

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

29 300

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

B09C 1/06 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-31894**
(22) Přihlášeno: **15.12.2015**
(47) Zapsáno: **22.03.2016**

(73) Majitel:
Ústav chemických procesů AV ČR, v. v. i., Praha 6,
CZ
DEKONTA a.s., Stehelčevy, CZ

(72) Původce:
prof. Ing. František Kaštánek, DrSc., Praha 6
Lysolaje, CZ
Ing. Olga Šolcová, Dsc., Praha 2 Nové Město, CZ
Ing. Pavel Topka, Ph.D., Nové Město nad Metují,
CZ
Ing. Karel Soukup, Ph.D., Třeboň, CZ
Ing. Martina Matějková, Praha 3, CZ
Ing. Pavel Dytrych, Ph.D., Hostinné, CZ
Ing. Pavel Mašín, Ph.D., Praha 6- Vokovice, CZ
Ing. Helena Váňová, Praha 4 – Modřany, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Petr Řezáč, CSc., Jihozápadní III 1145/4,
141 00 Praha 4 - Spořilov

(54) Název užitého vzoru:
**Zařízení na odstraňování těžkých kovů a
metaloidů z kontaminovaných zemin
termální desorpce**

CZ 29300 U1

Zařízení na odstraňování těžkých kovů z metaloidů z kontaminovaných zemin termální desorpcí

Oblast techniky

Technické řešení se týká zařízení na odstraňování těžkých kovů a metaloidů z kontaminovaných zemin termální desorpcí.

Dosavadní stav techniky

Termální desorpce je ověřená technologie založená na ohřevu zemin nebo sedimentů, během kterého dochází k vytěkání v nich přítomných organických látek, které mají nebezpečné vlastnosti a zemina nebo sedimenty se tak těchto organických látek zbaví, v případech, že takové látky by se mohly během zahřívání rozkládat na produkty, které jsou nebezpečnější než původní organické látky, probíhá proces ohřevu v inertní atmosféře. Tento způsob ohřevu se nazývá nepřímým ohřevem. Proces probíhá tak, že zemina nebo sedimenty s organickými látkami jsou zahřívány v desorbéru, což je válcová nebo hranolovitá komora, jejíž vnější stěny nebo vnitřek jsou ohřívány tak, že teplo přestupuje do zeminy nebo sedimentu a způsobuje odpaření organické látky. Komorou proudí inertní plyn, který odnáší páry odpařených organických látek z komory do kondenzátoru, kde organické látky a případná vlhkost parciálně nebo úplně kondenzují. Inertní plyn s případnými nezkondenzovanými organickými látkami odchází z kondenzátoru do zařízení, kde se organické látky zachytí nebo rozloží a inertní plyn se může recyklovat do komory. Termální desorpce nebyla doposud užívaná k odstranění kovů. Princip termální desorpce s nepřímým ohřevem je všeobecně známý, zde uvádíme jen nejznámější popisy: J. S. Ligty et al (1988) Characterization of thermal desorption phenomena for cleanup of contaminated soil. Nuclear and Chemical Waste Management 8, 225-232, FRTR Remediation technology screening matrix and reference guide, version 4, 4.25 Thermal desorption <https://frtr.gov/matrix2/section4/4-26.html>; Midwest <http://www.midwestsoil.com/thermal-desorption-systems/525d-thermal-desorption-unit/soil-remediation>: <http://www.midwestsoil.com/thermal-desorption-systems/525d-thermal-desorption-unit/>. Všechna doposud publikovaná pracovní schémata sestavení uspořádání termální desorpce vycházejí z materiálů publikovaných EPA, která je nejvíce renomovaná instituce, podle které se nepřímo řídí všechny schvalovací procesy příslušných environmentálních regulačních úřadů při zavádění procesů termické desorpce v různých modifikacích na celém světě, viz EPA *Engineering Bulletin: Thermal Desorption Treatment* (EPA/540/2-91/008, May 1991).

Termální desorpce nebyla doposud cíleně použita pro separaci těžkých kovů, nebo jejich oxidačních sloučenin, ze zemin. Důvodem je, že při ní může při teplotě přes 400 °C u některých silně kontaminovaných zemin, zejména tzv. brownfieldů, které jsou typicky kontaminovány organickými polutanty i těžkými kovy, docházet i k úniku těžkých kovů, zejména oxidačních forem rtuti, kadmia a metaloidů (arsenu) v odcházejících organických parách z jednotky termální desorpce, a to přímo do atmosféry, kde působí toxicky.

