

FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

269 978

(11)

(13) B2

(51) Int. Cl.⁴
C 02 F 3/28

(21) pv 887-86.U

(22) Přihlášeno 07 02 86

(30) Právo přednosti od 08 02 85 HU (486/85)

(40) Zveřejněno 12.09.89

(45) Vydáno 19.02.91

(72) Autor vynálezu

BÜRG KÁROLY, DÉKEI AURÉL, TASFI LÁSZLÓ,
CZAKÓ LAJOS, MIHALCZ PÁL dr.,
TÓTH JENŐ dr., BUDAPEŠT (HU)

(73) Majitel patentu

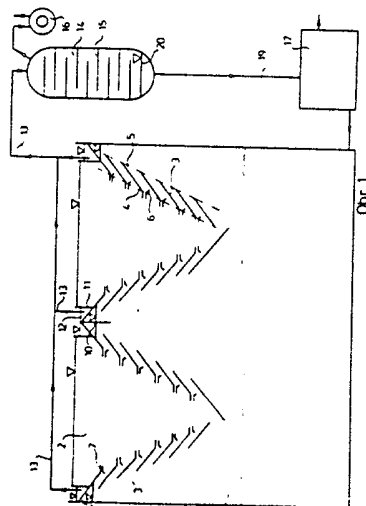
MÉLYÉPÍTÉSI TERVEZŐ VÁLLALAT BUDAPEŠT A
BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM, BUDAPEŠT (HU)

(54)

Způsob anaerobního zpracování odpadních vod
a zařízení k provádění tohoto způsobu

(57) Způsob anaerobního zpracování odpadních vod, při kterém se tyto vody zpracovávají směsí umělého adsorbentu a přírodního adsorbentu, přičemž oba tyto adsorbenty jsou částečně nebo zcela nasyceny sloučeninami a disacharidy vzniklými Maillardovou reakcí mezi proteiny a redukujícími uhlohydráty a hmotnostní poměr složek v této směsi je v rozmezí od 1:2 do 1:20, velikost částic zeolitu je menší než $10\ \mu\text{m}$ a směs aditiv se zavádí do odpadní vody ve hmotnostním poměru 0,1 až 0,5 g/dm³ odpadní vody. Odpadní voda a kal se podrobují fázovému rozdělení a část pevné fáze se recykluje. Zařízení je tvořeno kompaktní jednotkou sestávající z reaktoru a sedimentátoru. Průtočný průřez reaktoru a sedimentační komory je ze 60 až 90 % otevřený. Sedimentační komora je tvořena řadou desek, které jsou vzájemně rozmístěny tak, že vedení vzájemně spojující horní a spodní okraje jsou skloněny směrem k reakční komoře, přičemž v oblasti spodních konců jsou desky spojeny s pevnými blokujícími elementy, které jsou nasměrovány dolů a rovněž tak s komunikačními prvky vyústujícími do akumulace komory. Tyto komunikační prvky jsou na obou koncích otevřené a jejich osy jsou horizontální nebo mírně skloněné. Zařízení je opatřeno jednou nebo více vertikálními průtokovými vodícími deskami zasahujícími do plynové akumulace komory a končícími pod hladinou kapaliny a odvodním kanálem, který je vymezený přetokovými přepážkami a který je napojen na odplynovací jednotku. Tato odplynovací jednotka je opatřena vestavbou,

přičemž na tuto jednotku je připojena jednotka na rozptylování plynu a druhý usazovák.



Vynález se týká způsobu anaerobního zpracování odpadních vod s vysokým obsahem organických látek a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Pokud se týče dosavadního stavu techniky, je velmi dobře známa skutečnost, že nejlepší a nejvýhodnější metody čištění odpadních vod s vysokým obsahem organických látek používají následně zařazených stupňů anaerobního a aerobního biologického čištění.

Značná výhoda tohoto dvoustupňového postupu čištění spočívá v tom, že při provádění první fáze tohoto čištění, to znamená anaerobního čištění, se dosáhne velmi dobrého vysokého stupně rozkladu organických látek při nízkém hydraulickém zatížení a při výhodných provozních podmínkách (tzn. při malém rozměru použitého zařízení). Za těchto podmínek je možno provést následující proces aerobního čištění za ekonomických podmínek a tím získat vyčištěnou vodu o vhodné kvalitě.

Z výše uvedeného je zřejmé, že je nejvýše důležité provést postup ve fázi anaerobního čištění co nejučinnějším způsobem, neboť v této čistící fázi na rozdíl od aerobní fáze čištění není zapotřebí dodávat vnější energii, ale naopak se může získávat z produkovaného bioplynu. Současně je velmi důležitá v této fázi vysoká kapacita rozkladu organických látek vzhledem k objemu použitého zařízení, což je velmi výhodné z hlediska investičních nákladů.

Další důležitá výhoda tohoto anaerobního čistícího postupu spočívá v tom, že na rozdíl od aerobního čistícího procesu je zvětšení množství kalu minimální, přičemž právě toto zvýšené množství produkovaného kalu způsobuje u aerobní fáze čištění při provádění tohoto procesu značné problémy.

Účinnost anaerobní fáze čištění závisí v rozhodující míře na podílu mikroorganismů zavedených do tohoto systému jako antidotum k přítomným organickým látkám, a na aktivitě těchto použitých mikroorganismů.

V případě dosažení výhodného poměru mezi podílem zavedených mikroorganismů a obsazeným množstvím organických látek v čištěných odpadních vodách, při současném ekonomickém dimenzování zařízení, ve kterém se tato fáze provádí, je možno dosáhnout vysokého stupně rozkladu organických látek a vývoje bioplynu v požadovaném rozsahu.

Přítomnost vhodného odpovídajícího množství mikroorganismů a udržení tohoto podílu mikroorganismů v systému představují hlavní a základní požadavek z hlediska provádění tohoto postupu čištění, neboť je nutno vzít v úvahu minimální přirozené rozmnožování těchto mikroorganismů. Rovněž je velmi důležitým faktem zvolený druh mikroorganismů, jejich vlastnosti a nutriční adsorbční kapacita ve vztahu k přiváděným znečišťujícím organickým látkám.

