

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

291 502

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSL OVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 1997 - 2290

(22) Přihlášeno: 31.01.1996

(30) Právo přednosti:
31.01.1995 NL 1995/9500171

(40) Zveřejněno: 12.11.1997

(Věstník č. 11/1997)

(47) Uděleno: 21.01.2003

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 12.03.2003
(Věstník č. 3/2003)

(86) PCT číslo: PCT/NL96/00048

(87) PCT číslo zveřejnění: WO 96/023735

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.⁷:
C 02 F 3/30

(73) Majitel patentu:

PAQUES B. V., Balk, NL;

(72) Původce vynálezu:

Habets Leonard Hubertus Alphonsus, Sneek, NL;
Driessen Wilhelmus Johannes Bernardus Maria, Dronten,
NL;

(74) Zástupce:

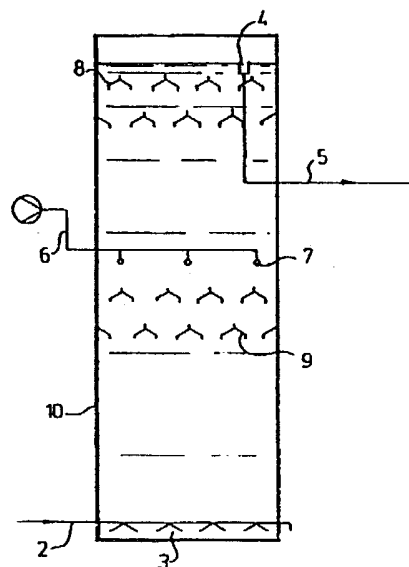
PATENTSERVIS PRAHA a.s., Jivenská 1273, Praha 4,
14021;

(54) Název vynálezu:

**Způsob a zařízení pro úpravu odpadní vody v
provzdušňovaném reaktoru**

(57) Anotace:

Způsob aerobní úpravy odpadní vody v provzdušňovaném reaktoru (1, 10), do kterého se v dolní části přivádí odpadní voda, která má být upravena, přičemž se použije reaktor (1, 10) s anaerobním tokem vzhůru skrz vrstvu kalu a do tohoto reaktoru (1, 10) se do jeho dolní části dodává kyslík v množství umožňujícím růst fakultativní a aerobní biomasy. Zařízení k provádění způsobu úpravy odpadní vody sestává z nádoby reaktoru (1) s anaerobním tokem vzhůru skrz vrstvu kalu, ve které jsou rozvaděče (3) pro přívod kapaliny umístěny v dolní části reaktoru (1, 10) a prostředky (8) pro integrované usazování biomasy a sběr plynu jsou umístěny v horní části reaktoru (1, 10), přičemž zařízení je uzpůsobeno pro aerobní úpravu odpadní vody a prostředky (7) pro provzdušňování jsou umístěny v dolní části reaktoru (1, 10).



CZ 291502 B6

Způsob a zařízení pro úpravu odpadní vody v provzdušňovaném reaktoru

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu a zařízení pro úpravy odpadní vody v provzdušňovaném reaktoru, do kterého se v dolní části přivádí odpadní voda, která má být upravena.

10 Dosavadní stav techniky

Biologická úprava odpadní vody se může odehrávat v podstatě dvěma způsoby, tj. aerobně s využitím mikroorganismů, které používají kyslík a anaerobně růstem mikroorganismů v nepřítomnosti kyslíku. Oba způsoby našly místo v oblasti úpravy odpadní vody. První způsob se používá hlavně v případě nízkého stupně kontaminace, při nízké teplotě vody a jako dočišťovací úprava. Druhý způsob nabízí výhody zejména jako předběžná úprava v případě silnějšího organického znečištění a při vyšší teplotě vody. Oba způsoby jsou náležitě známy.

Anaerobní reaktory se nyní často dávají do série s aerobními reaktory, jako například:

20

– kompaktní anaerobní předběžná úprava, po níž následuje aerobní dočištění (dočišťovací úprava) kvůli značnému odstranění látek s BSK/CHSK, tj. biologickou spotřebou kyslíku a chemickou spotřebou kyslíku,

25

– nitrifikace za níž následuje denitrifikace kvůli rozsáhlému odstranění dusíku,

– snížení síranů s následnou oxidací siřníku na elementární síru kvůli odstranění síry.

30

Ve zvyšujícím se rozsahu se uvádí také existence aerobních a anaerobních reakcí, které se odehrávají současně ve stejném reaktoru. Jejich příklady jsou nitrifikační a denitrifikační reakce a denitrifikace pod vlivem oxidace siřníků.

