

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

## 2017-828

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

**B09C 1/06** (2006.01)

**A62D 3/00** (2006.01)

**A62B 29/00** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **21.12.2017**

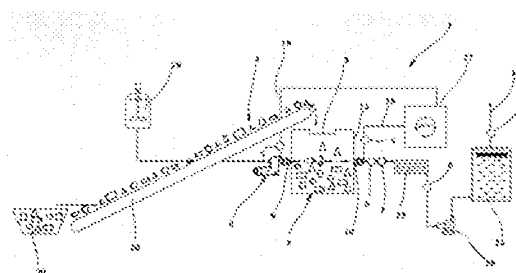
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **03.04.2019**

(Věstník č. 14/2019)

(71) Přihlašovatel:  
DEKONTA, a.s., Dřetovice, CZ

(72) Původce:  
Ing. Robert Raschman, Mníšek pod Brdy, CZ  
doc. Ing. Marek Šváb, Ph.D., Jenčice, CZ  
Ing. Jan Maštalka, Skvrňov, CZ  
Ing. Luboš Zápotocký, Ph.D., Slaný, CZ

(74) Zástupce:  
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Husova tř.  
1847/5, 370 01 České Budějovice, České  
Budějovice 3



(54) Název přihlášky vynálezu:  
**Způsob dekontaminace materiálu  
zasaženého chemickými a/nebo biologickými  
bojovými látkami a zařízení k provádění  
tohoto způsobu**

(57) Anotace:  
Způsob dekontaminace materiálu (4) zasaženého chemickými a/nebo biologickými bojovými látkami, zejména materiálu (4) heterogenního složení pomocí termické desorpce, probíhá ve válcové rotační desorpční komoře (2) s vodorovnou osou (o) otáčení a s uzavíratelným vsázkovým otvorem (3), jejíž vnitřní průměr (d) leží v rozmezí od 2 do 5 m, a jejíž délka (l) leží v rozmezí 1d až 2d. Vsázkový otvor se po umístění kontaminovaného materiálu (4) hermeticky uzavře, rotační desorpční komora (2) se otáčí a materiál (4) se během otáčení desorpční komory (2) rovnoměrně postříkuje hydrolyzačním a/nebo dezinfekčním roztokem postřikovací tryskou (9) uspořádanou v podstavě válcové desorpční komory (2) v ose (o) jejího otáčení. Termická desorpce se provádí při teplotě max. 400 °C po dobu 15 až 90 min, a plyny vznikající v desorpční komoře (2) při desorpci se odvádí alespoň jedním výstupem (10) plynů, kde následně probíhá jejich čištění.

## **Způsob dekontaminace materiálu zasaženého chemickými a/nebo biologickými bojovými látkami a zařízení k provádění tohoto způsobu**

### 5 Oblast techniky

Vynález se týká oblasti dekontaminace materiálu zasaženého chemickými a/nebo biologickými bojovými látkami a zařízení k provádění tohoto způsobu.

10

### Dosavadní stav techniky

Chemická zbraň neboli bojová chemická látka je zbraň, která objekt útoku zasáhne anorganickými či organickými sloučeninami, jež působí na organismus dráždivě nebo toxicky. Mechanismus působení je různý – od cíleného poškození určitých částí těla, jako je např. blokace enzymu cholinesterázy v synapsích neuronů u nervově paralytických látek až po působení systémové, kdy látka je toxická pro celé tělo, např. yperit. Chemické zbraně jsou velice účinné při použití proti nechráněné živé síle vojsk nebo při zneužití proti civilnímu obyvatelstvu. Výroba je relativně levná, některé potenciální bojové chemické látky se používají v průmyslu jako suroviny ve velkém, kupř. chlor, kyanovodík, fosgen. Z toho vyplývá vysoká nebezpečnost těchto látek při havárii výrobního zařízení či cíleném útoku na ně. Bojové chemické látky se mohou vyskytovat ve skupenství pevném - obvykle ve formě aerosolu, kapalném i plynném.

Biologická zbraň neboli bojová biologická látka je zbraň založená na působení živého organismu - nejčastěji patogenu, tedy bakterie, plísň, viru nebo jím produkované látky - nejčastěji toxinu. Jejich cílem je nejčastěji přímo člověk, u něhož má vyvolat chorobný stav, jako jsou např. infekční onemocnění či otravy s následkem významného oslabení zdraví či přímo smrti. K vlastnostem bojových biologických látek patří zejména vysoká virulence, nízká infekční dávka a krátká inkubační doba, rychlý průběh a vysoká úmrtnost. Použití bojových biologických látek lze předpokládat např. rozptýlením prášku, vytvořením aerosolového mraku, infikováním zvířat nebo kontaminací potravinových řetězců. Kontaminované prostředí bez provedené dekontaminace může prokazatelně působit infekčně i po 40 letech. Biologické zbraně se počítají mezi zbraně hromadného ničení a jejich vývoj, výroba a skladování jsou celosvětově zakázány. Teroristické zneužití bojových biologických látek má mimo jiné za následek vyvolání strachové reakce a paniky, poškození pracovní síly a ekonomiky v napadené oblasti, narušení zdrojů výživy, úhyn zvířat apod.

Při dekontaminaci materiálů znečištěných bojovými chemickými a/nebo biologickými látkami je snaha odstranit tyto látky z povrchu těla osob, výzbroje, objektů, terénu či obecně z materiálů takto zasažených. Jednou z možností odstraňování bojových chemických látek je odmořování neboli detoxikace, kdy dochází k rozkladu bojových chemických látek použitím různých odmořovacích směsí nebo jejich mechanickému odstraňování z kontaminovaných povrchů, a tím snížení kontaminace na fyziologicky únosnou míru. Pro odstraňování bojových biologických látek se používá dezinfekce, tedy zneškodnění nebo odstranění patogenních mikroorganismů a jejich toxických produktů z kontaminovaného povrchu. Cílem dezinfekce je spolehlivé zničení všech forem patogenních mikroorganismů.

Při odstranění kontaminantů z neživých porézních materiálů, zejména ze zeminy, sutě a podobných matric, je známé použití termické desorpce. Termická desorpce představuje progresivní, ex-situ sanační technologii, jejíž hlavní výhodou je krátká doba sanace lokality a vysoká účinnost odstranění kontaminantů z pevné matrice. Tato technologie je založena na ohřevu pevných kontaminovaných materiálů v inertní atmosféře, kdy dochází k přestupu adsorbovaných znečišťujících látek do plynné fáze. Po následném ochlazení se pak tyto látky zkoncentrují v kapalném kondenzátu. Ten je obvykle odstraněn ve spalovnách nebezpečného odpadu nebo zpracován jinými likvidačními postupy. Klíčovou veličinou pro úspěšnou sanaci

pomocí termické desorpce je dosažená teplota uvnitř desorpční komory. Konvenční ohřev desorpční komory je zajištěn topným olejem, elektrickým ohřevem či plynými spaliny přes stěnu pláště desorpční komory, případně je využíváno mikrovlnného ohřevu umožňující významné zkrácení času nutného pro dosažení požadované teploty v desorpční komoře.

5 Mikrovlnné zařízení je absorbováno v celém objemu vrstvy ohřívajícího materiálu, na rozdíl od konvenčního ohřevu, který je většinou realizován přestupem tepla z vyhřátého pláště desorpční komory. Materiály podrobené procesu termické desorpce, například stavební suť a zemina, obvykle obsahují určitý podíl vlhkosti, oxidů kovů a uhličitánů, křemičtanů apod., které zvyšují absorpci mikrovlnného záření.

10

Tímto způsobem jsou nejčastěji odstraňovány těkavé organické sloučeniny, oleje a jiné kontaminanty. Bojové chemické a biologické látky mají odlišné vlastnosti a použití pouhé termické desorpce nezajistí komplexní dekontaminaci zasažených materiálů. Další nevýhodou známých zařízení k provádění termické desorpce spočívají v jejich omezené velikosti či objemu.

15

Tato zařízení jsou většinou vytvořena jako kontinuální zařízení typu rotační pec umožňující zpracování pouze jemnozrnných materiálů, zpravidla do velikosti částic 50 mm. Tato zařízení využívají často k posunu a ohřevu materiálů různé typy vyhřívajících šnekovic, které umožňují zpracování pouze jemnozrnných materiálů, zpravidla do 50 mm. Toho bývá mnohdy dosaženo drcením dekontaminovaných materiálů na materiál jemnozrnný s požadovanou zrnitostí.

20

Nejběžněji dekontaminovaný materiál je zemina, kterou lze do zařízení dávkovat v různě malém množství. Velké a objemné materiály s velkou heterogenitou složení, jako např. výzbroje, oděvy, stavební materiály atd. nelze v těchto zařízeních dekontaminovat, a tím pádem zajistit dostatečnou sanaci od bojových chemických a/nebo biologických látek. Jsou známy i vsádkové desorpční komory s míchadlem zajišťujícím rovnoměrný ohřev kontaminovaného materiálu.

25

Míchadla však musí být navržena pro konkrétní dekontaminovaný materiál, resp. pro konkrétní hustotu, viskozitu či zrnitost promíchávaného materiálu. Využití těchto zařízení pro velké a objemné materiály s velkou heterogenitou složení tedy není vhodné.

