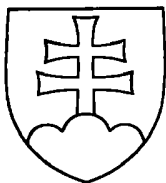


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ZVEREJNENÁ PRIHLÁŠKA
VYNÁLEZU

- (22) Dátum podania: 21.06.96
(31) Číslo prioritnej prihlášky: PN 3711, PN 6207
(32) Dátum priority: 22.06.95, 26.10.95
(33) Krajina priority: AU, AU
(40) Dátum zverejnenia: 08.07.98
(86) Číslo PCT: PCT/AU96/00379, 21.06.96

(21) Číslo dokumentu:

1756-97

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl.⁶ :

C 02F 3/12,
C 02F 3/20,
C 02F 3/30

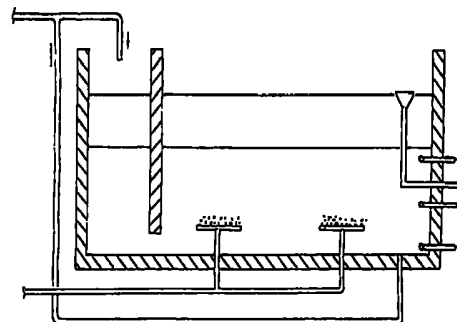
(71) Prihlasovateľ: BISASCO PTY.LIMITED, Hamilton South, AU;

(72) Pôvodca vynálezu: Goronszy Mervyn Charles, Lake Forest, CA, US;

(54) Názov prihlášky vynálezu: **Spôsob spracovania odpadového materiálu**

(57) Anotácia:

Spôsob spracovania odpadového materiálu, ktorý zahŕňa odstraňovanie zvolených zložiek z odpadu a zariadenie na uskutočňovanie tohto spôsobu, ktoré obsahuje reaktor alebo rad reaktorov vzájomne prepojených spoločnou kvapalinou na príjem odpadu, ktorý má byť spracovaný, vo forme prítoku. Prítok je tvorený biomasou, obsahujúcou odpad a mikroorganizmy, ktorá je spracovaná vďaka riadenej biologickej aktivite mikroorganizmov, pričom na riadenie aktivity mikroorganizmov sa použije monitorovanie miery spotreby kyslíka alebo miery potenciálnej spotreby kyslíka biomasou, ktoré určí požadované množstvo kyslíka, ktoré má byť dodané do biomasy a ktoré určí čas prevzdušnenia biomasy potrebný na to, aby bola udržaná dopredu stanovená miera spotreby kyslíka potrebná na to, aby boli vytvorené podmienky, pri ktorých bude prebiehať účinné odstraňovanie zvolených zložiek z odpadu. Výhodnými zvolenými zložkami, ktoré je potrebné odstrániť z odpadu, sú dusikaté materiály, uhľikaté materiály a/alebo materiály obsahujúce biologický fosfor alebo ich deriváty.



Spôsob spracovania odpadného materiálu

Oblasť techniky

Vynález sa všeobecne týka zlepšenia spôsobu ošetrovania odpadnej vody a predovšetkým metodológie ošetrovania odpadnej vody využívajúcej mikroorganizmy a prostriedky na kontrolu metabolickej aktivity týchto mikroorganizmov v aktivovanom kalovom reaktore s variabilným objemom, ktorý je pretržite prevzdušňovaný a dekantovaný. Vynález sa týka predovšetkým spôsobov kontroly metabolickej aktivity dispergovaných rastúcich mikroorganizmov, ktoré by priniesli uspokojivé výsledky pokiaľ ide o odstránenie uhlíka a uhlíkatého materiálu (merané COD, BOD a TOC), odstránenie dusíka (merané TKN, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$) a odstránenie fosforu (merané PO_4) z odpadnej vody reguláciou dodávky kyslíka, v závislosti od nameranej spotreby kyslíka biomasou obsiahnutou v nádrži reaktora a zariadenia na uskutočňovanie týchto spôsobov. Vynález nachádza uplatnenie predovšetkým pri spracovaní odpadných vôd vznikajúcich v domácnostiach, odpadných vôd vznikajúcich v priemysle alebo zmesí obidvoch týchto typov. Vynález sa zameriava predovšetkým na maximalizáciu odstraňovania biologicky degradovateľných materiálov obsiahnutých vo vode pomocou mikroorganizmov, pričom táto maximalizácia sa realizuje optimalizáciou metabolickej aktivity mikroorganizmov, ktoré sa použijú v jedнокrokovom kalovom reakčnom spôsobe.

Doterajší stav techniky

Je nutné si uvedomiť, že v celkovom biologickom spoločenstve, ktoré je potrebné udržať v reaktore, by mali existovať aspoň štyri hlavné druhy alebo rodiny mikroorganizmov. Týmito mikroorganizmami sú mikroorganizmy, ktoré zvyčajne vyvolávajú selektívne odstránenie zlúčenín uhľovodanového typu, mikroorganizmy, ktoré zvyčajne oxidujú dusíkové zlúčeniny na dusičnanový dusík, mikroorganizmy, ktoré zvyčajne denitrifikujú dusičnan na plynný dusík a mikroorganizmy, ktoré sa zvyčajne

zúčastňujú obohacovania biologického fosforu a celkovej hydrolyzy degradovateľných prchavých pevných látok, z ktorých takto vzniká rozpustný, degradovateľný substrát. Spoločenstvo tvoriace biomasu môže obsahovať až 20 000 druhov mikroorganizmov.

Aj keď bude vynález popísaný s dôrazom na spracovanie priemyselnej odpadnej vody a odpadnej vody z domácností a na metodológiu týchto spracovaní, je zrejmé, že sa neobmedzuje len na tieto aplikácie a je možné ho využiť pri spracúvaní ľubovoľného typu biologicky degradovateľnej odpadnej vody a ľubovoľného typu odpadu obsahujúceho vodu alebo odpadu obsahujúceho špecifický druh nečistôt alebo tu popísaných kontaminujúcich látok.

Konvenčne aktivované kalové spracovanie vyžaduje detailné informácie o kalovej aktivite, na ktorých základe je možné riadiť spracovanie tak, aby sa dosiahli požadované výsledky. Potrebné informácie poskytnú v danom obore známe analýzy, zvyčajne analýza BOD (celková), COD (celková), BOD (rozpustný), COD (rozpustný), TKN, ORG-N, NO₂-N, ortofosforečnanu, celkového fosforečnanu, pH a alkalinity ako prítoku, tak aj odtoku. Merania, uskutočňované priamo v nádrži reaktora, zahŕňujú meranie koncentrácie rozpusteného kyslíka, koncentrácie zmesi pevných látok suspendovaných v kvapaline, koncentrácie zmesi prchavých látok suspendovaných v kvapaline, objemu usadeného kalu, degradovateľnej frakcie biomasy (pomocou aeróbného trávenia biomasy počas 28 dní). Pre automatickú kontrolu a riadenia jediného aktivovaného kalového reaktora s variabilným objemom, ktoré by viedlo k dosiahnutiu vysokej úrovne odstránenia uhlíka, dusíka a fosforu bez zvyšovania objemu kalov, sa použijú jednoduché parametre, akými sú potenciálna spotreba kyslíka (POUR) a okamžitá spotreba kyslíka.

Vynález sa týka základného aktivovaného kalového reaktora na spracovanie odpadnej vody, ktorý je konfigurovaný pre dokonalé zmiešavanie. Napriek tomu, že výhodná realizácia používa vsádzkový spôsob využívajúci pretržité prevzudšňovaný a

dekantovaný reaktor s variabilným objemom, je možné popísať technológiu takisto aplikovať na spôsob využívajúci nepretržité prevzdušňovaný reaktor s konštantným objemom, určený pre dokonalé zmiešavanie. Kľúčovými slovami sú vsádzkovo plnený, prerušovane prevzdušňovaný, dokonale zmiešavajúci a nádrž reaktora. V rámci vynálezu je možné rad aktivovaných kalových reaktorov prepojených pomocou potrubí alebo iných prostriedkov, prípadne doplnených prostriedkami na prerušenie prúdenia medzi jednotlivými reaktormi. Posledný reaktor v každom rade reaktorov je označený ako hlavný reaktor, z ktorého odteká biologicky ošetrovaný odtok. V danom obore je známe, že reaktor môže mať formu kalovej so zošikmenými stenami, pričom týmito stenami sú pórovité, cementom stabilizované steny alebo cementové zádržné steny, alebo formu konvenčnej nádoby so spevnenými cementovými stenami alebo formu štruktúrnej oceľovej nádoby. Aj keď môžu byť výhodné rôzne tvary a rozmerové pomery nádrží, je dôležité povedať, že spôsobom podľa vynálezu môže pracovať nádoba s ľubovoľným geometrickým tvarom (štvorcová, obdĺžniková alebo kruhová).

Odborníkom v danom obore je známe, že aby bola dosiahnutá uspokojivá biologická nitrifikácia a denitrifikácia a aby sa zvýšilo množstvo biologicky odstraňovaného fosforu, je nutné dodržať mnohé reakčné podmienky. Predovšetkým nitrifikačná reakcia vyžaduje príslušnú dodávku anorganického uhlíka. Odstránenie fosforu biologickými prostriedkami vyžaduje selektívne reakčné podmienky, ktoré sú nevyhnutné pre život mikroorganizmu. Medzi tieto požiadavky patrí substrát obsahujúci prchavé mastné kyseliny, častejšie označovaný ako ľahko degradovateľný rozpustný substrát. Okrem toho vyžaduje reakčné podmienky, ktoré predstavuje cyklicky sa meniace, tzv. oxické, a anaeróbne prostredie. V prípade použitia týchto výrazov je potrebné podmienky ešte ďalej podrobnejšie definovať, napríklad stupňom anaerobicity, ktorá spúšťa určité biologické reakcie. Neprítomnosť kyslíka a dusitanu-dusičnanu nie je v súčasnej terminológii dostatočná definícia pre popis anaeróbného prostredia, pri ktorom bude prebiehať biologické odstraňovanie fosforu. Ďalšie anaeróbne reakčné podmienky vyžadujú v prípade,

že sa aplikujú na fázové aktivované kalové spracovanie, presnejšiu definíciu, pričom oxické, anoxické a anaeróbne reakčné podmienky je možné realizovať na jedinej kalovej kultúre relatívne jednoduchou manipuláciou s náplňou a sekvencovaním prevzdušnenia. Selektívne tlaky sú dosiahnuté vystavením kultúry tlakom spôsobeným vysokým obsahom acetátového substrátu pri sekvencovaných anaeróbných, anoxických a oxických reakčných podmienkach. Neprítomnosť dusičnanu a hodnota koncentrácie rozpusteného kyslíka nie sú dostatočné pre definovanie anaeróbných podmienok, ktoré spôsobia, že príslušné druhy mikroorganizmov uvoľnia svoj obsah polyfosforu. V súčasnosti je bežné popisovať vhodné reakčné podmienky pomocou oxidačno-redukčného potenciálu surovej kvapaliny (hodnota EMF označuje štandardné elektródové meranie použitím referenčnej elektródy tvorenej vodíkom alebo chloridom strieborným). Táto hodnota musí byť, aby sa zaistil stupeň definovateľnej anaerobicity, ktorá zaistí fosfát uvoľňujúci mechanizmus, silne záporná (-150 mV, vodíková referenčná elektróda). Ukázalo sa, že pokles hodnoty oxidačno-redukčného potenciálu smerom od kladných (oxidačných) podmienok k negatívnym (redukčným) podmienkam je priamo úmerný metabolickej aktivite biomasy pri spúšťacom oxidačno-redukčnom potenciáli. Rovnaká metabolická aktivita je funkciou množstva reziduálnych intracelulárnych zásobných zlúčenín udržiavaných v kultúre. Biomasa, majúca vysokú hodnotu spotreby kyslíka v oxidačnom prostredí, dosiahne rýchlejšie zápornejšie hodnoty oxidačno-redukčného potenciálu v prípade, ak sa oxidačná reakčná zložka (kyslík) odstráni. Biomasa, majúca nižšiu hodnotu spotreby kyslíka, bude teda znižovať svoj oxidačno-redukčný potenciál pomalšie. Biologické uvoľňovanie fosforu bude prebiehať pri hodnote, ktorá je približne o 250 mV kladnejšia ako hodnoty, ktoré zodpovedajú redukcii síranu na sulfid. Pri použití ďalších konvenčných spracovaní pri konštantnom objeme je nevyhnutné takisto definovať hydraulický retenčný čas ako prostriedok zaisťujúci vhodné reakčné podmienky. Na základe výskumu pokusov a omylov bolo zistené rozmedzie parametrov týkajúcich sa uvedeného spôsobu, pričom na špecifikáciu reakčných podmienok, ktoré zaistia spoľahlivé

a kontinuálne požadované prevádzkové výsledky, sa použila hodnota okamžitej spotreby kyslíka v biomase obsiahnutej v jedinom kalovom reaktore. Aplikácia týchto kontrolných parametrov na prevádzku výhodnej realizácie poskytne spôsob, ktorý bude lacnejší ako všeobecne prijaté konvenčné metódy a ktorý bude oveľa jednoduchší, pokiaľ ide o riadenie a realizáciu tohoto spôsobu. Základný parameter sa týka celkovej úrovne aktivity biomasy, ktorú je možné odvodiť na základe merania okamžitej spotreby kyslíka (OUR) a potenciálnej spotreby kyslíka (POUR) touto biomasou. Prevádzková kontrola, používajúca tieto parametre, umožní použiť nastavené hodnoty, ktoré umožnia spoľahlivo odstrániť nečistoty a živiny a súčasne produkovať biomasu, ktorá má vynikajúcu separačnú vlastnosť, pokiaľ ide o separáciu pevných látok a kvapaliny.

Cieľom vynálezu je teda poskytnutie spôsobu spracovania odpadov, ktorý bude riešiť aspoň jeden z problémov súčasne používaných metód a zariadení a ktorý by presnejšie monitoroval prevádzkové podmienky a parametre súvisiace s účinnosťou biomasy, napríklad spotrebu kyslíka vrátane potenciálnej spotreby kyslíka.

Podstata vynálezu

Predmetom vynálezu je poskytnutie spôsobu spracovania odpadu využívajúceho kontrolovanú metabolickú aktivitu mikroorganizmov biomasy s obsahom odpadu na odstraňovanie zvolených zložiek odpadu pred likvidáciou spracovaného odpadu, pričom tento spôsob je charakteristický tým, že zahŕňa monitorovanie aspoň jednej hodnoty spotreby kyslíka biomasou na ktorého základe sa určí množstvo kyslíka, ktoré je potrebné dodať do biomasy a monitorovanie doby, počas ktorej je biomasa okysličovaná, ktorého cieľom je zachovať dopredu stanovenú mieru spotreby kyslíka, ktorá umožňuje odstránenie zvolených zložiek.

