

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

**30 821**

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

**C12M 1/02** (2006.01)

**C12M 1/113** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2017-33719**

(22) Přihlášeno: **23.05.2017**

(47) Zapsáno: **03.07.2017**

(73) Majitel:  
Cernin s.r.o., Budišov nad Budišovkou, CZ

(72) Původce:  
Břetislav Staněk, Ostrava, Hrabůvka, CZ  
Ing. Václav Černín, Kružberk, CZ

(74) Zástupce:  
Ing. Iva Rylková, Polská 1525/12, 708 00 Ostrava,  
Poruba

(54) Název užitého vzoru:  
**Zařízení pro zpracování biologicky  
rozložitelného odpadu**

**CZ 30821 U1**

## Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu

### Oblast techniky

Navržené řešení se týká zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu ve formě fermentačního bioreaktoru.

### 5 Dosavadní stav techniky

V současné době jsou známy různé typy zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu fermentací, nebo jinými metodami využívajícími pro rozklad organických hmot mikroorganismy.

- 10 Například CZ PV 2010-969 popisuje zařízení pro výrobu bioplynu ve vaku, volně uloženém na podložce, a způsob výroby bioplynu v tomto vaku. Zařízení obsahuje dva vaky, vnitřní a vnější, tři hadice a příslušenství s pevným čelem. Jedna hadice je uspořádána jako dolní, druhá horní a další je zavlažovací. Dolní hadice je připojena přes spojovací kanál s pohonnou jednotkou k horní hadici, a ta je připojena na bioplynový odvod. Zavlažovací hadice je připojena na perkolátový přívod, přičemž vnější vak je opatřen vzduchovým přívodem ohřátého vzduchu.
- 15 Mezi vnějším a vnitřním vakem se nachází meziprostor, který je naplněn ohřátým vzduchem. Zpracování materiálu a výroba bioplynu v tomto zařízení probíhá následovně. Biomasa se naplňuje do vnitřního vaku, přičemž se současně s plněním materiálu dovnitř vtahuje horní hadice, dolní hadice a zavlažovací hadice. Nejprve se provede aerobní fermentace, iniciovaná vháněním vzduchu do dolní hadice. Následně se provádí anaerobní fermentace, při níž se udržuje
- 20 teplota biomasy na nejméně 37 °C vháněním ohřátého vzduchu do meziprostoru mezi vak. Plyny shromážděné v horní hadici se nejprve vhání do dolní hadice, načež později se z horní hadice odvádí bioplyn a z dolní hadice se odvádí fermentací vznikající šťáva. Průběžně se podle potřeby přidává zavlažovací hadicí perkolát. Fermentací vznikne několik produktů. Je to jednak kompost, a jednak bioplyn, využitelný pro různé účely. Mezi fermentačním vakem a vnějším vakem je
- 25 meziprostor tvořící zde tepelný štít. Fermentační vak je naplněn zpracovávaným materiálem a není vybaven žádným míchadlem nebo jiným prostředkem pro promíchávání obsahu, veškerou cirkulaci médií v něm zajišťují pouze zmíněné tři hadice. Spojovací kanál je opatřen pohonnou jednotkou, sloužící jak pro přívod vzduchu, tak i pro pohon bioplynu a perkolátu. Pohonná jednotka je upevněna na pevném čele, kde jsou také upevněny i hadice a termostat.
- 30 Nevýhodou výše uvedených a dalších podobných stávajících zařízení pro aerobní nebo anaerobní způsob zpracování biologicky rozložitelných odpadů fermentací je, že materiál musí být předem důkladně rozmělněný a promícháný, předtím než je naveden do pracovní dutiny. Podstatnou nevýhodou je také to, že během procesu zpracování pak materiál v pracovní dutině leží zcela bez pohybu. Po proběhlé fermentaci se materiál vyskladní, případně se smíchá s přísadou nového
- 35 biologicky rozložitelného odpadu a znovu fermentuje bez promíchávání. Tato zařízení neumožňují promíchávání zpracovávaného materiálu v pracovní dutině. Je známo, že čím menší jsou částice surovin, tím větší je oxidační a styčná plocha a bakterie se rychleji množí. V hromadě materiálu, ležícího bez pohybu v pracovní dutině, není možné zajistit optimální oxidaci a fermentační bakterie mají pouze jedinou možnost přemístění, a to když je spláchno teplý, přiváděný
- 40 perkolát, do příznivějšího místa. Perkolaci je nutno několik dnů před vyskladněním ukončit, aby materiál nebyl přesycen perkolátem, což by dělalo problémy se zabezpečením místa pro skladování fermentačního zbytku. Značnou nevýhodou vaků je také to, že pro odebrání materiálu je nutné je rozříznout a tím znehodnotit, takže tato zařízení jsou použitelná pouze jednorázově, což jejich použití prodražuje. Proces kompostování ve vacích relativně dlouho trvá, běžně 56 až
- 45 84 dnů.

V současné době již existují i zařízení, navržená tak, aby umožňovala promíchávání materiálu v pracovní dutině. Například dokument CZ U 14 979 popisuje zařízení pro řízenou aerobní fermentaci se zabudovaným korečkovým dopravníkem. Zařízení obsahuje prostor pro aerobní fermentaci a zařízení pro plnění, vyprazdňování a přemísťování fermentované zakládky. Prostor pro aerobní fermentaci je oddělen od vnějšího prostředí, je tepelně izolován a je do něj zaústěno pro-

vzdušňovací zařízení. Obsahuje pohyblivou podlahu, korečkový dopravník, sklopnou vyprazdňovací lištu, shazovací plochu a dopravník. Během fermentace je zakládka homogenizována převrstvováním, kdy je přemísťován materiál, tvořící spodní vrstvu zakládky, nahoru do prostoru pro fermentaci. Převrstvování probíhá pomocí korečkového dopravníku, jímž je materiál odebraný zespodu přemísťován na přerušovanou shazovací plochu, odkud přepadá do fermentačního prostoru nahore v pracovní dutině. Nevýhodou tohoto zařízení je, že zařízení je konstrukčně a výrobně náročné a je možné pouze kompostování, není možná výroba bioplynu. Pomocí dopravníku se materiál jen dopravuje a provzdušňuje, ale dále se již materiál neřeže, ani nerozbíjí, což neumožňuje, aby se bakterie dostaly dovnitř do dosud neotevřených struktur vláken, odkud by se dal potenciální bioplyn získat. Zařízení neumožňuje ekonomické zpracování například obilné slámy, nebo slamnatého hnoje, které mají špatnou mikrobiální dostupnost lignocelulózy.

Některá moderní zařízení již obsahují prostředky v pro míchání zpracovávaného materiálu během procesu zrání. Tato zařízení zpravidla mají v reakční dutině zabudován šnek, který se během provozu zařízení v časových úsecích otáčí, a tím promíchává zpracovávanou hmotu. Nevýhodou je, že tato zařízení umožňují zpracování pouze takových materiálů, které jsou v tekutém stavu.