Podstata technického řešení

Podstata technického řešení zařízení pro odstraňování těžkých kovů a metaloidů z kontaminovaných zemin termální desorpcí spočívá v tom, že obsahuje vyhřívanou desorpční část s přívodem inertního plynu, vstupem kontaminované zeminy a s výstupním koncem pro odvod par desorbovaných látek a inertního plynu, přičemž odvod par desorbovaných látek a inertního plynu z výstupního konce je přímo napojen na vyhřívanou komoru se sorbentem těžkých kovů a metaloidů.

Následuje popis dalších možných provedení technického řešení, které jeho podstatné znaky dále rozvíjejí nebo konkretizují.

Desorpční část a komora jsou umístěny v jedné nádobě a jsou odděleny přerušenou vnitřní přepážkou s otvorem pro odvod par desorbovaných látek a inertního plynu do komory.

Desorpční část je opatřena šnekovým dopravníkem pro dopravu kontaminované zeminy od vstupu kontaminované zeminy a přívodu inertního plynu k výstupnímu konci, který je napojen

jednak na komoru pro sorbent těžkých kovů a metaloidů s odvodem par desorbovaných látek a inertního plynu a jednak na vývod dekontaminované zeminy.

Podle technického řešení je záchyt sloučenin kovů v adsorbéru bezprostředně situován na výstupu par z termálního desorbéru a to přímým spojením s desorbérem do jednoho zařízení při zahřívání sorbentu. Tím dochází k záchytu par desorbovaných látek chemisorpcí v adsorbéru, při vyloučení toho, aby vzniklé páry při chemisorpci kondenzovaly, a to i parciálně. Řešení zamezuje tomu, aby kondenzované sloučeniny organických látek obsazovaly aktivní reakční místa na sorbentu a aby kovy unikaly se zbylými organickými látkami dále do zařízení na odstraňování organických látek, kde by jejich přítomnost byla nežádoucí. Konstrukce zařízení podle technického řešení tak zamezuje parciální kondenzaci, ke které jinak dochází i při spojení desorbéru a sorbentu například tepelně izolovanou různě dlouhou trubkou, kdy nelze parciální kondenzaci zcela zabránit.

Objasnění výkresů

Na připojeném výkrese jsou schematicky znázorněna možná provedení zařízení podle technického řešení. Na výkrese značí: Obr. 1 pohled na zařízení pracující ve vsádkovém režimu. Obr. 2 pohled na zařízení pracující v kontinuálním režimu. Součásti zařízení na obrázcích, které mají stejnou funkci a slouží stejnému účelu, mají také stejné vztahové značky.

Příklady uskutečnění technického řešení

Příklad 1- zařízení

Zařízení ve vsádkovém provedení podle Obr. 1 je tvořeno vertikálně umístěnou desorpční částí 1 válcového nebo hranolovitěho tvaru, s přívodem 6 inertního plynu na spodu a vstupem 10 pro kontaminovanou zeminu na vrchu a dále výstupním koncem 7 v horním prostoru pro výstup inertního plynu a par desorbovaných látek. Desorpční část 1 je dále vybavená vnitřním tepelným výměníkem 9. V úrovni výstupního konce 7 je situován otvor pro odvod desorbovaných par a inertního plynu ve směru šipky 5 směřující do paralelní vertikálně situované komory 2 pro sorbent 4 těžkých kovů a metaloidů rovněž válcového nebo hranolovitěho tvaru. Komora 2 je též vybavena vnitřním tepelným výměníkem 9. Desorpční část 1 a komora 2 mají ještě společný vnější tepelný výměník 8. Na spodu komory 2 je společně umístěn výstup 11 dekontaminované zeminy a odvod par desorbovaných látek a inertního plynu.

Zařízení podle obr. 1 může být též tvořeno jednou nádobou s válcovým vertikálním vnitřním prostorem, který je rozdělen přepážkou umístěnou pod stropem nádoby na dvě sekce tak, že sekce desorpční části 1 se vstupním koncem s přívodem 6 inertního plynu na spodu sekce a výstupním koncem 7 na vrcholu sekce je nad přepážkou přímo spojena s druhou sekcí představující komoru 2 pro sorbent těžkých kovů a metaloidů.