Vynález sa týka dimenzovania aktivovaného kalového reaktora (reaktorov), spôsobu jeho prevádzky a automatickej optimalizácie množstva kyslíka dodávaného do reaktora (reaktorov), konkrétne

optimalizácie veľkosti dávky a doby aplikácie na základe sledovania metabolickej aktivity biomasy v hlavnom reaktore. Táto metabolická aktivita je sledovaná vo forme okamžitej spotreby kyslíka biomasou v hlavnom reaktore ku koncu alebo na konci prevzdušňovacej sekvencie. Po prerušení dodávky vzduchu do hlavného reaktora zostane obsah reaktora ešte aspoň 10 minút v pohybe, pričom prirodzený miešací pohyb sa spolu s časom postupne ušľahuje. Hodnoty koncentrácie rozpusteného kyslíka sa sledujú a monitorujú v intervaloch 10 alebo 20 sekúnd. S cieľom zostavenia krivky, ktorá by najpresnejšie vyjadrovala začiatočný pokles koncentrácie rozpusteného kyslíka a teda nominálnej hodnoty okamžitej spotreby kyslíka, sa odčíta a matematicky spracúva minimálne 10 hodnôt. Tieto dáta, ktoré sa vynášajú do grafu v závislosti od cyklického objemu, volumetrického zaťaženia, sa týkajú merania miery aktivity a maximálnej koncentrácie rozpusteného kyslíka, monitorovaných počas cyklu. Takisto sa zaznamenáva rýchlostný profil ventilátora a koncentrácia rozpusteného kyslíka. Vynález sa týka údržby biomasy (zmesovej kultúry mikroorganizmov) majúcej voliteľnú biologickú účinnosť, ktorá sa meria na základe jej spotreby kyslíka, frakcie prchavých suspendovaných pevných látok a frakcie degradovateľných prchavých suspendovaných pevných látok, ktoré budú definované neskôr, pomocou optimalizácie prívodu kyslíka. Receptor na meranie rozpusteného kyslíka meria mieru spotreby kyslíka biomasou *in situ* a nameraná hodnota sa použije na kontrolu a reguláciu prívodu kyslíka z čerpadla alebo kompresora určeného pre vŕhaný vzduch do reaktora. Pri výhodnej realizácii reakčné podmienky v hlavnom reaktore tvoria rôzne sledy odvzdušnenia a prevzdušnenia. Prevzdušňovacia sekvencia bude zvyčajne kontinuálna a bude prebiehať v dobe, kedy sa do nádrže (nádrží) privádza nespracovaná odpadná voda. Potom sa prevzdušňovanie ukončí a dôjde k usadeniu biomasy v hlavnom reaktore a k následnému odstráneniu čírej supernatantovej kvapaliny z hlavného reaktora. Hneď ako sa ukončí odstraňovanie odtoku, opäť sa do reaktora začne zavádzať vzduch a nespracovaná odpadná voda a celý cyklus sa opakuje. Tento cyklus môže zvyčajne trvať 4 hodiny, pričom prevzdušňovanie trvá zvyčajne 2 hodiny. Avšak je možné použiť aj

ďalšie časové kombinácie. Počas cyklu sa uskutočnia dve merania. Prvé meranie stanovuje pokles koncentrácie rozpusteného kyslíka počas začiatkových minút po ukončení prevzdušňovania. Je možné odčítať aj ďalšie medzihodnoty súvisiace s množinou prevzdušňovacej sekventácie. Druhá hodnota sa meria v okamihu, kedy sa opäť spustí prívod vzduchu, pri ktorom priteká do reaktora alebo časti reaktora maximálny prúd kyslíka a dopredu nastavený čas (to je premenná, ktorá sa nastavuje pre každé zariadenie a to nie príliš často pomocou kalibračnej metódy).

Zmena koncentrácie rozpusteného kyslíka $\frac{dO_2}{dt}$ rastie a klesá a spôsob, ktorým sa biomasa usadzuje $\frac{d(MLSS)}{dt}$, sú premenné, v ktorých O_2 označuje koncentráciu rozpusteného kyslíka a (MLSS) označuje jednoduchú koncentráciu aktivovaného kalu. Obidve tieto premenné sa menia v závislosti od času, hneď ako sa zastaví zavádzanie vzduchu do nádrže. Podobne sa tieto parametre menia v závislosti od času počas začiatkovej periódy prevzdušňovania. Pri výhodnej realizácii vynálezu je hlavný reaktor systému vybavený rozptylovými mriežkami a prívodným potrubím, ktoré poskytujú viac ako jednu reakčnú zónu v ktorej dochádza v dôsledku zavádzania vzduchu k účinnému premiešavaniu. Minimálne jedna časť hlavného reaktora bude na začiatku prevzdušňovacej sekvencie prevzdušňovaná. Biomasa z tejto zmiešavacej zóny, prevzdušňovanej na začiatku prevzdušňovacej sekvencie, sa použije na stanovenie miery zmeny koncentrácie kyslíka (prírastku kyslíka) na začiatku prevzdušňovacej sekvencie. Pri výhodnej realizácii vynálezu je možné časovo zvoliť jednotlivé mriežkové zóny na prevzdušnenie. Pri tých realizáciách, ktoré majú jedinú mriežkovú zostavu, sa rovnaké výsledky dosahujú prevzdušňovaním celého objemu hlavného reaktora.

Časť vynálezu spočíva v meraní miery spotreby kyslíka vnútri nádrže, ktorého úlohou je stanoviť množstvo kyslíka, ktoré je potrebné dodať do biomasy a dobu trvania periódy prevzdušňovania, potrebnej na udržanie nastavenej spotreby kyslíka, ktorá zase určuje reakčné podmienky pre spracovanie odpadnej vody usádzkovou jednokrokovou technológiou využívajúcou jediný kalový reaktor. Avšak meranie a kontrola sú len jednou časťou vynálezu.

Spracovanie v nádrži reaktora, ktoré je popísané ako výhodná realizácia, úzko súvisí s týmto meraním. Odborníkom v danom obore je známe, že príliš dlhé prevzdušňovanie hlavného reaktora v postupných sekvenciách rýchlo povedie k strate metabolickej aktivity biomasy obsiahnutej v tomto reaktore a následnej neschopnosti tejto biomasy správne denitrifikovať a odstraňovať fosfor. Dlhodobé prevzdušňovanie biomasy takisto povedie k redukcii vločkovej agregácie a teda k nežiadúcemu zvýšeniu koncentrácie pevných látok suspendovaných v odtoku. Kontinuálna prevádzka prestarnutého kalu bude mať podobný dopad. Meranie miery spotreby kyslíka biomasou sa použije na vymedzenie rozsahu prevádzkového veku kalu.

Stručný popis obrázkov

Vynález bude teraz podrobnejšie popísaný pomocou príkladov a v ňom obsiahnutých odkazov na sprievodné výkresy, na ktorých:

obr. 1 schematicky znázorňuje jednu formu reaktora podľa vynálezu, kde je jediný reaktor rozdelený na dve oddelenia;

obr. 2 schematicky predstavuje ďalšiu formu reaktora podľa vynálezu, majúcu jednu nádrž s hlavným reaktorom a samostatnými pomocnými reaktormi;

obr. 3 schematicky znázorňuje vločkovacie anoxicko-denitrifikačný model použitý v rámci vynálezu;

obr. 4 znázorňuje graf závislosti spotreby kyslíka od pomeru koncentrácie ľahko degradovateľného rozpustného substrátu a koncentrácie účinných mikroorganizmov;

obr. 5 schematicky znázorňuje graf zobrazujúci oxické, anoxické a anaeróbne reakčné podmienky vyjadrené ako nameraný oxidačno-redukčný potenciál objemovej fázy; a

obr. 6 (A) až 6(g) schematicky znázorňujú alternatívne formy

reaktora, majúce rôzne usporiadania prívodných otvorov a výpustných otvorov vrátane viacbodového prítoku a odtoku.

Aj keď je zrejmé, že reakčná realizácia môže mať mnohé formy, bude teraz pre ciele vysvetlenia vynálezu použitá jednoduchá realizácia.

Obr. 1 schematicky znázorňuje jednu z foriem jednoduchého nádržového reaktora podľa vynálezu. Reaktor na obr. 1 je znázornený v reze, priečka, čiže deliaca stena 2, rozdeľuje takisto nádrž reaktora vymedzenú stenami 1 aspoň na dve reakčné zóny 3 a 4. Tieto reakčné zóny vzájomne prepája spoločná tekutina, pričom toto prepojenie je realizované pomocou trubíc alebo pomocou čiastočne otvorenej plochy, vytvorenej zavedením deliacej priečky. Prostriedok na rozptýlenie vzduchu pre reaktívnu oxidačnú zložku, výhodne mriežka membránových difuzérov 5, prijíma prúd stlačeného vzduchu z mechanického motora 6. Prostriedok na prepravu obsahu zóny 4 hlavného reaktora využíva regulačné prepravné čerpadlo na uvedenie tohoto obsahu do kontaktu s prívodným prúdom odpadu, privádzaným potrubím 11 a na dopravu tejto zmesi do reakčnej zóny 3. Spodná hladina vody je označená vzťahovou značkou 8 a horná hladina vzťahovou značkou 7. Zatiaľ čo dochádza k prúdeniu v potrubí 10 a 11, to znamená zatiaľ čo stúpa hladina vody z úrovne spodnej hladiny 8 na úroveň hornej hladiny 7, prebieha pri tejto realizácii prevzdušňovanie. Hneď ako je táto sekvencia ukončená, zastaví sa prevzdušňovanie, čím sa ukončí miešanie a preprava kyslíka a dôjde k usadeniu miešaných pevných látok a k vzniku supernatantovej čistej kvapaliny nad vrstvou usadených pevných látok. Vo vhodnom okamihu sa aktivuje dekantér a dôjde k odstráneniu volumetrickej hĺbky tekutiny, ležiacej medzi hladinami 8 a 7. Pri tejto realizácii môže byť prítok 11 kontinuálny alebo prerušovaný, pričom odtok je vďaka prevádzke dekantéru 9 nutne diskontinuálny. Receptor 12 na stanovenie koncentrácie rozpusteného kyslíka je umiestený buď vnútri zóny 4 hlavného reaktora alebo vnútri potrubia 14, vedúceho biomasu z hlavného reaktora do prítoku 11. Zariadenie 13, ktoré je možné použiť na monitorovanie koncentrácie biomasy v

nádrži (zmes pevných látok suspendovaných v kvapaline) je možné použiť pri výhodnej realizácii. Na automatické kalové čistenie odpadov je možné takisto použiť vnútorný detektor 15 kalového mraku. Dvojpodlažné difúzne mriežkové zostavy 16 a 17 sú tvorené viac ako dvoma spádovými trubicami vybavenými ventilmi. Je zrejmé, že nádrž hlavného reaktora môže byť vybavená viac ako dvoma spádovými trubicami vybavenými ventilmi v závislosti od celkového obsahu nádrže reaktora a dosahu prostriedkov, určených pre difúzne miešanie a prepravu kyslíka. Pri jednotlivých realizáciách reaktora sa použije buď selektívne prevzdušňovanie určitých oblastí alebo prevzdušňovanie celej oblasti.

Realizácia reaktora (reaktorov) podľa vynálezu znázornená na obr. 2 má podobné súčasti ako reaktor znázornený na obr. 1, pričom pre identifikáciu podobných znakov reaktora sú použité rovnaké vzťahové značky.

Vynález sa týka metodológie spracovania odpadných vôd a prostriedkov na riadenie celkovej metabolickej aktivity dispergovaných rastových mikroorganizmov vnútri jedinej kalovej hmoty, ktorá je potrebná pre dosiahnutie požadovaných výsledkov pri súbežnom odstraňovaní uhľíkatých zlúčenín (meranie COD, BOD a TOC), dusíka (meranie TKN, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ a $\text{NO}_3\text{-N}$) a fosforu (meranie PO_4) z odpadnej vody počas vymedzeného časového úseku opakujúcich sa cyklických spracovateľských operácií. Vynález sa týka prostriedkov na meranie spotreby kyslíka v nádrži a na reguláciu prívodu kyslíka, ktoré sú potrebné na udržanie stanoveného režimu reakčných podmienok, umožňujúcich odstránenie uhlíka a/alebo dusíka a/alebo účinnejšie odstránenie biologického fosforu pomocou jedнокrokového kalového spracovania používajúceho jedinú nádrž. Tieto reakčné podmienky závisia od nastavenej hodnoty spotreby kyslíka, ktorá určuje životnosť mikrobiálnej populácie pri nastavenom prevádzkovom veku kalu a sú stanovené na základe usadzovania tohoto kalu. Odpadnou vodou môže byť v podstate odpadná voda z domácnosti alebo priemyslová odpadná voda alebo zmes obidvoch týchto typov odpadných vôd.

Odpadná voda vznikajúca v domácnostiach je odpadná voda, ktorá obsahuje predovšetkým ľudský odpad (fekálie, moč), odpadnú vodu vznikajúcu pri kúpaní, praní a príprave jedla. Priemyslová odpadná voda je predovšetkým odpadná voda, ktorá vzniká pri výrobe produktov a predovšetkým odpadná voda, ktorá je biologicky degradovateľná. Technológie, používajúce na čistenie odpadných vôd reakcie dispergovaného rastového mikrobiologického materiálu, sú v literatúre dobre popísané; pozri napríklad:

- * Quirk T., Eckenfelder W. W. a Goronszy M. C., "Activated Sludge; State-of-the-Art". Critical Reviews in Environmental Control, CRC Press zv. 15, 2. vydanie, 1985.
- * Eckenfelder W. Wesley, Jr. "Industrial Wastewater Treatment" McGraw Hill, 1991.
- * Eckenfelder W. Wesley, Jr. "Industrial Wastewater Treatment" McGraw Hill, 1991.
- * Eckenfelder W. Wesley, Jr. "Principles of Water Quality Management" C.B.I. Publishing Company, Inc., 1980.

Vyššie uvedené dokumenty popisujú frakčné zložky odpadnej vody a uvádzajú, že relatívne frakcie týchto zložiek v priemyslových odpadných vodách a v odpadných vodách z domácností môžu byť odlišné. Je potrebné zobrať do úvahy, že tieto frakcie existujú a ich relatívne hodnoty môžu mať dopad na metodológiu použitia vynálezu a prevádzkovú konfiguráciu spôsobu podľa vynálezu.

Je nutné zobrať do úvahy, že odpadné vody zvyčajne obsahujú rozpustné a nerozpustné zložky, ktoré zahŕňujú ľahko degradovateľné rozpustné biologické látky; degradovateľné rozpustné organické látky, ktorých degradácia neprebíha tak rýchlo; nedegradovateľné rozpustné organické látky; ľahko hydrolyzovateľný a degradovateľný časticový substrát; pomaly degradovateľný časticový substrát a nedegradovateľný časticový

substrát. Tieto substráty, ich relatívne koncentrácie a ich relatívne koncentrácie v závislosti od ďalších zložiek, napríklad od TKN, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, celkového fosforu a ortofosforu, môžu mať veľký vplyv na množstvo a generovanie určitých dispergovateľných druhov rastových mikroorganizmov.