Úkolem vynálezu je proto nalezení takového způsobu dekontaminace materiálu znečištěných chemickými a/nebo biologickými bojovými látkami a zařízení k provádění tohoto způsobu, který by byl vhodný pro zpracování velkých objemů zeminy, případně stavební suti, ale i rozměrných předmětů, jako např. nábytku, oděvů, výzbroje, a který by účinně snižoval škodlivý účinek těchto toxických látek na bezpečnou úroveň, která neohrožuje život a zdraví osob a zvířat, a jejich následnou likvidaci.

35

### Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje způsob dekontaminace materiálu zasaženého chemickými a/nebo biologickými bojovými látkami, zejména materiálu heterogenního složení podle tohoto vynálezu. Při tomto způsobu se na kontaminovaný materiál aplikuje vodný hydrolyzační a/nebo dezinfekční roztok, následně se materiál dekontaminuje termickou desorpcí v desorpční komoře s přestupem kontaminantů do plynné fáze a poté do fáze kapalné. Podstata tohoto vynálezu spočívá v tom, že materiál se vloží do válcové rotační desorpční komory s vodorovnou osou otáčení a s uzavíratelným vsázkovým otvorem v plášti desorpční komory, jejíž vnitřní průměr leží v rozmezí od 2 do 5 m, a jejíž délka leží v rozmezí 1d až 2d. Takto navržená velikost desorpční komory zajišťuje možnost dekontaminace materiálů zasažených chemickými a/nebo biologickými bojovými látkami odlišného charakteru od běžně dekontaminovaných materiálů, tedy kupř. plastů, stavebních materiálů, oděvů, zavazadel, kusů vnitřního vybavení vagónů metra,

50 odpadkových košů, technických instalací atd. V desorpční komoře nejsou žádná míchadla ani jiné vestavby, vzhledem k charakteru, zejména velikosti a rozměrům, dekontaminovaných materiálů by k promíchávání pomocí míchadel nemohlo docházet. Desorpční komora je vytvořena jako otáčející se buben, tím dochází k ideálnímu promíchávání kontaminovaného materiálu.

55

Vrstva materiálu v desorpční komoře tvoří nejvýše 1/3 vnitřního průměru desorpční komory, aby mohlo docházet k dostatečnému promísení dekontaminovaného materiálu. Vsázkový otvor se hermeticky uzavře a rotační desorpční komora se otáčí tak, že materiál se během otáčení desorpční komory rovnoměrně postříkuje hydrolyzačním a/nebo dezinfekčním roztokem alespoň jednou postřikovací tryskou uspořádanou v podstavě válcové desorpční komory v ose jejího otáčení. Samotná termická desorpce se provádí při teplotě maximálně 400 °C po dobu 15 až 90 min. Výhodou vsázkového uspořádání zařízení je možnost měnit dobu zdržení kontaminovaného materiálu tak, aby došlo k bezpečné a úplné dekontaminaci materiálů. Chemické i biologické bojové látky mají z důvodu svého účinku poměrně nízké teploty varu, není tedy potřeba využívat teplot vyšších, které jsou u termické desorpce běžné. Navíc je potřeba optimalizovat teploty z důvodu dostatečného přestupu tepla ze zdroje tepelné energie do heterogenního kontaminovaného materiálu bez rizika jeho lokálního přehřátí, jako je např. zahoření plastů. Chemické i biologické bojové látky jsou v kontaminovaném materiálu přítomny v různě širokých vrstvách, nejedná se však o homogenně rozšířenou kontaminaci jako v případě kontaminace zemin. Při termické desorpci tedy naprosto postačuje ohřát povrchové vrstvy kontaminovaného materiálu na teplotu potřebnou k odpaření anebo destrukci bojových látek. Teplota je proto naprosto dostačující do 400 °C. Plyny vznikající v desorpční komoře při termické desorpci se odvádí alespoň jedním výstupem plynů uspořádaným v podstavě válcové desorpční komory v ose jejího otáčení a následně jsou zpracovávány pro jejich bezpečné nakládání.

Ve výhodném provedení se jako hydrolyzační roztok se při dekontaminaci chemických bojových látek použije vodný roztok hydroxidu sodného v koncentraci 0,2 až 100 g NaOH/l. V jiném výhodném provedení se při dekontaminaci biologických bojových látek použije vodný dezinfekční roztok kyseliny peroctové v koncentraci 2 až 40 % hmotn.

Materiál se s výhodou ohřívá nepřímo topným médiem přes stěnu desorpční komory nebo přímo mikrovlnným zářením. V případě ohřevu přes stěnu desorpční komory se k materiálu přidá voda nebo hydrolyzační, příp. dezinfekční roztok. Voda vnesená do desorpční komory na kontaminovaný materiál zlepší přestup tepla ze stěny desorpční komory do materiálu. Po ohřátí a přeměnění na páru pak zajistí rovnoměrný ohřev celého objemu materiálu v desorpční komoře. V případě ohřevu pomocí mikrovln se k materiálu postřikovací tryskou přidá vodní suspenze nanoželeza. Po nanesení suspenze nanoželeza na kontaminovaný materiál, nanočástice absorbují mikrovlnné záření, čímž je zajištěn rychlý ohřev povrchu kontaminovaného materiálu. Mikrovlnné záření je generováno zdrojem mikrovln instalovaným mimo desorpční komoru a do desorpční komory je přivedeno vhodně dimenzovaným vlnovodem procházejícím osou hřídele, tedy osou otáčení desorpční komory.

Desorpční komora se ve výhodném provedení otáčí s frekvencí od 2 do 30 otáček/min, čímž je zajištěno promísení materiálu a současný rovnoměrný postřík kontaminovaného materiálu hydrolyzačním a/nebo dezinfekčním roztokem, případně suspenzí nanoželeza pomocí trysky, která je umístěna v ose otáčení desorpční komory.

Předmětem vynálezu je rovněž zařízení k provádění výše uvedeného způsobu, které zahrnuje desorpční komoru se vsázkovým otvorem pro vložení kontaminovaného materiálu, zařízení pro aplikaci hydrolyzačního a/nebo dezinfekčního roztoku, zařízení pro ohřev desorpční komory a zařízení pro odvod a vypírku/kondenzaci plynů vznikajících při termické desorpci. Podstata tohoto vynálezu spočívá v tom, že desorpční komora má válcový tvar, její vnitřní průměr leží v rozmezí od 2 do 5 m a její délka leží v rozmezí 1d až 2d a vsázkový otvor má alespoň 1 x 1 m. Tyto rozměry zajišťují dekontaminaci materiálů se zásadně odlišným charakterem kontaminovaného materiálu, obzvláště s velkou heterogenitou, velkými rozměry. Jejich drcení na stejnoměrnou zrnitost před vstupem do desorpční komory by bylo problematické vzhledem k rizikům vyplývajícím z kontaminace chemických a biologických bojových látek. Desorpční komora je otočně uspořádaná tak, že její osa otáčení leží ve vodorovném směru, je spojena s pohonem pro otáčení desorpční komory kolem osy jejího otáčení. Zařízení pro aplikaci hydrolyzačního a/nebo dezinfekčního roztoku je tvořeno alespoň jednou postřikovací tryskou

uspořádanou v podstavě válcové desorpční komory v ose jejího otáčení a dále je desorpční komora opatřena alespoň jedním výstupem pro odvod plynů uspořádaným v podstavě válcové desorpční komory v ose jejího otáčení. Postřik v ose otáčení desorpční komory představuje unikátní a výhodné řešení aplikace hydrolyzačního a/nebo dezinfekčního roztoku na kontaminovaný materiál spojený s promísením heterogenního materiálu bez použití míchadel či jiných vestaveb umístěných uvnitř desorpční komory.

Desorpční komora je s výhodou z vnější strany na obou podstavách opatřena náboji uspořádanými v ose otáčení a uloženými v ložiskách, kde v ose prvního náboje prochází dovnitř desorpční komory otvor tvořící postřikovací trysku pro postřikování materiálu hydrolyzačním a/nebo dezinfekčním roztokem, a v ose druhého náboje prochází dovnitř desorpční komory otvor tvořící výstup pro odvod plynů.

Ve výhodném provedení je desorpční komora dvouplášťová, vnitřní plášť je z nerezového plechu, vnější plášť je opatřen vstupem a výstupem pro přívod a odvod topného média do a z meziplášťového prostoru, přičemž vnitřní plášť i vnější plášť je opatřen vsázkovým otvorem trvale spojujícím vnitřní plášť a vnější plášť. S výhodou je topné médium olej.

V jiném výhodném provedení je desorpční komora jednoplášťová, plášť je z nerez a opatřen izolací, plášť je opatřen zdrojem mikrovlnného záření nebo vlnovodem pro přívod mikrovlnného záření do desorpční komory uspořádaným v podstavě válcové desorpční komory v ose jejího otáčení.