V průběhu, kdy se uskutečňuje sedimentace spočívá zvláštní problém v tom, že při provádění anaerobního zpracovávání dochází k uvolňování a tvorbě plynu. Tento plyn, který se odděluje od kapalně fáze a stoupá směrem vzhůru ve formě bublinek, částečně ruší průběh sedimentačního procesu, při kterém dochází k usazování agregátů mikroorganismů, a částečně tyto bublinky ulpívají na těchto agregátech, což se nakonec projeví v tom, že tyto agregáty plavou na povrchu sedimentačního zařízení. Za účelem eliminování tohoto problému, který nepříznivě ovlivňuje sedimentační proces, bylo podle patentu Velké Británie č. 1 491 502 navrženo zařadit mezi reaktor a sedimentační zařízení chladicí fázi, ve které se provádí chlazení na přinejmenším 8 °C.

Bez jakýchkoliv pochyb lze uvést, že veškeré snahy o zlepšení sedimentačního procesu byly úspěšné pouze v těch případech, kdy agregáty mikroorganismů přítomné v reaktoru projevily dobré sedimentační vlastnosti. Pokud se týče postupů podle dosavadního stavu techniky je třeba poznamenat, že na nosičových plochách se tvoří tak zvaný biofilm.

Toto řešení je například uvedeno v patentu Velké Británie č. 1 412 587, přičemž v tomto patentu se používá biofilmových nosičů podobných pěnovým hmotám o malé hmotnosti a o pře-

dem stanoveném tvaru, zatímco v patentu Spojených států amerických č. 4 284 508 se používá granulovaných nosičů, které jsou určeny k použití v reaktoru s expandovaným ložem. U obou těchto výše uvedených řešení je adheze mikroorganismů promotována polymerním filmem, který je vytvořen na nosiči. Při praktickém provádění čištění odpadních vod je vlastní postup značně omezen obtížným odstraňováním přírůstků mikroorganismů, což způsobuje hydro-mechanický zásah do procesu jak u stabilních tak i u expandovaných systémů.

Podle patentu NSR č. 2 924 456 se rozdělování směsi látky suspendované v odpadní vodě a plynu, která se odvádí z reaktoru s fluidním ložem, provádí za pomoci odstředivky, která je opatřena diskem, přičemž toto řešení je značně investičně nákladné a vyžaduje velkou spotřebu energie.

V případě anaerobních reaktorů, ve kterých je dosaženo vhodného a stejnoměrného pohybu kapalně fáze, se jeví jako nejvhodnější řešení vytvoření agregátů mikroorganismů s co možná největšími rozměry a s dobrými sedimentačními vlastnostmi. V těchto případech je totiž možno odstranit od mikroorganismové hmoty snadno nadměrný přírůstek, přičemž takto tato mikroorganismová hmota neobsahuje inertní látky, a jestliže je obsahuje, potom pouze ve velmi malé míře, přičemž tyto látky lze z reaktoru nebo z usazovacího zařízení velmi snadno odstranit.

Při procesech zpracovávání odpadních vod se používá všeobecně usazováků, které jsou zařazovány za reaktor, přičemž v těchto usazovacích probíhá oddělování a regenerování mikroorganismů a dále se těchto zařízení využívá ke snižování obsahu suspendovaného materiálu ve vypouštěné odpadní vodě.

Tato řešení jsou obsažena v patentech Spojených států amerických č. 4 067 801 a 2 356 575. Ve druhém uvedeném patentu se uvádí postup, při kterém se kapalina společně s podílem mikroorganismů vede prostorem pro aerobní zpracovávání, přičemž z tohoto prostoru se odvádí z usazováku. Základní nevýhoda obou těchto řešení spočívá v tom, že otvory, které spojují reaktor a usazovák jsou vzájemně propojeny potrubím, což znamená, že nutně dochází ke zúžení příčného průřezu. Toto zúžení průřezu zabraňuje v hlavní míře vzniku stejnoměrného laminárního proudění, které je vyžadováno v usazováku, resp. je třeba použít tlumících prostředků pro snížení provozního povrchu usazováku, které rozdělují tok přiváděné kapaliny.

Dále jsou z dosavadního stavu techniky známa řešení, u kterých reaktor a usazovák tvoří dohromady jednu kompaktní jednotku, přičemž v tomto směru je možno poukázat na řešení uvedené v patentu Spojených států amerických č. 4 293 412 nebo na provedení podle patentu Velké Británie č. 2 110 658, přičemž u těchto řešení jsou uvedené prostory propojeny volným průchodem prostřednictvím nepřerušené obvodové štěrbin.

V patentu NSR č. 2 728 585 se uvádí řešení, podle kterého se zpracováváný materiál vypouští a transportuje do usazováku prostřednictvím otvorů, které jsou více nebo méně rozprostřeny stejnoměrně v horizontální průřezové ploše reaktoru. Toto řešení se ukázalo jako lepší než řešení podle patentu NSR č. 2 001 333. Přestože ovšem je u výše uvedeného řešení příčný průřez spojovacích otvorů větší než plocha usazovací komory, ve vztahu k povrchu reaktoru není uspokojivě vyřešeno ani prostorové rozdělování ani jejich relativní rozměr, z čehož vyplývá, že nejpodstatnějšího faktoru, to znamená stejnoměrného průtoku v reaktorové komoře, není dosaženo.

Cílem uvedeného vynálezu je odstranění provozních nevýhod postupů zpracovávání odpadních vod známých z dosavadního stavu techniky.