35

Anaerobní způsoby mohou být rovněž příčinou nízkého přírůstku kalu ve velmi zatížených aerobních systémech. Použití relativně nízkého tlaku kyslíku v reaktoru obsahujícím aglomerovanou (zvločkovanou) biomasu může vést k rychlému převodu látek vázajících kyslík aerobními bakteriemi, které jsou přítomné ve vnější vrstvě vloček. Tyto bakterie s výhodou ukládají mimo svoje buňky živiny rezervy ve formě polysacharidů.

40

Následně nemají bakterie příležitost použít tyto rezervy pro nedostatek kyslíku a tyto rezervy proto začnou sloužit jako substrát pro anaerobní mineralizační procesy uvnitř vloček, kam nemůže proniknout kyslík. Výsledkem je současná tvorba a odbourávání polysacharidů, přičemž polysacharidy také slouží jako adhezivum pro kohezni bakteriální kulturu. Prvoci mohou rovněž hrát důležitou roli jako predátoři konzumující bakterie s nízkým čistým výtěžkem kalu.

45

V této souvislosti se termín mikroaerofilní používá právě k označení toho, že se do systému přidává méně kyslíku, než jak by to bylo nutné pro úplnou aerobní reakci. Výsledkem je, že se vyvine populace bakterií, které se mohou množit za velmi nízkého tlaku kyslíku. Nevýhodou těchto podmínek může být to, že se mohou vytvořit hnilobně páchnoucí látky, jako je H_2S , NH_3 nebo těkavé organické kyseliny. Dají se odstripovat bublinami vzduchu a pak přejdou do okolního ovzduší. Proto může být popřípadě důležité, aby byl tento plyn zachycován kvůli jeho úpravě, je-li nutná.

50

Na druhé straně je důležité, aby v reaktoru zůstal dostatek očkujícího materiálu a aby vytvářející se vločky nebyly vyplavovány pryč před uskutečněním anaerobního mineralizačního procesu.

55

Nedávný výzkum odhalil, že anaerobní bakterie mohou mít vysokou toleranci na kyslík (M.T. Kato, Biochem. Bioeng. 42: 1 360–1 366 (1993)). Přídavek kyslíku může někdy být také výhodný pro anaerobní způsob, například pro potlačení redukce síranu ve fermentačních nádobách tak, jak je to popsáno v EP–A–0 143 149. U tohoto druhého způsobu se organický pevný odpad, který je přítomen v kalu, převádí za vývinu plynu, který obsahuje metan jako hlavní složku, a rovněž obsahuje malou část až do 3 % obj. kyslíku, obvykle však 0,1 až 1,5 % obj. kyslíku.

Retenční doba biomasy v reaktoru pro úpravu odpadní vody má zásadní důležitost pro kapacitu reaktoru. U běžné aerobní úpravy se toho obvykle dosahuje tím, že se kal, tj. biomasa, který se oddělil mimo reaktor usazováním, kontinuálně vrací do provzdušňovací nádoby, kde probíhají biologické reakce. Tento způsob, při němž je koncentrace kalu v provzdušňovací nádobě 3 až 6 g/l, se nazývá způsob s aktivním kalem. Stejný princip se rovněž používá u starších anaerobních systémů úpravy, ačkoliv kal se potom obvykle odděluje s pomocí lamelových separátorů před jeho recyklací do komory anaerobního reaktoru. Tento způsob je znám jako kontaktní způsob.

Zlepšení anaerobního kontaktního způsobu se týká použití systémů s nimiž se dosahuje různým způsobem retence kalu, například zabudováním usazovací komory do reakční komory nebo působením proti vyplavování biomasy tím, že se zachycuje na materiálu nosiče. Pro akumulaci je důležité, aby retenční doba kalu byla podstatně delší než je doba dělení různých mikroorganismů. Toto je zejména důležité pro anaerobní způsob, protože jejich rychlost růstu je velmi nízká. Vývoj reaktoru „s anaerobním tokem vzhůru vrstvou kalu“, známého v celém světě ze sedmdesátých let jako reaktor typu UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), byl důležitým krokem vpřed při anaerobní úpravě. Většina anaerobních úprav se nyní provádí v reaktoru tohoto typu.