Předmětem vynálezu je rovněž zařízení k provádění výše popsaného způsobu a zároveň zahrnující zařízení s výše popsanou desorpční komorou. Podstata tohoto celého zařízení spočívá v tom, že zařízení pro ohřev desorpční komory zahrnuje přívod topného média z elektrického ohřivače nebo zdroj mikrovlnného záření nebo vlnovod pro přívod mikrovlnného záření. Zařízení pro odvod a vypírku či kondenzaci plynů zahrnuje odvodné potrubí uspořádané v podstavě desorpční komory v ose jejího otáčení, tepelný výměník, ventilátor, pračku pro vyčištění desorbovaných plynů a výstup vyčištěných plynů do atmosféry. Zařízení má dále plnicí pásový dopravník vyústěný nad vsázkovým otvorem v horní poloze, na který je potřeba kontaminovaný materiál dopravit v uzavřených přepravních ocelových zásobnících kontaminovaného materiálu, kde i obsluha těchto částí by měla s materiálem manipulovat v ochranných oděvech při zvýšené bezpečnosti. Zařízení dále zahrnuje kontejner pro výsyp dekontaminovaného materiálu pod vsázkovým otvorem ve spodní poloze.

Zařízení má s výhodou alespoň jeden senzor pro měření teploty topného média na vstupu a výstupu topného média do meziplášťového prostoru desorpční komory, alespoň jeden senzor pro měření teploty plynů na výstupu z desorpční komory, na výstupu z tepelného výměníku a na výstupu z pračky desorbovaných plynů a alespoň jeden senzor pro měření tlaku plynů na výstupu z desorpční komory a alespoň jeden odsávací ventilátor pro vytvoření podtlaku v desorpční komoře. Sensory jsou vedeny do vyhodnocovacích monitorovaných zařízení, která sledují vývoj teplot a tlaku ve všech kritických částech zařízení.

Výhody způsobu dekontaminace materiálu zasaženého chemickými a/nebo biologickými bojovými látkami a zařízení k provádění tohoto způsobu podle tohoto vynálezu spočívají zejména v tom, že je vhodný pro zpracování velkých objemů zeminy, případně stavební sutě, ale i rozměrných předmětů, jako např. nábytku, oděvů, výzbroje, účinně snižuje škodlivý účinek těchto toxických látek na bezpečnou úroveň, která neohrožuje život a zdraví osob a zvířat, a poskytuje jejich následnou výhodnou likvidaci.

#### Objasnění výkresů

Uvedený vynález bude blíže objasněn na následujících vyobrazeních, kde:

- obr. 1 znázorňuje řez desorpční komorou s nepřímým ohřevem,
- obr. 2 znázorňuje pohled na desorpční komoru s nepřímým ohřevem,
- 5 obr. 3 znázorňuje řez desorpční komorou s přímým ohřevem,
- obr. 4 znázorňuje pohled na desorpční komoru s přímým ohřevem,
- 10 obr. 5 schéma zařízení při plnění materiálem a zahájení provozu s nepřímým ohřevem,
- obr. 6 schéma zařízení při vyprazdňování materiálem a končení provozu s nepřímým ohřevem,
- obr. 7 schéma zařízení při plnění materiálem a zahájení provozu ohřevem,
- 15 obr. 8 schéma zařízení při vyprazdňování materiálem a končení provozu s přímým ohřevem,
- obr. 9 znázorňuje grafy výsledků testů dekontaminace různých materiálů zasažených chemickými bojovými látkami s nepřímým ohřevem desorpční komory,
- 20 obr. 10 znázorňuje grafy výsledků testů dekontaminace různých materiálů zasažených chemickými bojovými látkami s přímým ohřevem desorpční komory

## 25 Příklady uskutečnění vynálezu

Desorpční komora 2, jakožto součást zařízení 1 pro dekontaminaci materiálu 4 zasaženého chemickými a/nebo biologickými bojovými látkami podle tohoto vynálezu je znázorněna na obr. 1. Desorpční komora 2 je vytvořena válcového tvaru s vnitřním průměrem d 3 m a délkou l také 3 m, je dvouplášťová, vnitřní plášť 13 i vnější plášť 14 jsou z nerezového plechu a jsou uspořádány tak, že mezi vnitřním pláštěm 13 a vnějším pláštěm 14 je vytvořen meziplášťový prostor 15. Vnější plášť 13 i vnitřní plášť 14 jsou ve stejném místě opatřeny uzavíratelným vsázkovým otvorem 3, který tedy vytváří prostor pro kontaminovaný materiál 4 z vnějšího prostředí dovnitř do desorpční komory 2. Vsázkový otvor 3 má rozměry 1 x 1 m a po vložení kontaminovaného materiálu 4 do vnitřního prostoru desorpční komory 2 se hermeticky uzavře pomocí šroubů, jak je znázorněno na obr. 2. Desorpční komora 2 zařízení 1 znázorněná na obr. 1 a obr. 2 využívá nepřímého ohřevu, tedy ohřevu přes stěnu desorpční komory 2. Do meziplášťového prostoru 15 je z elektrického ohřivače 27 topného média přiváděn přívodem topného média topný olej, který zajišťuje, že tímto prostorem proudí olej s teplotou dostatečnou na ohřev kontaminované materiálu 4, resp. na teplotu, kdy dochází k termické desorpci, a tím pádem k dekontaminaci heterogenního materiálu 4. Topný olej po předání tepelné energie do prostoru desorpční komory 2, do kontaminovaného materiálu 4, je odváděn odvodem 10 topného média z meziplášťového prostoru 15 zpět do elektrického ohřivače 27 topného média. Topné médium kontinuálně proudí tímto okruhem a zajišťuje ohřev desorpční komory 2 maximálně na 45 400 °C.

V podstavě desorpční komory 2 je v ose o jejího otáčení uspořádána postřikovací tryska 9 pro aplikaci hydrolyzačního a/nebo dezinfekčního roztoku na kontaminovaný materiál 4. Postřikovací tryskou 9 je veden vodný roztok hydroxidu sodného v případě kontaminace materiálů 4 chemickými bojovými látkami nebo vodný roztok kyseliny peroctové v případě kontaminace materiálů 4 biologickými bojovými látkami. Ve druhé podstavě desorpční komory 2 je v ose o jejího otáčení uspořádán výstup 10 pro odvod desorbovaných plynů. Otvor pro postřikovací trysku 9 i otvor vytvářející výstup 10 pro odvod plynů jsou uspořádány v nábojích 11 uloženými v ložiskách 12. Obě vnější strany na obou podstavách desorpční komory 2 jsou tedy opatřeny náboji 11 uspořádanými v ose o otáčení a uloženými v ložiskách 12. Desorpční 55

komora 2 je vytvořena jako otočná tak, že její osa 9 otáčení leží ve vodorovném směru. Desorpční komora 2 je spojena s pohonem 8 pro její otáčení kolem osy o otáčení s frekvencí 2 až 30 otáček/min.

- 5 Desorpční komora 2 zařízení 1, která je znázorněná na obr. 3 a obr. 4 využívá přímého ohřevu, tedy ohřevu pomocí mikrovlnného záření. Desorpční komora 2 je vytvořena obdobně jako výše popsaná s tím rozdílem, že není vytvořena jako dvouplášťová, ale jako jeden plášť 16 s přidruženou izolací 17 pro zabránění úniku tepla přes stěnu desorpční komory 2. V podstavě desorpční komory 2, konkrétně v ose o otáčení desorpční komory 2 je uspořádán vlnovod 18,  
10 který přivádí mikrovlnné záření do vnitřního prostoru desorpční komory 2 pro mikrovlnný ohřev kontaminovaného materiálu 4.

- Způsob dekontaminace materiálu 4 zasaženého chemickými a/nebo biologickými bojovými látkami, zejména materiálu 4 heterogenního složení, a zařízení 1 k provádění podle tohoto  
15 vynálezu je znázorněn na obr. 5 až obr. 8. Na obr. 5 je zobrazeno schéma zařízení 1, kdy ze zásobníku 30 kontaminovaného heterogenního materiálu 4 vytvořeného jako uzavřený přepravní ocelový kontejner je kontaminovaný materiál 4 přemístěn na plnicí pásový dopravník 20. Z plnicího pásového dopravníku 20 je kontaminovaný materiál 4 dopraven přes otevřený vsázkový otvor 3 do vnitřního prostoru desorpční komory 2. Kontaminovaný materiál 4 naplní  
20 desorpční komoru 2 do maximálního množství 1/3 vnitřního průměru desorpční komory 2 pro zajištění dostatečného prostoru při promísení kontaminovaného materiálu 4. Po naplnění desorpční komory 2 dojde k uzavření vsázkového otvoru 3 a uzavření výstupu 10 pro odvod par, kterým je desorpční komora 2 opatřena. Následně dojde ke spuštění pohonu 8 otáčení desorpční komory 2, tedy dvouplášťového bubnu a rozstřiku hydrolyzačního a/nebo dezinfekčního roztoku  
25 před trysku 9 v ose 9 otáčení desorpční komory 2. Současným otáčením desorpční komory 2 a postřiku hydrolyzačním a/nebo dezinfekčním roztokem dojde k homogennímu rozptýlení hydrolyzačního a/nebo dezinfekčního roztoku po celém objemu desorpční komory 2, resp. po celém objemu kontaminovaného materiálu 4. Následně dojde k ukončení rozstřiku hydrolyzačního a/nebo dezinfekčního roztoku před trysku 9 v ose o otáčení desorpční komory 2 a  
30 spuštění nepřímého ohřevu desorpční komory 2. Topné médium začne proudit do z elektrického ohřivače 27 do meziplášťového prostoru 17 desorpční komory 2 přívodem 19 topného média a cirkuluje tímto okruhem, do okamžiku dosažení požadované teploty pro průběh termické desorpce. Teplota topného média je kontrolována senzory 5 pro měření jeho teploty, jejichž výsledky jsou průběžně odesílány pro kontrolu. Zároveň se začátkem termické desorpce je  
35 spuštěno zařízení pro odvod, vypírku či kondenzaci plynů. Toto zařízení sestává z tepelného výměníku 23, do kterého jsou desorbované plyny vedeny z desorpční komory 2 výstupem 10 pro odvod plynů za účelem chlazení v průběhu celé termické desorpce, následně do ventilátoru 26 pro posun desorbovaných plynů do pračky 24 kontaminovaných plynů, odkud jsou vyčištěné plyny, tedy plyny zbavené kontaminujících látek vypouštěny do atmosféry. Na výstupu 10 pro  
40 odvod desorbovaných plynů jsou umístěny senzory 6 pro měření teploty plynů a senzory 7 pro měření tlaku plynů. Termická desorpce, tedy dekontaminace materiálů v desorpční komoře 2 probíhá při teplotě maximálně 400 °C po maximální dobu 90 min, resp. po požadovanou dobu při předepsané teplotě. Poté dojde k zastavení nepřímého ohřevu desorpční komory 2, tedy k zastavení cirkulace topného oleje v meziplášťovém prostoru 15. Současně se uzavře výstup 10  
45 pro odvod plynů a desorbovaných par a otevře vstup do desorpční komory 2 pro vyrovnání tlaků. Dekontaminovaný materiál 22 je následně vysypán otevřením vsázkového otvoru 3 ve spodní poloze do kontejneru 21 pro výsyp materiálu 22, jak je znázorněno na obr. 6. Posledním krokem dekontaminace materiálů 4 zasažených chemickými a/nebo biologickými bojovými látkami je odvoz již dekontaminovaného materiálu 22 ze zařízení 1.