Podstata způsobu anaerobního zpracování odpadních vod, při kterém se dosahuje agregace buněk, pomocí kterých se provádí rozklad biologických znečištěnin, přičemž se směs odpadní vody a kalu podrobuje fázovému rozdělení a část pevné fáze se recykluje, podle uvedeného

vynálezu spočívá v tom, že se odpadní vody zpracovávají směsí umělého adsorbentu, jako je například desaktivované aktivní uhlí, a přírodního adsorbentu, kterým je výhodně zeolit, přičemž oba tyto adsorbenty jsou částečně nebo zcela nasyceny sloučeninami a disacharidy vzniklými Maillardovou reakcí mezi proteiny a redukcujícími uhlohydráty, resp. uhlohydrátovými deriváty, přičemž hmotnostní poměr složek v této směsi je v rozmezí od 1 : 2 do 1 : 20, velikost částic zeolitu je menší než $10\mu\text{m}$ a směs aditiv se zavádí do odpadní vody ve hmotnostním poměru v rozmezí od 0,1 do 0,5 g/dm³, vztaženo na objem odpadní vody určené k čištění.

Podstata zařízení k provádění postupu podle uvedeného vynálezu, které je tvořeno kompaktní jednotkou sestávající z reaktoru a sedimentátoru, spočívá podle uvedeného vynálezu v tom, že obvodová plocha reaktoru a sedimentační komory má ze 60 až 90 % otevřený průtočný průřez, přičemž sedimentační komora je tvořena řadou desek, které jsou vzájemně rozmístěny tak, že vedení vzájemně spojující horní a spodní okraje jsou skloněny směrem k reakční komoře, resp. ke stěně reaktoru, přičemž v oblasti svých spodních konců jsou desky spojeny s pevnými blokujícími elementy, které jsou nasměrovány dolů, a rovněž tak s komunikačními prvky vyústujícími přímo do výstupní akumulární komory, které jsou na obou koncích otevřené, přičemž osa těchto komunikačních prvků je horizontální nebo skloněná v úhlu maximálně 20°, a dále je zařízení opatřeno jednou nebo více vertikálními průtokovými vodicími deskami zasahujícími do plynové akumulární komory a končícími pod hladinou kapaliny, a odvodním kanálem, který je vymezen přetokovými přepážkami, a který je napojen prostřednictvím potrubí na odplynovací jednotku, opatřenou vestavbou, přičemž na tuto odplynovací jednotku je připojena jednotka na rozptylování plynu a druhý usazovák.

Hlavní výhody postupu a zařízení podle uvedeného vynálezu spočívají v zajištění zvýšené doby zadržení mikroorganismů v anaerobním reaktoru, k čemuž napomáhá řada vzájemně působících pracovních opatření náležících do rozsahu uvedeného vynálezu:

- vytvoření velkých agregátů mikroorganismů s lepšími sedimentačními charakteristikami při využití vhodného aditiva,
- provádění intenzivního primárního sedimentačního stupně pro oddělování mikroorganismů. Hydraulické zatížení takto použitého sedimentačního systému, vytvořeného deskami, je úměrné celkové horizontální průmětné ploše desek, a vzhledem k výše uvedenému je možno vestavit na stejné ploše sedimentační povrch, vytvořený na četném reaktorovém povrchu, čímž je možno rovněž zlepšit účinnost oddělování. V mezeře mezi jednotlivými deskami v důsledku průtoku kapaliny sediment roluje, čímž dochází k dodatečné flokulaci, což dále zlepšuje agregaci mikroorganismů,
- rotační pohyb kapaliny, ke kterému dochází pod komorou, ve které se shromažďuje plyn, a stejně tak i odplynění, ke kterému dochází před druhým sedimentačním procesem eliminují nebo podstatně omezují pění, které nepříznivým způsobem ovlivňuje sedimentaci, a příznivým způsobem přispívá k rozkladu agregátů s bublinkami ulpělými na těchto agregátech,
- za výše uvedených podmínek umožňuje použití druhého usazováku mnohem větší oddělení agregátů mikroorganismů, přičemž recyklovaný sediment zvyšuje kapacitu reaktoru, která je, jak je velmi dobře známo, úměrná koncentraci mikroorganismů. Vzhledem k výše uvedenému je možno zlepšit kapacitu rozkladu organických látek v reaktoru a rovněž tak i hydraulické zatížení zařízení, přičemž těchto výsledků je možno dosáhnout jako důsledek již uvedeného zlepšeného průběhu sedimentačního procesu, lepšího usazování agregátů mikroorganismů a použitých vyšších průtočných množství zpracované kapaliny.

Tyto vyšší průtokové rychlosti umožňují vytvoření reaktorů se sníženými prostorovými nároky. Uměle promotovaná agregace mikroorganismů a zlepšená sedimentace představují podstatný výhodný znak postupu podle uvedeného vynálezu, neboť po provedení inokulace vsázky reaktoru je možno dříve dosáhnout stabilní koncentrace mikroorganismů poskytující dosažení plné kapacity procesu, což u dosud prováděných procesů podle dosavadního stavu techniky trvá několik měsíců.

Pracovní opatření postupu podle uvedeného vynálezu se rovněž projevují v tom, že ve vyčištěné odpadní vodě je minimální koncentrace mikroorganismů, což je možno považovat za organické znečištění, které vyžaduje další čištění s relativně nevýhodným biologickým rozkladem. Další výhoda tedy spočívá v tom, že vyčištěnou odpadní vodu není nutno při provádění postupu podle vynálezu dále čistit.

Postup podle vynálezu umožňuje tvorbu aktivních agregátů mikroorganismů s vynikajícími sedimentačními vlastnostmi. Usazené agregáty mikroorganismů se recyklují do reaktoru, přičemž při tomto uspořádání postupu je možno dosáhnout vysoké koncentrace mikroorganismů v reaktoru, čímž se úměrně zvýší kapacita rozkladu organických látek.

Postup podle uvedeného vynálezu umožňuje eliminovat výše uvedený nepříznivý účinek, který je uváděn jako nevýhoda dosavadního stavu techniky v souvislosti s výše uvedeným patentem Velké Británie č. 1 491 502, což je podle uvedeného vynálezu dosaženo recyklováním ochlazeného podílu mikroorganismů do reaktoru, při kterém dojde k odvodu tepla, resp. se tímto způsobem rovněž eliminuje snížení výkonu. Všeobecně je možno uvést, že u anaerobních reaktorů je nutno přesně udržovat teplotu asi 35 nebo 55 °C vzhledem k charakteru tohoto procesu, což závisí na tom, zda jsou v tomto systému přítomny mesofilní nebo termofilní mikroorganismy, přičemž tato teplota se udržuje pomocí vnějších teplovýměnných prostředků.