Jiné zařízení pro zpracování biologicky rozložitelných hmot popisuje CZ pat. 304 825. Dokument popisuje bioreaktor s vnitřní pracovní dutinou, uspořádanou v pevném kontejneru s izolovaným pláštěm, kde tento kontejner je opatřen topnými prostředky, alespoň jedním ventilátorem, alespoň jedním perkolát-vodním přívodem a alespoň jedním plynovým odvodem. V dolní části vyhřívané pracovní dutiny s potřebnými přívody a odvody pracovních médií je umístěna samohodná fréza, která je opatřena jednak množinou nožů na rotačním válci, a jednak i pojezdovým ústrojím, jehož vodící část prochází podélně přes celou pracovní dutinu. Pohony frézy tvoří hydromotory s olejovými hadicemi a hydraulickým čerpadlem. Plášť nese pevné primární trysky, které jsou připojeny na perkolát-vodní přívody. Dále je obsažen pojízdný nosný rám, nesoucí jednak navíjecí bubny pro hadice, a jednak sekundární trysky. Jako bezpečnostní prvek je obsažena stříška, zastřešující frézu v koncové poloze. Ventilátor je opatřen topným zařízením. Technologický prostor odděluje od pracovní části zařízení plynotěsná přepážka. Materiál se v uvedeném zařízení zpracovává následovně. Nejprve se pracovní dutina plní vsázkou nakladačem. Vsázka se nahazuje na otáčející se nože frézy, které ji rozsekávají a přehazují dále uvnitř pracovní dutiny. Spodní obvod frézy je blízko nad vytápěnou podlahou kontejneru. Po naplnění pracovní dutiny proběhne nejprve aerobní proces. Fréza se během něj pod hromadou zpracovávaného materiálu podkopává a směs řeže a míchá, přičemž se promísí a provzdušní převážná část materiálu. Fréza se může pohybovat opakovaně tam a zpět přes pracovní dutinu podle potřeby, kontinuálně nebo v časových odstupech. Ventilátor zajišťuje přísun teplého vzduchu. Přebytečný vzduch je přes bio-filtr odváděn prvním plynovým odvodem do vnějšího prostředí. Vlhkost, potřebná pro proces, je dodávána soustavou pevných primárních trysek. Současně s projížděním frézy projíždí přes pracovní dutinu i nosný rám, který přes sekundární trysky zavlažuje pohybující se materiál, a také tahá za sebou zavlažovací perkolát-vodní hadice a olejové hadice. Potřebný ohřev materiálu zajišťují vnitřní a přídavné topné prostředky. Po ukončení aerobní fáze se vypne ventilátor a jeho topné zařízení. Proces se přepne do anaerobního provozu pro výrobu bioplynu. Přes perkolát-vodní přívody se přivádí perkolát. Ukončí se odvádění vzduchu a odvádí se vyrobený bioplyn. Průběžně se provádí potřebná měření a zavlažování perkolátem. Fréza nejméně jedenkrát denně provádí destrukci rostlinného pletiva. Když dojde k výraznému poklesu produkce bioplynu, proces se ukončí, resp. uvede opět do stavu aerobní fáze. Zbytky materiálu se využijí jako kompost. Toto zařízení má nevýhodu v tom, že je poměrně složité a tudíž nákladné. Fréza pohybující se uvnitř reakční dutiny způsobuje riziko přefříznutí některé z přítomných hadic, přičemž oprava nebo zásah v reakční dutině naplněné zpracovávaným materiálem nejsou možné. Další nevýhodou je, že přítomnost frézy uvnitř dutiny s mokrou hmotou vyžaduje dodržení přísných bezpečnostních pravidel a zejména elektrické prvky musí být důkladně zatěsněny.

#### 50 Podstata technického řešení

Výše uvedené nevýhody odstraňuje navržené technické řešení. Je navrženo zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu zahrnující reakční komoru, jejíž stěny vymezují v jejím

- vnitřním prostoru reakční dutinu, kde tato reakční komora je opatřena vraty, alespoň jedním kapalinovým přívodem, kapalinovým odvodem, vzduchovým přívodem, plynovým odvodem, teplotním čidlem a ventilátorem. Podstatou nového řešení je, že reakční komora je uložena alespoň zčásti otočně, s osou otáčení v úhlu 45 až 135° vůči vertikální rovině, přičemž její reakční dutina
- 5 je opatřena jednak množinou žeber uspořádaných jako výstupky na stěně reakční komory, a jednak množinou volně v ní uložených drticích-mlecích těles, a tato reakční komora je opatřena prostředky pro alespoň opakované pootočení opačným směrem během provozu a její žebra se nacházejí alespoň v dolní polovině reakční dutiny.

Reakční komora je s výhodou otočná na obě strany.

- 10 S výhodou mají drticí-mlecí tělesa podobu koulí.

Reakční komora má v optimálním případě podobu horizontálního válce s předními a/nebo zadními vraty, přičemž žebra probíhají s další výhodou v reakční dutině podélným směrem.

Žebra jsou s výhodou zhotovena z žebírkových ocelových tyčí se zašpičatělými výstupky.

- S výhodou jsou žebra v reakční dutině rozmístěna ve vzájemném odstupu 5 až 10 cm, přičemž
- 15 jejich celkový počet v reakční dutině je v případě, že probíhají nepřerušeně přes celou reakční dutinu, 10 až 25. Uvedený počet žeber je optimální pro reakční komoru o předpokládaném optimálním průměru 1,5 až 2,5 m.

Reakční komora je uložena otočně kolem své osy, přičemž s výhodou je ze své výchozí, klidové polohy, otočná na obě strany v limitovaném úhlu 60 až 120°.

- 20 S výhodou je zařízení pro natáčení reakční komory do obou stran vyřešeno následovně. Vně reakční komory je pro zajištění jejího otočného pohybu zařízení opatřeno vrátkem s lanovým pohonem a otočnými pomocnými kladkami, které jsou upevněny na pevném rámu. Tyto pomocné kladky jsou situovány vně reakční komory, na opačných stranách vůči ní. Pro kola pomocných kladek jsou ve směru jejich pohybu po vnějším povrchu reakční komory upevněny podložky
- 25 v podobě kolejnič.

Reakční komora je s výhodou opatřena vzduchovým odvodem s pachovým filtrem.

Dále je reakční komora s výhodou opatřena alespoň jedním zvonovým uzávěrem s připojeným bioplynovým odvodem, přičemž v případě, že je opatřena také vzduchovým odvodem, je na zvonový uzávěr připojen i tento vzduchový odvod.

- 30 Vně kolem stěny reakční komory může být uspořádán ohřívací prvek z trubkového hadu, jehož výhodou je možnost použití jak pro ohřev, tak v případě potřeby i pro chlazení. S další výhodou může být na rozmezí s vnějším prostorem kolem dokola reakční komory uspořádán izolační plášť.