- 50 Na obr. 7 a obr. 8 je znázorněno zařízení 1 pro dekontaminaci materiálů 4 zasažených bojovými látkami podle tohoto vynálezu přímým způsobem. Zařízení 1 je uspořádáno obdobným způsobem, jako výše popsané, akorát s rozdílem přímého ohřevu materiálu 4 v desorpční komoře 2. Přímý ohřev je zajištěn pomocí mikrovlnného záření, které je generováno ve zdroji 31  
55 mikrovlnného záření a vlnovodem 18 přiváděno do vnitřního prostoru desorpční komory 2.

Postřikovací tryskou 2 je do vnitřního prostoru desorpční komory 2 přiváděna rovněž suspenze nanoželeza, který napomáhá efektivnímu ohřevu kontaminovaného materiálu 4. Obr. 7 znázorňuje přivádění kontaminovaný materiál 4 do vnitřního prostoru desorpční komory 2 a obr. 8 znázorňuje odvod dekontaminovaného materiálu 22 z desorpční komory 2.

5

Za účelem ověření účinnosti technologického postupu, resp. způsobu dekontaminace materiálu 4 zasaženého bojovými látkami byly provedeny následující laboratorní zkoušky:

10 a) Zkoušky termické desorpce materiálu kontaminovaného simulanty bojových chemických neboli otravných látek (BOL)

b) Zkoušky termické desorpce materiálu kontaminovaného simulantem bojových biologických látek (BBL)

15 c) Zkoušky vypírky plynů z termické desorpce materiálu kontaminovaného simulanty BOL

d) Zkoušky vypírky plynů kontaminovaných ostrou BOL

Příklad 1 - Zkoušky termické desorpce materiálu kontaminovaného simulanty BOL

20

- použitý simulant BOL: diethylmalonát (DEPH) diethylftalát
- kontaminovaný materiál: suť, písek, zemina, jíl, beton, antuka,
- teplota ohřevu: 150 až 300 °C
- doba ohřevu (izoterma): 5 a 20 min.

25

Výsledky testů termické desorpce s nepřímým ohřevem pro šest materiálů kontaminovaných DEPH je znázorněno na obr. 9 a obr. 10. Z výsledků vyplývá, že pro odstranění BOL z kontaminovaných materiálů metodou termické desorpce s účinností alespoň 90% je zapotřebí materiál ohřát na teplotu nad 250 °C po dobu alespoň 20 min.

30

Příklad 2 - Zkoušky termické desorpce materiálu kontaminovaného simulanty BBL

- použitý simulant BBL: *Bacillus cereus*
- kontaminovaný materiál: suť, písek, zemina, jíl, beton, antuka,
- 35 - teplota ohřevu: 100 až 300 °C
- doba ohřevu (izoterma): 10 a 30 min.
- metoda ohřevu: nepřímý (Dupl.), mikrovlnný (MW)

40 Výsledky série měření účinku ohřevu na mikrobiologické znečištění použitých materiálů jsou shrnuty v tabulce níže formou porovnání počtu jednotek tvořících kolonie (CFU – colony forming units).

| Typ ohřevu | T [°C] | Zdržení [min] | antuka            | zemina            | písek             | suť               | beton             | jíl               |
|------------|--------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| vstup      | -      | -             | $1,9 \times 10^2$ | $6,5 \times 10^8$ | $3,7 \times 10^7$ | $2,1 \times 10^5$ | $7,3 \times 10^4$ | $5,5 \times 10^5$ |
| Dupl.      | 100    | 10            | 0                 | $2,8 \times 10^3$ | $4,6 \times 10^5$ | 0                 | -                 | -                 |
| MW         | 100    | 10            | 0                 | 0                 | $5 \times 10^2$   | 0                 | -                 | -                 |
| MW         | 125    | 10            | -                 | -                 | 0                 | -                 | -                 | -                 |
| Dupl.      | 100    | 30            | 0                 | $1,6 \times 10^3$ | 0                 | 0                 | -                 | -                 |
| MW         | 100    | 30            | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | -                 | -                 |
| Dupl.      | 150    | 10            | -                 | -                 | -                 | -                 | 0                 | 0                 |
| MW         | 150    | 10            | -                 | -                 | -                 | -                 | 0                 | 0                 |
| Dupl.      | 150    | 30            | -                 | -                 | -                 | -                 | 0                 | 0                 |
| MW         | 150    | 30            | -                 | -                 | -                 | -                 | 0                 | 0                 |
| MW         | 160    | 30            | -                 | 0                 | -                 | -                 | -                 | -                 |
| Dupl.      | 200    | 10            | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| MW         | 200    | 10            | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | -                 | 0                 |
| Dupl.      | 200    | 30            | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| MW         | 200    | 30            | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | -                 | 0                 |
| MW         | 250    | 10            | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| MW         | 250    | 30            | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| Dupl.      | 300    | 10            | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| Dupl.      | 300    | 30            | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |

Z výsledků vyplývá, že způsobem podle tohoto vynálezu s využitím termické desorpce při teplotě nad 150 °C lze dosáhnout spolehlivého odstranění BBL z kontaminovaných materiálů.

5

Příklad 3 - Zkoušky vypírky plynů z materiálu kontaminovaného simulanty BOL

- použité simulanty BOL: diethylmalonát DEM, diethylftalát (DEPH)
- použitý prací roztok: roztok hydroxidu sodného (pH 10,57)

10

Rozklad DEM pomocí roztoku hydroxidu sodného v čase:

| min | DEM mg/l |
|-----|----------|
| 5   | 45,2     |
| 15  | 11,5     |
| 35  | 3,69     |
| 60  | 0,68     |
| 90  | 0,23     |
| 120 | 0,14     |
| 180 | <0,05    |

Rozklad DEPH pomocí roztoku hydroxidu sodného v čase:

15

| min  | DEPH mg/l |
|------|-----------|
| 5    | 180       |
| 60   | 118       |
| 120  | 73,6      |
| 180  | 51,8      |
| 240  | 39,1      |
| 300  | 27,3      |
| 360  | 17,5      |
| 420  | 11,9      |
| 1380 | <0,1      |

Chemické bojové látky odstraněné z kontaminovaných plynů metodou zásadité vypírky se ve vypíracím roztoku rychle rozkládají, tedy jsou snad odstranitelné z desorbovaných plynů.

5 Příklad 4 - Zkoušky vypírky plynů kontaminovaných ostrými BOL

- použité BOL: yperit (HD), soman (GD) a látka VX (VX)
- použitý prací roztok: roztok hydroxidu sodného (pH 11,9)

10 Rozklad vybraných ostrých BOL pomocí roztoku hydroxidu sodného v čase:

| Min | HD mg/l | GD mg/l | VX mg/l |
|-----|---------|---------|---------|
| 5   | 480     | 500     | 460     |
| 20  | 96      | 420     | 416     |
| 40  | 52      | 348     | 382     |
| 60  | 27      | 252     | 275     |
| 120 | 10      | 161     | 191     |
| 180 | 1       | 96      | 105     |
| 240 | <0,1    | 48      | 61      |
| 320 |         | 12      | 14      |
| 480 |         | <0,1    | <0,1    |

Chemické bojové látky odstraněné z kontaminovaných plynů metodou zásadité vypírky se ve vypíracím roztoku rychle rozkládají, tedy jsou snad odstranitelné z desorbovaných plynů.

