



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY

A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

239 007

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 04 07 83
(21) PV 5053-83

(51) Int. Cl.³

C 02 F 3/12

(40) Zveřejněno 15 05 85

(45) Vydáno 01 11 87

(75)
Autor vynálezu

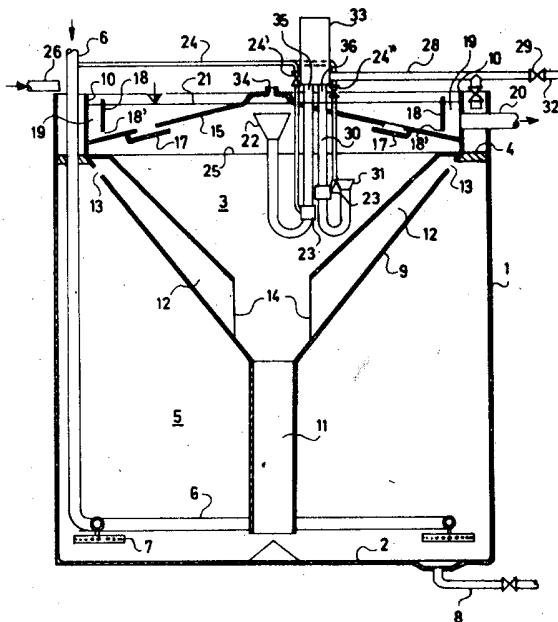
MACKRLE VLADIMÍR dr.ing.CSc., PRAHA,

MACKRLE SVATOPLUK ing.CSc., BRNO

(54)

Způsob biologického aktivního čištění
odpadních vod s obsahem dusíkatých látek
a zařízení k provádění tohoto způsobu

Řešení se týká biologického aktivního čištění odpadních vod s obsahem dusíkatých látek v režimu nízkozatěžovaného kalu se současnou nitrifikací omezeného dusíku a amoniaku na dusičnany a s použitím fluidní filtrace a dále zařízení k provádění tohoto způsobu. Vyznačuje se tím, že odpadní voda po aktivním čištění s přísunem kyslíku nebo po střídavém aktivním čištění bez přísunu kyslíku a s přísunem kyslíku se dočišťuje v průběhu fluidní filtrace denitrifikací, bez přítomnosti kyslíku, čímž se vytváří flotovaný kal, který je recirkulován alespoň zčásti do aerobního aktivního čištění.



239 007

Vynález se týká způsobu biologického aktivního čištění odpadních vod s obsahem dusíkatých látek v režimu nízkozatěžovaného kalu se současnou nitrifikací organického dusíku a amoniaku na dusičnany a s použitím fluidní filtrace a dále zařízení k provádění tohoto způsobu.

V technologii čištění vody převládá tendence k dosažení stále vyšší účinnosti čištění, s možností použití vyčištěné vody v uzavřených cyklech bezodpadových technologií.

K dosažení tohoto cíle nepostačuje čištění odpadních vod pouze v parametrech běžného znečištění organickými látkami, ale i v parametrech dusíkatého znečištění.

Je známo, že většina odpadních vod obsahuje menší nebo větší množství dusíkatých látek, přítomných ve vodě většinou ve formě organického dusíku nebo amoniaku. Dále je známo, že aerobním aktivním čištěním v režimu nízkozatěžované aktivace lze převést organicky vázaný dusík a amoniak - jejich oxidací mikrobiálními nitrifikačními pochody - na dusičnany.

Dále je známo, že přítomnost dusičnanů v aktivací směsi v důsledku nitrifikačních pochodů způsobuje výrazné zhoršení funkce čistících zařízení v důsledku flotace kalu v separaci.

U známých zařízení, používajících pro separaci suspenze aktivovaného kalu od vyčištěné vody fluidní filtrace, je tento jev zvlášť výrazný. Příčinou flotace kalu jsou denitrifikační pochody ve fluidním filtru, při nichž se uvolňuje plyný dusík, který ve formě bublinek ulpívá na částicích aktivovaného kalu, čímž se

snižuje jeho specifická hmotnost natolik, že částice aktivovaného kalu s ulpěnými bublinkami jsou lehčí, než-li voda a částice flotují k hladině. Tento druh flotace kalu vzniká za podmínek nepřítomnosti rozpuštěného kyslíku ve fluidní filtrační vrstvě, tím výrazněji, čím vyšší je teplota aktivací směsi, neboť intenzita denitrifikačních pochodů se zvyšuje se zvyšující se teplotou.