Popsaná zařízení fungují tak, že do desorpční části 1 se nejdříve vloží vstupem 10 vsádka kontaminované zeminy 3. Po vložení vsádky se současně zahájí působením vnitřního tepelného výměníku 9 a/nebo vnějšího tepelného výměníku 8 ohřev zeminy a sorbentu a přívodem 6 inertního plynu umístěným spodu desorpční části 1, se zahájí průtok inertního plynu. Směs organických par a těžkých kovů, které jsou v ní obvykle přítomné ve formě aerosolů, stoupá po odpaření z kontaminované zeminy 3 spolu s inertním plynem do výstupního konce 7, kde otvorem v horním prostoru desorpční části 1 vstupuje do komory 2 pro sorbent 4 těžkých kovů a metaloidů. Těžké kovy jsou zachyceny chemickou reakcí se sorbentem 4.

V dalším možném kontinuálním provedení podle Obr. 2 obsahuje zařízení horizontální válcovou desorpční část 1 na jejímž vstupu je situován přívod 6 inertního plynu a vstup 10 pro kontaminovanou zeminu. Desorpční část 1 je dále vybavena šnekovým dopravníkem 12 a opatřena vnějším tepelným výměníkem 8. výstupní konec 7 desorpční části 1 je napojen jednak přímo na vrchní vertikálně umístěnou komoru 2 válcového nebo hranolovitěho tvaru pro sorbent 4 těžkých kovů a metaloidů v kontaminované zemině a dál na ní navazujícím odvod 11a par desorbovaných látek a inertního plynu a jednak na spodní vertikálně umístěný výstup 11b dekontaminované zeminy 3.

Komora 2 je stejně jako ve vsádkovém provedení opatřena vnějším tepelným výměníkem 8 a vnitřním tepelným výměníkem 9.

Zařízení funguje tak, že kontaminovaná zemina 3 je přiváděna kontinuálně vstupem 10 a inertní plyn přívodem 6 do desorpční části 1. Sediment kontaminované zeminy 3 je v desorpční části dopravován šnekovým dopravníkem 12 k výstupnímu konci 7, kde je dekontaminovaná zemina 3 odváděna výstupem 11b. Během pohybu v desorpční části 1 je kontaminovaná zemina 3 ohřívána vnějším tepelným výměníkem 8. Páry a inertní plyn odcházejí z výstupního konce 7 desorpční části 1 do komory 2, kde procházejí přes sorbent 4 a posléze vystupují zbavené těžkých kovů odvodem 11a. Komora 2 je ohřívána vnějším výměníkem tepla 8 a/nebo vnitřním výměníkem tepla 9.

Příklad 2- aplikace zařízení

Do desorpční části zařízení, které je tvořeno vertikální válcovou komorou o průměru 30 mm a vně vyhřívanou na 400 °C je vložena písčitá zemina o hmotnosti 80 g kontaminovaná rtutí v podobě chloridu rtuťnatého. Koncentrace rtuti v zemině byla 200 mg/kg, tedy přesahující přípustnou koncentraci Hg v zeminách průmyslově využívaných dle Metodického pokynu MŽP, jak je uvedeno v tab. 1.

Tabulka 1. Metodický pokyn MŽP 2013 - indikátory znečištění.

Prvek	Zeminy průmyslově využívané (mg/kg)	Ostatní zeminy (mg/kg)	Podzemní vody (µg/l)
As	2,4	0,61	0,045
Cd	800	70	6,9
Hg	43	10	0,13