15

### PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob dekontaminace materiálu (4) zasaženého chemickými a/nebo biologickými bojovými látkami, zejména materiálu (4) heterogenního složení, při kterém se na materiál (4) aplikuje vodný hydrolyzační a/nebo dezinfekční roztok, a následně se materiál (4) dekontaminuje termickou desorpčí v desorpční komoře (2) s přestupem kontaminantů do plynné fáze a následně do kapalného roztoku, **vyznačující se tím**, že materiál (4) se vloží do válcové rotační desorpční komory (2) s vodorovnou osou (o) otáčení a s uzavíratelným vsázkovým otvorem (3) v plášti desorpční komory (2), jejíž vnitřní průměr (d) leží v rozmezí od 2 do 5 m, a jejíž délka (l) leží v rozmezí 1d až 2d, přičemž největší výška (h) vrstvy materiálu (4) v desorpční komoře (2) tvoří nejvýše 1/3d, vsázkový otvor (3) se hermeticky uzavře a rotační desorpční komora (2) se otáčí, přičemž materiál (4) se během otáčení desorpční komory (2) rovnoměrně postříkuje hydrolyzačním a/nebo dezinfekčním roztokem alespoň jednou postřikovací tryskou (9) uspořádanou v podstavě válcové desorpční komory (2) v ose (o) jejího otáčení, přičemž termická desorpce se provádí při teplotě max. 400 °C po dobu 15 až 90 min, a plyny vznikající v desorpční komoře (2) při desorpci se odvádí alespoň jedním výstupem (10) plynů uspořádaným v podstavě válcové desorpční komory (2) v ose (o) jejího otáčení.
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že jako hydrolyzační roztok se při dekontaminaci chemických bojových látek použije vodný roztok hydroxidu sodného v koncentraci 0,2 až 100 g NaOH/l.
3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že jako dezinfekční roztok se při dekontaminaci biologických bojových látek použije vodný roztok kyseliny peroctové v koncentraci 2 až 40 % hmotn.

4. Způsob podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že materiál (4) se ohřívá nepřímo topným médiem přes stěnu desorpční komory (2), přičemž k materiálu se přidá voda nebo hydrolyzační a/nebo dezinfekční roztok.
5. Způsob podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že materiál (4) se ohřívá přímo mikrovlnným zářením, přičemž k materiálu (4) se postřikovací tryskou (9) přidá suspenze nanoželeza.
6. Způsob podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že desorpční komora (2) se otáčí s frekvencí od 2 do 30 otáček/min.
7. Zařízení k provádění způsobu podle některého z nároků 1 až 6, zahrnující desorpční komoru (2) se vsázkovým otvorem (3) pro vložení kontaminovaného materiálu (4), zařízení pro aplikaci hydrolyzačního a/nebo dezinfekčního roztoku, zařízení pro ohřev desorpční komory (2) a zařízení pro odvod, vypírku či kondenzaci plynů vznikajících při termické desorpci, **vyznačující se tím**, že desorpční komora (2) má válcový tvar, její vnitřní průměr (d) leží v rozmezí od 2 do 5 m a její délka (l) leží v rozmezí 1d až 2d, vsázkový otvor (3) má alespoň 1 x 1 m; že desorpční komora (2) je otočně uspořádaná tak, že její osa (o) otáčení leží ve vodorovném směru;
- že desorpční komora (2) je spojena s pohonem (8) pro otáčení desorpční komory (2) kolem osy (o) jejího otáčení;
- že zařízení pro aplikaci hydrolyzačního a/nebo dezinfekčního roztoku je tvořeno alespoň jednou postřikovací tryskou (9) uspořádanou v podstavě válcové desorpční komory (2) v ose (o) jejího otáčení; a
- že desorpční komora (2) je opatřena alespoň jedním výstupem (10) pro odvod plynů uspořádaným v podstavě válcové desorpční komory (2) v ose (o) jejího otáčení.
8. Zařízení podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že desorpční komora (2) je z vnější strany na obou podstavách opatřena náboji (11) uspořádanými v ose (o) otáčení a uloženými v ložiskách (12), kde v ose prvního náboje (11) prochází dovnitř desorpční komory (2) otvor tvořící postřikovací trysku (9) pro postřikování materiálu (4) hydrolyzačním a/nebo dezinfekčním roztokem, a v ose druhého náboje (11) prochází dovnitř desorpční komory (2) otvor tvořící výstup (10) pro odvod plynů.
9. Zařízení podle nároku 7 nebo 8, **vyznačující se tím**, že desorpční komora (2) je dvouplášťová, vnitřní plášť (13) je z nerezového plechu, vnější plášť (14) je opatřen vstupem a výstupem pro přívod (19) a odvod (28) topného média do a z meziplášťového prostoru (15), přičemž vnitřní plášť (13) i vnější plášť (14) je opatřen vsázkovým otvorem (3) trvale spojujícím vnitřní plášť (13) a vnější plášť (14).
10. Zařízení podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že topným médiem je olej.
11. Zařízení podle některého z nároků 7 až 10, **vyznačující se tím**, že desorpční komora (2) je jednoplášťová, plášť (16) je z nerezů a opatřen izolací (17), plášť (16) je opatřen zdrojem mikrovlnného záření nebo vlnovodem (18) pro přívod mikrovlnného záření do desorpční komory (2) uspořádaným v podstavě válcové desorpční komory (2) v ose (o) jejího otáčení.
12. Zařízení (1) k provádění způsobu podle některého z nároků 1 až 6 a zahrnující desorpční komoru vytvořenou podle některého z nároků 7 až 11, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje zařízení pro ohřev desorpční komory (2) zahrnující přívod (19) topného média z elektrického ohřivače (27) nebo zdroj mikrovlnného záření nebo vlnovod (18) pro přívod mikrovlnného záření;
- že zařízení pro odvod, vypírku či kondenzaci plynů zahrnuje odvodné potrubí uspořádané v podstavě desorpční komory (2) v ose (o) jejího otáčení, tepelný výměník (23), ventilátor (26), pračku (24) pro vyčištění desorbovaných plynů a výstup (25) vyčištěných plynů do atmosféry; a

že dále má plnicí pásový dopravník (20) vyústěný nad vsázkovým otvorem (3) v horní poloze; kontejner (21) pro výsyp dekontaminovaného materiálu (22) pod vsázkovým otvorem (3) ve spodní poloze;

- alespoň jeden senzor (5) pro měření teploty topného média na vstupu a výstupu topného média do meziplášťového prostoru (15) desorpční komory (2);  
alespoň jeden senzor (6) pro měření teploty plynů na výstupu z desorpční komory (2), na výstupu z tepelného výměníku (23) a na výstupu z pračky (24) desorbovaných plynů a alespoň jeden senzor (7) pro měření tlaku plynů na výstupu z desorpční komory (2); a  
odsávací ventilátor pro podtlak v desorpční komoře (2).