- Navržené zařízení lze provozovat v různých režimech a pro různé účely, ale zejména je určeno
- 35 pro zpracování biologicky rozložitelných odpadů zráním s využitím živých mikroorganismů. Zařízení umožňuje rychlé a ekologické zpracování biologicky rozložitelného odpadu na bioplyn a kompost. Je určeno pro odpady, jako posečená tráva, odpady z kuchyně, hnůj skotu, koňský hnůj, drůbeží trus, listí, ořezy tují, sláma, kůra, dřevo, piliny, kompost z minulé várky. Umožňuje promíchávat a dále rozmělnovat materiál vsázky i během procesu zrání, takže dochází postupně
- 40 k uvolňování bioplynu v celé struktuře zpracovávaného materiálu, aniž by ve hmotě zůstávaly velké nezpracované částice. Navržené řešení umožňuje vysokou výtěžnost bioplynu, který lze pak využít v místě výroby k jiným účelům, nebo jej lze odvádět potrubím, nebo plnit do tlakových nádob a v této formě prodat, nebo přemístit na jiné místo. Pokud se použije současně několik zařízení pracujících v odlišných etapách zrání, je dosaženo kontinuální výroby bioplynu
- 45 a zařízení je možno využít pro velkokapacitní nebo dlouhodobé procesy v průmyslu a energetice. Navržené zařízení, zejména v případě použití ve větším počtu najednou, může být připojeno jako zdroj bioplynu na kogenerační jednotku pro výrobu elektrické energie a tepla. Je dosaženo zpracování biologicky rozložitelného materiálu v krátkém čase na kvalitní kompost, který lze vysušit a spalovat, nebo použít pro zemědělské a hospodářské účely. Zpracování materiálu v zařízení
- 50 nemusí trvat déle než 4 dny a za tu dobu zařízení vyrobí zhruba 12 tun kompostu. Navržené zaří-

zení umožňuje provozovat procesy biologického rozkladu ekologicky, bez znečištění životního prostředí a bez zátěže ovzduší zápachem. Umožňuje provozovat rozklad odpadů ekonomicky efektivně. Lanový vrátek, který natáčí a překlápí reakční komoru, má jen občasný krátký chod a tudíž velmi nízké energetické nároky. Díky izolaci a topnému systému z trubkového hadu lze dosáhnout a udržovat potřebnou teplotu bez ztrát energie do okolí, přičemž je energeticky využit i samočinný ohřev z aerobního procesu v první etapě zrání. Další výhodou je, že zařízení zabírá minimální plochu a lze je provozovat bez nežádoucích vlivů klimatických podmínek.

#### Objasnění výkresů

Navržené řešení je blíže objasněn pomocí výkresů, kde znázorňují Obr. 1 pohled z boku na příkladné zařízení s otevřenými vraty, obr. 2 pohled zepředu na zařízení bez vrat, s reakční komorou v poloze stání, obr. 3 pohled zepředu na zařízení bez vrat, s reakční komorou v pootočeném stavu napravo a v částečném řezu podstavce a rámu, se schematicky znázorněným systémem pro otáčení reakční komorou, s vrátkem, oky, lany, lanovými kladkami a pomocnými kladkami, obr. 4 detail zvonového uzávěru, pohled z boku v řezu, obr. 5 detail žebírkové tyče, pohled z boku, obr. 6 pohled shora na dolní polovinu zařízení, při odříznutí horní poloviny, obr. 7 pohled shora na zařízení bez izolačního pláště, ukazující uspořádání kapalinového přívodu, ohřívacího prvku a kladkového systému, obr. 8 pohled zepředu do zařízení bez vrat s reakční komorou naplněnou zpracovávaným materiálem, v poloze pootočené napravo, obr. 9 A, B, C různé polohy reakční komory, schématický pohled zepředu, z toho pohled A reakční komora pootočená do levé mezní polohy, pohled B reakční komora v klidovém stavu, se zvonovým uzávěrem ve svislé poloze a pohled C reakční komora pootočená do pravé mezní polohy, obr. 10 A, B, C, D schéma optimálního provedení procesu biologického rozkladu pomocí navrženého zařízení, se znázorněním přídavek a odběrů médií ve fázích zrání, kde pohled A znázorňuje nakládání vsázky do reakční komory, pohled B vstupy a výstupy médií během první etapy zrání, pohled C vstupy a výstupy médií během druhé etapy zrání a pohled D vykládku zpracovaného materiálu.

#### Příklad uskutečnění technického řešení

Příkladem nejlepšího provedení navrženého řešení je zařízení podle obr. 1 až 10.

Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu zahrnuje reakční komoru 1 ve tvaru ležatého válce. Vpředu se nachází vrata 2 pro přístup do reakční dutiny 3 nacházející se uvnitř reakční komory 1. Reakční komora 1 je uložena otočně s možností otáčení opačným směrem, tak, že její osa otáčení je identická s osou jejího válce. Na obrázcích znázorněné zařízení má horizontální válec a osu otáčení má horizontální, a tudíž se jedná o optimální uložení v úhlu 90° vůči vertikální rovině, což je uprostřed mezního funkčního rozmezí úhlu 45 až 135° vůči vertikální rovině. Reakční dutina 1 je opatřena množinou žebírkových tyčí 4, uspořádaných jako výstupky na válcové stěně 5 reakční komory 1. Tato žebra 4 musí být v alespoň dolní polovině reakční dutiny 3, případně mohou být přidavne další žebra 4 výše. Zařízení je dále vybaveno množinou drticích-mlecích těles 6 v podobě ocelových koulí o průměru 12 cm a hmotnosti 12 kg, určených pro volné vložení do zpracovávaného materiálu. Pro běžné zařízení se počítá s počtem asi 40 drticích-mlecích těles 6. Dále je reakční komora 1 opatřena kapalinovým přívodem 7, kapalinovým odvodem 8, vzduchovým přívodem 9, plynovým odvodem 10, vzduchovým odvodem 11, teplotním čidlem 12 a ventilátorem 13.

Žebra 4 probíhají v reakční dutině 3 podélným směrem. Sestávají z žebírkových ocelových tyčí, přivařených na stěně 5 reakční komory 1. Žebírkové ocelové tyče jsou materiál, známý v technice jako pruty o průměru zhruba 6 až 30 mm, které na sobě mají spirálovitě uspořádané zašpičatělé výstupky 14, jak ukazuje obrázek Obr. 3. Žebra 4 mohou být v průběhu délkového směru reakční komory 1 přerušovaná, nebo nepřerušovaná, a s výhodou probíhají v reakční dutině 3 přes celou její délku. Jsou na stěně 5 v reakční dutině 3 rozmístěna ve vzájemném odstupu 5 až 10 cm, přičemž jejich celkový počet v reakční dutině 3 je optimálně 10 až 25, pro zamezení nejasností jak počítat přerušovaná žebra 4 počítáno v případě, že žebra 4 probíhají nepřerušovaně přes celou reakční dutinu 3.

Reakční komora 1 je otočná kolem své osy na obě strany, a to s výhodou v limitovaném úhlu. Pro zajištění otáčení musí být reakční komora 1 opatřena vhodnými prostředky pro nastavenou velikost úhlu otáčení  $\alpha$  během provozu a rychlost tohoto pohybu. Je výhodnější částečné otáčení, kdy je uskutečňováno opakované pootočení reakční komory 1, a nikoliv její točení kolem dokola stále v jednom směru. Navržené řešení sice takovou variantu umožňuje, ale podstatně výhodnější je, když reakční komora 1 je ze své výchozí, klidové polohy, otočná na obě strany v limitovaném úhlu, optimálně v úhlu  $\alpha$  o velikosti 60 až 120°. Při menším úhlu nedojde k tak účinnému míchání, při větším již hrozí přetočení reakční komory 1 kolem dokola. Prvky pro pohybování reakční komorou 1 jsou umístěny vně reakční komory 1. V příkladném provedení na obrázcích je pro zajištění jejího otočného pohybu zařízení opatřeno vrátkem 15 s lanovým pohonem 16 a otočnými pomocnými kladkami 17, upevněnými v pouzdrech na pevném ocelovém rámu 18. Lanový pohon 16 má známé uspořádání, zahrnuje elektrický motor, na každé straně reakční komory 1 nahoře přivařenou proti sobě uloženou dvojici pevných ok 161 a na nich upevněné lano 162, tvořící táhlo protažené přes lanové kladky 163 a vrátek 15 opatřený lanovým bubnem. Pomocné kladky 17 se nacházejí na obou stranách reakční komory 1. Na obrázcích znázorněný příklad obsahuje celkem čtyři pomocné kladky 17. Pomocné kladky 17 jsou zde z důvodu vyrovnávání tíhy zařízení při pohybu a pro usnadnění otáčení. Proti vzniku nežádoucího tření, nebo poškození reakční komory 1, jsou na vnějším povrchu reakční komory 1 upevněny skružené kolejnice 19. Kolejnice 19 jsou položeny na dráze pohybu kol pomocných kladek 17 po reakční komoře 1, jejich délkovým rozměrem ve směru, kterým se při otáčení reakční komorou 1 po ní pohybují kola kladek 17. Kola pomocných kladek 17 mohou být ozubená, a v tom případě jsou ozubené i adekvátní dotykové úseky kolejnic 19 tak, aby ozubení na sebe zapadala.