Kromě jiného je postup podle uvedeného vynálezu založen na zjištění příznivých podmínek, které ovlivňují tvorbu agregátů mikroorganismů, přičemž tuto tvorbu je možno výhodně ovlivnit použitím kombinace určitých aditiv, buďto biochemickým způsobem nebo fyzikálně-chemickým způsobem.

Výsledkem pokusů prováděných v souvislosti s uvedeným vynálezem bylo zjištění, že vláknité formace vytvořené extracelulárními polysacharidovými molekulami vzniklé na vnějších želatinových obalech bakterií (mikroorganismů), tak zvané glykocalix, promotují ve značné míře permanentní poutání mikroorganismů k jiným ostatním buňkám, a takto promotují jejich agregaci. Při biochemické syntéze glykocalixu se vychází z disacharidu, přičemž podle uvedeného vynálezu byl zjištěn příznivý účinek tohoto druhu aditiva. V této souvislosti je třeba poznamenat, že na porovnávacích testech je možno dokázat výhodnost zavádění cukrů ve vázané formě do systému, přičemž dochází k retardování neboli zpomalenému uvolňování těchto látek do systému, ve srovnání s přiváděním čistého cukerného roztoku. Nejvýhodnější provedení je to, při kterém se sacharidové sloučeniny zavádí do systému vázané na umělých absorbantech. Výborného výsledného účinku je možno například dosáhnout jestliže se do systému přivádí kondenzační sloučenina disacharidu a proteinu za podobných podmínek. Použití aktivního uhlí jako umělého adsorbentu, jehož nutriční vazný účinek, resp. zásobní vazná kapacita na mikroorganismy, která urychluje metabolismus, docela dobře pro tyto účely vyhovuje, ovšem na druhé straně je tento materiál nevhodný pro poutání amoniaku, který je nejrušivější složkou z hlediska tvorby agregátů mikroorganismů. Vzhledem k výše uvedenému se aditivum smíchává s přírodním minerálním adsorbentem. Pokud se týče inokulace reaktoru, resp. vsázky uváděné do tohoto reaktoru, přivádí se uvedená směs s výše uvedenými složkami tak, aby bylo dosaženo vzájemně co nejúplnějších účinků, po dobu v rozmezí od 2 do 8 týdnů o koncentraci v rozmezí od 0,1 do 0,5 gramů/dm³ do přiváděného proudu odpadních vod.

Směs, která obsahuje umělý adsorbent, který byl nasycen disacharidickými sloučeninami, se používá v množství v rozmezí od 10 do 35 % hmotnosti.

V provedení postupu podle uvedeného vynálezu, které je možno realizovat ekonomickým způsobem ve velkoprovozním průmyslovém měřítku, se jako umělého adsorbentu, který byl nasycen kondenzačními sloučeninami disacharidu a proteinu, výhodně používá deaktivovaného aktivního uhlí, které se používá pro čištění cukerných roztoků v cukrovarnickém průmyslu. V tomto případě se jako kondenzační sloučeniny používá melanodinu, který vzniká při

vyšší teplotě, vyskytující se v průběhu této výroby, v důsledku proběhnutí tak zvané Maillardovy reakce mezi redukcujícími uhlohydráty (v tomto případě cukry) a sloučeninami obsahujícími volné aminové skupiny.

Podobným způsobem je rovněž možno na aktivní uhlí vázat složky melasy, která je rovněž odpadním materiálem v cukrovarnickém průmyslu.

Ve výhodném provedení podle uvedeného vynálezu se používá aktivní uhlí, jehož rozměr částic je větší než 200 mikrometrů.

Jako přírodního adsorbentu je možno použít v přírodě se vyskytujícího zeolitu ve formě mordenitu nebo klinoptilotitu, přičemž s pomocí tohoto materiálu je možno dosáhnout nejenom adsorpce amoniaku, ale i jeho odstranění ze systému, což se provede v důsledku proběhnutí iontovýmenné reakce.

K tomu, aby se předešlo recyklování obsahu inertních anorganických látek, které jsou obsaženy v agregátech mikroorganismů, do reaktoru, se ve výhodném provedení podle uvedeného vynálezu používá zeolitu, jehož velikost částic je menší než 5 mikrometrů, přičemž tyto částice se odstraní z reaktoru společně s odcházející kapalinou zpracovanou postupem podle vynálezu po určité době zdržení.

Podle nejvýhodnějšího provedení postupu podle vynálezu se uvedená aditivní směs mísí s odpadními vodami, které jsou určeny k čištění, v koncentraci 0,2 gramu/dm³ po dobu v rozmezí 4 až 6 týdnů, počítaje od okamžiku inokulace zpracovávané směsi.

Gravitační oddělování (sedimentace) mikroorganismů je nepříznivě ovlivňováno segragací plynu, který se adsorbuje do kapaliny.

K tomu, aby se předešlo rušícím účinkům plynoucím ze segregace plynu, zejména při citlivých oddělovacích postupech, se před oddělováním provádí odplynění systému. Toto odplynění se provádí tím způsobem, že se kapalina obsahující plovoucí agregáty mikroorganismů, které jsou přítomny v malém množství, zavádí do prostoru s tlakem sníženým na 30 až 50 kPa, přičemž v tomto prostoru se nechá stékat po velkém povrchu filmovým způsobem. Výsledkem tohoto postupu je odstranění asi 30 až 50 % obsahu rozpuštěného plynu, přičemž se současně při provádění tohoto postupu odstraní plynové bublinky přilnuté na agregátech mikroorganismů v důsledku tlakového působení vyplývajícího z tohoto proudění.