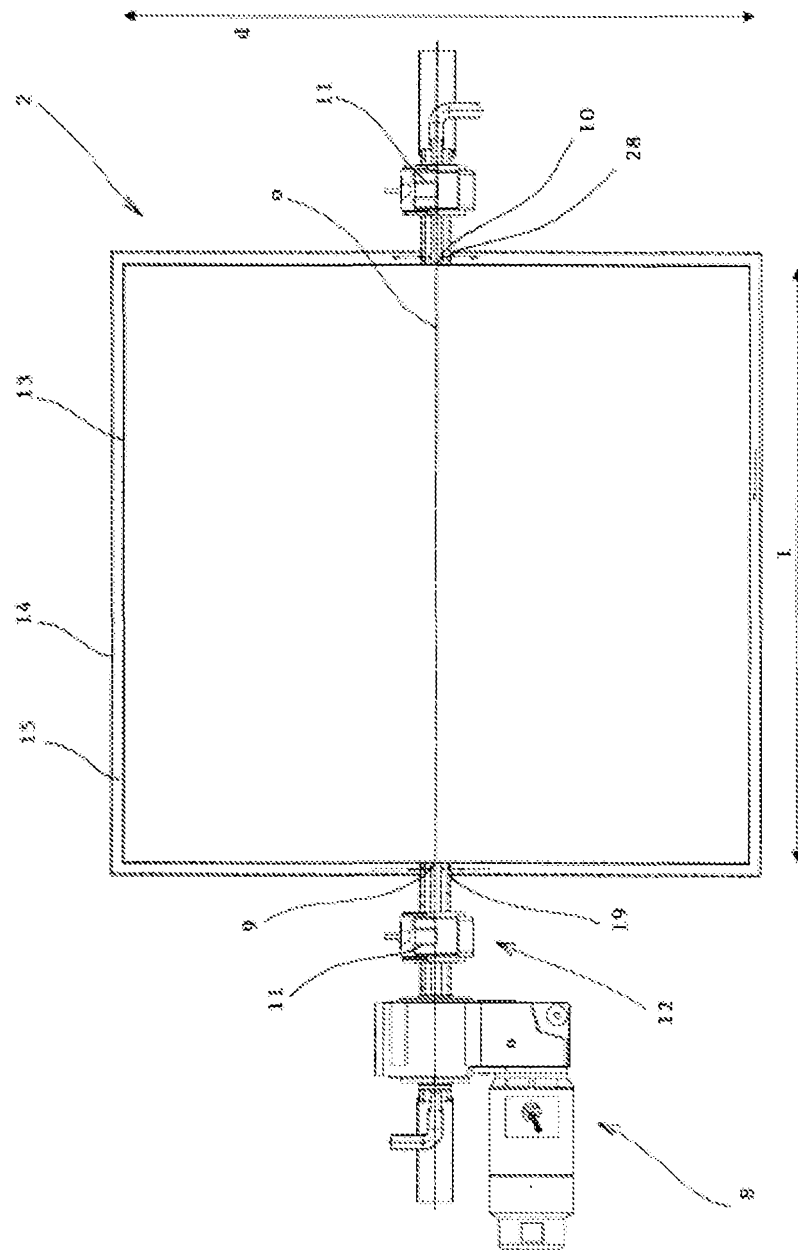
10

10 výkresů

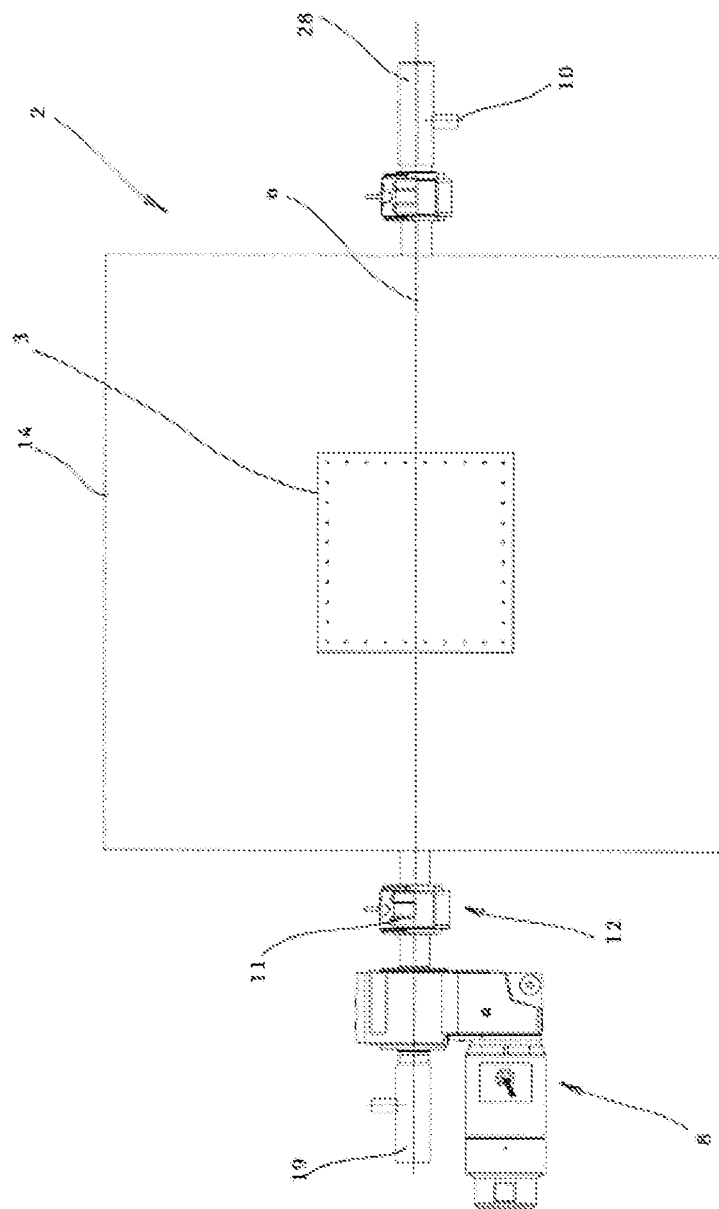
## Seznam vztahových značek

|    |                                         |
|----|-----------------------------------------|
| 1  | zařízení                                |
| 2  | desorpční komora                        |
| 3  | vsázkový otvor                          |
| 4  | kontaminovaný materiál                  |
| 5  | senzor pro měření teploty topného média |
| 6  | senzor pro měření teploty plynů         |
| 7  | senzor pro měření tlaku plynů           |
| 8  | pohon                                   |
| 9  | tryska                                  |
| 10 | výstup pro odvod plynů                  |
| 11 | náboj                                   |
| 12 | ložisko                                 |
| 13 | vnitřní plášť                           |
| 14 | vnější plášť                            |
| 15 | meziplášťový prostor                    |
| 16 | plášť                                   |
| 17 | izolace                                 |
| 18 | vlnovod                                 |
| 19 | přívod topného média                    |
| 20 | plnicí pásový dopravník                 |
| 21 | kontejner pro výsyp materiálu           |
| 22 | dekontaminovaný materiál                |
| 23 | teplený výměník                         |
| 24 | pračka kontaminovaných plynů            |
| 25 | výstup vyčištěných plynů do atmosféry   |
| 26 | ventilátor                              |
| 27 | elektrický ohřívač                      |
| 28 | odvod topného média                     |
| 29 | zásobník aplikačního roztoku            |
| 30 | zásobník kontaminovaného materiálu      |
| 31 | zdroj mikrovlnného záření               |