Reakční komora 1 má výhodné provedení se vzduchovým odvodem 11, který je vybaven pachovým filtrem 20. Alternativně může být vzduch z reakční komory 1 odváděn přes plynový odvod 10, například přes k tomu účelu někde dále uspořádanou výpusť do vnějšího prostředí, nebo větev, v tom případě nemusí být přímo reakční komora 1 vybavena vzduchovým odvodem 11. Příkladné zařízení na obrázcích má reakční komoru 1 opatřenu za účelem odvodu plyných složek alespoň jedním zvonovým uzávěrem 21. Na zvonový uzávěr 21 je připojen plynový odvod 10. V tomto příkladu, kde je reakční komora 1 opatřena také vzduchovým odvodem 11, je na zvonový uzávěr 21 připojen i vzduchový odvod 11. Plynový odvod 10 tak v tomto případě může sloužit výhradně k odvádění vyrobeného bioplynu.

Zařízení na obrázcích představuje nejvýhodnější variantu zařízení, u něhož je vně kolem stěny 5 reakční komory 1 uspořádán ohřívací prvek 22 a na rozmezí s vnějším prostorem se nachází izolační plášť 23, přerušený v místech, kde se vyskytují kolejnice 19 a lano 162 lanového pohonu 16, tato místa jsou oplechovaná.

Ohřívací prvek 22 má podobu trubkového hadu, navinutého spirálovitě vně kolem stěny 5 reakční komory 1. Výhodou takto zvoleného ohřívacího prvku 22 je, že je možné jej pomocí protékání teplou vodou, nebo studenou vodou, použít alternativně podle aktuální potřeby buď jako ohřívače, nebo jako chladiče. Další výhodou je, že jako ohřívacího média je možno využít teplý až horký perkolát, odváděný z reakční komory 1 a případně je možné trubkový had použít pro předehřev některého z kapalných médií, nebo k chlazení některého z kapalných médií. Trubkový had může mít různě uspořádané, na obrázcích neznázorněné, přívodní potrubí, například provedené jako horkovodní přívodní trubky a/nebo zpátečka, v několika sekcích.

Kapalinový přívod 7 je zakončen uvnitř reakční dutiny sprchovacími tryskami 24, rozmístěnými v délkovém směru ve stropu reakční komory 1.

Zařízení je dále vybaveno prvky obvyklými, nebo potřebnými pro provoz biologického rozkladu odpadu, jako průhledítko 25 pro vizuální kontrolu, odběrový vstup 26 pro odběr vzorků, nutné uzavírací a rozvodné prvky pro média, ovládací a řídicí prvky, pohonné prvky, signalizační prvky, přívodní a odvodní hadice s přírubami, apod.

Zařízení pracuje následovně. Optimální zpracování biologicky rozložitelného odpadu lze provádět podle níže uvedeného popisu a obrázků obr. 8 až 10.

Nejprve se upraví materiál pro vsázku tak, aby byl optimální poměr uhlíku k dusíku 20 až 30 ku 1 a přidají se případné příměsi. Materiál se naloží teleskopickým manipulátorem do reakční dutiny 3 a po úplném naložení se plynotěsně uzavřou vrata 2 reakční komory 1. Poté se vsázka, obsažená v reakční komoře 1, podrobí dvěma po sobě následujícím etapám zrání, z čehož první etapa zrání je aerobní fermentace doprovázená vháněním vzduchu, a následná druhá etapa zrání je anaerobní fermentace.

V první etapě zrání, aerobní fermentaci, proběhne zrání působením aerobních mikroorganismů žijících za přítomnosti vzduchu. V této etapě je proto účelné do reakční komory 1 vhánět otevřením vzduchového přívodu 9 a puštěním ventilátoru 13 vzduch. Velmi důležitá je také vlhkost, kterou je potřeba udržovat kolem 50 % až 75 % hmotn. Když se reakční komora 1 naplní vsázkou, případně se doplní kapalina, jako například voda nebo močůvka, poté se začne střídavě reakční komora 1 otáčet na obě strany, kdy toto otáčení se střídá s nehybným stáním. Míchání probíhá automaticky pomocí elektrického vrátku 15 s lanovým pohonem 16, překlápěním vsázky v reakční dutině 3. Optimálně se tento střídavý režim provozuje tak, že reakční komora 1 se z výchozí klidové polohy pootočí o úhel  $\alpha$  60 až 120° na jednu stranu, odtud se pootočí přes výchozí polohu nepřerušeným pohybem o stejný úhel  $\alpha$  na opačnou stranu a vrátí se zpět do výchozí klidové polohy, v níž se zastaví. Pohyb, tedy přetočení na jednu a na druhou stranu, a potom zpět do polohy stání, probíhá cca čtyřikrát za hodinu, pokaždé po dobu 1 až 3 minut, stání v mezech mezi pohybováním trvá po dobu 10 až 20 minut. Drticí-mlecí tělesa 6 při překlápění vsázky vlivem gravitace klesají dolů a cestou odhazují a promíchávají materiál, přičemž při jejich nárazech do stěny 5 reakční komory 1 a na žebra 4 dojde k drcení materiálu. Zašpičatělé výstupky 14 žebor 4 působí jako nože. Přítomnost žebor 4 způsobí, že drticí-mlecí tělesa 6 i odlétávající materiál se odrážejí pokaždé do jiného směru, takže dochází k nepravidelnému přemísťování drticích-mlecích těles 6 a materiálu i v délkovém směru reakční dutiny 3, což významně zlepší promíchávání a napomůže k dosažení homogenity hmoty v celé vsázce zpracovávaného materiálu. Provlhčený drcený materiál postupně dále nasává vlhkost, a v nazrálém stavu se také dále snadněji rozmělní. Pokud je vlhkost nedostatečná, kapalinovým přívodem 7 se do reakční dutiny 3 prostřednictvím sprchovacích trysek 24 přidává podle potřeby další kapalina, zejména voda nebo močůvka. Kapalina se přidává v klidovém stavu reakční komory 1, když je zvon zvonového uzávěru 21 ve svislé poloze. Proti tomu vzduch se do reakční dutiny 3 vhání s výhodou během pohybu reakční komory 1, takže vzduch přinášející kyslík mikroorganismům může pronikat do pohyblem rozvolněného materiálu a je dosaženo dokonalého provzdušnění zpracovávané hmoty. Přebytečný vzduch, který je po průchodu přes materiál již smíšený se vznikajícími nevyužitelnými plyny, se odvádí přes vzduchový odvod 11. Pachový filtr 20 z něj odstraní zápach, takže je možno tento vzduch vypustit zpět do ovzduší, aniž by se ovzduší zatěžovalo zápachem. V průběhu první etapy zrání je možné materiál ohřívát pomocí ohřívacího prvku 22, avšak není to nezbytné, protože při správném výchozím složení se aerobním procesem materiál sám zahřeje na optimální teplotu zrání. Pokud je ohřívací prvek 22 v podobě trubkového hadu, může být alternativně použit pro chlazení tak, aby zrání probíhalo optimálně.