* Goronszy M. C. a Eckenfelder W. W., "The rate of the degradation of primary solids in activated sludge plants" Proceedings Water Pollution Control Federation Conference, Toronto, Canada, október 1991.

Metodológia spracovania odpadných vôd metódou aktivovaného kalu, to znamená dispergovaným rastom mikroorganizmov, zvyčajne zahŕňa vytvorenie oxického, anoxického a anaeróbného reakčného prostredia a mechanizmy určené pre znižovanie koncentrácie organických zlúčenín (merané pomocou BOD, COD a TOC), dusíka a fosforu, vďaka ktorým dochádza k prenosu energie, vrátane elektrónových akceptorov, (pozri obr. 5).

Tieto režimy spracovania je možné zvyčajne popísať použitím koncentrácie rozpusteného kyslíka, dusitanového a dusičnanového dusíka, síranu a fosforečnanu a pri použití hodnoty oxidačno-redukčného potenciálu (ORP), vzťahnutého na štandardnú dusíkovú elektródu. Kladné hodnoty ORP zvyčajne označujú oxidačné podmienky, zatiaľ čo záporné hodnoty ORP zvyčajne označujú redukčné podmienky. Aj keď nie je definovaný vzťah medzi ORP a koncentraciou rozpusteného kyslíka, spôsobí prívod kyslíka, ako chemický zdroj kyslíka, posunutie hodnoty oxidačno-redukčného potenciálu ku kladnejším hodnotám. Teplota môže ovplyvniť relatívnu hodnotu ORP a relatívnu hustotu mikroorganizmov. Predovšetkým odstránenie uhľíkatých zlúčenín a TKN zlúčenín vyžaduje aeróbnne podmienky; odstránenie $\text{NO}_3\text{-N}$ vyžaduje anoxické až anaeróbnne podmienky; odstránenie fosforu vyžaduje cyklické vystavenie biomasy alebo špecifických frakcií biomasy v prevzdušňovanej nádrži oxickým, anoxickým a anaeróbnym podmienkam; pre dosiahnutie reakčných podmienok (ORP sa pohybuje približne v rozmedzí od 50 mV do -150 mV, vzťahnuté na vodíkovú

referenčnú elektródu), ktoré umožnia všetkým spracovateľským reakciám aby prebehli. Pochopenie jednotlivých mechanizmov je dôležité pre dané spracovateľské výsledky, ale nie pre popis výhodnej realizácie vynálezu.

Stačí len uviesť, že tu použité režimy využívajú súbor technických dát, ktoré sú nevyhnutné pre odstránenie už popísaných zložiek v jedinej kalovej nádrži. Ako typická odpadná voda v domácnosti sa použili odvážené 24 hodinové vzorky, v ktorých bolo namerané až 1 000 mg/l COD, až 80 mg/l TKN a až 15 mg/l fosforu.

TABUĽKA I

Koncentrácia zvolených zložiek v územných odpadných vodách

Zložka	Koncentrácia (mg/l), vzťahnuté na hodnotu znečistenia odpadnej vody		
	Silné	Stredné	Slabé
(a) BOD	400	220	110
(b) COD	1 000	500	250
(c) SS	350	220	100
(d) Dusík			
Celkovo	85	40	20
Organický	35	15	8
V čpavku	50	25	12
V dusitane	0	0	0
V dusičnane	0	0	0
(e) Fosfor			
Celkovo	15	8	4
Organický	5	3	1
Anorganický	10	5	3
(f) Alkalinita (ako CaCO ₃)	150	100	50

Relatívne množstvá uhlíka, dusíka a fosforu uvedené v

tabuľke I sa značne líšia od množstva, ktoré vyžaduje normálny biologický rast. Túto disproporciu odrážajú proporcionálne množstvá uhlíka a dusíka, stanovené empirickou analýzou bunkového materiálu $-C_5H_7NO_2-$ a skutočnosť, že bunky obsahujú približne 1 až 2 hm. % fosforu. To znamená, že pri krátkej dodávke odpadu sa do systému dostane podstatne vyššie množstvo uhlíka v porovnaní s množstvom dusíka a fosforu (pozri tabuľka 2), čo je nepriaznivé pre usadzovanie odpadu. Navyše približne 50 % organického uhlíka je pri týchto podmienkach pri biologickom spracovaní zoxidovaných na CO_2 .

Dusík a fosfor, ak sú obsiahnuté v prebytku oproti biologickým požiadavkám, zvyčajne zostanú v biologicky spracovanom odpade. Forma, v ktorej sa tieto živiny nachádzajú v danom odpade, sa môže podstatne líšiť od formy, v ktorej sa nachádzali v nespracovanom prítokovom prúde.

Dusík je v surovej odpadnej vode prítomný predovšetkým ako organický dusík a čpavok, čo je výsledok hydrolýzy močoviny a tá predstavuje hlavnú zložku moču. Pri biologickom spracovaní sa časť dusíka zabuduje do novej bunky a tento dusík je odstránený ako biologický kal, zatiaľ čo väčšina zvyšného dusíka môže mať formu čpavku, alebo, v závislosti od prevádzkových podmienok, formu dusičnanu a v menšom rozsahu dusitanu. Časť organického dusíka je takisto obsiahnutá v odtoku.

TABUĽKA II

Nerovnováha živín v stredne znečistenej
územnej odpadnej vode

Zložka	Relatívny pomer živín		
	Uhlík (mg/l)	Dusík (mg/l)	Fosfor (mg/l)
Typická biomasa ($C_5H_7NO_2$, & P = N/5)	60	14	2,8
Odpadná voda	BODS = 220 BOD _{ult} = 323 c = 120	NH ₄ -N = 25 Org.-N = 15 Celkový N = 40	10
Spotreba pri bunkovom raste (čistý výťažok = 0,5) g uhlíka v bunke/g uhlíka v odpade	60	14	2,8
Zvyšková koncentrácia v odtoku (mg/l)	-	26	7,2
Celkové odstránenie (96)	100 %	35 %	28 %

Fosfor je prítomný v surovej, nespracovanej odpadnej vode v dvoch hlavných formách, organickej a anorganickej. V nespracovaných odpadných vodách sa v skutočnosti nachádza mnoho foriem fosforových zlúčenín a to buď v roztoku alebo v suspenzii. Anorganické rozpustené formy tvoria predovšetkým ortofosforečnany a kondenzované fosforečnany, zatiaľ čo rozpustené organické formy predstavujú organické ortofosforečnany.

Jeden zo špecifických mechanizmov sa zameriava na vytvorenie reakčných podmienok, ktoré maximalizujú začiatočnú rýchlosť odstraňovania a skladovania ľahko degradovateľnej rozpustnej frakcie prítokového prúdu odpadnej vody, zavádzanej do spracovateľského zariadenia. Spracovateľské zariadenie je tu popísané ako prostriedok pre príjem odpadnej vody, ako prostriedok na uvedenie prítokového prúdu odpadnej vody do kontaktu s priemyslovo aktivovanými mikroorganizmami, ako prostriedok na udržanie odpadnej vody v kontakte s degradačnými

mikroorganizmami a ako prostriedok na separovanie spracovanej vody od degradačných mikroorganizmov. Prevádzkový rozsah sa týka generovania alebo prítomnosti dostatočnej koncentrácie účinných mikroorganizmov (X_0) potrebnej pre rýchly priebeh enzymatických reakcií, pri ktorých dochádza k prenosu ľahko degradovateľného rozpustného substrátu (S_0) z prítokového prúdu odpadnej vody, ktorý sa dostane do bezprostredného kontaktu s uvedenými mikroorganizmami, do bakteriálnej kultúry a ktorý je potom sprevádzaný generovaním PHB, glykogénu a/alebo ďalších medziproduktov (zásobných zlúčenín) v bunkovej štruktúre reakčných mikroorganizmov a potom generovaním glykokalyxu (koagulačnej polysacharidovej zlúčeniny). Prenos substrátu z kvapalnej fázy do pevnej fázy vyžaduje dodávku energie. Pri merateľných oxických reakčných podmienkach sa rýchlo zvyšuje dopyt po rozpustenom kyslíku. Rovnovážnu koncentráciu kyslíka je možné ľahko merať zavedením určitého množstva rozpusteného kyslíka do biomasy, pričom spotreba sa meria ako koncentrácia rozpusteného kyslíka v závislosti od času. S rastom relatívnej hodnoty pomeru $S_0:X_0$ rastie maximálna spotreba kyslíka, až do dosiahnutia maximálnej alebo konštantnej hodnoty. To je prvý reakčný rozsah, ktorý takisto špecifikuje množstvo odstráneného, ľahko degradovateľného, rozpustného substrátu a rýchlosť odstraňovania tohoto substrátu. Rýchlosť spotreby kyslíka takisto zodpovedá rýchlosti odstraňovania substrátu rozpusteného v kvapalnej fáze, čo umožňuje formulovať vzájomnú energetickú závislosť.

Meranie degradácie odpadnej vody pri použití rovnovážnej koncentrácie kyslíka predpokladá, že všetky reakcie konzumujúce kyslík zahrnujú rozpustný substrát podbiologické rastové reakcie.

V dispergovanej rastovej kultúre na jednej strane vznikajú nové mikroorganizmy a na druhej strane sa žijúce bunky strácajú v dôsledku endogénneho metabolizmu, lýzy a preddatovania. Čistá aktívna frakcia biokultúry je závislá od obmedzenia frakcie nedegradovateľných zložiek, veku kalu (MCRT) a straty životnosti buniek. Zníženie dostupnosti potravy (začiatkové plnenie) alebo

dlhodobé prevzdušňovanie kultúry majúcej obmedzenú dostupnosť potravy bude spôsobovať stratu mikrobiálnej životnosti.

Presun rozpusteného kyslíka do kvapalnej fázy pri plnení požiadavky zmesi odpadnej vody a biokultúry na dodanie kyslíka je veľmi náročný a zložitý. Medzi najdôležitejšie faktory, ktoré je nutné zobrať do úvahy, patrí chémia vody, špecifická geometria a mechanizmus prepravného zariadenia, geometria nádrže (šírka, dĺžka a hĺbka vody), prívod energie na jednotku objemu zavodnenej nádrže, celková koncentrácia rozpustených pevných látok, zvyšková koncentrácia rozpusteného kyslíka, teplota, povrchové napätie, stredný priemer vzduchových bublín, retenčná doba vzduchových bublín v kvapalnom médiu, dopyt obsahu nádrže po kyslíku, prietok vzduchu jedným zariadením na prenos kyslíka, pomer plochy zariadenia privádzajúceho kyslíka k celkovej ploche dna nádrže, koncentrácia biokultúry, vek kalu, aktívne frakcie biokultúry, stredná veľkosť častíc biokultúry a objem rozpusteného kyslíka odstráneného pomocou biomasy (ďalej označovaný ako BIORATE).

Kyslík a jeho spotreba pri všetkých prebiehajúcich reakciách vrátane adsorpcie a absorpcie živín, ich metabolizmu na biologické pevné látky a následného rozpadu biomasy, sú veľmi dôležité. Poskytnutie kyslíka v príslušnom množstve je teda kľúčovým prvkom pre použitie technológie, ktorá spracúva odpad pomocou mikroorganizmov v cyklicky vytváranom aeróbnom a anaeróbnom prostredí tak, že účinne odstraňuje živiny oxidačnými a redukčnými prostriedkami, účinne akumuluje biologické pevné látky a účinne odstraňuje fosforečnany biologickými prostriedkami. Množstvo dodávaného kyslíka, jeho zvyšková koncentrácia a množstvo rozpusteného kyslíka odstráneného biomasou (BIORATE) závisiace od distribúcie S_0/X_0 všeobecne určujú účinné rastové faktory pre rôzne skupiny mikroorganizmov, všeobecne popísaných ako prevažne s vložkujúcou alebo prevažne s vláknitou formou. Nadmerný rast vláknitých foriem je v rozpore s cieľmi ošetrovania, pretože spôsobuje prerušenie prevádzkového časového rozvrhu pre separáciu pevných látok a kvapaliny. Preto je dôležité, aby boli pre biologicky rast použité prevažne

vločkujúce mikroorganizmy. Spojenie výhodnej realizácie spôsobu a riadiaceho prostriedku, pracujúceho na báze účinného nastavenie spotreby kyslíka, sa snaží riešiť tento problém, spočívajúci v nadmernom raste mikroorganizmov.

Odstraňovanie živín jednotlivými mechanizmami adsorpcie, biosorpcie, oxidácie a asimilácie, spojené s maximálnym rozpadom biologických pevných látok, vyžaduje rôzne kyslíkové frakcie. Užitočné využitie kyslíka je priamo závislé od pomerných množstiev živín, odstraňovaných jednotlivými mechanizmami.

BIORATE je funkciou stavu biomasy a povahy rozpusteného substrátu, ktorý sa nachádza v kontakte s touto biomasou. Kalový systém je možné pripraviť tak, aby vykazoval maximálnu a minimálnu hodnotu BIORATE so závislosťou od doby prevzdušňovania a začiatočného pomeru S_0/X_0 . Aktívna frakcia biomasy ovplyvňuje rozsah BIORATE, ktorý táto biomasa vykazuje. Údaje odobrané z päťradového reakčného systému s konštantným objemom a dokonalým zmiešavaním demonštrujú typické hodnoty a zmeny, ku ktorým dochádza.

TABUĽKA III

Biorate a súvisiace parametre

mg	S_0/X_0 mg ⁻¹	MCRT d	Biorate I mg O ₂ gvsshod ⁻¹
	4,0	1	147
	1,0	2	90
	0,5	3	66
	0,25	8	56
	0,21	15	43
	0,21	40	35

Tieto hodnoty boli získané pri použití 70 minútovej reziduálnej doby prvého reaktora a 420 minútovej reziduálnej doby celkového reaktorového systému.

TABUĽKA IV

So/Xo vs Biorate ($\text{mg O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ VSS hod}^{-1}$)

So/Xo	0,056	0,062	0,113	0,182	0,197	0,388	0,437	1,00	4,0
Biorate	35,2	33,1	43,1	57,9	56,3	74,4	70,4	90,0	147

Okamžitú spotrebu kyslíka je možné zvyčajne merať metódou využívajúcou stolnú váhu, pri ktorej sa meria koncentrácia rozpusteného kyslíka, odčerpaného zoxidovanou vzorkou aktivovaného kalu izolovaného z prevádzkového reaktora v závislosti od času, čo je jednoduchý vsádzkový test, ktorý vyžaduje odobranie vzorky aktivovaného kalu z reakčnej nádoby, prevzdušnenie a umiestenie do zmiešavacieho reaktora, do ktorého sa umiesti snímač, merajúci rozpustený kyslík a kam je znemožnený prítok kyslíka. Hodnoty koncentrácia rozpusteného kyslíka, v závislosti od času, sa odoberú hneď ako snímač na meranie rozpusteného kyslíka zaznamená, že dochádza k odčerpávaniu kyslíka.