Pro reaktor typu UASB je charakteristické, že se odpad, který se má upravovat, přivádí dovnitř a rozděluje se v dolní části nádoby a odkud proudí pomalu nahoru vrstvou biomasy. Během styku s biomasou se vytváří směs plynů, která se skládá hlavně z CH_4 , CO_2 a H_2S . Tato směs je známa jako bioplyn. Tento bioplyn probublává vzhůru a tudíž zabezpečuje určitou míru míchání. Výsledkem promyšlené polohy sběračů plynu pod povrchem vody je, že se bublinky plynu nedostanou na hladinu vody a výsledkem je, že se v horní části vytvoří chladná oblast a částice kalu, které se zvirí vzhůru, jsou schopny usadit se opět ve vrstvě biomasy („překryvné vrstvě kalu“). Koncentrace kalu v reaktoru typu UASB je obecně mezi 40 a 120 g/l, obvykle 80 až 90 g/l. Reaktor typu UASB je popisován v mnoha patentových dokumentech, mezi jinými i v dokumentech EP–A–0 193 999 a EP–A–0 244 029. Jednou z příčin proč se stal reaktor typu UASB nejpopulárnějším anaerobním systémem je skutečnost, že při řádné regulaci způsobu je možno nechat biomasu růst ve formě kulatých částic o velikosti několika milimetrů, které se velmi dobře usazují.

Od té doby byla navržena propracovanější, či obměněná řešení, která jsou založena na principu UASB, mající vyšší průtoky, například jako výsledek recyklace odpadů, používající bioplyn jako vnitřní čerpadlo nebo prostě jsou vybudována jako užší a vyšší kolony. Základní princip ale zůstává stejný jako u typu UASB.

Podstata vynálezu

Vynález se týká způsobu aerobní úpravy odpadní vody v provzdušňovaném reaktoru, do kterého se v dolní části přivádí odpadní voda, která má být upravena, spočívajícího v tom, že se použije reaktor s anaerobním tokem vzhůru skrz vrstvu kalu a do tohoto reaktoru se do jeho dolní části dodává kyslík v množství umožňujícím růst fakultativní (což znamená rostoucí nebo alespoň funkční jak za podmínek přísunu kyslíku tak za podmínek bez přísunu kyslíku) a aerobní biomasy.

Způsob dále s výhodou spočívá v tom, že množství přidaného kyslíku je takové, že plyn vystupující z reaktoru obsahuje nejméně 2 %, s výhodou nejméně 3 % obj. kyslíku.

Způsob dále s výhodou spočívá v tom, že se provzdušňování provádí probubláváním.

5

Způsob dále s výhodou spočívá v tom, že koncentrace biomasy ve vodě je v dolní části reaktoru 5 až 50 g/litr.

10

Způsob dále s výhodou spočívá v tom, že se aerobní úprava provádí v kombinaci s předchozí anaerobní úpravou.

Způsob dále s výhodou spočívá v tom, že pro provzdušňování při aerobní úpravě se používá vzduch odvětráný z předchozí anaerobní úpravy.

15

Způsob dále s výhodou spočívá v tom, že se aerobní úprava a předchozí anaerobní úprava provádí v integrovaném reaktoru.

Způsob dále s výhodou spočívá v tom, že rychlost přívodu vody se nastaví tak, že množství aerobní biomasy zůstává přibližně konstantní.

20

Dále se vynález týká zařízení k provádění výše uvedeného způsobu úpravy odpadní vody, sestávajícího z nádoby reaktoru s anaerobním tokem vzhůru skrz vrstvu kalu (typu UASB), ve které jsou rozvaděče pro přívod kapaliny umístěny v dolní části reaktoru a prostředky pro integrované usazování biomasy a sběr plynu jsou umístěny v horní části reaktoru, které podle vynálezu spočívá v tom, že je uzpůsobeno pro aerobní úpravu odpadní vody a prostředky pro provzdušňování jsou umístěny v dolní části reaktoru.

25

Výše uvedené zařízení k provádění způsobu úpravy odpadní vody podle vynálezu, sestávající z nádoby integrovaného reaktoru s anaerobním tokem vzhůru skrz vrstvu kalu (typu UASB), ve které jsou rozvaděče pro přívod kapaliny umístěny v dolní části reaktoru a prostředky pro oddělování biomasy a plynu jsou umístěny v horní části reaktoru, je výhodou uzpůsobeno podle vynálezu pro integrovanou anaerobní a aerobní úpravu odpadní vody a prostředky pro sběr plynu jsou umístěny nad rozvaděči kapaliny a provzdušňovací prostředky jsou umístěny nad prostředky pro sběr plynu, ale pod prostředky pro oddělování biomasy a plynu.