Rozpuštěný plyn, který byl přítomen ve formě bublinek, se po uvolnění z kapaliny odvádí do prostoru se sníženým tlakem. V průběhu druhé sedimentace, prováděné po odplynění kapaliny, ze které se odstraní plynové bublinky, je možno takto předejít vydělování, tzn. vyplavování agregátů, čímž se současně dosáhne toho, že se nemění aktivita mikroorganismů. Sedimentovaný podíl, který se získá v průběhu provádění první a druhé sedimentace, se recykluje do reaktoru.

Na rozdíl od známých kombinací usazováku a reaktoru bylo podle uvedeného vynálezu vyvinuto zařízení, které současně vykazuje zvýšenou účinnost sedimentace a umožňuje vytvoření nejvýhodnějších podmínek pro tvorbu agregátů mikroorganismů.

Konstrukční řešení zařízení podle uvedeného vynálezu je založeno na poznatku, že není nutno oddělovat reaktorovou komoru od sedimentační komory pevnou přepážkou, jestliže se sedimentační komora vytvoří jako prostory mezi deskami, které vytváří volný průtočný průřez na straně přivrácené k reaktoru.

Výhody vyplývající z vytvoření agregátů mikroorganismů jsou využity podle uvedeného vynálezu tak, že průtok z reaktoru do usazováku postupuje malou stejnoměrnou rychlostí po celé dráze toku. V případě, že se zejména průtoková rychlost místně zvýší, potom dojde k oddělení přebytečného množství agregátů mikroorganismů, což ruší laminární průtok ustanovený v průběhu provádění sedimentace, což rovněž zhoršuje účinnost oddělování.

Směs kapaliny a agregátů mikroorganismů se potom ponechá sedimentovat v mezerách mezi jednotlivými deskami, přičemž dochází k proudění ve směru šikmo dolů. Takto vzniklý sediment sklouzává směrem dolů, roluje účinkem proudu postupujícího směrem šikmo dolů, přičemž dochází k tak zvané sekundární flokulaci, to znamená k další agregaci.

Zařízení podle uvedeného vynálezu bude v dalším popsáno s pomocí přiložených obrázků, přičemž na těchto obrázcích je detailně ilustrováno řešení podle vynálezu. Na obr. 1 je blokové schéma vertikálního pohledu v řezu na hlavní části zařízení, to znamená reaktor, usazovací komora, výstupní akumulární komora, odplyňovací jednotka, přičemž na obr. 2 je znázorněn zvětšený vertikální řez horní částí zařízení podle obr. 1, na obr. 3 je stejný boční pohled na tutéž část zařízení.

Na obr. 1 je znázorněna reakční komora 1, která je oddělena od přepadové akumulární komory 2 sedimentační komorou, která je vytvořena ve formě desek 3 a soustavy mezer uspořádaných mezi těmito deskami.

Uvedené desky jsou umístěny v zařízení vzájemně tak, že vedení 4 a 5 spojující horní a spodní okraje těchto desek se svažují směrem do reaktorové komory 1 v úhlu v rozmezí od 20 do 40 °. Na uvedené desky jsou připojeny blokové prvky, které jsou připevněny svými okraji a směřují směrem dolů, a dále komunikační prvky 7, které mají tvar trubice nebo kanálku, přičemž tyto prvky jsou otevřené na obou svých koncích a jsou vytvořeny částečně nebo zcela ve formě pevné stěny. Osa těchto prvků svírá s horizontální rovinou úhel maximálně 20 °. Vzhledem k tomu, že uvedené desky 3 jsou uspořádány tak, že jsou vzájemně přesazené, jsou komunikační prvky 7 v horizontálně promítnutém průřezu na výstupu akumulárního prostoru rozmístěny tak, že na sebe plynule navazují. Nejhořejší deska z řady desek 3 je připevněna k nejhořejší desce jiné řady desek nebo ke stěně 8 reaktoru v místě komory 9 na shromažďování plynu, do které je umístěna vertikální deska 10, která směřuje dolů pod hladinu kapaliny.

Přetoková přepážka +1 vymezuje jeden nebo více odvodních kanálů 12 z přepadové akumulární komory 2 na kapalinu, přičemž uvedený kanál nebo kanály jsou spojeny s odplyňovací jednotkou 14 prostřednictvím jednoho nebo více potrubí 13. Tuto odplyňovací jednotku představuje uzavřené zařízení v podobě tanku, přičemž v této jednotce je uspořádána vestavba 15 s velkým povrchem a tato jednotka je rovněž připojena na jednotku 16 na rozptylování plynu a na druhý usazovák 17 prostřednictvím potrubí.

Za účelem zajištění nerušeného pohybu sedimentu odděleně od směsi kapaliny a agregátů mikroorganismů postupujících v mezeře mezi deskami a za účelem dosažení sekundární flokulace jsou desky sklopeny směrem k horizontální rovině v úhlu v rozmezí od 30 do 45 °. Toto sklonění a vzájemná poloha těchto desek 3 zajišťuje vytvoření podmínek nutných k provádění postupu podle vynálezu, které je možno charakterizovat následujícím způsobem:

- rovnoměrné rozdělení nátoky kapaliny přiváděné z reaktorové komory 1 takovým způsobem, že vertikálně postupující bublinky plynu nemohou vstupovat do mezer mezi uvedenými deskami,
- na straně uvedených desek 3 přivrácených k přepadové akumulární komoře 2 na kapalinu nespadává sediment směrem dolů vertikálně ve formě jednolitě hmoty, ale sklouzává dolů částečně po deskách 3, čímž se zvětšuje jeho množství s tím jak postupuje dolů, a dolů se tento sediment dostává pouze v malé míře ve formě volného pádu v kapalinové komoře. Tímto způsobem se pomalý a stejnoměrný průtok v akumulární komoře pro kapalinu narušuje pouze v malé míře,
- tímto způsobem je možno vytvořit obtokovou soustavu, přičemž při tomto uspořádání se proud sedimentu postupující směrem dolů nestřetává s proudy kapaliny, které opouštějí komunikační prvky 7,
- na okraji druhé desky 3 od horního konce vstupuje relativně velké množství plynu do komory 9 na shromažďování plynu, který vyvolává rotaci ve směru šipek 18 (směr těchto šipek je naznačen na obr. 2) skutečněnou pod hladinou kapaliny jako důsledek vložené

průtokové vodící desky. Vzhledem k výše uvedenému pohybu se plynové bublinky, které jsou zachycené na agregátech mikroorganismů, oddělí v důsledku relativně silných smykových účinků, čímž se zabrání tvorbě povrchové pěny. Agregáty mikroorganismů s hustotou větší než je hustota kapaliny spadávají směrem dolů a ukládají se účinkem proudu kapaliny v mezerách mezi jednotlivými deskami 3,