Respiračná kontrola, ktorá sa v súčasnosti uskutočňuje u aktivovaného kalového spracovania, je zložitá a nepriama. Respiračné hodnoty sa merajú pomocou meracieho prístroja, ktorý je zvyčajne tvorený uzatvorenou zmiešavacou respiračnou komorou, cez ktorú prechádza aktivovaný kal, kontinuálne čerpaný z reakčného prevzdušňovacieho tanku. Koncentrácia rozpusteného kyslíka sa meria periodicky pomocou kyslíkového snímača na vstupe, rovnako ako aj na výstupe, respiračnej komory, čo sa dá, okrem iného, dosiahnuť striedaním smeru prúdenia pomocou ventilového systému. Meranie obsahu kyslíka na vstupe a výstupe respiračnej komory je spojené s problémom merania, ktorý spočíva v tom, že obsah kyslíka vnútri respiračnej komory sa podstatne odlišuje od obsahu kyslíka na vstupe a výstupe tejto komory, takže sú získané chybné merania.

Cieľom tohoto vynálezu je poskytnutie závodu na spracovanie odpadných vôd (čističky) a spôsobu spracovania odpadných vôd, pri ktorom sa metabolická aktivita biomasy udržiava na úrovni zaisťujúcej biologické odstránenie maximálneho množstva živín oxidačnými a redukčnými prostriedkami, pričom udržanie tejto úrovne sa realizuje sledovaním zmien koncentrácie kyslíka na konci prevzdušňovacej sekvencie pomocou snímača, ktorý poskytne informácie o množstve rozpusteného kyslíka, odstráneného pomocou biomasy (BIORATE) v hlavnej reakčnej nádrži.

Závod na spracovanie odpadných vôd (čistička) podľa vynálezu obsahuje hlavný reaktor, ktorý je schopný udržať odpadnú vodu v kontakte s biologicky účinnými degradačnými mikroorganizmami; prostriedok na príjem odpadnej vody v reaktore; prostriedok na prepravu kyslíka, pričom vzduch je zavádzaný do hlavného reaktora; riadiaci prostriedok na riadenie uvedených sledov operácií a nevyhnutné vybavenie; prostriedok na detekciu kyslíka, detegujúci relatívne zmeny koncentrácie rozpusteného kyslíka prítomného v hlavnom reaktore; a riadiaci prostriedok na riadenia množstva kyslíka zavádzaného do hlavného reaktora tak, aby aktivita mikroorganizmov nebola neobmedzená množstvom kyslíka prítomným v hlavnom reaktore, pričom detekcia kyslíka sa uskutočňuje v hlavnom reaktore. Meranie biomasy spôsobom podľa vynálezu sa uskutočňuje v zariadení na spracovanie odpadných vôd, využívajúcom pre toto spracovanie dispergovaných rastových biologických kultúr, ktoré obsahuje kombináciu nižšie uvedených prostriedkov:

prostriedok na udržanie maximálneho potenciálneho Biorate vo vstupnej neprevzdušňovanej reakčnej zóne pre kultúru, ktorý zmiešava prítokovú odpadnú vodu s biomasou odčerpávanou z konečnej reakčnej zóny hlavného reaktora; prostriedok na zavádzanie rozpusteného kyslíka do špecifikovanej reakčnej zóny (zón) hlavného reaktora, ktorý pracuje v dopredu zvolenom dosahu a s dopredu naprogramovaným sledom prevzdušňovaní; prostriedok na prerušenie prítoku odpadnej vody do vstupnej reakčnej zóny; prostriedok na odstránenie frakcie supernatantovej čírej

spracovanej odpadnej vody, pričom toto odstránenie sa uskutočňuje po usadení pevných látok počas neprevzdušňovania; prostriedok na detegovanie a meranie polohy rozhrania biologického kalu; prostriedok prepájajúci hodnoty, získané pre rozhranie s programom pre biologické spracovanie odpadov, s detekciou polohy biologického kalu; prostriedok na automatické nastavenie časovej postupnosti automaticky prebiehajúcich operácií; prostriedok na riadenie hlavného reaktora ako dokonale zmiešavacej jednotky s premenným objemom; prostriedok na meranie BIORATE v konečnej reakčnej zóne hlavného reaktora pomocou snímača na meranie koncentrácie rozpusteného kyslíka správne umiesteného v tejto nádrži; prostriedok na meranie zmeny koncentrácie rozpusteného kyslíka a na realizáciu porovnania s okamžitou respiračnou hodnotou s cieľom riadenia množstva rozpusteného kyslíka, zavádzaného do spracovateľského systému; prostriedok na vytvorenie maximálnej hodnoty pomeru potenciálnej spotreby kyslíka (spotreba určená zmiešavaním prítokového prúdu odpadnej vody a biomasy privádzanej z hlavného reaktora) k spotrebe kyslíka v hlavnom reaktore; prostriedok na automatické nastavenie doby trvania prevzdušňovacej sekvencie, ktorá je meraná a vypočítaná pomocou okamžitej respiračnej hodnoty; prostriedok na optimalizovanie využitia prevzdušňovacej energie alebo sily pre nitrifikáciu a denitrifikáciu; prostriedok na riadenie systému pomocou riadenej hodnoty BIORATE, ktoré povedie k maximálnemu biologickému odstráneniu fosforu; prostriedok na riadenie prevádzky, pri ktorom výstupná prevzdušňovacia zóna hlavného reaktora pracuje pri okamžitej respiračnej hodnote, zodpovedajúcej kludovému stavu (upravené pre aktívnu frakciu biomasy); prostriedok, využívajúci hodnotu poklesu koncentrácie rozpusteného kyslíka, ku ktorému dôjde v dôsledku prerušenia prúdenia vzduchu do nádrže a algoritmy ustálenia koncentrácie biomasy s cieľom získania parametrov BIORATE; prostriedok na odstraňovanie supernatantovej kvapaliny, umiestený približne 20 cm pod povrchom kvapaliny, pracujúci konštantnou rýchlosťou a odstraňujúci kvapalinu až do okamihu, kedy jej hĺbka vo výhodnej realizácii vynálezu, ktorej hĺbka je 5 až 6 metrov, dosiahne približne 2 metre.

Zariadenie na spracovanie odpadnej vody môže byť tvorené jedným alebo niekoľkými reaktormi a minimálne jedným hlavným reaktorom. Pri výhodnej realizácii je zariadenie na spracovanie odpadných vôd tvorené aspoň dvoma reaktormi v prostriedku, umožňujúcemu komunikáciu tekutiny. Jedna realizácia zariadenia je tvorená niekoľkými reaktormi, vzájomne prepojenými tokom tekutiny, pričom jednotlivé zložky, akými sú napríklad dusík, fosfor, uhlík a pod., sa spoločne odstraňujú v rôznych reaktoroch. Pri ďalšej realizácii sa obsah kyslíka v reaktoroch podstatne líši.

Veľmi výhodná realizácia zariadenia na spracovanie odpadných vôd obsahuje aspoň dva reaktory, pričom prvý reaktor predstavuje množinu zón, zvyčajne neprevzdušňovaných, v ktorých dochádza k absorpcii a biologickému uvoľneniu fosforu; a druhý reaktor, ktorý pracuje pri cyklicky sa striedajúcich oxických, anoxických a anaeróbných podmienkach a v ktorom dochádza k mikrobiálnemu rozpadu uhľíkatých zlúčenín a TKN zlúčenín v odpadnej vode a mikrobiálnemu odstráneniu $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ a fosforu z odpadných vôd, pričom obidva reaktory sú prepojené prúdom tekutiny.

Ďalšia realizácia zariadenia na spracovanie odpadu obsahuje hlavný reaktor a prevádzkové podmienky vnútri tohoto reaktora sa nastavujú tak, aby dochádzalo k cyklickému striedaniu už definovaných aeróbných, anoxických a anaeróbných podmienok.

Prostriedky na detekciu kyslíka môžu byť ľubovoľné prostriedky na detegovanie rozpusteného kyslíka. Tento detekčný prostriedok výhodne deteguje rozpustený kyslík. Oxidačným detekčným prostriedkom je výhodnejšie elektronický kyslíkový snímač, ktorý je schopný namerať hodnoty zmeny koncentrácie rozpusteného kyslíka predstavujúce 4 až 20 mA základného kontrolného signálu pomocou počítača a ďalšie programovateľné logické riadiace jednotky generujúce výstupné signály, ktoré umožňujú interaktívne riadenie hodnoty vzduchu zavádzaného do reaktora na základe nastaveného koncentračného profilu.

Výhodnejšie sa koncentrácia kyslíka sleduje ako výsledok prevzdušňovania zmesi odpadnej vody a mikrobiálneho kalu v hlavnom reaktore.

Koncentrácia kyslíka sa zvyčajne nastavuje počas spracovania vody. Koncentrácia kyslíka v zmesi odpadnej vody a mikroorganizmov sa nastavuje výhodne počas prevzdušňovania. Koncentrácia prítomného kyslíka sa riadi zvyčajne nastavením trvania prevzdušňovacej sekvencie a/alebo nastavením prítoku vzduchu počas tejto prevzdušňovacej sekvencie. Prúd vzduchu je možné regulovať pomocou mechanizmu riadenia rýchlosti na generátore dodávajúcom vzduch alebo v prúde vzduchu pomocou takých kontrolných mechanizmov, akými je napríklad vhodný regulačný ventil alebo ďalšie prostriedky, špecifické pre zariadenie privádzajúce kyslík. Riadenie prúdu vzduchu niektorým z prostriedkov má za následok riadenie množstva rozpusteného kyslíka dopravovaného do hlavného reaktora.

Kyslíkový snímač je výhodne umiestený vnútri hlavného reaktora. Kyslíkový snímač je umiestený konkrétne vnútri zmesi odpadnej vody a biologických organizmov. Kyslíkový snímač je výhodnejšie umiestený približne 30 cm od ľubovoľného povrchu podlahy hlavného reaktora. Alternatívne je možné snímač umiestiť do trubice, ktorou je biomasa odčerpávaná z hlavného reaktora. Pri výhodnejšej realizácii vynálezu kyslíkový snímač vypočíta okamžitú spotrebu kyslíka v nádrži na základe súčtu endogénnej alebo bázickej spotreby kyslíka a spotreby kyslíka pri oxidácii ľahko biologicky degradovateľných substrátov, napríklad substrátov majúcich uhlíkovú a dusíkovú formu v závislosti od mikroorganizmov, ktoré sú prítomné a veku prevádzkového, kalu použitého v systéme, ak sa dajú do súvislosti s nadmorskou výškou a teplotou.

Experimentálne práce ukázali, že existuje vzťah medzi pomerom potenciálnej spotreby kyslíka a schopnosťou usaditeľnosti kalu, pri predpoklade, že koncentrácia rozpusteného kyslíka nie je obmedzujúca. Ďalší vzťah existuje medzi hodnotou okamžitej

spotreby kyslíka a hodnotou poklesu oxidačno-redukčného potenciálu. Hodnota okamžitej spotreby kyslíka presahujúca hodnotu endogénnej spotreby kyslíka je takisto závislá od množstva zásobného, ľahko degradovateľného substrátu zostávajúceho v biomase a schopnosti tejto biomasy zúčastňovať sa kvantitatívneho zvýšenie fosforu, odstraňovaného pomocou mikroorganizmov. Vynález takisto poskytuje prostriedok na udržanie množstva privádzaného kyslíka (prevzdušňovaním) na hodnote, ktorá približne zodpovedá dopytu biomasy po kyslíku, čím spôsobí, že aeróbne degradačné mechanizmy budú prebiehať pri optimálnom využití energie generovanej prívodom kyslíka. Predmetom vynálezu je takisto poskytnutie automatických prostriedkov na nastavenie dĺžky prevzdušňovacej sekvencie, množstva mikroorganizmov, ktoré majú byť prítomné v hlavnom reaktore a požadovaného koncentračného profilu rozpusteného kyslíka na základe výslednej spotreby kyslíka, nameranej na konci prevzdušňovacej sekvencie a hodnoty POUR/OUR pomeru.

Takže cieľom vynálezu je dosiahnutie v praxi v podstate úplného súbežných prebiehajúcich nitrifikácií a denitrifikácií a kvantitatívneho zlepšenia mechanizmov odstraňovania fosforu pomocou mikroorganizmov, ktoré sú odborníkom v danom obore dobre známe.

Jedna realizácia na spracovanie odpadu podľa vynálezu obsahuje jeden alebo viac reaktorov, pričom prvý reaktor je spojený s prívodným potrubím, v ktorom je odpadná voda zmiešavaná s mikroorganizmami obsiahnutými v kvapaline privádzanej z posledného reaktora.

Výhonu realizáciu reaktora podľa vynálezu predstavuje vsádzkový reaktor, ktorý v podstate pracuje počas prevzdušňovacej sekvencie, kedy je do reaktora zavádzaná zmes pritekajúcej odpadnej vody z domácnosti a zmesové kvapaliny obsahujúce pevné látky z tohoto vsádzkového reaktora, ako dokonale miešací reaktor, aj keď s variabilným objemom.

Ešte výhodnejšie je, ak sa zmes odpadnej vody a mikroorganizmov zavádza počas celého prevzdušňovania. Táto zmes je potom podrobená neprevzdušňovaciemu cyklu, počas ktorého dôjde k separácii vrstvy tvorenej pevnými látkami a hornej supernatantovej vrstvy. Sled prevádzkových podmienok a operácií sa ukončí odstránením frakcie hornej supernatantovej vrstvy z hlavného reaktora pomocou dekantačných prostriedkov. Celý cyklus sa potom opakuje.

Riadenie a meranie respiračnej kapacity biomasy priamo v hlavnom reaktore je možné uskutočňovať použitím dokonalej zmiešavacej prevzdušňovacej a odvzdušňovacej operácie, ktorá sa uskutočňuje pri výhodných spôsoboch spracovania odpadu pri použití aktivovaného kalu, uloženého reaktore s premenlivým objemom. Takisto je možné kontrolovať vývoj spracovania v prevzdušňovacej reakčnej sekvencii prerušením prúdu vzduchu a následným meraním poklesu koncentrácie rozpusteného kyslíka.