Do komory pro sorbent těžkých kovů a metaloidů, která je tvořena válcovou vertikální kolonou o průměru 30 mm, těsně přilehlou ke koloně, která je desorpční částí zařízení, přičemž obě kolony jsou propojeny otvorem, který je výstupním koncem desorpční části zařízení a vstupním koncem komory pro sorbent těžkých kovů, bylo vloženo 5 g sorbentu účinného pro chemisorpci Hg a spočívajícího v částicích aktivního uhlí s obsahem S na jeho povrchu, přičemž teplota zde udržovaná byla 170 °C. Do vstupního konce desorpční části zařízení byl přiváděn dusík s průtokem 80 ml/min. Teplota desorpční části zařízení byla z laboratorní teploty zvyšována rychlostí 6 °C/min až do 400 °C. Po 20 minutách desorpce při 400 °C byla koncentrace Hg v zemině 3 mg/kg. Z látkové bilance analyticky zjištěného obsahu Hg v sorbentu a vstupních hodnot Hg v zemině byla určena účinnost desorpce Hg pomocí zařízení, které je předmětem tohoto užitého vzoru, jako 99 % a účinnost zachytu Hg jako 64 %. Do zařízení s parametry popsanými v příkladu 1 byla vložena písčitá zemina o hmotnosti 80 g kontaminovaná chloridem rtuťnatým, s koncentrací rtuti 200 mg/kg. Do druhé části zařízení, tj. do komory pro sorbent těžkých kovů, bylo vloženo 15 g sorbentu účinného pro chemisorpci Hg a spočívajícího v částicích aluminosilikátu s obsahem CaO a S na jeho povrchu, přičemž teplota zde udržovaná byla 170 °C. Teplota desorpční části zařízení byla z laboratorní teploty zvyšována rychlostí 6 °C/min až do 400 °C. Po 20 minutách desorpce při 400 °C byla účinnost desorpce Hg 99 % a účinnost zachycení Hg byla 100 %.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení pro odstraňování těžkých kovů a metaloidů z kontaminovaných zemín termální desorpcí vsádkovým způsobem, vyznačující se tím, že obsahuje vyhřívanou desorpční část (1) s přívodem (6) inertního plynu, vstupem (10) kontaminované zeminy a s výstupním koncem (7) pro odvod par desorbovaných látek a inertního plynu, přičemž odvod par desor-

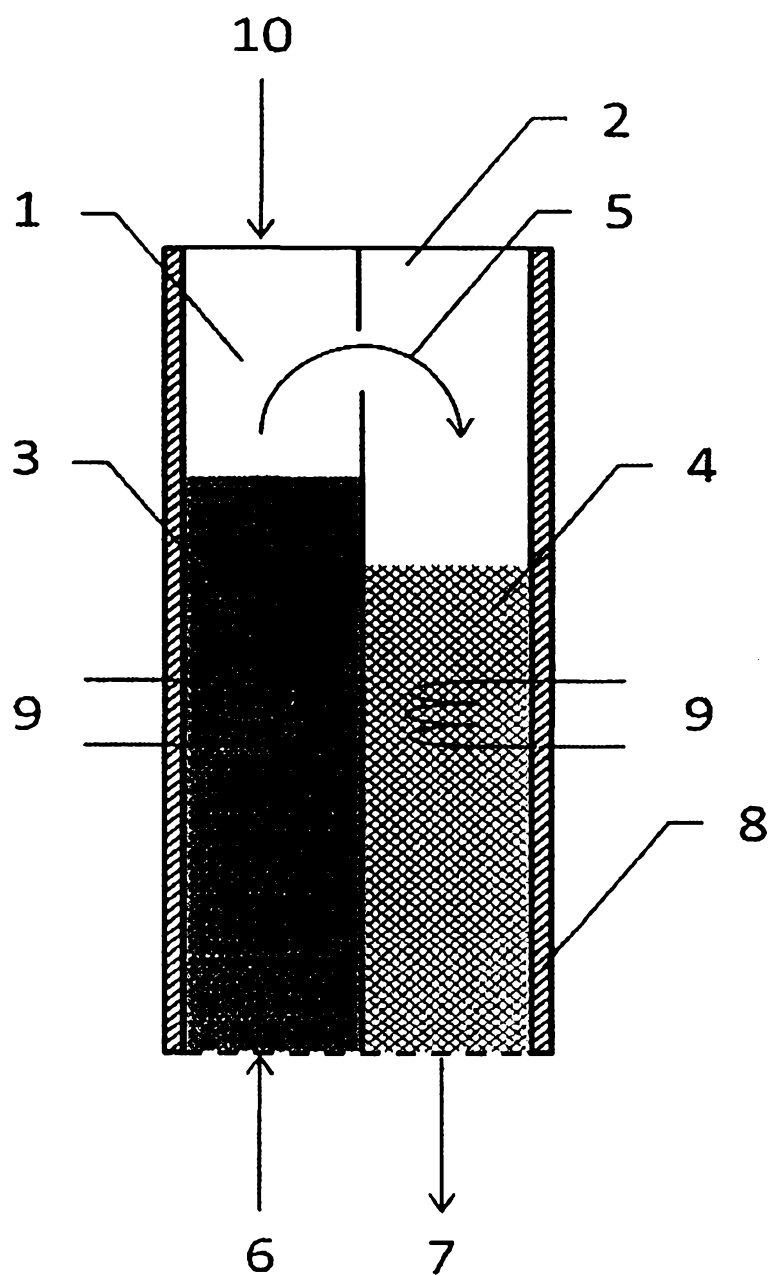
bovaných látek a inertního plynu z výstupního konce (7) je přímo napojen na vyhřívanou komoru (2) se sorbentem těžkých kovů a metaloidů.