- nárazový účinek proudu na vestavbu 15 umístěnou v odplynovací jednotce 14 a v této vestavbě, ke kterému dochází opakovaně a co možná nejúčinnějším způsobem, urychluje odstraňování plynových bublin a současnou desorpci rozpuštěného plynu,

- tlakovou stranu jednotky 16 na rozptýlování plynu je možno připojit na jednotku, ve které se skladuje plyn, přičemž při tomto provedení je možno vhodně využít cenný plyn obsahující metan. Vhodné odplynovací prostředky je výhodné umístit ve výšce, která umožňuje udržování konstantní hladiny kapaliny 20 ve spodní části zařízení, která je zase uspořádána ve vhodné výšce vzhledem k úrovni hladiny vody v usazovaku 17, což pomáhá gravitačnímu průchodu kapaliny ve směru dolů a za tlakového rozdílu prostřednictvím potrubí 19. V provedení postupu podle vynálezu je rozdíl uvedených hladin přinejmenším 3 až 5 metrů, přičemž při takto požadovaném rozdílu hladin se dosáhne tlakového poklesu v rozmezí od 30 do 50 kPa.

V rozsahu uvedeného vynálezu je možno provádět další alternativní úpravy.

Použití desek 3, které jsou uspořádány kolmo k rovině průřezu, jako je to znázorněno na přiložených výkresech, je zejména výhodné v případech, kdy má reaktor v horizontálním průřezu obdélníkový tvar.

Mezi vedeními 4 a 5, které jsou vytvořeny sadou desek, je možno uspořádat jednu nebo více usazovacích komor.

V případě reaktorů s kruhovým horním průřezem mohou být uvedené desky 3 vytvořeny ve tvaru rotačně symetrického komolého kužele nebo mohou být vytvořeny jako pláště komolých jehlanů, tvořených plochami o přibližně stejném tvaru. V těchto případech charakterizuje úhlové uspořádání obrysu sklon obvodových přímků pláště kužele nebo bočních ploch komolého jehlanu.

Postup podle uvedeného vynálezu bude detailněji popsán v následujících příkladech.

P ř í k l a d 1

Podle tohoto příkladu byla do čistícího procesu přiváděna odpadní voda z cukrovarnického průmyslu se znečištěním 8 gramů/dm³ chemické spotřeby kyslíku, přičemž tato odpadní voda byla čištěna v kontinuálně pracujícím reaktoru při teplotě 35 °C a při hodnotě pH 7. Vsázka reaktoru byla inokulována anaerobní mikroorganismovou hmotou, která byla přiváděna z vyhnívající jednotky na zpracování městských odpadků. Při zahájení tohoto zpracovávání byla koncentrace mikroorganismů 10 gramů/dm³, přičemž doba zdržení byla 10 dní. V průběhu prvních tří týdnů zpracování byla koncentrace přiváděné směsi aditiv snížena z 0,5 na 0,2 gramu/dm³, vztaženo na odpadní vodu, přičemž bylo přidáváno 20 % hmotnosti aktivního uhlí, které pocházelo z cukrovarnického průmyslu a 80 % hmotnosti jemně rozmělněného zeolitu. Během tohoto časového intervalu se koncentrace mikroorganismů zvýšila na 50 gramů/dm³, zatímco doba zdržení odpadní vody byla snížena na 0,5 až 1 den. Zavádění směsi aditiv potom pokračovalo po dobu dalších dvou týdnů, přičemž v průběhu tohoto intervalu se koncentrace mikroorganismů stabilizovala na hodnotě 60 až 70 gramů/dm³. Účinnost odstranění znečišťujících složek se pohybovala v rozmezí od 70 do 85 %, zatímco pro rozpuštěný chemicky potřebný kyslík bylo dosaženo účinnosti více než 90 %. Po provedení sedimentace odpadní vody odváděné z reaktoru byl obsah suspendovaného materiálu ve vyčištěné fázi zpočátku v rozmezí od 1 do 1,5 gramu/dm³, přičemž tato hodnota se zvýšila na 4 až 5 gramů/dm³ zvýšením kapacity produkce plynu, resp. kapacity rozkladu organických látek. Po provedení odplynění kapalně fáze, při kterém byla doba zdržení deset minut, při tlaku sníženém na 40 kPa ve

srovnání s tlakem atmosférickým, který panuje v reaktorové komoře, byla provedena opakovaná sedimentace čisté fáze. V průběhu provádění druhé sedimentace nebylo pozorováno žádné vydělování plynu, přičemž obsah suspendovaného materiálu ve vypouštěné čisté fázi byl permanentně udržován na hodnotě v rozmezí od 0,3 do 0,4 gramu/dm³. Sedimentovaný podíl, získaný v průběhu provádění obou sedimentačních postupů (hlavně agregáty mikroorganismů), byl recyklován zpět do reaktoru.

P ř í k l a d 2

V postupu podle tohoto příkladu byly čištěny odpadní látky představující vinný kal se znečištěním 80 až 90 gramů/dm³ chemicky potřebného kyslíku, přičemž při tomto postupu bylo použito kontinuálně pracujícího reaktoru, který byl provozován při termofilní teplotě, to znamená při teplotě 60 °C, a při hodnotě pH 6,6. Vsázka do tohoto reaktoru byla inokulována kalem, který byl přiváděn z vyhnívacího zařízení jednotky na zpracovávání městských odpadních vod. Na začátku tohoto procesu byla koncentrace těkavé látky 18 gramů/dm³, přičemž doba zdržení odpadních vod odpovídala 35 až 40 dnům. Reaktor za těchto podmínek pracoval po dobu dvou měsíců za účelem dosažení termofilní mikroflory, přičemž potom bylo přidáváno množství 1 gram aditiva na dm³ odpadní vody. Doba zdržení zpracovávané vody byla postupně snižována až na 5 dní v průběhu 60 dní, přičemž koncentrace aditiva byla upravena na 0,2 gramu/dm³.

