sci Technol 31, 266-271; Nepovim A, Hubálek M, Podlipná R, Zeman S, Vaněk T (2004): In vitro Degradation of 2,4,6-trinitrotoluene using plant tissue cultures of *Solanum aviculare* and *Rheum palmatum*. Eng. Life Sci. 4, 46-49.) a experimenty v polních podmínkách (Rivera R, Medina VF, Larson SL, McCutcheon SC (1998): Phytoremediation of TNT contaminated groundwater. J Soil Contam 7, 511-529; Thompson PL, Ramer LA, Schnoor JL (1998): Uptake and transformation of TNT by hybrid poplar trees. Environ Sci Technol 32, 975-980; Vanderford M, Shanks JV, Hughes JB (1997): Phytotransformation of TNT and distribution of metabolite products in *Myriophyllum aquaticum*. Biotechnol Lett 19, 277-280) byly provedeny s obdobnými sloučeninami. Snahou posledních let je zlepšení stavu životního prostředí a s tím souvisí i legislativní stanovení či úprava limitních koncentrací těchto látek ve vodách a půdě. Problémy jsou ale i s kontaminací podzemních vod v důsledku rozpouštění látek kontaminujících půdu při průsaku povrchových resp. srážkových vod. Voda kontaminovaná výbušninami buď není čištěna vůbec nebo v případě odpadních vod z výroby prochází biologickou čistírnou odpadních vod, kde ovšem nedochází k úplnému odstranění. Většinu těchto nedostatků a problémů spojených s kontaminací vod řeší náš návrh, který využívá metody fytořediace podle vynálezu, šetrnější a méně nákladné alternativy ke klasickým metodám.

45

Podstata vynálezu

5 Způsob odstraňování výbušnin z kontaminované vody pomocí rostlin je založen na schopnosti rostlin látky transportovat do organismu rostliny a degradovat je na netoxické sloučeniny či je zabudovat do buněk, které se pěstují v kontejneru.

10 Jako rostliny lze použít emerzní makrocyty. Jako kontejner, v němž probíhá odstraňování výbušnin z kontaminované vody, lze použít jakýkoliv vhodný kontejner, v němž lze uvedené rostliny pěstovat.

15 S výhodou lze použít kořenovou čistírnu, která sestává z jednotlivých kontejnerů (např. 4 kontejnery o objemu 0,5 až 1,0 m³) naplněných šterkem o běžné zrnitosti, s výhodou o zrnitosti 6 až 12 mm, nebo je tvořena lagunou vysypanou šterkem o stejné zrnitosti jako např. o objemu řádově desítek až stovek m³ a izolované od okolního prostředí nepropustnou vrstvou.

20 Do šterku jsou vysázeny vhodné rostliny, např. mokřadní (emerzní makrofyta) jako např. orobinec sítinovitý (*Typha laxmanii*), sítina sivá (*Juncus inflexus*), rákos australský (*Phragmites australis*) a ty se nechají řádně zakořenit v čisté vodě. Pro správné zakořenění rostlin je doporučeno vysadit rostliny tak, aby vodní hladina nebyla výše než kořeny. Pouze řádně zakořeněné rostliny mohou účinně pracovat. Doba od vysazení rostlin do uvedení čistírny do provozu je závislá na klimatických podmínkách a na obsahu minerálních látek ve vodě.

25 Pro správnou funkci čistírny je nezbytné znát charakteristiky kontaminované vody a obsah kontaminantů, protože účinnost systému je závislá na výchozích hodnotách koncentrací látek obsažených ve vodě. Z tohoto důvodu se v průběhu čištění udržuje pH v rozmezí 6 až 8, koncentrace anorganických aniontů, zejména dusičnanů v koncentraci nejvýše 5 g/l a konečně koncentrace samotných nitroesterů, jako je etylen-, glycerol- či pentaerythrytol±mononitráty, dinitráty či trinitráty, v rozmezí 300 až 500 mg/l. V případě nitroaromatických sloučenin v různém stupni nitrace, tj. mononitro a dinitrotoluenů či kresolů je koncentrace látek dána jejich rozpustností ve vodě, ale neměla by překročit koncentrační rozpětí 5 až 100 mg/l. Při překročení mezních hodnot může dojít ke snížení účinku čištění nebo v krajním případě k odumření rostlin.