35

Popřípadě je výše uvedené zařízení k provádění způsobu úpravy odpadní vody podle vynálezu, sestávající z nádoby integrovaného reaktoru s anaerobním tokem vzhůru skrz vrstvu kalu (typu UASB), ve které jsou rozvaděče pro přívod kapaliny umístěny v dolní části reaktoru a prostředky pro integrované usazování biomasy a sběr plynu jsou umístěny nad rozvaděči, podle vynálezu s výhodou uzpůsobeno pro integrovanou anaerobní a aerobní úpravu odpadní vody a provzdušňovací prostředky jsou umístěny nad prostředky pro sběr plynu, ale pod horní částí reaktoru a materiál výplně, který nese aerobní bakterie je umístěn v horní části reaktoru.

40

Zařízení podle obou výše uvedených alternativ je dále s výhodou podle vynálezu uzpůsobeno tak, že provzdušňovací prostředky jsou pohyblivé podél části výšky integrovaného reaktoru.

45

Způsob podle vynálezu tudíž spočívá v tom, že se používá reaktor typu UASB, do jehož dolní části se rovněž přidává kyslík, zejména v takovém množství, že se podporuje růst případné aerobní biomasy. Znamená to, že je reaktor typu UASB vybaven prvky pro provzdušňování, zejména produkujícími malé bublinky. Reaktor tohoto typu se dá použít jako nezávislá jednotka nebo v kombinaci s předchozí anaerobní úpravou. V konkrétních případech může být reaktor také střídavě provozován anaerobně a aerobně, například při sezónní činnosti se značně kolísajícím množstvím odpadních vod.

50

V důsledku principu toku vzhůru a integrálního usazování je možné akumulovat ve velkém množství biomasu, což znamená více než u způsobu s aktivovaným kalem a méně než u anaerobně provozovaného reaktoru typu USAB. Koncentrace biomasy v dolní části reaktoru je s výhodou 0,5 až 75 g/l, výhodněji 5 až 50 nebo 10 až 50 g/l. Když se způsob používá jako aerobní úprava po anaerobní úpravě, může být koncentrace biomasy nižší, tj. 0,5 až 10 g/l.

Toto dobré zadržení kalu závisí jak na intenzitě provzdušňování, tak na hydraulickém zatížení reaktoru. Nízký stupeň provzdušňování je vhodný při vysokém hydraulickém zatížení a opačně. Například pro konkrétní případ zatížení vodou $4,0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ je stupeň provzdušňování s výhodou pod $0,9 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, zatímco pro zatížení vodou ve výši $1,2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, či méně je stupeň provzdušňování pro zadržení kalu v podstatě neomezený. Naproti tomu pro stupeň provzdušňování $4,0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ bude zatížení vodou s výhodou menší než $1,3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, zatímco pro stupeň provzdušňování $0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ a méně bude zatížení vodou pro zadržení kalu v podstatě neomezené. Vztahy jsou ukázány na grafu na obr. 1. V závislosti na rozměrech reaktoru a použitém kalu se mohou příslušné číselné hodnoty lišit od zde uvedených, ale trend zůstává stejný.

Způsob se proto dá použít na ředěnou a na koncentrovanou odpadní vodu. Protože se v dolní části reaktoru používá vysoká hustota biomasy, není kyslík schopen proniknout všude, což vede k tomu, že může docházet k anaerobní mineralizaci kalu. Výsledkem je, že spotřebovaný vzduch, který odchází, může obsahovat stopy metanu, ale ne více než 10 % obj. Dalším výsledkem relativně krátké zdržení doby bublinek vzduchu nebo kyslíku je, že ne všechny kyslík je schopen se rozpustit ve vodě a unikající vzduch bude obsahovat nejméně 2 % obj., zpravidla více než 3 % obj. a až například 15 % obj. zbytkového kyslíku. Zbytek použitého plynu se skládá hlavně z oxidu uhličitého a dusík, popřípadě i metanu.