Súčasná spriahnutá respirometria, ktorá sa zvyčajne používa pri meraní koncentrácie rozpusteného kyslíka na výstupe respirometrickej komory oddelenej od hlavného aktivovaného kalového reaktora, ktorý má rovnakú hodnotu koncentrácie rozpusteného kyslíka ako respiračná komora, pričom táto hodnota by mala byť obmedzujúca. Ak je to nevyhnutné, mal by byť aktivovaný kal pred vstupom do respiračnej komory prevzdušnený. Respiračná hodnota sa zvyčajne meria pri prietoku cez respiračnú komoru každú minútu, pričom začiatočnou hodnotou pre meranie je rovnovážna hmotnostná koncentrácia kyslíka. Okamžitá respiračná hodnota je definovaná ako spotreba kyslíka v hlavnom prevzdušňovacom tanku. Aby sa namerala táto hodnota, aktivovaný kal z hlavného prevzdušňovacieho reaktora sa kontinuálne čerpá do spriahnutej separovanej respiračnej komory, ktorej okamžitá respiračná hodnota zodpovedá okamžitej respiračnej hodnote v nádrži hlavného reaktora obsahujúcej aktivovaný kal, pri predpoklade, že obsah kalu v respiračnej komore zodpovedá obsahu v prevzdušňovacom tanku. Zhodnosť obsahu kalov sa udržiava pomocou prítokového prúdu, ktorý je kontinuálne zavádzaný v

určítom pomere do kalu, prúdiaceho do respiračnej komory.

$$Q_{sam} = Q_{in} V_{res}/V_{at}$$

Q_{sam} = prítok privádzaný do respiračnej komory

Q_{in} = prítok

V_{res} = objem respiračnej komory

V_{at} = objem prevzdušňovacieho tanku

Vo všetkých prípadoch sa spriahnutá respirácia meria v zmenšenej verzii organického obsahu hlavného prevzdušneného reaktora aktivovaného kalového zariadenia. Počet respiračných hodnôt je teda identický, pričom endogénna respiračná hodnota je zvyčajne definovaná ako spotreba kyslíka aktivovaným kalom, ktorý bol hodinu a pol prevzdušňovaný bez plnenia. Maximálna respiračná hodnota je definovaná ako spotreba kyslíka aktivovaného kalu obsahujúceho prebytok rozpusteného substrátu (ľahko biologicky degradovateľná hmota). Táto hodnota sa nameria, ak sa do kalu prúdiaceho do respiračnej komory kontinuálne zavádza nadbytočné množstvo prívodného prúdu. Okamžitá respiračná hodnota je definovaná ako spotreba kyslíka aktivovaným kalom prúdiacim priamo z dokonale premiešaného prevzdušneného tanku cez respiračnú komoru. Táto hodnota je zvyčajne nižšia ako okamžitá respiračná hodnota v prevzdušňovacom tanku. Absolútna hodnota okamžitej respirácie závisí od doby merania v respiračnej komore. Maximálna respiračná hodnota biomasy sa takisto zhoduje s jej potenciálnou kyslíkovou spotrebou.

Realizácia vynálezu využíva pre riadenie prevádzky aktuálnu respiračnú hodnotu, nameranú vnútri prevzdušňovacieho reaktora (hlavného reaktora) a nie hodnotu nameranú vo vloženej ("inline") samostatnej detekčnej jednotke, ako je zvykom v súčasnej praxi.

Okamžitá respiračná hodnota pri výhodnej realizácii vynálezu predstavuje súčet endogénnej respirácie a spotreby pre oxidáciu ľahko biologicky degradovateľného substrátu, ako pokiaľ ide o uhlíkovú, tak aj dusíkovú formu, pričom dusíková forma substrátu sa vyskytuje len v prípade selektívneho rastu nitrifikačnej

biomasy. Pri maximálnej respiračnej hodnote dôjde k preťaženiu aktivovaného kalu, čo povedie k neúplnému odstráneniu ľahko biologicky degradovateľného substrátu. To znamená, že kritická respiračná hodnota leží medzi maximálnou a základnou respiračnou hodnotou a pri tejto hodnote sú splnené požiadavky na kvalitu odtokov a odstránenie ľahko biologicky degradovateľného substrátu je takisto dostačujúce. Nikdy by nemalo dôjsť k obmedzeniu oxidačnej kapacity. Je nevyhnutné, aby kinetické procesy, ktoré využívajú rozpustený kyslík boli ukončené počas doby, ktorá je poskytnutá pre ukončenie týchto reakcií. V prípade nitrifikačných mechanizmov musí byť dopyt po kyslíku uspokojený množstvom kyslíka dodaným v čase vymedzenom na základe respiračných meraní. Najprv je potrebné stanoviť pomocou manuálnych prostriedkov obsah kalu okamžitej respiračnej hodnoty a koncentráciu rozpusteného kyslíka. Je výhodné, ak okamžitá respiračná hodnota vždy zodpovedá kritickej okamžitej respiračnej hodnote alebo sa k nej približuje. V tomto prípade nikdy nedôjde k preťaženiu aktivovaného kalu, ktorý pracuje pri maximálnej prijateľnej hodnote. Celkové množstvo aktivovaného kalu, udržiavaného v systéme je teda optimálne a metabolická aktivita biomasy môže byť udržiavaná na prijateľných hodnotách, ktoré sú takisto priaznivé pre reakcie, odstraňujúce ďalšie živiny. Manipuláciou s koncentráciou biomasy, dobou prevzdušňovania a hodnotou dodávaného kyslíka je možné dosiahnuť ideálne konštantné respiračné hodnoty.

V danom obore je známych mnoho spôsobov riadenia systémov na spracovanie odpadných vôd využívajúcich rast dispergovaných mikroorganizmov. Tieto systémy zvyčajne zahŕňujú jeden alebo niekoľko prepojených reaktorov, pričom aspoň jeden z nich, ktorým prúdi zmes odpadnej vody a mikroorganizmov, je pri konštantnom pomere kontinuálne prevzdušňovaný. Posledná nádrž tohoto systému je "statická" neprevzdušňovaná nádrž, v ktorej dochádza k separácii pevných látok a kvapaliny, pričom číry, prietokový supernatant predstavuje spracovaný (vyčistený) odtok a spodný prúd pevných látok je smerovaný do odpadu a reakčných nádob. Takisto dochádza k rôznym recyklačným prúdeniam. Napriek tomu, že

je na popis vynálezu použitá práve táto konfigurácia, nie je pre aplikáciu vynálezu nijako obmedzujúca. Výhodná realizácia vynálezu používa objem vsádzkového reaktora, ktorý počas prevzdušňovacej sekvencie pracuje v podstate ako dokonale zmiešavací reaktor aj keď s variabilným objemom a počas tejto doby je do reaktora zavádzaný kombinovaný prúd pritekajúcej odpadnej vody a prúd zmiešanej prevádzkovej kvapaliny, obsahujúci pevné častice odčerpávané z tohoto reaktora.

Výhodná realizácia tohoto vynálezu je špecifická generovaním priaznivých reakčných podmienok a nie špecifickým počtom reaktorov a počtom zón objemov reaktorov, ktorými uvedené reakčné zložky prechádzajú. Objemová frakcia, popísaná ako vsádzkový reaktor, je počas špecifického prevzdušňovacieho cyklu podrobená dokonale zmiešavaciemu prevzdušneniu. Nasleduje špecifická sekvencia, pri ktorej neprebíha prevzdušňovanie a počas ktorej dôjde k separácii vrstvy pevných látok a hornej supernatantovej vrstvy, pričom relatívne hĺbky sú závislé od histórie kontaktu prúdov prívodného prúdu odpadnej vody a koncentrácie prúdu pevných látok v zmiešanom prúde kvapaliny a pevných látok, čerpanom z hlavného dokonale zmiešavaného objemu reaktora do prítokového prúdu odpadnej vody s cieľom zmiešavania. Táto realizácia prevádzky vyžaduje prostriedok na odstránenie špecifickej frakcie supernatantovej hornej vrstvy počas pokračujúcej neprevzdušňovacej sekvencie. Hneď ako sa táto operácia skončí, bude pokračovať prevzdušňovacia sekvencia s ďalším zmiešavaním už popísaných reakčných zložiek.

Tento spôsob riadenia technológie spracovania odpadu, využívajúci vsádzkový reaktor, sa najľahšie uskutočňuje vo viac ako jednonádržovom module. Cykly prevzdušňovacích operácií je možné ľahko nastaviť po dvoch hodinách a ich násobkoch. Realizáciu vynálezu je možné ľahko vysvetliť ako dvojnádržovú operáciu, napriek tomu, že sa vynález neobmedzuje len na nádržové moduly. Odborníci v danom obore sú schopní extrapolovať dvojnádržovú operáciu použitú v tejto diskusii.

Aj keď protiprúdové reakčné objemy majú tiež podstatný vplyv na účinnosť spracovateľskej technológie, je základnou požiadavkou, aby hlavná objemová frakcia objemu vsádzkového reaktora, tvoriaca viac ako ako 50 %, bola podrobená komplexným miešacím reakčným podmienkam, vytvoreným pri použití špecifického zariadenia umožňujúceho uskutočňovať kombinované prevzdušňovanie a miešanie.

Aj keď je výhodné, ak sa na prevzdušňovanie použije systém rozptýleného prevzdušňovania, neobmedzuje to nevyhnutne aplikáciu vynálezu. V príkladnej realizácii vynálezu budú popísané dve zostavy. Obidve konfigurácie vyžadujú použitie snímača na sledovanie rozpusteného kyslíka majúce prijateľnú dobu odpovede pre meranie hodnoty zmeny koncentrácie rozpusteného kyslíka (dO_2/dt).

Predchádzajúca diskusia vysvetlila dôležitosť dopytu a dodávky rozpustného kyslíka v závislosti od obsahu substrátu, doby aplikácie kyslíka a životaschopnej frakcie biomasy.

Prvá konfigurácia vyžaduje použitie vhodného snímača pre sledovanie koncentrácie rozpusteného kyslíka doplneného elektronikou nevyhnutnou pre meranie hodnoty zmeny koncentrácie rozpusteného kyslíka, ktorá sa spracuje pomocou špecifického počítača alebo ďalšej logickej jednotky, ktorá bude zasa generovať výstupné signály ako riadiace signály pre riadenie množstva vzduchu zavádzaného do dokonale premiešavaného reaktora (a/alebo ďalších objemov reaktora prepojených pomocou tekutiny) počas prevzdušňovacej sekvencie. Interaktívne riadenie používa na reguláciu koncentrácie vzduchu mechanizmus riadiaci rýchlosť prúdenia, alebo vhodný regulačný ventil ako prostriedok na obmedzenie prúdu vzduchu. Regulácia prúdu vzduchu obidvoma prostriedkami má za následok reguláciu hmotnosti rozpusteného kyslíka, preneseného do dokonale premiešavaného vsádzkového reaktora.

Prvá výhodná realizácia vynálezu vyžaduje minimálne jednu

reakčnú nádobu, výhodne pracujúcu ako vsádzkový reaktor, ktorý pracuje ako aktivovaná kalová reakčná nádrž s variabilným objemom. Počas procesu plnenia a prevzdušňovania, v ktorom sa použije viac ako jedno oddelenie nádoby, budú tieto oddelenia vzájomne prepojené pomocou tekutiny.

Dôležitým znakom vynálezu je spôsob a prostriedky, pomocou ktorých sa odpadná voda, ktorá má byť spracovaná, zavedie do reakčného prostriedku. Takisto dôležitý je začiatočný hmotnostný pomer aktivovaných kalových pevných látok, ktorý je získaný uvedením týchto kalových pevných látok do kontaktu s prítokovým odpadným prúdom. Ďalším dôležitým parametrom je doba vzájomného pôsobenia medzi týmito prúdmi a prostriedok, ktoré umožňujú nepretržitý priebeh premiešavania a miešanie uvedených dvoch prúdov. Jedným zo spôsobov používaných pre tieto ciele, sú buď elektricky pracujúce vrtule s fixovaným alebo pohyblivým povrchom, ktoré usmernia pohyb prúdu a premiešavajú pevné látky a kvapalnú fázu. Tento prostriedok je možné použiť v rámci vynálezu. Výhodná realizácia vynálezu obsahuje nešpecificky inštalované vybavenie označeného typu. Miešanie v tomto vynáleze je spôsobené prevažne prevádzkou prevzdušňovacieho prostriedku, ktorý je potrebný pre aeróbne degradačné procesy a anoxické degradačné rozklady alebo navrhnutím kombinovaných prúdových podmienok zavedením potrubí, kanálikov smerových priehradiek.

Ukázalo sa, že prostriedky na zavádzanie aktivovaných kalových pevných látok a odpadnej vody v dopredu určenom pomere, čas, počas ktorého tieto dva prúdy prúdia vo vzájomnom kontakte a spôsob prirodzeného kinetického miešania, ktorý sa použije počas začiatočnej kontaktnej reakčnej periódy, sú rozhodujúce a podstatné pre účinnú realizáciu spôsobu. Bez snahy obmedziť rozsah vynálezu sa kombinovaná začiatočná reakčná doba nastaví tak, aby zaisťovala minimálne 65 % odstránenie frakcie ľahko degradovateľného rozpustného substrátu, obsiahnutej v odpadnej vode. obsah tejto frakcie v odpadných vodách sa môže líšiť pre každý jednotlivý prípad. Spracovanie vzorky odpadnej vody získanej z domácnosti, ktorá obsahovala približne 300 mg/l BOD a

približne 600 mg/l príbuzných COD, pri ktorom došlo k spotrebe 25 % frakcie ľahko degradovateľného rozpustného substrátu, poskytlo dobré prevádzkové výsledky. Prevádzková reakčná doba daná dvadsať až šesťdesiatminútovou hydraulickou retenčnou dobou bude zvyčajne produkovať požadovaný výsledok, pri predpoklade, že rozdelenie na jednotlivé oddelenia, ktoré vyžaduje navrhnutie vstupnej konfigurácie, poskytne správny stupeň dispergácie spoločne s vhodnou zmiešavacou energiou, ktorá zvyšuje biologickú vložkovú nukleáciu a agregáciu. Relatívne umiestenie prietokových a podtokových priehradiek na spodnej hladine vody a podlahe reakčnej nádrže je znakom vynálezu. Otvorená plocha podtokovej priehradky je obmedzená tak, aby generovala vysokú podtokovú energiu, ktorá bude najmenej trojnásobkom priemernej prúdovej energie v prietokovom prúde. Podtoková voľná plocha používa frakciu s dostupnou dĺžkou podtokovej priehradky. Vysokoenergetické zmiešavacie režimy sa teda generujú v blízkosti podlahových sekcií reakčnej nádrže, ktoré sú sledované redukovanými energetickými fluktuácie agregáčnými zónami v hornej zóne, vytvorenej prietokovými priehradkami. Konfigurácia geometrie vstupu je navrhnutá tak, aby podporila impulzové energetické zóny, ktoré zaisťujú prenos vložiek a rast vložiek, spoločne s biologickými reakciami odstraňovania rozpustných BOD a konverziou na intracelulárne zásobné produkty, čiastočnou denitrifikáciou a uvoľňovaním fosforu pomocou biologických fosfor maskujúcich mikroorganizmov, ktoré sú spôsobené rastom biomasy.