35 Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

40 Odstraňování výbušnin v laboratorním měřítku

45 V laboratorních podmínkách se odstraňování výbušnin z kontaminované směsi provádí tak, že se k živnému médiu přidá roztok kontaminace obvykle v sadě koncentrací do jejich konečné koncentrace pokrývající rozpětí 10 až 1000 mg/ml. Bylo zjištěno, že se nitroaromatické sloučeniny, nitroestery a meziprodukty jejich výroby zcela degradují ať již buněčnými kulturami vyšších rostlin jako např. *Linum utitatisimum*, *Saponaria officinalis*, *Solanum aviculare*, *Populus simonii*, *Picea abies* a *Rheum palmatum* v průběhu řádově hodin, nebo celými rostlinami v hydroponických podmínkách jako např. *Typha latifolia*, *Juncus gracillis*, *Carex juncus*, *Phragmites Austrálie*, *Senecio jacobea* a *Buphthalmum salicifolium* v průběhu několika dní v 50 koncentracích 50 až 100 mg/l pro nitroaromatické sloučeniny a 200 až 400 mg/l pro nitroestery.

Příklad 2

Odstraňování výbušnin ve velkém měřítku

5 Odstraňování výbušnin ve velkém měřítku se provede tak, že se připraví 4 kontejnery o celkovém objemu 2,5 m³ s výpustnými ventily nezbytnými pro výměnu vody, naplněné štěrkem o zrnitosti 6 až 12 mm a osázené mokřadními rostlinami. Po zakořenění rostlin v čisté vodě po
10 dobu minimálně jednoho měsíce byla k rostlinám přičerpávána voda o celkovém objemu 0,8 m³ s kontaminací a to ve výchozí koncentraci 400 až 500 mg/l nitroesterů glycerolu. Po jednom týdnu je koncentrace látek v kontejneru a v zásobním sudu vyrovnána a v následujících týdnech dochází k její snižování. Kontaminující látky byly z kontaminované vody zcela odstraněny v průběhu 3 týdnů.

15

PATENTOVÉ NÁROKY

20

1. Způsob odstraňování výbušnin z odpadních vod pomocí rostlin, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že voda znečištěná výbušninami a meziproducty vzniklými při jejich výrobě, zejména nitroaromáty v různém stupni nitrace, zejména mononitro- a dinitrotolueny či kresoly a nitroestery v různém stupni nitrace, zejména ethylen-, glycerol- či pentaerythrytol-mononitráty, dinitráty či trinitráty, jejíž pH se pohybuje v rozmezí 6 až 8 a koncentrace anorganických aniontů,
25 zejména dusičnanů, je nejvýše 5 g/l, koncentrace nitroesterů v rozmezí 300 až 500 mg/l a nitroaromatických sloučenin v rozpětí nejvýše 5 až 100 mg/l, se přivádí do kořenové čistírny osázené mokřadními rostlinami, kde se nechá po dobu 2 až 3 týdnů čistit nebo cirkulovat v závislosti na výchozích koncentracích polutantů a požadovaných výstupních koncentracích.

30

2. Kořenová čistírna pro odstraňování výbušnin z odpadních vod, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je zcela izolovaná od okolního prostředí nepropustnou vrstvou, vyplněná do hloubky alespoň 70 až 100 cm vysoce propustnou vrstvou štěrku, s výhodou oblázky nebo štěrkem o zrnitosti 6 až 12 mm, prorostlou kořeny vyšších rostlin, s výhodou mokřadních rostlin, a obsahující přirozeně se vyskytující symbiontní mikroorganismy těchto rostlin.

35

3. Kořenová čistírna podle nároku 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je tvořena alespoň jedním kontejnerem.

40

4. Kořenová čistírna podle nároku 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je tvořena umělou lagunou, oddělenou od okolí nepropustnou vrstvou.

45

5. Kořenová čistírna podle kteréhokoliv z nároků 2 až 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je osázena mokřadními rostlinami vybranými ze skupiny orobinec (*Typha sp.*), sítina (*Juncus sp.*), rákos (*Phragmites sp.*) a ostřice (*Carex sp.*).

50

 Konec dokumentu