Zařízení podle vynálezu pro aerobní úpravu odpadní vody se skládá z reaktoru typu UASB a s ním spojeným příívodem vody rozváděné v dolní části reaktoru a prostředků na integrované usazování biomasy a sběr plynu (tzv. třífázová separace) v horní části reaktoru. Integrovaná separace tohoto typu obecně zahrnuje sběr plynu, ke kterému dochází pod hladinou kapaliny pomocí sběračů plynu, které se při pohledu shora rozprostírají po celém průřezu reaktoru. V zařízení podle vynálezu jsou na rozdíl od běžného reaktoru typu UASB provzdušňovací prostředky umístěny v dolní části reaktoru buď pod anebo nad rozváděcí příváděné vody nebo na stejné úrovni. Výška reaktoru se může měnit od 4 do 14 metrů, s výhodou je 4,5 až 10 metrů. V této souvislosti „v horní části“ znamená v horní části reaktoru, tj. mezi nejvyšší hladinou kapaliny (plná užitečná výška) v reaktoru a 0,75 násobkem výšky. Podobně „v dolní části“ znamená v dolní části reaktoru, tj. mezi nejnižší hladinou kapaliny a 0,25 násobkem užitečné výšky.

V případě kombinované anaerobní a aerobní úpravy je aerobní reaktor obvykle umístěn podél anaerobního reaktoru, přičemž anaerobní a aerobní reaktory jsou oddělené reaktory. V tomto případě může vzduch odvětraný z anaerobního reaktoru sloužit pro zavzdušnění aerobního reaktoru.

Anaerobní a aerobní reaktory mohou být rovněž integrovány vertikálně v jedné nádobě do integrovaného reaktoru. V takové nádobě vertikálně integrovaného reaktoru jsou provzdušňovací prostředky umístěny nad sběrem plynu anaerobní sekce. Zařízení tohoto typu pro integrovanou anaerobní a aerobní úpravu odpadní vody se skládá z integrovaného reaktoru typu USAB, ve kterém jsou rozváděče pro přívod kapaliny umístěny v dolní části reaktoru, prostředky pro sběr plynu jsou umístěny ve střední části a provzdušňovací prostředky jsou umístěny nad nimi a prostředky pro integrované usazování biomasy a sběr plynu jsou umístěny v horní části reaktoru. Sběrače plynu pro anaerobní reakci a provzdušňovací prostředky nemusí být nezbytně umístěny přesně uprostřed výšky reaktoru. Proto ve střední části znamená mezi 0,25 a 0,75 násobkem užitečné výšky reaktoru. V závislosti na typu upravované odpadní vody mohou být tyto součásti umístěny níže nebo výše. V tomto případě se může celková výška reaktoru měnit s výhodou od 6 do 25 metrů.

U konkrétního provedení zařízení podle vynálezu jsou provzdušňovací prostředky vertikálně pohyblivé podél části výšky reaktoru. Lze to provést například pomocí rámu, na kterém jsou uspořádány provzdušňovače v horní části a plynové sběrače jsou popřípadě umístěny v dolní části, přičemž tato soustava se dá mechanicky zvednout a spustit ve směru výšky reaktoru. Toto provedení umožňuje snadnou adaptaci uspořádání reaktoru podle konkrétní odpadní vody a požadovaných čistících výsledků.

V případě způsobu s integrovanou anaerobní a aerobní úpravou je možno rychlost nástřiku vody seřídít tak, aby byla bilance kalu optimální, tj. aby anaerobní kal zůstával v dolní polovině reaktoru a aerobní kal zůstával v horní polovině reaktoru. Dochází-li k značné produkci kalu v aerobní sekci, je možno nechat přebytečný kal usadit do anaerobní fáze tím, že se sníží rychlost přívodu vody tak, aby množství aerobní biomasy bylo opět konstantní. Nadbytek aerobního kalu může také časem ztěžknout a usazovat se samovolně do anaerobní fáze.

Varianta zařízení na vertikálně integrovanou anaerobní a aerobní úpravu odpadní vody, popsaná výše, zahrnuje namísto prostředků pro integrované usazování biomasy a sběr plynu v horní části reaktoru materiál výplně pro uchycení aerobních bakterií v horní části reaktoru. Materiál výplně může zahrnovat filtry nebo jiné prostředky pro znehybnění aerobních bakterií. U tohoto provedení plyn, který vzniká v aerobní fázi může být sbírán nad reaktorem nebo může být jednoduše odvzdušňován do ovzduší. Zde je důležitá účinná třífázová separace nad dolní anaerobní sekci, aby se zabránilo anaerobnímu plynu v interferenci s aerobním způsobem. Opět mohou být provzdušňovací prostředky a s výhodou také sběrače anaerobního plynu vertikálně pohyblivé.