Následuje druhá etapa zrání, to je anaerobní fermentace bez přístupu vzduchu. Pro druhou etapu zrání se uzavře vzduchový přívod 9 i vzduchový odvod 11 a otevře se dosud uzavřený plynový odvod 10. Perkolát, čili šťáva vzniklá zráním, se při stání hromadí v dolní části reakční komory 1, a odtud lze přebytečný perkolát vypouštět kapalinovým odvodem 8 s výpustí, například do na obrázcích neznázorněné kryté jímky, odkud se může přečerpávat podle potřeby například zpět do reakční komory 1. V této etapě zrání se provozuje pohybování reakční komorou 1 obdobným způsobem, jako v první etapě. Během anaerobní fermentace se v druhé etapě zrání ze zpracovávaného materiálu uvolňuje plynná složka ve formě bioplynu a kapalina ve formě perkolátu. Průběžně se provádí měření obdobně, jako u běžných bioplynových stanic, měří se zejména složení uvolněných plynů, kyselost materiálu, obsah kyslíku a teplota. Po dosažení stanovené koncentrace se vyvíjený bioplyn odvádí, například do na obrázcích neznázorněného zásobníku. Přebytečný perkolát se vypouští, přičemž odvádění bioplynu i vypouštění perkolátu z reakční komory 1 se provádí pouze tehdy, když je zvon zvonového uzávěru 21 ve svislé poloze. V období této druhé etapy zrání se s výhodou opakovaně přidává teplý perkolát, získaný z předchozí šarže nebo odčerpaný předtím během první nebo druhé fáze. Tento přírůstek perkolátu se provádí stejnou

cestou, jako v první etapě přivádění vody nebo močůvky, to je přes kapalinový přívod 7 a sprchováním materiálu plošně odshora přes trysky 24 během stání reakční komory 1, při svislé poloze zvonu zvonového uzávěru 21. V období druhé etapy zrání se s výhodou provádí řízený ohřev zpracovávaného materiálu na teplotu  $t$  40 až 60 °C. S výhodou se ohřívá reakční dutina 3 se vsázkou teplem, které je přiváděno dovnitř reakční komory 1 přes její stěnu 5, z ohřívacího prvku 22 umístěného vně reakční dutiny 3, kolem reakční komory 1. Produkce bioplynu začne klesat po dosažení určitého stupně zrání zpracovávaného materiálu, a když se tato produkce výrazně sníží, proces se ukončí.

Pak lze provést ještě třetí etapu, která je aerobní. Otevře se vzduchový přívod 9 a uvede do provozu ventilátor 13 a provede zrání již bez dalšího přívodu kapalin ještě například jeden den.

Po ukončení druhé etapy zrání, nebo po třetí etapě, se reakční komora 1 otevře a zbytková hmota zde obsažená se odebere, například teleskopickým výložníkem. Tuto hmotu lze použít obvyklým způsobem, tedy po uložení na vhodné skládce jako kompost, a/nebo ji lze vrátit zčásti zpět do reakční komory 1 jako přísadu s funkcí kultivačního promotoru pro další vsázku. Celý proces zpracování v zařízení trvá dva až čtyři dny.

Navržené zařízení pracuje vysoce efektivně. Velký efekt přináší i volba ohřívacího prvku 22 v podobě trubkového hadu. Pokud se kolem stěny 5 reakční komory 1 zvnějšku umístí ohřívací prvek 22 v podobě trubkového hadu, tak jak je již zmíněno výše, lze podle aktuální potřeby trubkový had plnit kapalinou buď teplejší, nebo chladnější, než je obsah reakční dutiny 3 v reakční komoře 1, a takto provádět podle aktuální potřeby jedním zařízením ohřev i chlazení. Pokud totiž například dojde k přílišnému samovolnému ohřevu materiálu v první etapě zrání, může dojít k nežádoucí pasteraci, a tím k předčasnému ukončení první etapy dříve, než je dosaženo žádaného stupně rozmělnění a prokvašení materiálu. Někdy je potřeba chladit materiál i během druhé etapy, například při zvláště teplém počasí. Proces lze ekonomicky ještě vylepšit a případně urychlit tak, že jako ohřívací nebo chladicí médium se do trubkového hadu ve vhodnou dobu plní kapalina, která vznikla během první a/nebo druhé etapy zrání a/nebo kapalina, která se použije následně po průchodu trubkovým hadem pro první a/nebo druhou etapu zrání. Tedy lze trubkový had používat i k ohřevu perkolátu apod., zejména v případě kombinace několika zařízení provozovaných současně s odlišnou etapou zrání.

30

## N Á R O K Y   N A   O C H R A N U

1. Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu zahrnující reakční komoru (1) v níž se nachází reakční dutina (3), kde reakční komora (1) má vrata (2) a je opatřena alespoň jedním kapalinovým přívodem (7), kapalinovým odvodem (8), vzduchovým přívodem (9), plynovým odvodem (10), teplotním čidlem (12) a ventilátorem (13), **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že reakční komora (1) je uložena otočně, s osou otáčení v úhlu 45 až 135° vůči vertikální rovině, přičemž její reakční dutina (3) je opatřena jednak množinou žebor (4) uspořádaných jako výstupky na stěně (5) reakční komory (1), a jednak množinou volně v ní uložených drticích-mlecích těles (6), a tato reakční komora (1) je opatřena prostředky pro alespoň částečné otáčení během provozu a její žebra (4) se nacházejí alespoň v dolní polovině reakční dutiny (3).

2. Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že reakční komora (1) je otočná na obě strany.

3. Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu podle nároků 1 a 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že drticí-mlecí tělesa (6) mají podobu koulí.

4. Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu podle nároků 1 až 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že reakční komora (1) má podobu horizontálního válce s předními a/nebo zadními vraty (2) a žebra (4) probíhají v její reakční dutině (3) podélným směrem.