Použitá aditivum obsahovalo 80 % jemně rozmělněného zeolitu a 20 % aktivního uhlí, přičemž tento materiál byl přiveden do kontaktu po dobu jednoho dne s melasou s obsahem cukru 10 %, která byla zředěna na trojnásobné množství. Během intervalu přivádění kalu byla koncentrace postupně zvyšována na 70 až 75 gramů/dm³. Po proběhnutí jednoho měsíce bylo přivádění aditiva zastaveno. Účinnost odstranění znečišťujících složek se pohybovala v rozmezí od 70 do 80 % (vztaženo na chemickou spotřebu kyslíku), vyčištěná voda odváděná z reaktoru obsahovala po provedené sedimentaci suspendovaný materiál v množství v rozmezí od 1 do 1,5 gramu/dm³, přičemž současně tvorba kalu odpovídala 5 až 8 gramů/dm³. Vlastní provedení sedimentace, odplynění a opakované sedimentace bylo provedeno stejným způsobem jako v příkladu 1.

V následující tabulce je provedeno srovnání účinku postupu podle dosavadního stavu techniky s postupem podle uvedeného vynálezu.

T a b u l k a

Porovnání výsledků postupů podle dosavadního stavu techniky s výsledky postupu podle vynálezu

	Prováděné postupy		
	Postup s použitím polymerního filmu	Postup se suspendovaným kalem ve fluidním loži (UASB)	Postup podle předmětného vynálezu
Technologické charakteristiky:			
Objemové zatížení			
[kg COD/m ³]	1 - 5	3 - 15	10 - 20
η [% COD]	60 - 90	80 - 90	80 - 95
Koncentrace odpadní vody určené ke zpracování			
[kg COD/m ³]	1 - 10	1 - 25	1 - 100
Doba zpracovávání odpadní vody [dny]			
	45 - 90	40 - 70	25 - 50

COD - znamená množství potřebného chemického kyslíku

η - znamená účinnost odstranění daného znečištění (v procentech).

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob anaerobního zpracování odpadních vod, při kterém se dosahuje agregace buněk, pomocí kterých se provádí rozklad biologických znečištěnin, přičemž se směs odpadní vody a kalu podrobuje fázovému rozdělení a část pevné fáze se recykluje, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se odpadní vody zpracovávají směsí umělého adsorbentu, jako je například desaktivované aktivní uhlí, a přírodního adsorbentu, výhodně zeolitu, přičemž oba tyto adsorbenty jsou částečně nebo zcela nasyceny sloučeninami a disacharidy vzniklými Maillardovou reakcí mezi proteiny a redukcujícími uhlohydráty, resp. uhlohydrátovými deriváty, přičemž hmotnostní poměr složek v této směsi je v rozmezí od 1 : 2 do 1 : 20, velikost částic zeolitu je menší než 10 μ m a směs aditiv se zavádí do odpadní vody ve hmotnostním poměru v rozmezí od 0,1 do 0,5 g/dm³, vztaženo na objem odpadní vody určené k čištění.

2. Způsob podle bodu 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že desaktivované aktivní uhlí je nasyceno melasou.

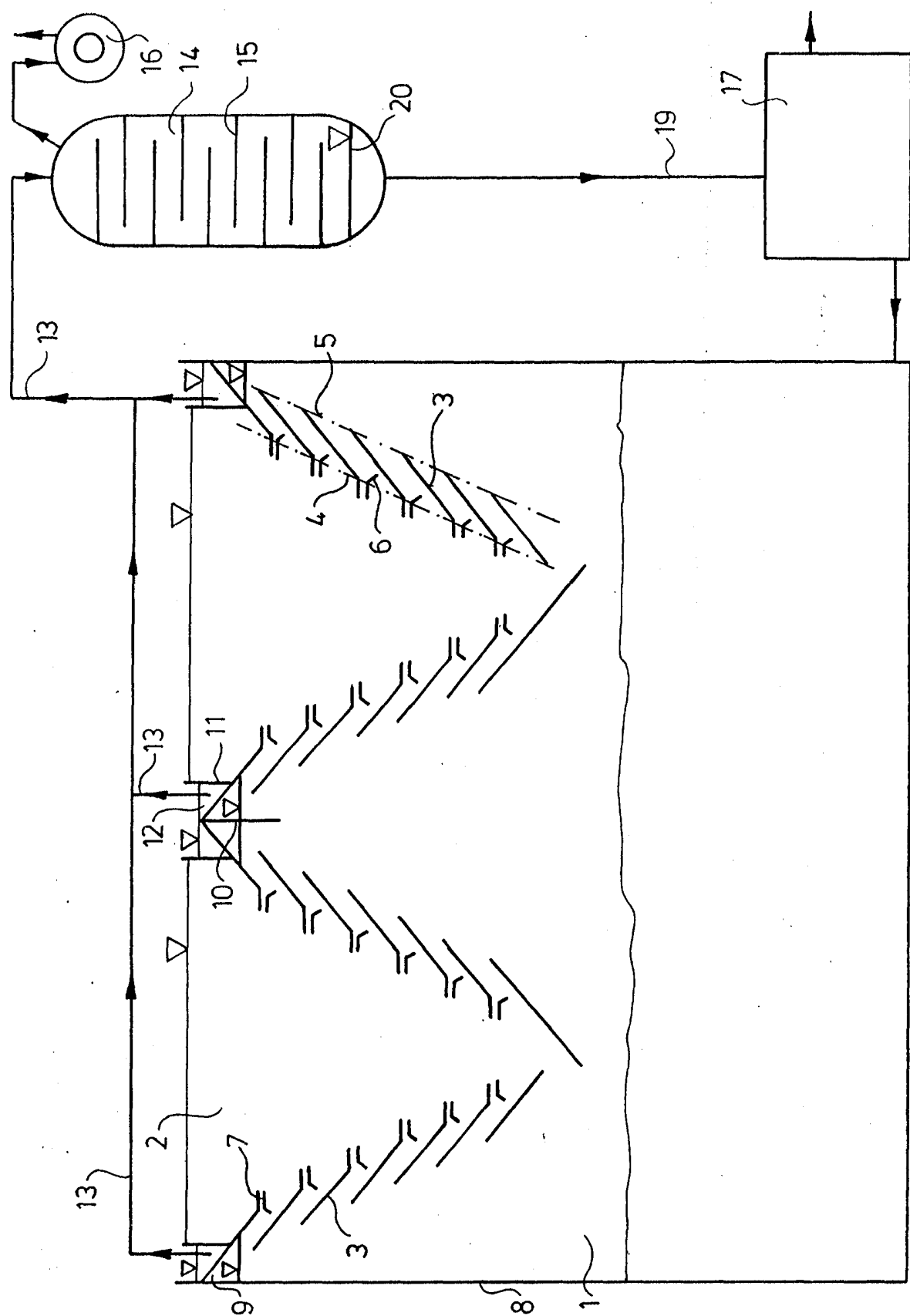
3. Způsob podle bodů 1 a 2, v y z n a č u j í c í s e t í m, že velikost částic přiváděného desaktivovaného aktivního uhlí je větší než 200 μ m.