Přehled obrázků na výkresech

Na obrázku 1 je měření vztahu mezi hydraulickým plněním (V_{voda}) a rychlostí provzdušňování (V_{plyn}). V_{voda} a V_{plyn} jsou uvedeny v m/h, tj. $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$. Vyšrafovaná plocha je oblast, kdy se kal vyplavuje.

Na obrázku 2 je zařízení na oddělenou aerobní úpravu. Reaktor 1 je reaktor typu UASB. Odpadní voda, která byla eventuálně podrobena anaerobní předběžné úpravě, se přivádí přívodem 2 odpadní vody a rozvaděči 3 odpadní vody do dolní části reaktoru tak, že se vytvoří v podstatě vertikální pístový tok. Upravená voda se vypouští přes přepad 4 v horní části reaktoru a vypouštěcím potrubím 5. Vzduch nebo kyslík se dodává potrubím 6 přívodu vzduchu nebo kyslíku vybaveným kompresorem a je dispergován do vody pomocí rozvaděčů 7 vzduchu nebo kyslíku. Sběrače plynu 8 v horní části reaktoru sbírají zbylý plyn, přičemž je nad sběrači plynu 8 dostatečně místa na usazování aerobního kalu. Sběrače plynu 8 jsou vybaveny vypouštěcími potrubími (která nejsou znázorněna) na zbývající plyn.

Na obrázku 3 je integrované zařízení na anaerobní a aerobní úpravu. S ohledem na součásti zde neprobírané je integrovaný reaktor srovnatelný s reaktorem na obrázku 2. Sběrače plynu 9 na odstraňování anaerobního plynu (hlavně metanu) jsou umístěny ve střední části integrovaného reaktoru 10. Rozvaděče vzduchu 7 jsou umístěny nad těmito sběrači plynu 9.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

Poloprovozní reaktor typu USAB tak, jak je zobrazen na obr. 2, mající objem 12 m^3 , užitečnou výšku kapaliny 4,5 m a v dolní části plochu dna $2,67 \text{ m}^2$, byl použit jako mikro-aerofilní reaktor bez anaerobní předběžné úpravy. Neupravená odpadní voda z papírny, mající CHSK asi

1500 mg/l, byla přiváděna do reaktoru s průtokem 1,5 m³/h (rychlost průtoku směrem vzhůru $V_{vzhůru}$ byla 0,56 m/h). Reaktor byl provzdušňován vzduchem s průtokem 12 m³/h ($V_{vzhůru}$ 4,5 m/h). Teplota v reaktoru byla asi 30 °C a pH bylo neutrální. Ve spotřebovaném vzduchu nebyly přítomny žádné zjištěitelné páchnoucí složky.

Po jednom týdnu adaptace byly výsledky následující:

	CHSK _{celkové}	CHSK _{filtrované}	acetát	propionát
Přítok (mg/l)	1515	1455	426	181
Odtok (mg/l)	1006	762	198	93
Účinnost (%)	33	47	53	48

Další optimalizace vedla k účinnosti v odstranění celkové CHSK na 75 % nebo více.

Příklad 2

Stejný reaktor jako v příkladu 1 byl použit jako reaktor pro dokončování aerobní úpravy. Anaerobně předtím upravená odpadní voda z papírny mající CHSK asi 600 mg/l byla dodávána do reaktoru s průtokem 4,0 m³/h (rychlost toku směrem vzhůru $V_{vzhůru}$ byla 1,5 m/h). Reaktor byl provzdušňován vzduchem s průtokem 3,5 m³/h ($V_{vzhůru}$ = 1,3 m/h). Ve spotřebovaném vzduchu nebyly přítomny žádné zjištěitelné zápachující složky.

Hodnoty CHSK před a po filtraci byly následující:

	CHSK _{celkové}	CHSK _{filtrované}
Přítok (mg/l)	621	543
Odtok (mg/l)	465	249
Účinnost (%)	25	54

Tyto hodnoty ukazují, že reaktor převádí značnou část zbytkové CHSK po anaerobní úpravě.

Průmyslová využitelnost

Způsob je možno použít v principu pro mnoho účelů, například pro odstraňování CHSK či BSK, nitrifikaci, denitrifikaci a oxidaci siřníků.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob aerobní úpravy odpadní vody v provzdušňovaném reaktoru, do kterého se v dolní části přivádí odpadní voda, která má být upravena, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se použije reaktor s anaerobním tokem vzhůru skrz vrstvu kalu a do tohoto reaktoru se do jeho dolní části dodává kyslík v množství umožňujícím růst fakultativní a aerobní biomasy.