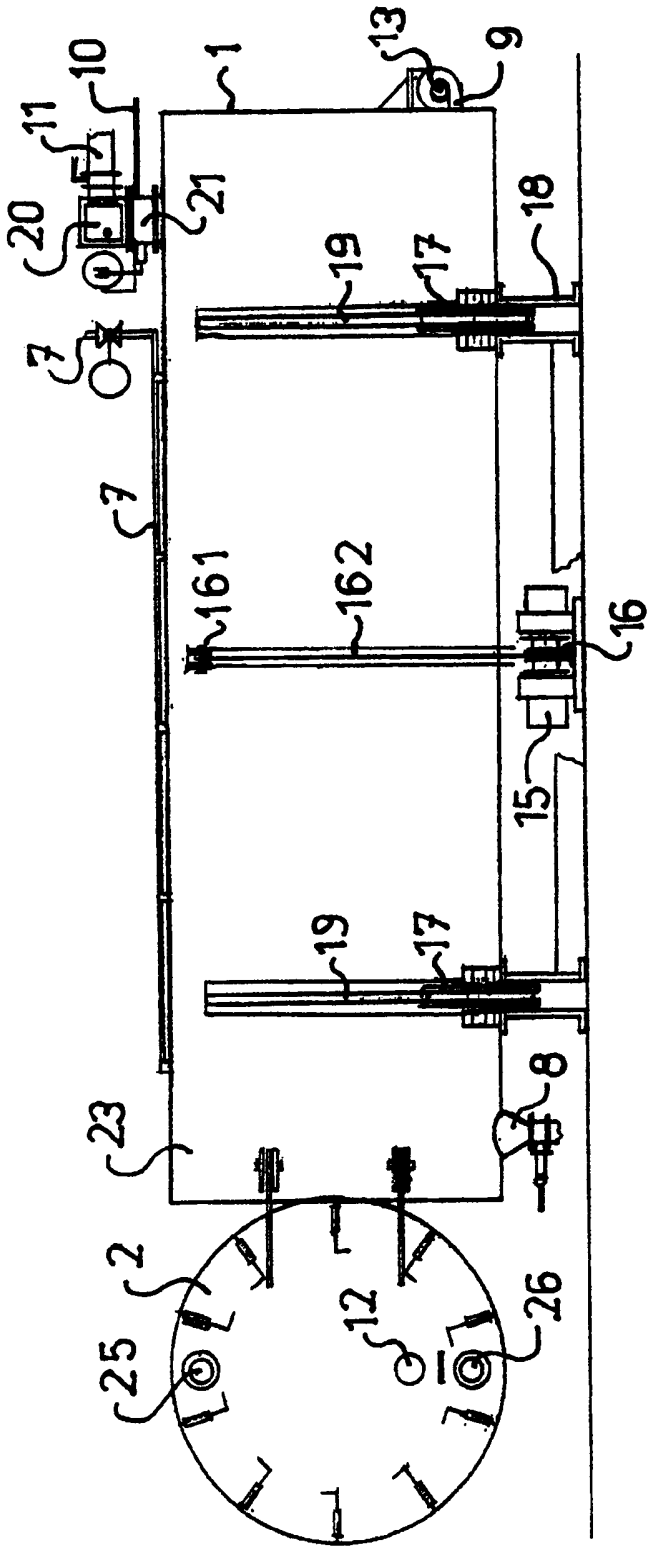
5. Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu podle nároků 1 až 4, **v y z n a - č u j í c í s e t í m**, že žebra (4) sestávají z žebírkových ocelových tyčí se zašpičatělými výstupky (14).
- 5 6. Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu podle nároků 1 až 5, **v y z n a - č u j í c í s e t í m**, že žebra (4) jsou v reakční dutině (3) rozmístěna ve vzájemném odstupu 5 až 10 cm, přičemž jejich celkový počet v reakční dutině (3) je 10 až 25, počítáno v případě, že probíhají nepřerušeně přes celou reakční dutinu (3).
- 10 7. Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu podle nároků 1 až 6, **v y z n a - č u j í c í s e t í m**, že reakční komora (1) je otočná kolem své osy, přičemž je ze své výchozí, klidové polohy, otočná na obě strany v úhlu ( $\alpha$ ) 60 až 120°.
- 15 8. Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu podle nároků 1 až 7, **v y z n a - č u j í c í s e t í m**, že vně reakční komory (1) je pro zajištění jejího otočného pohybu zařízení opatřeno vrátkem (15) s lanovým pohonem (16) a otočnými pomocnými kladkami (17) upevněnými na pevném rámu (18), přičemž pomocné kladky (17) se nacházejí na opačných stranách vůči reakční komoře (1) a pro kola pomocných kladek (17) jsou na dráze jejich pohybu po reakční komoře (1), ve směru jejich pohybu, na vnějším povrchu reakční komory (1) upevněny kolejnice (19).
- 20 9. Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu podle nároků 1 až 8, **v y z n a - č u j í c í s e t í m**, že reakční komora (1) je opatřena vzduchovým odvodem (11) s pachovým filtrem (20).
- 25 10. Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu podle nároků 1 až 9, **v y z n a - č u j í c í s e t í m**, že reakční komora (1) je opatřena alespoň jedním zvonovým uzávěrem (21), přes který je připojen plynový odvod (10), přičemž v případě, že je opatřena také vzduchovým odvodem (11), je plynový odvod (10) uspořádán pro odvod pouze bioplynu a na zvonový uzávěr (21) je připojen i vzduchový odvod (11).
11. Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu podle nároků 1 až 10, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vně kolem reakční komory (1) je uspořádán ohřívací prvek (22) v podobě trubkového hadu a na rozmezí s vnějším prostorem je uspořádán izolační plášť (23).

7 výkresů

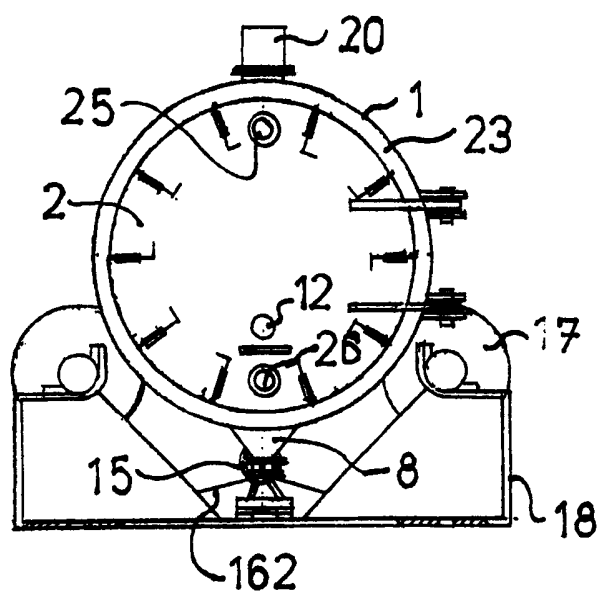
## Seznam vztahových značek:

|    |     |                      |
|----|-----|----------------------|
|    | 1   | reakční komora       |
|    | 2   | vrata                |
|    | 3   | reakční dutina       |
|    | 4   | žebro                |
| 5  | 5   | stěna                |
|    | 6   | drticí-mlecí těleso  |
|    | 7   | kapalinový přívod    |
|    | 8   | kapalinový odvod     |
|    | 9   | vzduchový přívod     |
| 10 | 10  | plynový odvod        |
|    | 11  | vzduchový odvod      |
|    | 12  | teplotní čidlo       |
|    | 13  | ventilátor           |
|    | 14  | zašpičatělé výstupky |
| 15 | 15  | vrátek               |
|    | 16  | lanový pohon         |
|    | 161 | oko                  |
|    | 162 | lano                 |
|    | 17  | kladka               |
| 20 | 18  | rám                  |
|    | 19  | kolejnice            |
|    | 20  | pachový filtr        |
|    | 21  | zvonový uzávěr       |
|    | 22  | ohřívací prvek       |
| 25 | 23  | izolační plášť       |
|    | 24  | tryska               |
|    | 25  | průhledítko          |
|    | 26  | odběrný vstup.       |