4. Zařízení k provádění způsobu podle bodů 1 až 3, které je tvořeno kompaktní jednotkou sestávající z reaktoru a sedimentátoru, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obvodová plocha reaktoru (1) a sedimentační komory má ze 60 až 90 % otevřený průtočný průřez, přičemž sedimentační komora je tvořena řadou desek (3), které jsou vzájemně rozmístěny tak, že vedení (4, 5) vzájemně spojující horní a spodní okraje jsou skloněny směrem k reakční komoře (1), resp. ke stěně (8) reaktoru, přičemž v oblasti svých spodních konců jsou desky (3) spojeny s pevnými blokujícími elementy (6), které jsou nasměrovány dolů, a rovněž tak s komunikačními prvky vyúsťujícími přímo do výstupní akumulární komory (2), které jsou na obou koncích otevřené, přičemž osa těchto komunikačních prvků je horizontální nebo skloněna v úhlu maximálně 20 °, a dále je zařízení opatřeno jednou nebo více vertikálními průtokovými vodičnými deskami (10) zasahujícími do plynové akumulární komory (9) a končícími pod hladinou kapaliny, a odvodním kanálem (12), který je vymezen přetokovými přepážkami (11) a který je napojen prostřednictvím potrubí (13) na odplyňovací jednotku (14), opatřenou vestavbou (15), přičemž na tuto odplyňovací jednotku (14) je připojena jednotka (16) na rozptylování plynu a druhý usazovák (17).

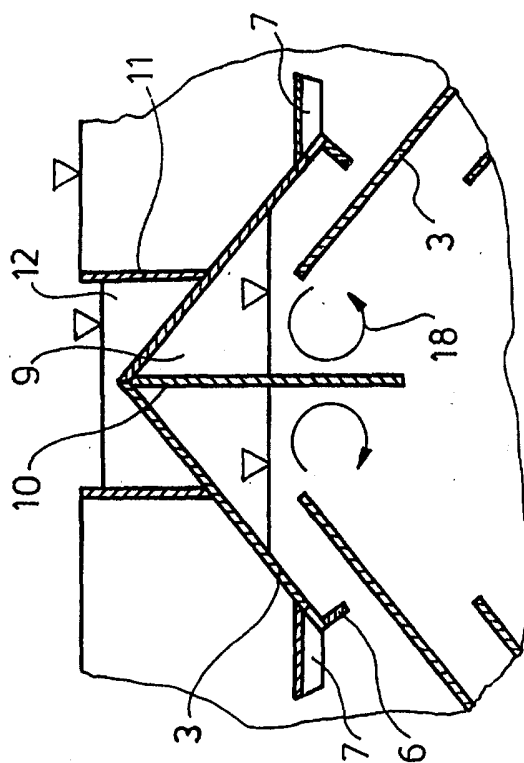
5. Zařízení podle bodu 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že vedení (4, 5) vzájemně propojující spodní a horní okraje desek (3) jsou skloněny v úhlu v rozmezí od 20 ° do 40 ° vzhledem k vertikální rovině.

6. Zařízení podle bodů 4 a 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsahuje přinejmenším jednu akumulární komoru (2), tvořenou řadou desek (3).

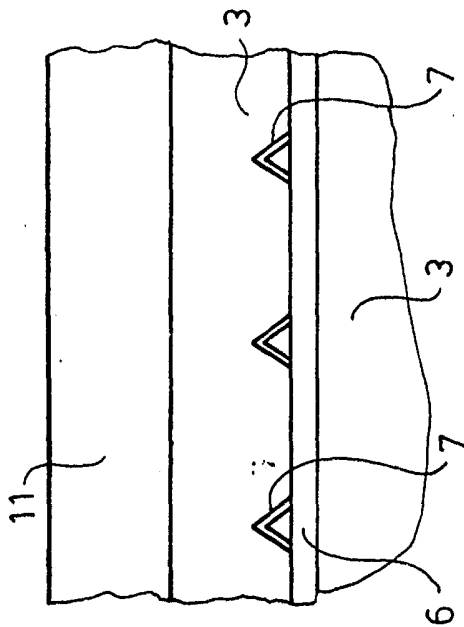
7. Zařízení podle bodů 4 až 6, v y z n a č u j í c í s e t í m, že tvar desek (3) je rovinný nebo mají tvar kuželového pláště nebo komolého kužele.



Obr. 1



Obr.2



Obr.3