5 2. Zařízení pro odstraňování těžkých kovů a metaloidů z kontaminovaných zemin podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že desorpční část (1) a komora (2) jsou umístěny v jedné nádobě a jsou odděleny přerušenou vnitřní přepážkou s otvorem pro odvod par desorbovaných látek a inertního plynu do komory (2).

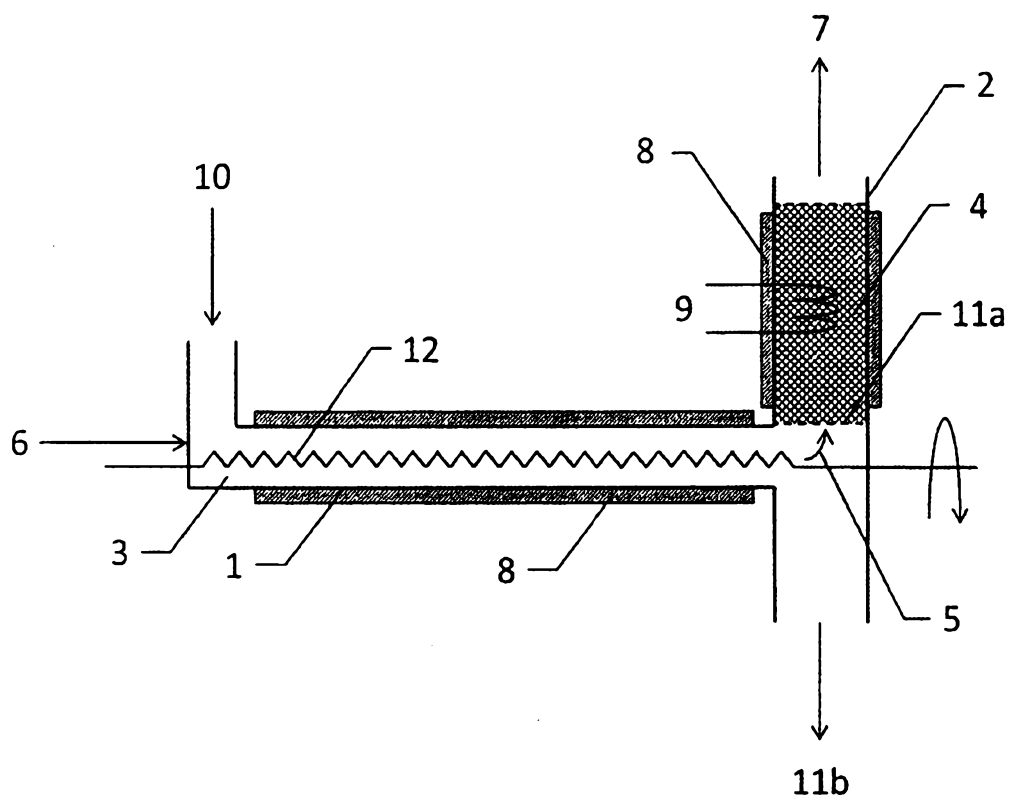
10 3. Zařízení pro odstraňování těžkých kovů a metaloidů z kontaminovaných zemin termální desorpcí kontinuálním způsobem, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že desorpční část (1) je opatřena šnekovým dopravníkem (12) pro dopravu kontaminované zeminy od vstupu (10) kontaminované zeminy a přívodu (6) inertního plynu k výstupnímu konci (7), který je napojen jednak na komoru (2) pro sorbent těžkých kovů a metaloidů s odvodem (11a) par desorbovaných látek a inertního plynu a jednak na vývod (11b) dekontaminované zeminy.

2 výkresy

Obr. 1



Obr.2



Konec dokumentu