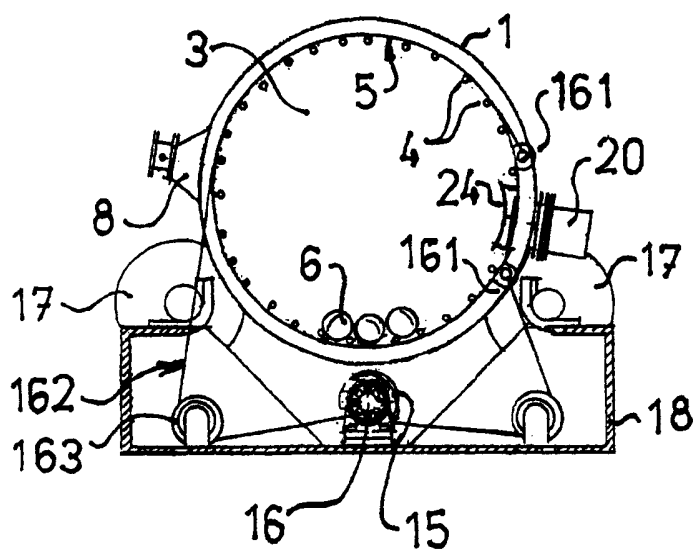
OBR. 1



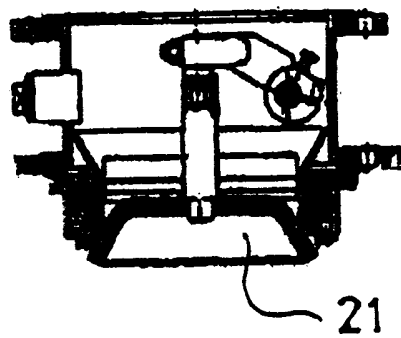
OBR. 2



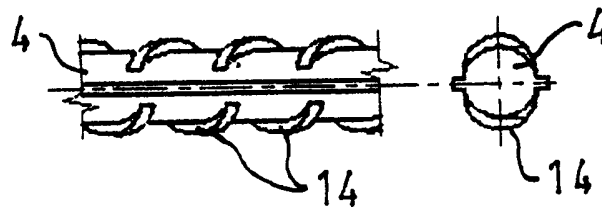
OBR. 3



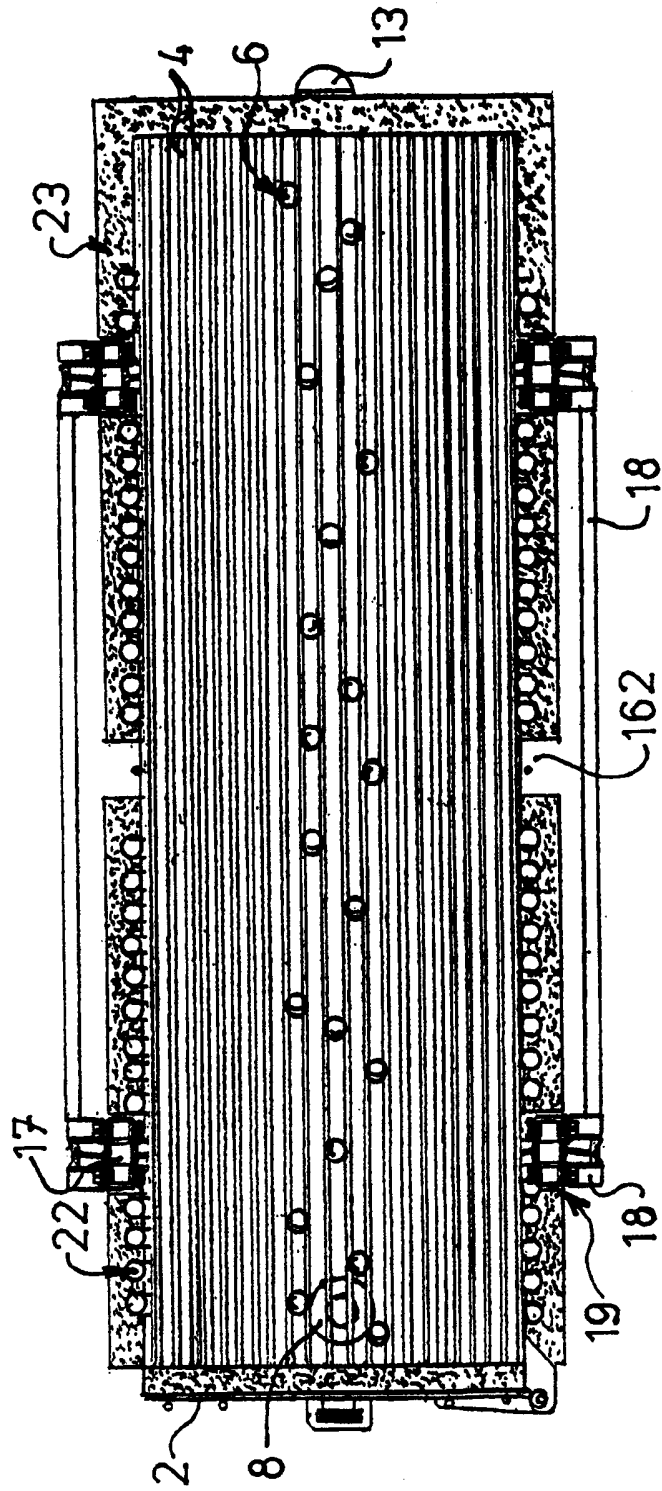
OBR. 4