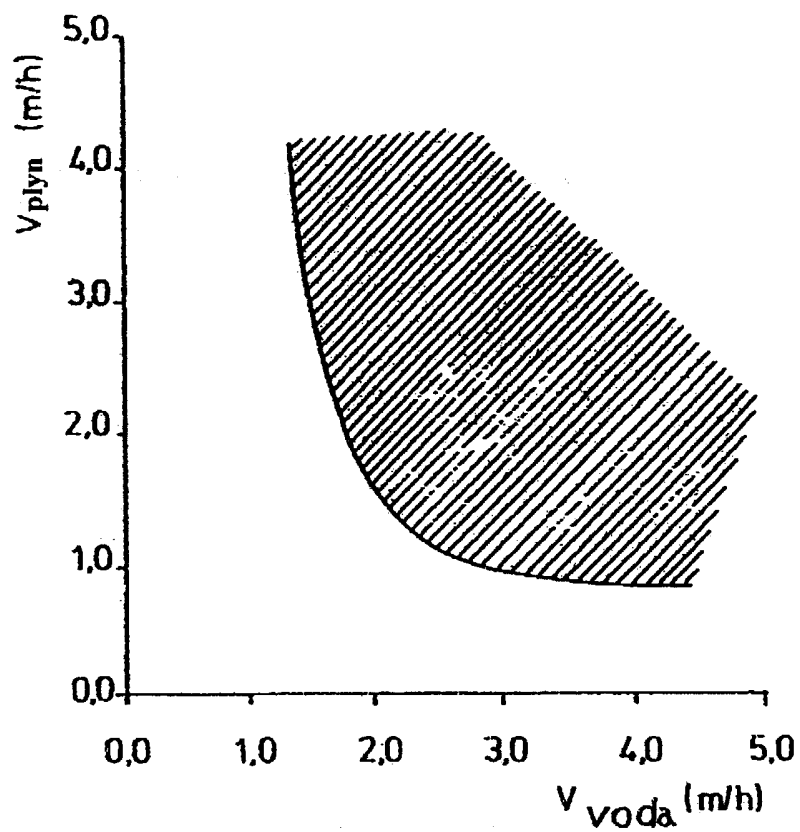
2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že množství přidaného kyslíku je takové, že plyn vystupující z reaktoru obsahuje nejméně 2 %, s výhodou nejméně 3 % obj. kyslíku.

3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se provzdušňování provádí probubláváním.