Napriek tomu, že všetky vyššie popísané spôsoby prebiehajú v jednonádobovej realizácii reaktora, výhodná realizácia používa štvornádržové zariadenie alebo štvormodulové zariadenie. Každý modul môže obsahovať jednu nádrž až kombináciu N nádrží (pričom $N \geq 1$). Faktorácia štyroch modulov je závislá od nastaveného (navrhnutého) štvorhodinového cyklu, na ktorého základe bola navrhnutá geometria nádrže. Odborníkom v danom obore je zrejmé, že je možné takisto použiť ďalšie faktoračné čísla, napríklad 3 a 5. Takýto dizajn spĺňa špecifické požiadavky kladené na (hydraulické) rozdelenie obsahu, manipuláciu s organickým obsahom, biologické spracovanie (vrátane súbežne prebiehajúcej

nitriifikácie a denitriifikácie a biologického odstraňovania fosforu), uspokojenie dopytu po kyslíku automatickým riadením BIORATE, maximalizáciu kyslíkovej prenosovej účinnosti, optimalizáciu separácie pevných častíc a kvapaliny vo vzťahu k dekantačnej hĺbke a spracovanému odtoku odstránenému dekantáciou. Štvormodulová výhodná realizácia pracuje v každom prípade ako účinný kontinuálny proces s príjmom prítokového prúdu a kontinuálnym vypúšťaním odtokového prúdu zo zariadenia, pričom prietok má hodinovú konštantnú rýchlosť zodpovedajúcu aktuálnemu dekantačnému objemu, ktorý je odstraňovaný z modulu. Aj keď je možné použiť rôzne protokoly, rýchlosť vypúšťania je pri každej dekantačnej sekvencii konštantná. Výhodná realizácia je konfigurovaná pre operáciu prerušujúcu tečenie, po ktorej nasleduje štvormodulové (štvornádržové) spracovanie. Modul môže byť usporiadaný tak, aby mal prítok na jednej strane modulu (nádrže) a dekantačný odtok na protiľahlom konci alebo na vzdialenom konci modulu (nádrže), avšak umiestnený na pozdĺžnych stenách nádrže (pozri obr. 6(a) až 6 (g)). Odpadná voda z domácností zvyčajne obsahujúca 300 mg/l TSS, 55 mg/l TKN, ktorá má byť spracovaná prúdovým rozmedzím 6 x ADWF, bude vyžadovať, aby vstupná zóna tvorila až 8 % celkovej plochy nádoby. Táto zóna je v každom reaktore rozdelená minimálne na 5 a zvyčajne na 8 až 14 podzón, pričom každý reaktor má objemovú frakciu, ktorá najprv generuje v prvej zmiešavacej zóne spotrebu kyslíka presahujúcu 20 mg O₂/gVSS/hod. Objemová frakcia zmesovej prevádzkovej tekutiny obsahujúca suspendované pevné látky čerpaná z hlavného reaktora bude zvyčajne predstavovať 20 % až 33 % priemerného prítokového odpadného prúdu. Prietokové priehradkové usporiadanie je na jednej strane reakčnej nádrže zakončené tak, že polovica zmiešaného prúdu odteká do určitého miesta, ktoré sa nachádza na druhej strane hlavnej reakčnej nádrže.

Čerpanie zmiešanej tekutiny obsahujúcej pevné látky pokračuje počas celého cyklu. Prítokový prúd odpadnej vody sa počas usadzovacej sekvencie preruší. Odpadný kal sa zhromažďuje zo zóny nasledujúcej za vstupným biologickým selektorom a odstraňuje sa počas prevzdušňovacej sekvencie alebo počas

neprevzdušňovacej usadzovacej sekvencie. Rozmery nádrže reaktora sa zvyčajne zvolia tak, aby mohla dosahovať až 15 kg na m² reakčnej plochy; a ak má byť reaktor použitý pre účinné odstraňovanie živín z odpadnej vody, 0,33 až 0,40 kg BOD na m³ pri frakčnom dekantačnom objeme 0,46. Dekantačný hĺbková rýchlosť odstraňovania kvapaliny dosahuje až 38 mm/min v prípade, že sa nepridá fosforová zrazenina. Ak sa pridá fosforová zrazenina, pre normálne suché spracovanie sa táto hĺbková rýchlosť môže zvýšiť na 44 mm/min. Obsah prúdu pevných látok v nádrži dosahuje až 15 kg MLSS/m² a 10 kg TKN/kg MLSS/m²/d, pričom obsah prvej nádrže tvorí 20 % a obsah nasledujúcej nádrže tvorí 30 %.

Ďalší vývoj systému je smerovaný na zabudovanie prichyteného rastového média do systému s cieľom zvýšenia objemu biomasy, ktorá sa môže ukladať v systéme. V prípade tejto realizácie sa nádrž reaktora s variabilným objemom rozdelí do troch zón.

Prvou zónou je zóna biologického selektora, ktorého rozmery sú prispôsobené čisteniu odpadnej vody z domácností, ktorá bola všeobecne už popísaná. V prípade čistenia organických priemyslových odpadných vôd sa objem tejto frakcie zvýši tak, aby zaujímal približne 12 % povrchovej plochy nádrže. Táto zóna je rozdelená na jednotlivé oddiely už popísaným spôsobom tak, aby umožňovala postupné odstraňovanie rozpustného substrátu. Za prvou zónou nasleduje druhá zóna, ktorá je s prvou zónou prepojená pomocou spoločnej kvapaliny. Spätný prúd zmiešanej prevádzkovej tekutiny odčerpávaný zo zóny 3 do zóny 1 pre aplikácie, v ktorých prítok BOD dosahuje až 2 000 mg/l, alebo zo zóny 2 do zóny 1, sa zvýši na dvojnásobok až trojnásobok priemerného prítokového prúdu.

Zóny 1 až 3 sú kontinuálne prepojené prúdom spoločnej tekutiny. Náhodné zloženie v zóne 2 sa nachádza približne 0,4 metra od dna nádrže reaktora a 0,15 metra pod vyznačenou spodnou hladinou vody. Zóna 2 je vybavená prostriedkami, ktoré sú schopné meniť intenzitu prevzdušňovania, pričom zón 1 má prevzdušňovacie difuzéry vybavené ventilmi, ktoré umožňujú uskutočňovať obyčajné

prevzdušňovanie a/alebo riadenie miešania.

Odborníkom v danom obore je zrejmé, že rovnaký prevádzkový spôsob a spôsob kontroly je možné aplikovať aj na spracovanie odpadných vôd, v ktorých ide len o odstránenie uhlíka, uhlíka a dusíka, uhlík a fosforu alebo uhlíka, dusíka a fosforu.

Nakoniec je nutné uviesť, že vyššie popísané realizácie majú len ilustratívny charakter a v žiadnom ohľade neobmedzujú rozsah vynálezu, ktorý je jednoznačne vymedzený priloženými patentovými nárokmi.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Spôsob spracovania odpadného materiálu tvoriaceho aspoň časť biomasy zahrnujúcej jeden aktivovaný kal v bioreaktore s variabilnou hĺbkou využívajúcom riadené prerušované a postupné prevzdušňovanie a dekantáciu kvapaliny s cieľom dosiahnutia súbežného rastu a udržovania kultúry autotropných, heterotropných a fakultatívnych mikroorganizmov v sekvenčne prevzdušňovanom jedinom aktivovanom kale s cieľom biologického odstraňovania organického uhlíka, dusíkových a fosforových zložiek z odpadnej vody privádzanej do bioreaktora, pričom uvedená biomasa je umiestená v riadenom reaktore s variabilnou hĺbkou majúcom aspoň dve vzájomne sériovo prepojené zóny, pričom jedna zóna je prvá reakčná zóna a druhá zóna je druhou zónou, aspoň časť spracovaných obsahov druhej zóny sa recykluje do čiastočne oddeleného neprevzdušňovaného objemu, čiže prvej reakčnej zóny, kde sa mieša s privádzaným prúdom odpadu, aspoň počas prevzdušňovacej sekvencie prevádzky poslednej, čiže druhej, zóny riadeného reaktora s variabilnou hĺbkou, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že používa snímač alebo sondu na automatické a kontinuálne monitorovanie koncentrácie rozpusteného kyslíka v biomase v druhej zóne reaktora s variabilnou hĺbkou, pričom tento snímač alebo sonda sú umiestené v uvedenej biomase v mieste, kde je aspoň časť biomasy počas automatického a kontinuálneho odoberania hodnôt koncentrácie rozpusteného kyslíka v pohybe, pričom tento jediný snímač alebo sonda sa použijú na riadenie prevádzky prostriedku na privádzanie kyslíka počas zavádzania kyslíka do odpadnej vody a prevzdušňovanie tejto odpadnej vody nachádzajúcej sa v druhej zóne reaktora a to v kombinácii s počítačom na generovanie algoritmov realizujúcim podľa nastaveného režimu postupného zvyšovania koncentrácie rozpusteného kyslíka od nuly do približne 2,5 mg/l v diskretných časových dopredu stanovených nastaviteľných prírastkoch s cieľom optimalizácie zadržania adsorbovanej organickej látky vnútri biomasy pri súčasnom udržaní súbežne prebiehajúcej a optimálnej nitrifikácie a denitrifikácie

počas prevzdušňovacej operácie, pri uvoľňovaní fosforu počas doby, kedy nedochádza k prevzdušňovaniu a pri spotrebe fosforu počas následných prevzdušňovacích reakčných sekvencií prítoku a pri detekcii a automatickej kalkulácii miery spotreby kyslíka touto biomasou v druhej zóne s variabilným objemom, ktorá nastaví dĺžku každej prevzdušňovacej sekvencie, ktorej je vystavená biomasa, pričom uvedené stanovenie a nastavenie miery spotreby kyslíka biomasou sa týka biomasy v druhej a konečnej zóne reaktora majúcej potenciálnu spotrebu kyslíka, merané použitím prevzdušnenej zmesi, v ktorej tvoria 80 percent kalové biologické pevné látky a 20 percent prítok odpadu, predstavujúci trojnásobok presahujúci miery spotreby kyslíka biologickými pevnými látkami jediného kalu, namerané jediným snímačom na sledovania koncentrácie rozpusteného kyslíka tak, že v kombinácii s dopredu nastavenou hodnotou prenosu kyslíka a potenciálnej spotreby kyslíka spôsobí obmedzenie dusíkového oxidačného produktu v podstate na dusitanovú formu dusíka, a v prevzdušňovanej zmesi spôsobí v druhej zóne s variabilným objemom súčasnú redukčnú reakciu dusitanového dusíka v podstate na plynný dusík, kde prebieha takým spôsobom, že na konci prevzdušňovacej sekvencie sa miera spotreby kyslíka biomasou automaticky reguluje na nastavenú prevádzkovú hodnotu, pri súčasnom zavedení vzduchu do jedného alebo niekoľkých čiastočne oddelených objemov v prvej zóne reaktora s cieľom čiastočného obmedzenia uvoľňovania fosforečnanu v rámci biologického mechanizmu odstraňovania fosforu, pričom v prvej zóne biologického reaktora je možné kontinuálne a automaticky regulovať vymedzenie postupných oxických, anoxických a anaeróbnych reakčných prostredí.

2. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že odpadom je odpadná voda, zvyčajne odpadná voda z domácností, priemyslová odpadná voda, komerčná odpadná voda alebo podobná voda obsahujúca ľudský odpad, odpad vznikajúci pri kúpaní, praní a pri príprave potravín, vrátane frakčných zložiek týchto odpadov.

3. Spôsob podľa nároku 1 alebo 2, v y z n a č u j ú c i s a

t ý m, že jedna z reakčných zón, výhodne posledná reakčná zóna, predstavuje viac ako 50 percent celkového reakčného objemu a že prvá zóny prijíma zmiešané alebo nezmiešané obsahy z druhej alebo poslednej zóny reaktora pre zmiešanie s privádzaným odpadom.

4. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y - z n a č u j ú c i s a t ý m, že sa počas dekantačného kroku odstráni až 40 percent pôvodnej hĺbky reaktora s variabilnou hĺbkou rýchlosťou, ktorá nespôsobí odstránenie usadených pevných častíc z usadenej kalovej vrstvy v reaktore.

5. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y - z n a č u j ú c i s a t ý m, že druhá zóna reaktora je vybavená mriežkami na prepravu vzduchu umiestenými na dne alebo v blízkosti dna hlavného reaktora.

6. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y - z n a č u j ú c i s a t ý m, že bioreaktor je vybavený aspoň dvoma spádovými trubicami s motorom riadenými regulačnými ventilmi pre prívod vzduchu, takže motorom riadené regulačné ventily sa striedavo otvárajú podľa nastaveného režimu s cieľom prevzdušňovania a potom opäť zatvárajú.

7. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y - z n a č u j ú c i s a t ý m, že počas prevzdušňovacej sekvencie všetky motorom riadené regulačné ventily pracujú zhodne alebo je časť ventilov zatvorená, alebo sa všetky ventily otvárajú a zatvárajú podľa dopredu nastaveného sledu operácií.

8. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y - z n a č u j ú c i s a t ý m, že účinný oxidačno-redukčný potenciál kombinovaného kvapalného prúdu prechádzajúceho cez začiatočnú reakčnú zónu dosahuje hodnotu -150 mV až -200 mV, vzťahnuté na vodíkovú referenčnú elektródu.

9. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y - z n a č u j ú c i s a t ý m, že sa do prvej zóny zavedie v

priebehu doby zodpovedajúcej dobe cyklu skrátenej o prevzdušňovací/neprevzdušňovaciu dobu, počas ktorej sa uskutočňuje odstraňovanie kvapaliny z reaktora, najviac 40 percent celkového objemu bioreaktora.

10. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že cyklická doba prevzdušnenia, ktorému je vystavená biomasa a množstvo recyklovaného spracovaného odpadu zmiešaného s prítokom odpadnej vody je dostatočné na to, aby bol dosiahnutý -150 mV až -200 mV oxidačno-redukčný potenciál v priebehu doby kratšej ako 80 minút.

11. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že oxidačno-redukčný potenciál oddeleného kalu v druhej alebo poslednej reakčnej zóne klesne počas 90 minút v prevzdušňovacej sekvencii na -150 mV až -220 mV.

12. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že koncentrácia pevných látok v biologicky aktivovanom kale, nachádzajúcom sa v druhej alebo poslednej reakčnej zóne, predstavuje približne $5\ 000$ mg/l.

13. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že bioreaktor má vertikálne steny z vystuženého betónu alebo zo štruktúrnej ocele alebo má nádržkovitú štruktúru so zošikmenými pórovitými betónovými stenami vyloženými membránou alebo betónové zádržné steny.

14. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že biomasa zostáva až 10 minút po prerušení dodávky vzduchu alebo kyslíka v pohybe.

15. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že hodnoty koncentrácie rozpusteného kyslíka sa sledujú automaticky *in situ* a monitorujú v podstate kontinuálne, ale nie v intervaloch kratších ako 10 až 20

sekúnd, počas celkovej doby prevzdušňovacej sekvencie a neprevzdušňovacej sekvencie každého cyklu.

16. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že sa použitie cyklov jednotlivých operácií riadi meraním hodnôt využiteľnosti kyslíka, na ktorých základe sa nastaví vhodné hodnoty pre uspokojenie stechiometrického dopytu reaktora po kyslíku, čo umožní striedavú dodávku rovnakého prúdu vzduchu do dvoch zón bioreaktora.

17. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že prostriedkom detegujúcim kyslík je elektronický kyslíkový snímač schopný merať mieru zmeny koncentrácie rozpusteného kyslíka vo forme 4 až 20 miliampérového primárneho riadiaceho signálu.

18. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že sa kyslíkový snímač nachádza vnútri druhého reaktora, výhodne približne 30 cm od povrchu dna druhého reaktora, alebo v prietokovom potrubí alebo trubici, cez ktorú prúdi časť zmesového materiálu prevádzkovej tekutiny a pevných látok odvádzaná z druhého reaktora, typicky do reaktora prijímajúceho prívodný odpadný prúd.

19. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že obsah TKN v aktivovanom kale dosahuje približne až 0,01 kg TKN/kgMLSS/m², ak sa použije na čistenie typického domáceho odpadu.

20. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že celkový obsah fosforu obsiahnutého v pevných látkach aktivovaného kalu dosahuje približne až 0,002 kg fosforu/kgMLSS/m², ak sa použije na čistenie typického domáceho odpadu.

21. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že koncentrácia rozpusteného

kyslíka v hlavnom reaktore je regulovaná tak, že je nižšia ako 0,7 mg/l (priemerne) v priebehu doby predstavujúcej 75 percent z celkovej doby trvania prevzdušňovacej sekvencie a 2 až 3 ml/l v priebehu zvyšnej doby prevzdušňovania.

22. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že ďalej zahrnuje:

mikrobiálne spracovanie odpadnej vody metódou aktivovaného kalu v prítomnosti populácie mikroorganizmov prispôsobenej kontaminujúcim látkam obsiahnutým v odpadnej vode a ich koncentráciám, pričom táto populácia obsahuje

nitrifikačné mikroorganizmy schopné previesť čpavkový dusík aspoň na dusitanový dusík a

fakultatívne mikroorganizmy schopné denitrifikovať dusitan a prípadne nitrifikačné organizmy schopné previesť dusitanový dusík na dusičnanový dusík a

fakultatívne mikroorganizmy schopné redukovať dusičnanový dusík na dusitanový dusík a na plyný dusík a mikroorganizmy schopné biologicky odstrániť dostupný rozpustený fosfor.

23. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že koncentrácia pevných častíc v zmiešanom prúde prevádzkovej tekutiny v druhom reaktore sa sleduje a zaznamenáva v okamihu, kedy sa ukončí dodávka vzduchu do tohoto reaktora, miera spotreby kyslíka sa monitoruje a analyzuje po ukončení dodávky kyslíka a hladina tekutiny sa sníma v okamihu uzatvorenia prívodného ventilu do reaktora (plus dve minúty).

24. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že sledované prevádzkové hodnoty sú spracované a použité pre takéto stanovenie:

doby čerpania odpadného kalu,

doby trvania prevzdušňovacej sekvencie pre nasledujúci cyklus,

hmotnostného prietokového množstva vzduchu pre nasledujúci cyklus,

nastavených hodnôt koncentrácie rozpusteného kyslíka,

ktoré vytvorí prevádzkové podmienky, ktoré budú dostatočné na to, aby bola udržiavaná nastavená hodnota spotreby kyslíka v hlavnom reaktore stanovená na konci predchádzajúcej prevzdušňovacej sekvencie.

25. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že sa v prietokovom prúde odpadnej vody uskutoční pH korekcia.

26. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že v dráhe prúdenia zmiešaných zložiek z prvého oddielu zmiešavacieho reaktora, ktoré postupne prechádzajú pri prechode do primárneho bioreaktora z blízkosti podlahy reaktora k hladine reaktora, je miešacia energia súvisiaca s prúdením v blízkosti dna prvého oddielu reaktora minimálne trojnásobkom miešacej energie súvisiacej s prúdením v blízkosti hladiny, v dôsledku čoho dochádza k lokalizovanej energetickej pulzácii, nukleácii a flokulácii zmesi.

27. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že nastavená hodnota spotreby kyslíka sa stanoví experimentálne a zvyčajne sa pohybuje v rozmedzí 20 ± 4 mg O₂/gVSS/hod.

28. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov,

v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že využíva štyri bioreaktory alebo štyri moduly bioreaktora a deliace zariadenie na delenie prúdu pre rozdelenie prítokového prúdu odpadu do jednotlivých modulov štyroch bioreaktorov tak, že každý modul je v prevádzke ako samostatný ekvivalentný bioreaktor.

29. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že bioreaktor obsahuje vtokovú časť a oddelenie na zmiešavanie prívodného prúdu a odtokové dekantačné zariadenie výhodne obsahujúce pohyblivý kanál pre príjem kvapaliny, konštruovaný s cieľom účinného odoberania materiálu z hladiny reaktora v miere dosahujúcej až 40 percent hĺbky bioreaktora.

30. Spôsob podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že hodnota spotreby kyslíka alebo nameraná potenciálna spotreba kyslíka v začiatočnom zmiešavacom reaktore predstavuje aspoň 20 mg O₂/gVSS/hod.

31. Zariadenie na spracovanie odpadu automatickým riadením metabolickej aktivity mikroorganizmov biomasy obsahujúcej odpad pred likvidáciou spracovaného odpadu, v y z n a č u j ú c e s a t ý m, že obsahuje hlavný reaktor schopný udržať odpad v kontakte s biologicky účinnými degradačnými mikroorganizmami; prostriedok pre príjem odpadu v reaktore; prostriedok na prenos kyslíka, pričom vzduch sa zavádza do hlavného reaktora; riadiaci prostriedok na riadenie uvedených sledov a funkcií; prostriedok určený na monitorovanie kyslíka s cieľom detegovania relatívnych zmien koncentrácie rozpusteného kyslíka prítomného v hlavnom reaktore a riadiaci prostriedok na riadenie množstva kyslíka zavádzaného do hlavného reaktora tak, aby nedošlo k podstatnému obmedzeniu aktivity a/alebo rastu mikroorganizmov množstvom prítomného kyslíka a dobou zdržania kyslíka v hlavnom reaktore, pričom detekcia kyslíka sa uskutočňuje v hlavnom reaktore, prostriedok na detekciu kyslíka je umiestnený v biomase hlavného bioreaktora v oblasti, v ktorej je aspoň časť biomasy, v ktorej sa meranie uskutočňuje počas merania v pohybe; prostriedok

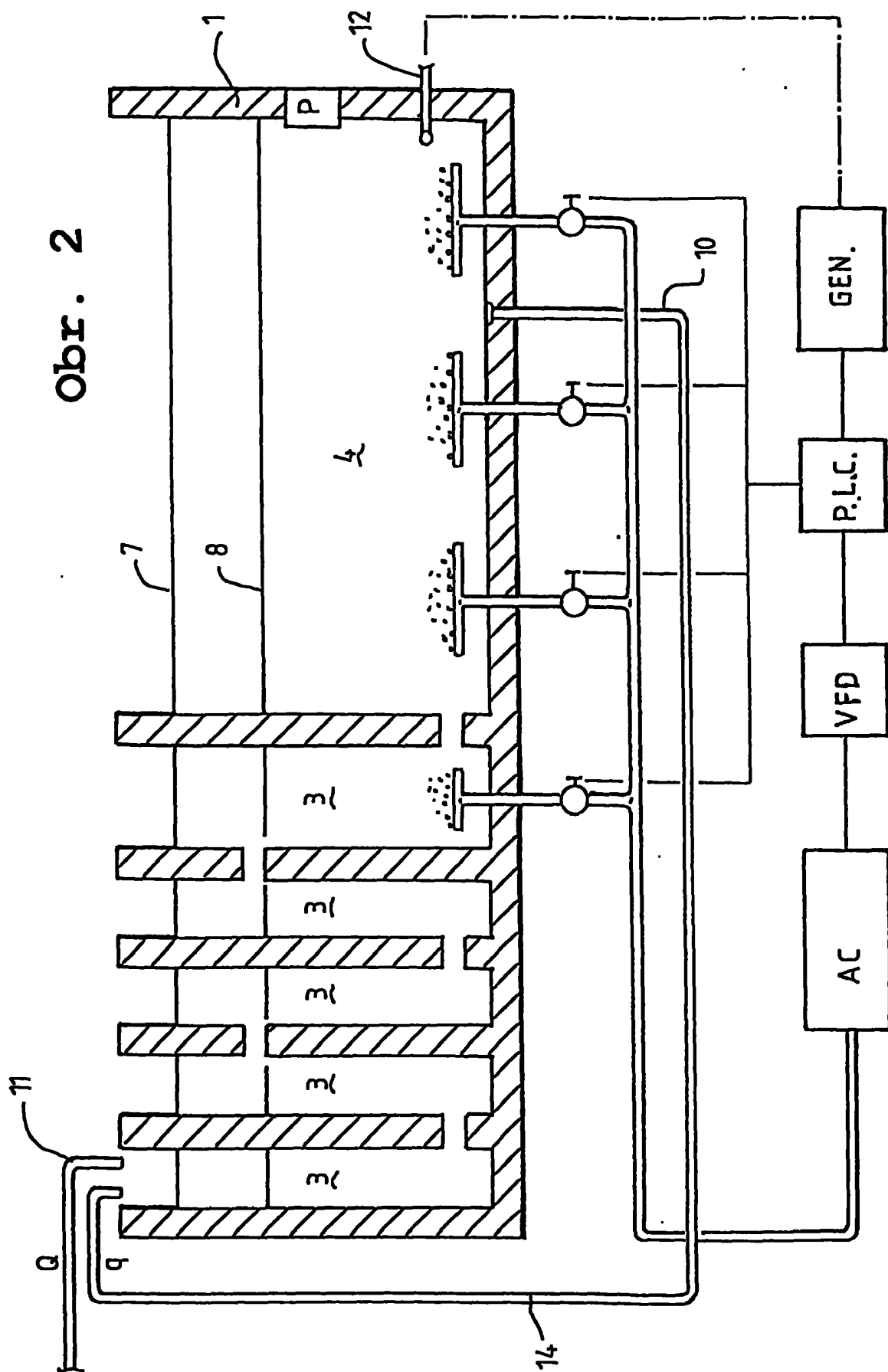
odstraňujúci spracovaný výtok, ktorý odvádza materiál z hladiny reaktora; a možnosť nastavenia sekvencií pre prívod prívodného prúdu odpadu, zavádzanie vzduchu a odvádzanie spracovaného odpadu.

32. Zariadenie podľa nároku 31, v y z n a č u j ú c e s a t ý m, že sa používa na realizáciu spôsobu podľa niektorého z nárokov 1 až 30.

33. Čistička na spracovanie odpadu, v y z n a č u j ú c a s a t ý m, že obsahuje zariadenie podľa nároku 31 alebo 32.

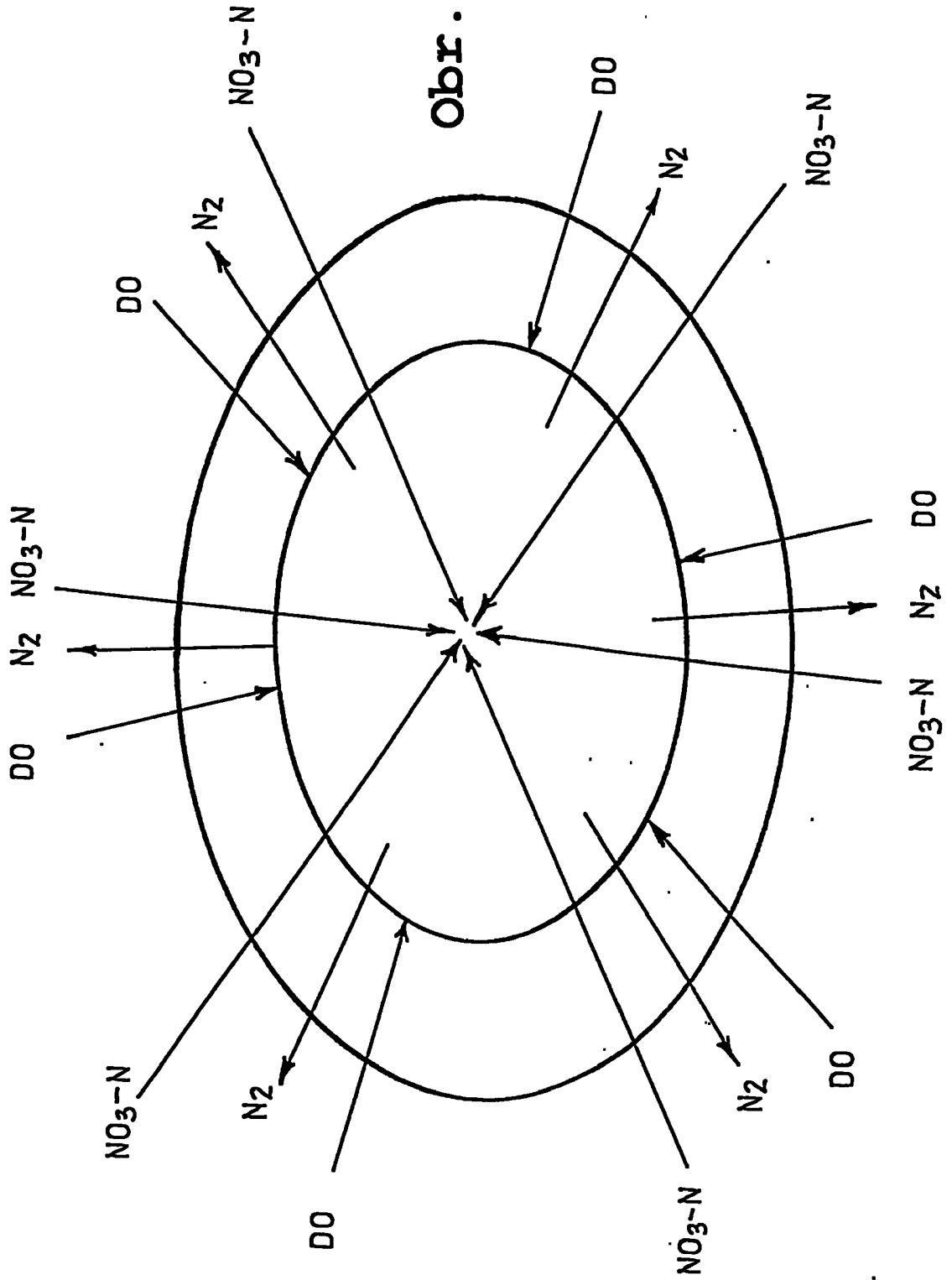
34. Čistička na spracovanie odpadu, v y z n a č u j ú c a s a t ý m, že používa spôsob podľa niektorého z nárokov 1 až 30.