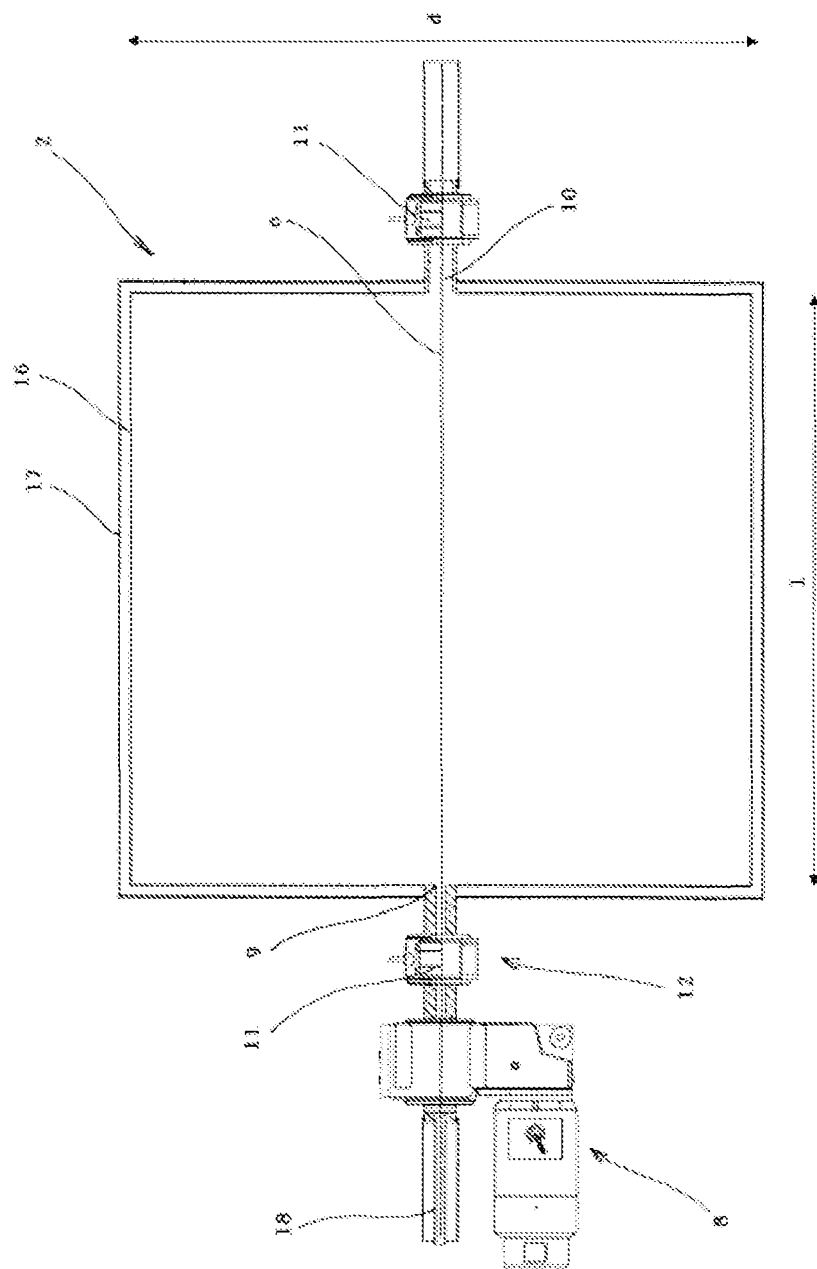
10 výkresů



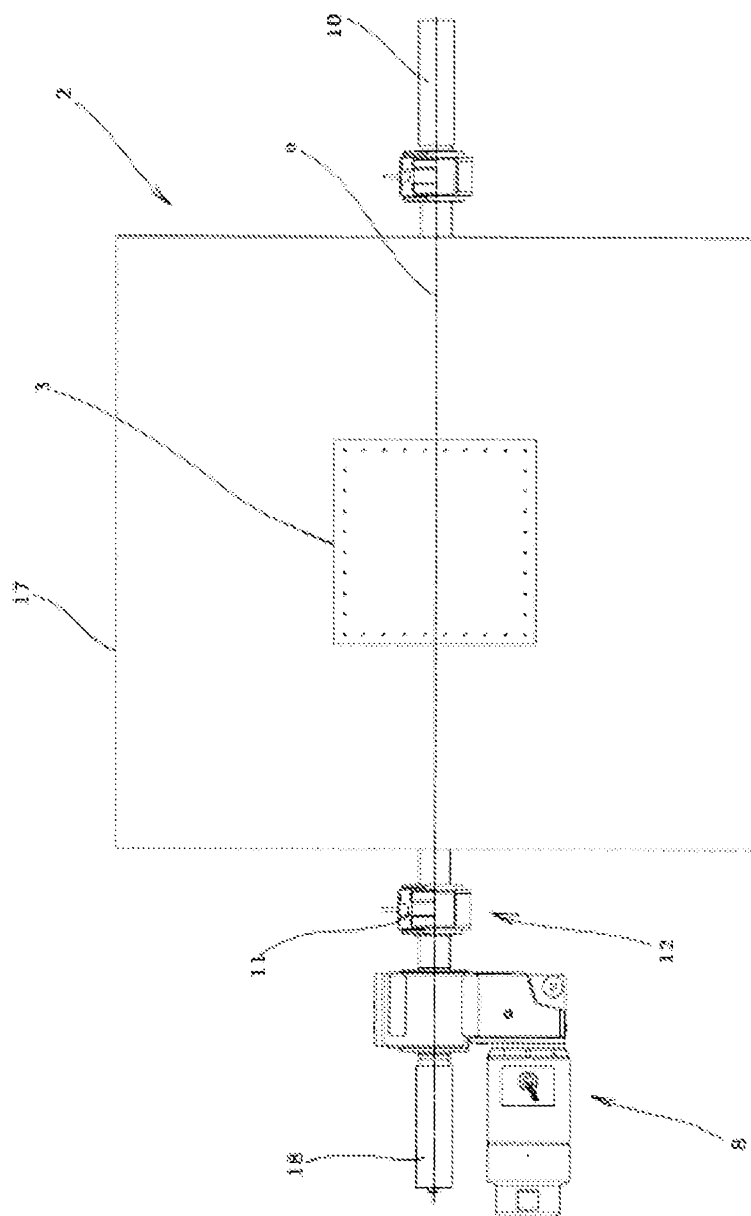
Obr. 1



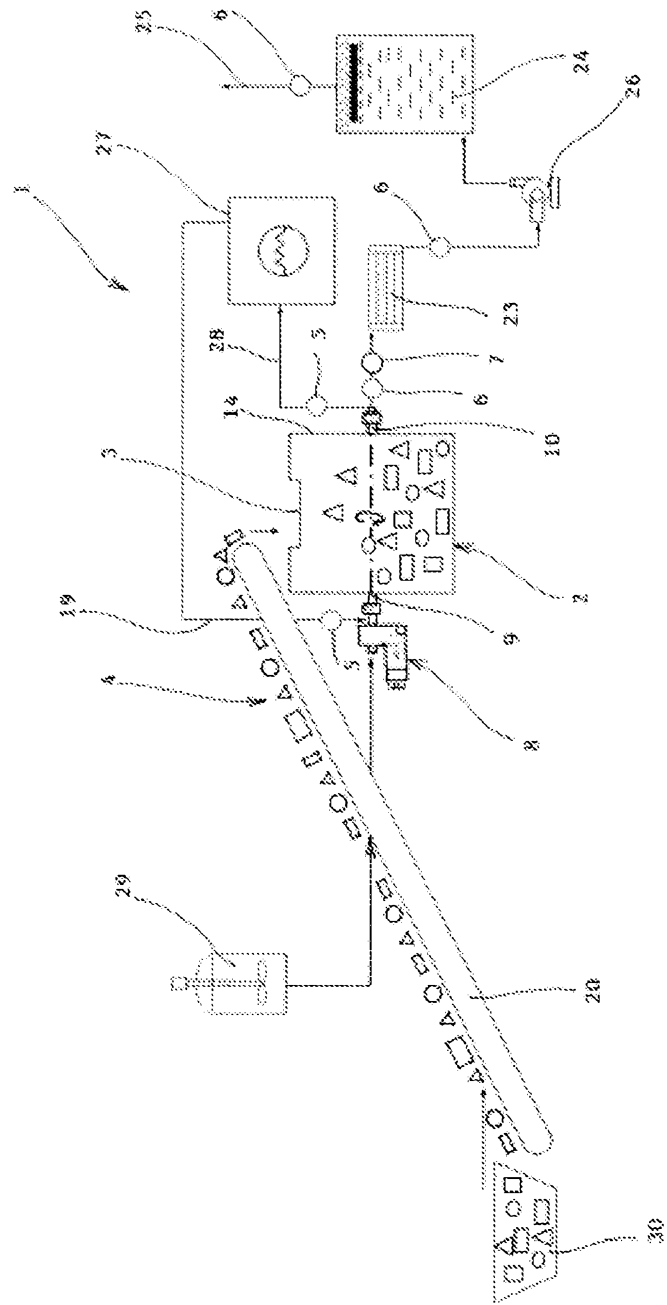
Obr. 2



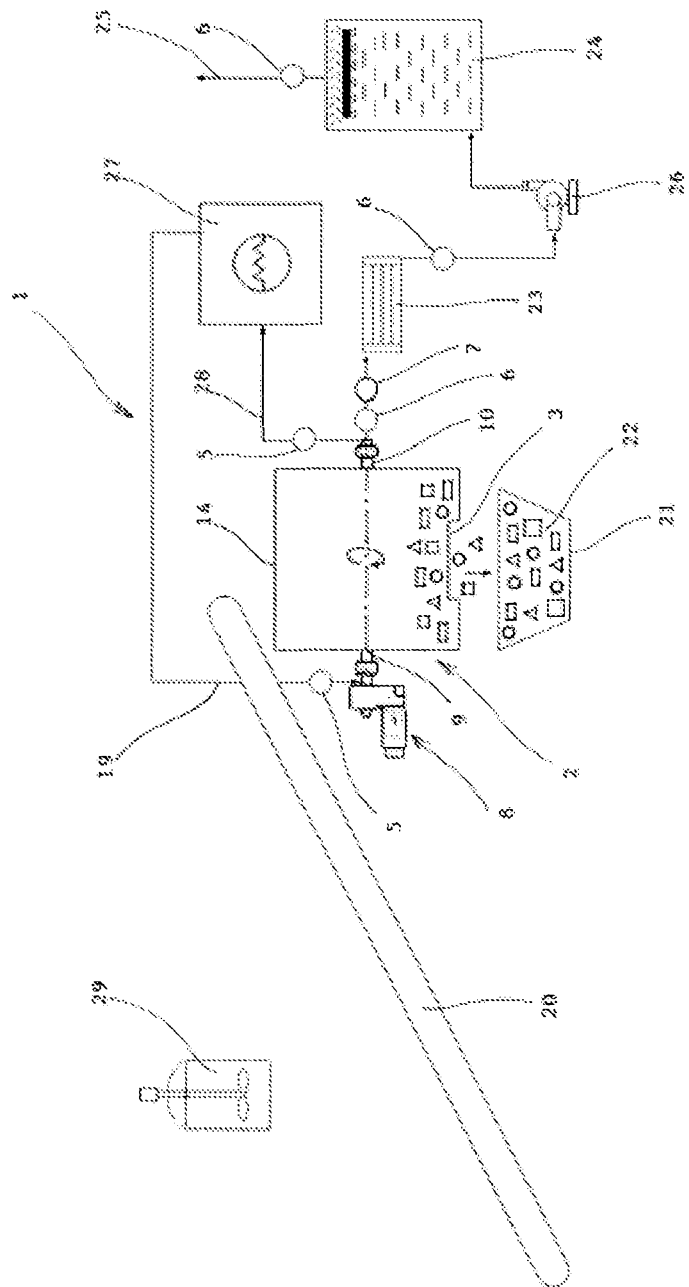
Obr. 3