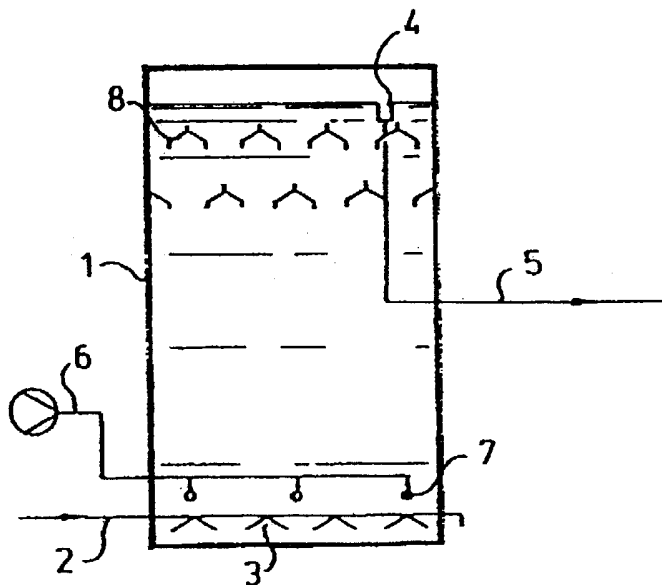
4. Způsob podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že koncentrace biomasy ve vodě je v dolní části reaktoru 5 až 50 g/litr.
5. Způsob podle některého z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že se aerobní úprava provádí v kombinaci s předchozí anaerobní úpravou.
6. Způsob podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že pro provzdušňování při aerobní úpravě se používá vzduch odvětráný z předchozí anaerobní úpravy.
7. Způsob podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že se aerobní úprava a předchozí anaerobní úprava provádí v integrovaném reaktoru.
8. Způsob podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že rychlost přívodu vody se nastaví tak, že množství aerobní biomasy zůstává přibližně konstantní.
9. Zařízení k provádění způsobu úpravy odpadní vody podle nároků 1 až 8, sestávající z nádoby reaktoru (1) s anaerobním tokem vzhůru skrz vrstvu kalu, ve které jsou rozvaděče (3) pro přívod kapaliny umístěny v dolní části reaktoru a prostředky (8) pro integrované usazování biomasy a sběr plynu jsou umístěny v horní části reaktoru, **vyznačující se tím**, že zařízení je uzpůsobeno pro aerobní úpravu odpadní vody a prostředky (7) pro provzdušňování jsou umístěny v dolní části reaktoru.
10. Zařízení k provádění způsobu úpravy odpadní vody podle nároků 1 až 8, sestávající z nádoby integrovaného reaktoru (10) s anaerobním tokem vzhůru skrz vrstvu kalu, ve které jsou rozvaděče (3) pro přívod kapaliny umístěny v dolní části reaktoru a prostředky (8) pro oddělování biomasy a sběr plynu jsou umístěny v horní části reaktoru, **vyznačující se tím**, že zařízení je uzpůsobeno pro integrovanou anaerobní a aerobní úpravu odpadní vody a prostředky (9) pro sběr plynu jsou umístěny nad rozvaděči (3) kapaliny a provzdušňovací prostředky (7) jsou umístěny nad prostředky (9) pro sběr plynu, ale pod prostředky (8) pro oddělování biomasy a plynu.
11. Zařízení k provádění způsobu úpravy odpadní vody podle nároků 1 až 8, sestávající z nádoby integrovaného reaktoru (10) s anaerobním tokem vzhůru skrz vrstvu kalu, ve které jsou rozvaděče (3) pro přívod kapaliny umístěny v dolní části reaktoru a prostředky (8) pro integrované usazování biomasy a sběr plynu jsou umístěny nad rozvaděči (3), **vyznačující se tím**, že zařízení je uzpůsobeno pro integrovanou anaerobní a aerobní úpravu odpadní vody a provzdušňovací prostředky (7) jsou umístěny nad prostředky (9) pro sběr plynu, ale pod horní částí reaktoru a materiál výplně, který nese aerobní bakterie, je umístěn v horní části reaktoru.
12. Zařízení podle nároku 10 nebo 11, **vyznačující se tím**, že provzdušňovací prostředky (7) jsou pohyblivé podél části výšky integrovaného reaktoru (10).

2 výkresy

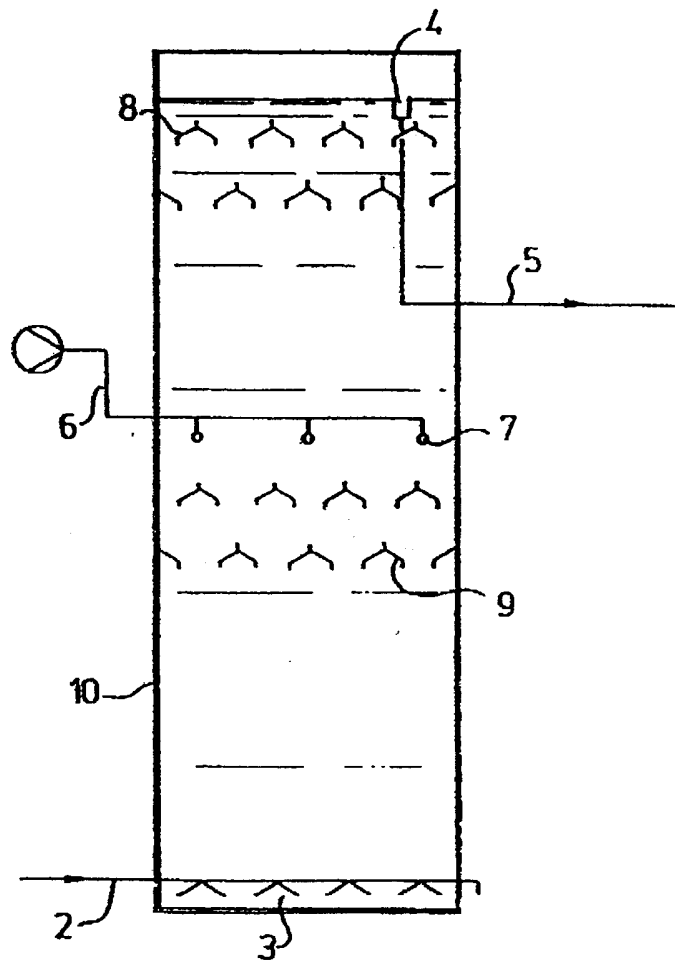
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Konec dokumentu