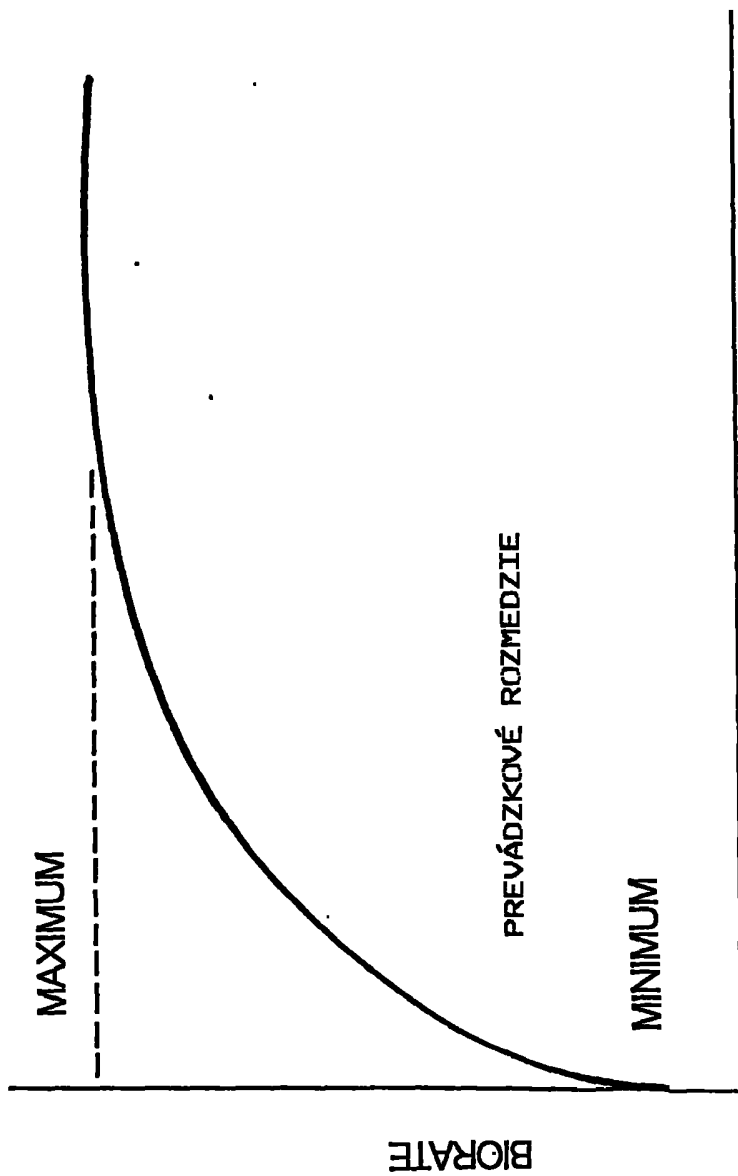
Obz. 2



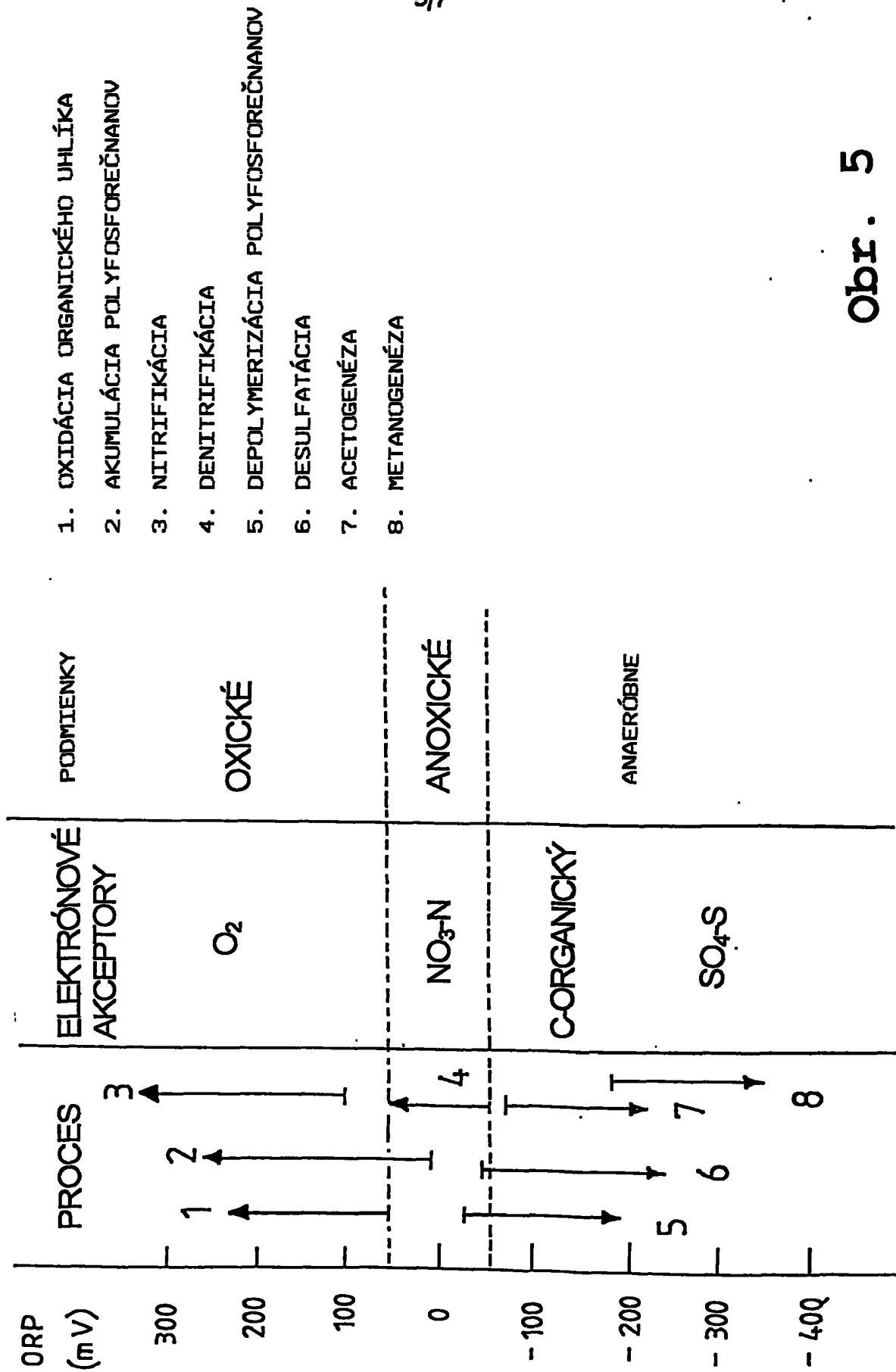
3/7

Obr. 3



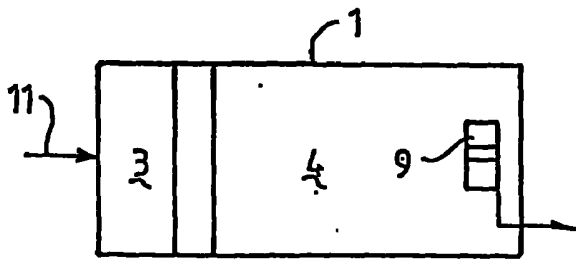


Obr. 4

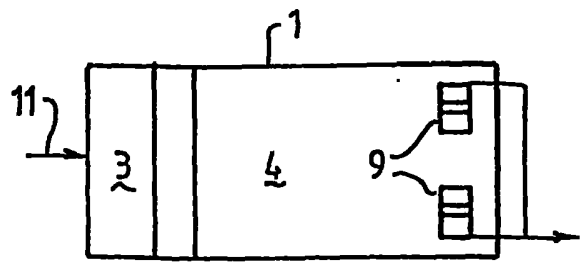


Obr. 5

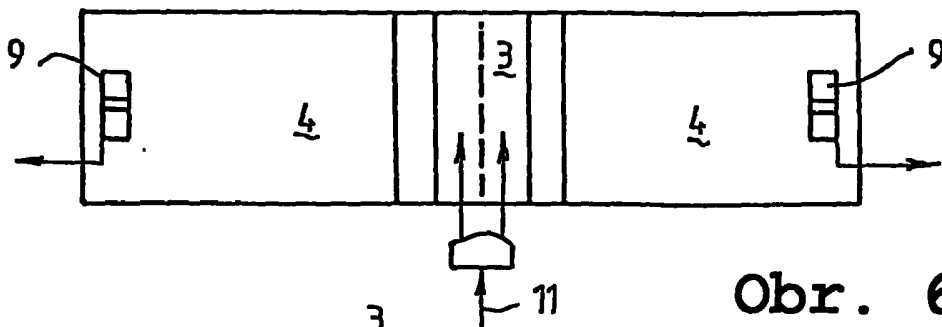
e/7



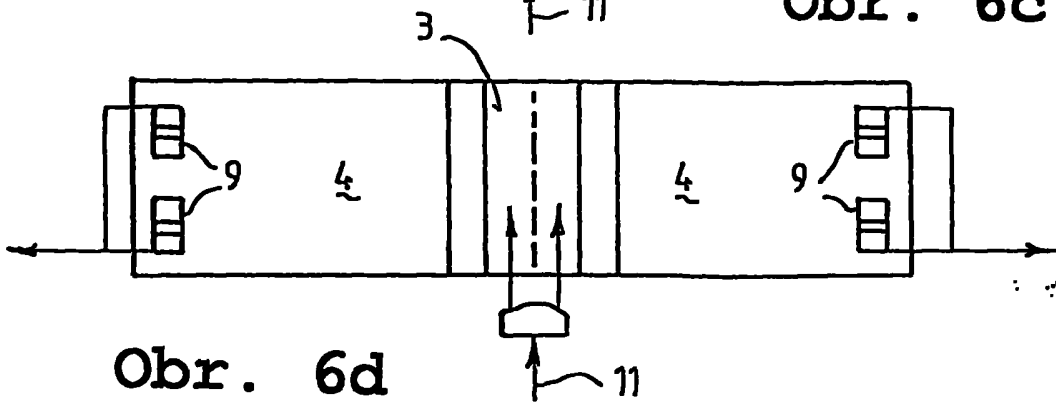
Obr. 6a



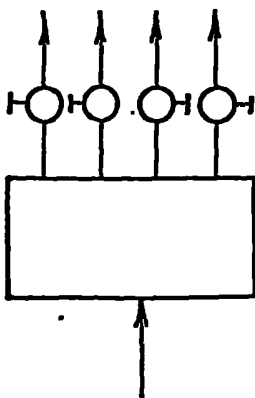
Obr. 6b



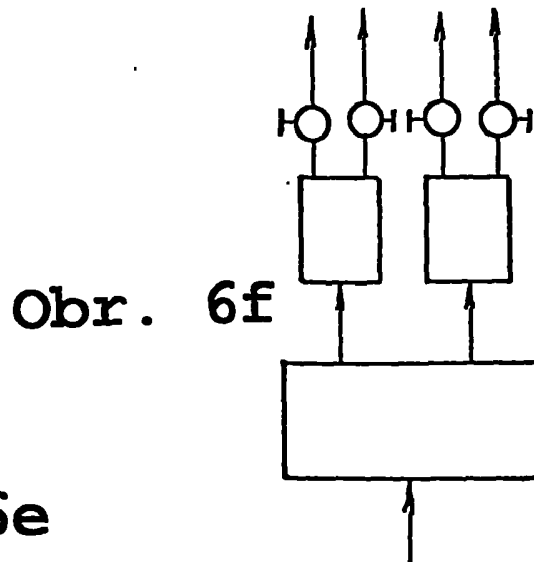
Obr. 6c



Obr. 6d

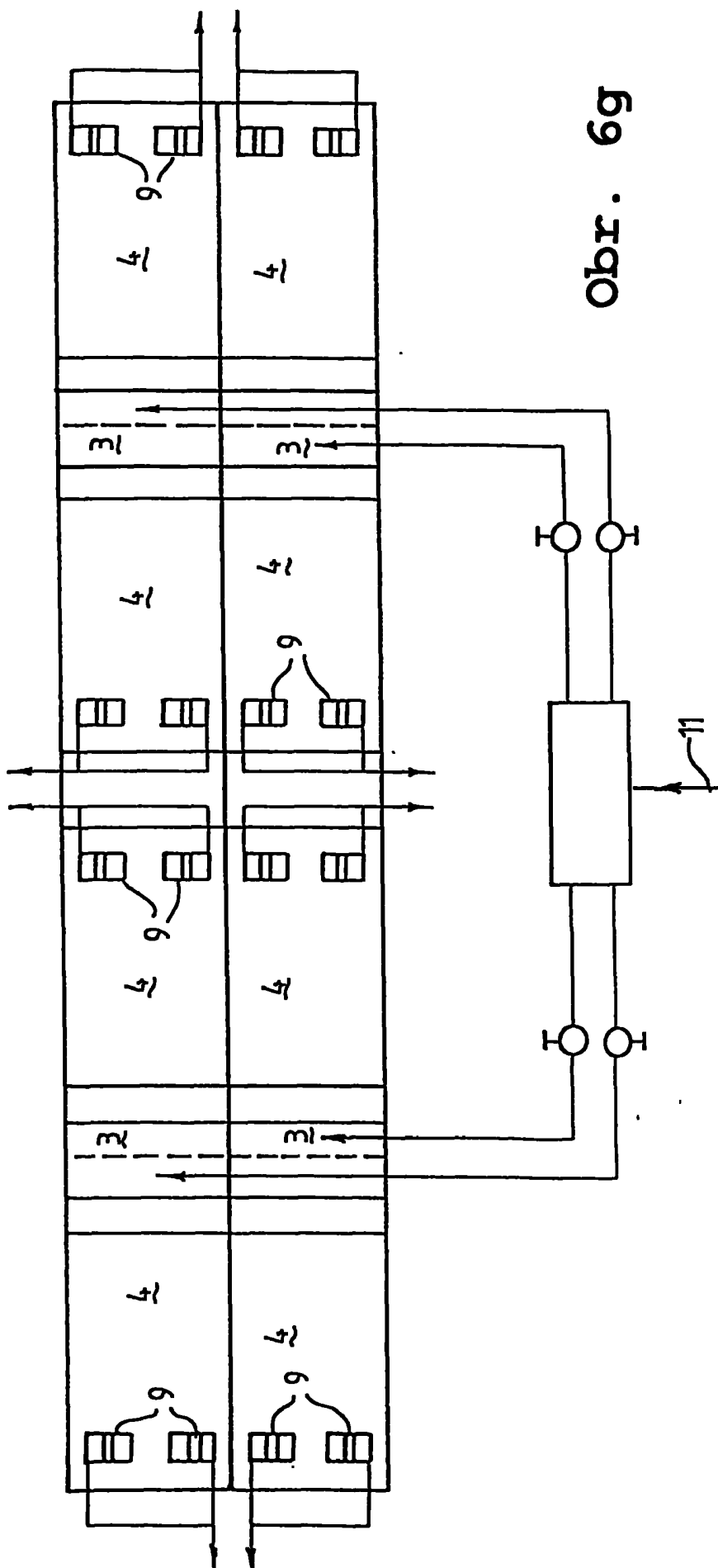


Obr. 6e



Obr. 6f

7/7



Obr. 69