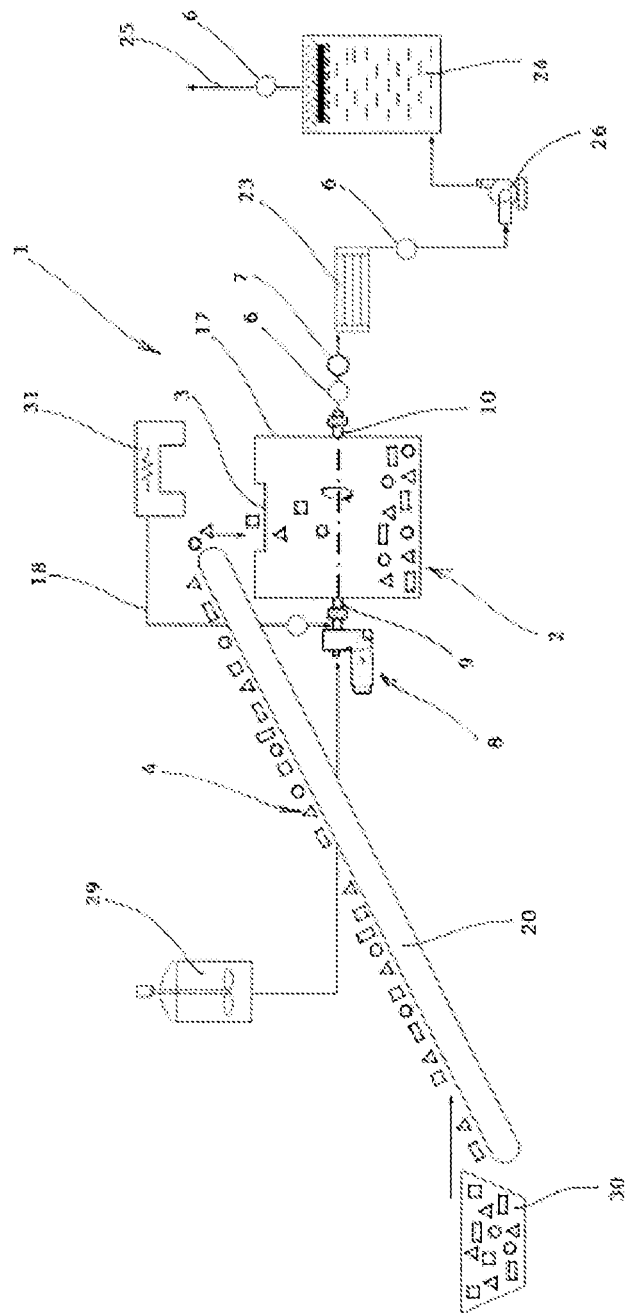
Obr. 4



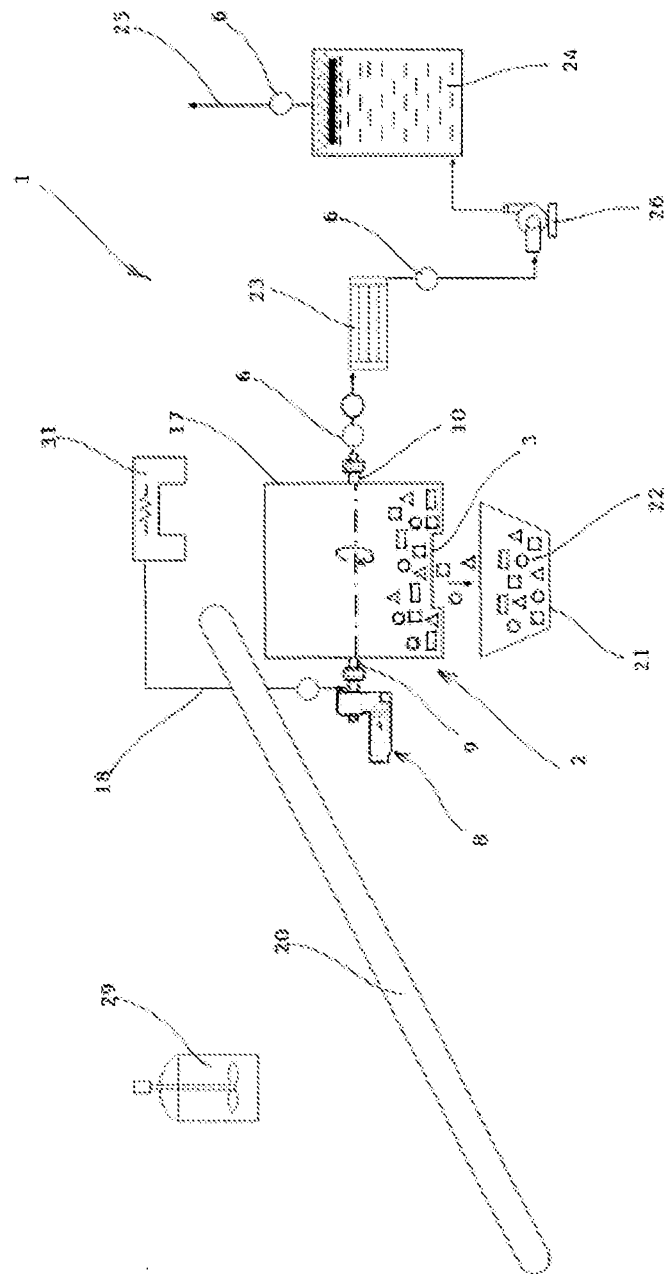
Obr. 5



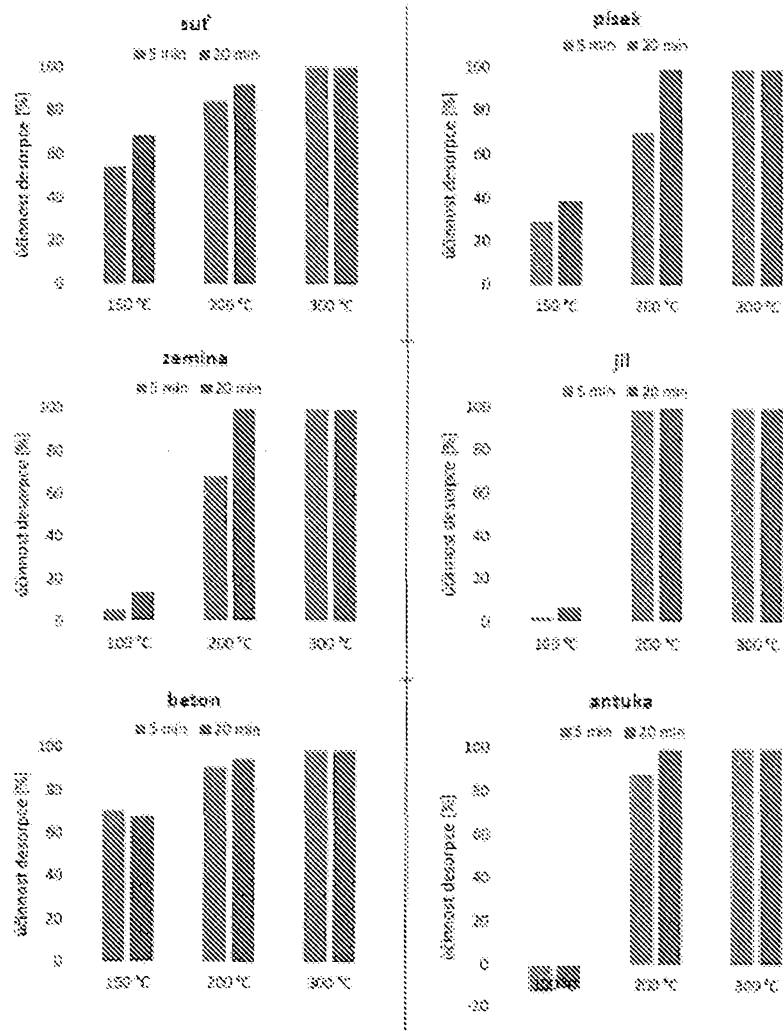
Obr. 6



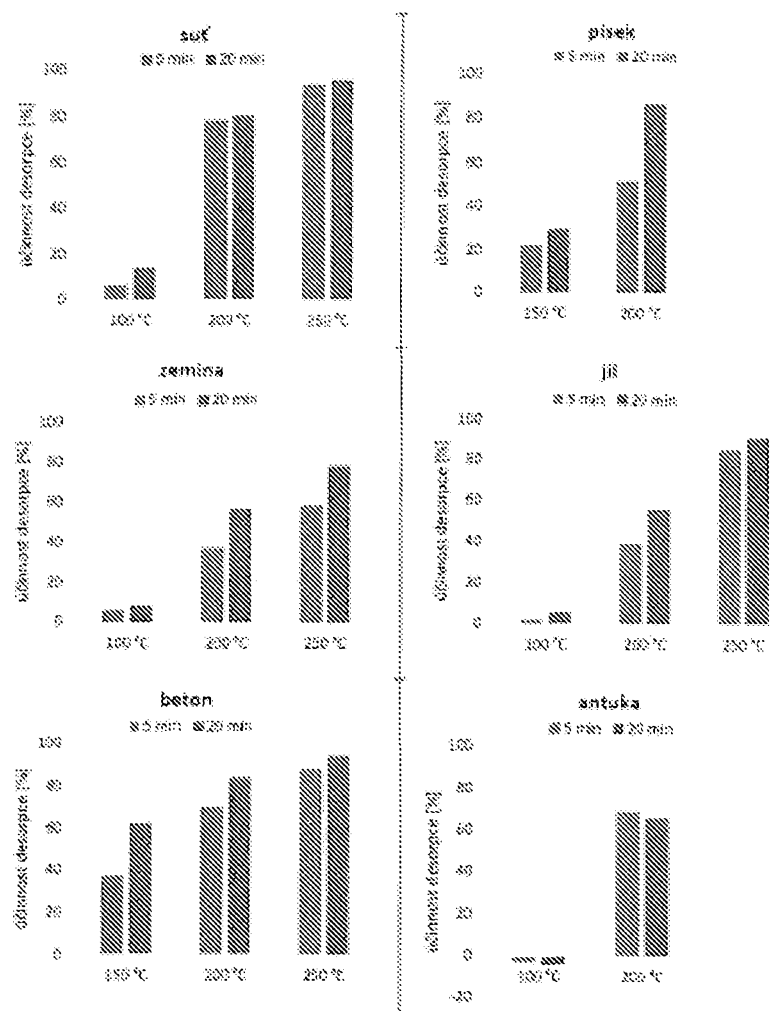
Obr. 7



Obr. 8



Obr. 9



Obr. 10