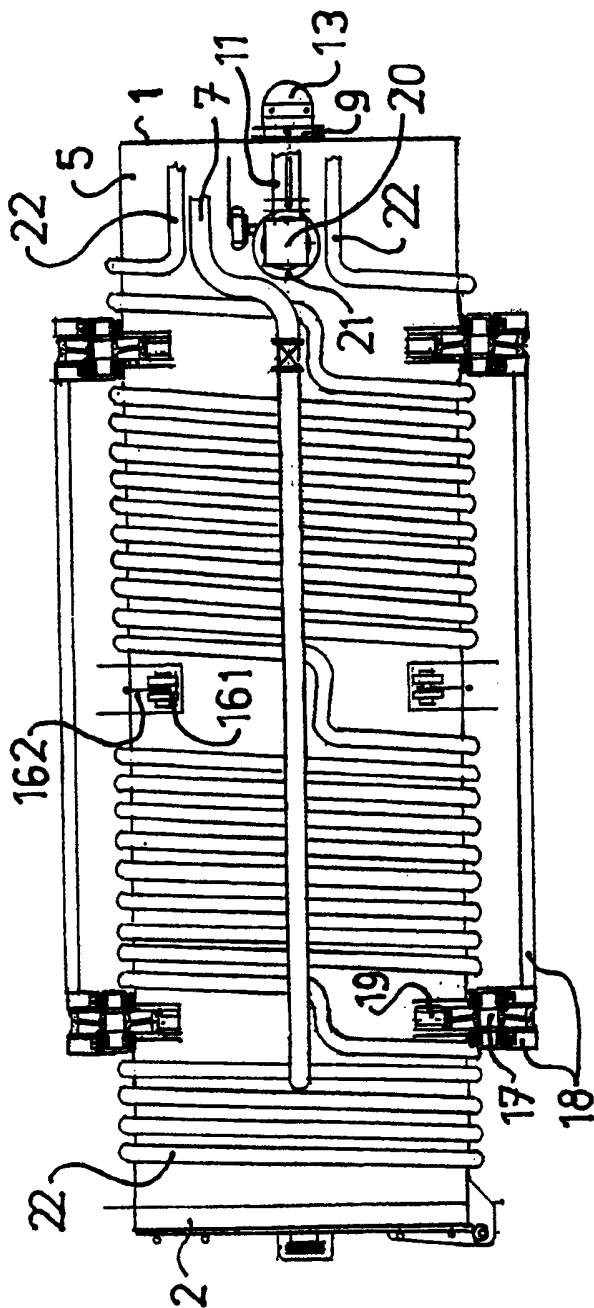
OBR. 5



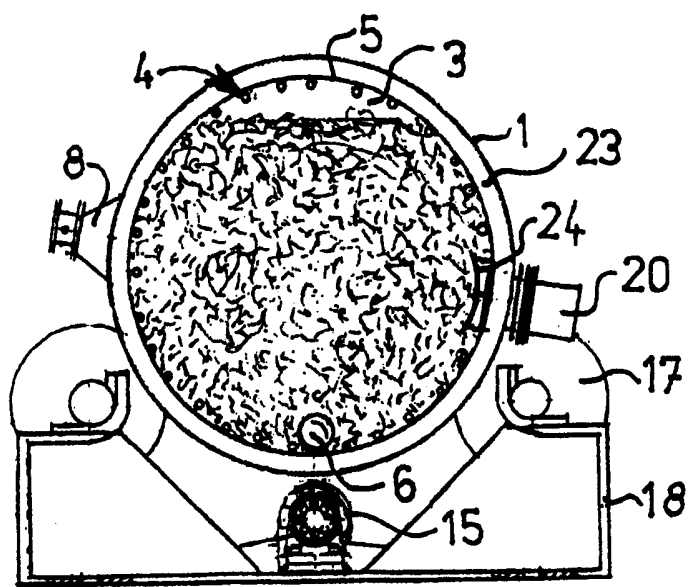
OBR. 6



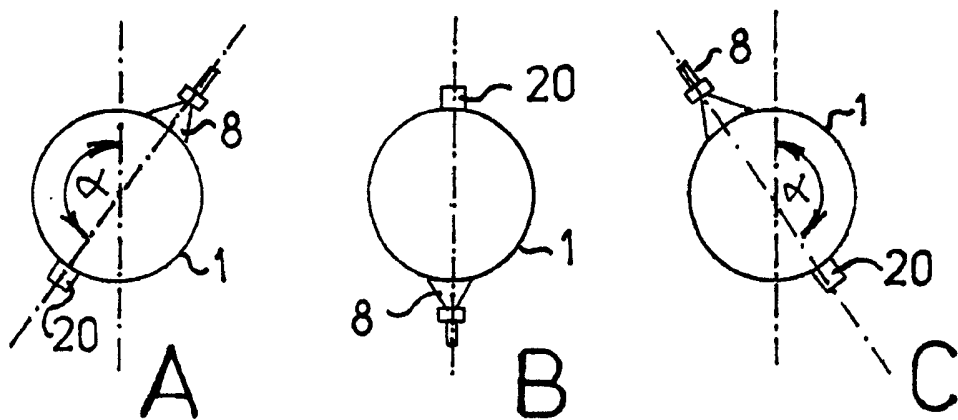
OBR. 7



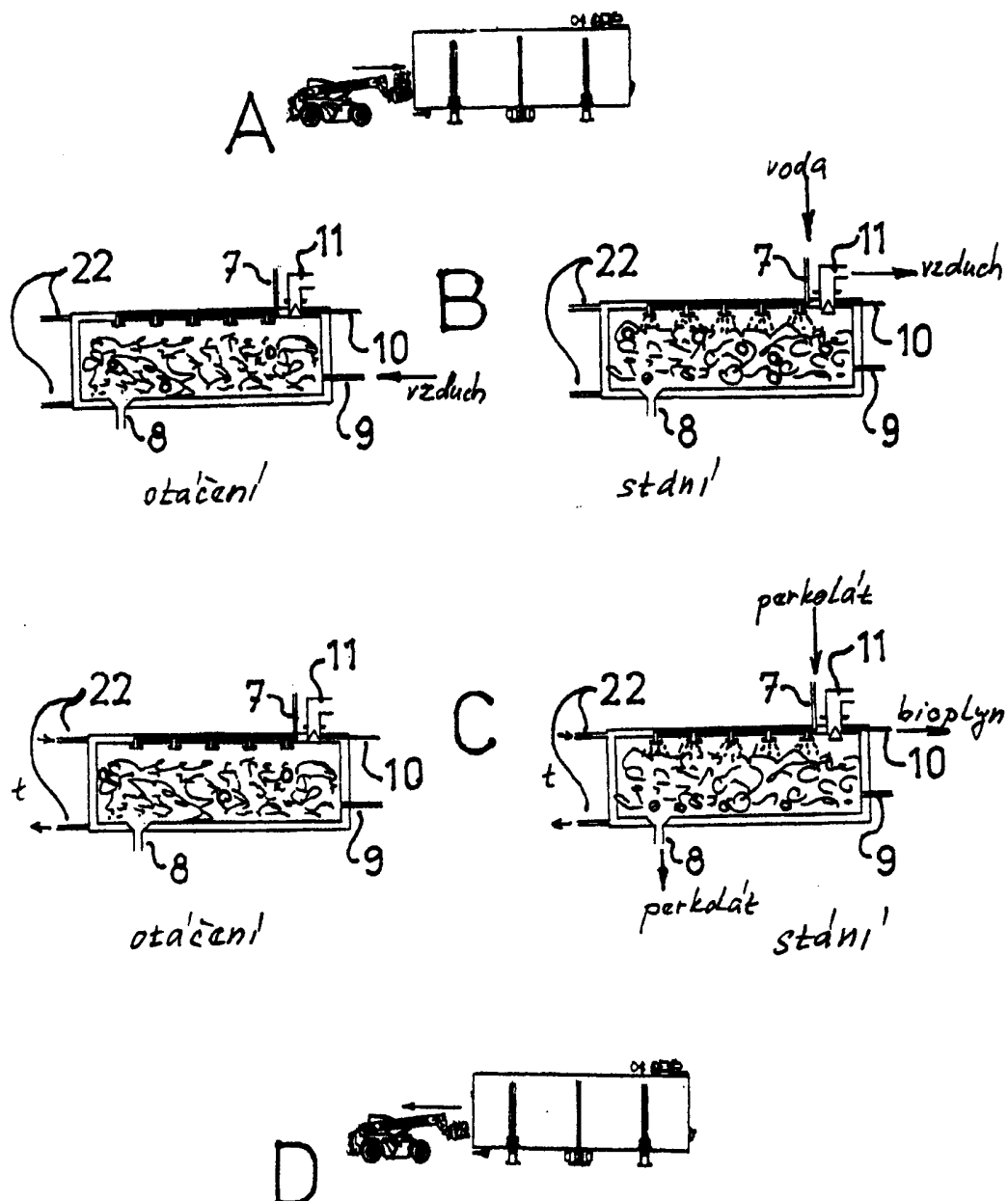
OBR. 8



OBR. 9



# OBR. 10



Konec dokumentu