Vzhledem k tomu, že většina odpadních vod má obsah dusíkatých látek v množství, které postačuje pro intenzivní denitrifikační pochody ve fluidním filtru, projevuje se efekt flotace ve větší nebo menší míře u většiny vod, které jsou čištěny biologicky v režimu nízkozatěžované aktivace se současnou nitrifikací. Pro dosažení výrazné flotace postačuje obsah $10 \text{ mg l}^{-1} \text{ N-NO}_3$ v aktivací směsi. Tato koncentrace je přítomna prakticky u všech odpadních vod, včetně splaškových, čištěných v režimu nízkozatěžované aktivace. Proto pro účinnou separaci pomocí fluidní filtrace projevuje se u doposud známých způsobů aktivací čištění vody snaha co nejvíce tyto denitrifikační pochody ve fluidním filtru potlačovat pro snížení rušivých vlivů flotace. Toho se dosahuje dvěma způsoby: jednak zvyšováním obsahu rozpuštěného kyslíku v aktivací směsi, což zabezpečuje přísun kyslíku i do fluidní filtrační vrstvy ve zvýšeném množství. Druhou cestou je snížení doby zdržení aktivací směsi ve fluidním filtru zmenšováním jeho objemu. Vzhledem k tomu, že prostor fluidního filtru potřebuje pro svou správnou funkci tvar S ve směru nahoru se rozšiřujícím průřezem, t.j. v praxi ve tvaru kužele nebo prismatu, je objem fluidního filtru silně závislý na jeho výšce.

Pro zabránění vzniku podmínek přítomnosti rozpuštěného kyslíku je proto nutno udržovat hladinu fluidního filtru v malé výšce, která zaručuje malý objem, kdy zásoba kyslíku postačuje pro udržení podmínek s přítomností rozpuštěného kyslíku.

Zajištění funkce zařízení s vyloučením flotace v důsledku denitrifikace však má dosti značné nevýhody. Potlačení denitrifikace zvýšeným přísunem kyslíku do fluidního filtru zvýšením jeho koncentrace v aktivací směsi značně zvyšuje nároky na energii při provzdušňování. Snížení doby zdržení aktivací směsi ve fluidním filtru zmenšením jeho objemu snižuje hydraulickou kapa-

citu separace, neboť zmenšováním jeho objemu se snižuje i jeho separační plocha, což snižuje kapacitu celého zařízení.

Mimo těchto nevýhod přináší udržování přísunu kyslíku ve fluidním filtru další nevýhody, zejména u komplexních systémů aktivačního čištění odpadních vod se současnou nitrifikací a denitrifikací. V případě technologie denitrifikace s použitím jednotného kalu vyžaduje zvýšená koncentrace kyslíku v aktivační směsi zvětšení objemu denitrifikačního prostoru, v důsledku přísunu určitého nežádoucího zvýšeného množství kyslíku do prostoru denitrifikace při cirkulaci aktivační směsi mezi provzdušňovanou a neprovzdušňovanou zónou aktivace.

Odstranění uvedených nedostatků při současném zvýšení účinnosti čištění vody je cílem způsobu a zařízení k provádění tohoto způsobu podle vynálezu.

Podstata způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že odpadní vody po aktivačním čištění s přísunem kyslíku nebo po střídavém aktivačním čištění bez přísunu kyslíku a s přísunem kyslíku se dočisťuje v průběhu fluidní filtrace denitrifikací bez přítomnosti kyslíku, čímž se vytváří flotovaný kal, který je recirkulován alespoň zčásti do aerobního aktivačního čištění.

Podstata zařízení k provádění tohoto způsobu, s prostorem fluidní filtrace, jehož průtočný průřez mezi dělicí nebo dělicími stěnami se směrem nahoru rozšiřuje, spočívá v tom, že hladina fluidního filtru je v podstatě v úrovni největšího rozšíření prostoru fluidní filtrace a je překryto^{kryt} s odběrnými otvory s předřazenými stínícími stěnami pro zamezení průchodu flotovaného kalu odběrnými otvory, propojujícími prostor fluidní filtrace s výše uspořádaným odběrným systémem vyčištěné vody, přičemž pod středovou vrcholovou částí krytu, opatřenou plynovým výstupem, je pod úrovní hladiny vyčištěné vody uspořádán odběr zařízení nebo odběry zařízení pro odběr vyflotovaného kalu a pod úrovní hladiny fluidního filtru je uspořádán vstup nebo vstupy čerpacího zařízení pro odčerpání vrchní vrstvy fluidního filtru.

Konstrukčně i funkčně je výhodné provedení, u něhož je zařízení pro odběr vyflotovaného kalu tvořeno alespoň jedním mamutkovým čerpadlem, jehož odběr má nálevkovitý tvar, otevřený na-

hoře a jehož výtok je propojitelný s aktivačním prostorem, popř. i s odvodem přebytečného aktivovaného kalu, popř. že čerpací zařízení pro odčerpání vrchní vrstvy filtru je tvořeno alespoň jedním mamutkovým čerpadlem, jehož vstup má nálevkovitý tvar, otevřený nahoře a jehož výstup je propojitelný s aktivačním prostorem.

Dalším význakem je, že výtok je zaústěn do odvzdušňovací nádržky napojené na odvod, tvořící uzavíratelné propojení s aktivačním prostorem, při čemž na odvod je případně napojen i uzavíratelný odvod přebytečného aktivovaného kalu a dále že do odvzdušňovací nádržky je rovněž zaústěn výstup.

U zařízení stojatého kruhového provedení se svislou osou je výhodné provedení, u něhož kryt má v podstatě kuželovitý, popř. klenutý tvar, naproti tomu u ležatého provedení s podélným separačním prostorem je výhodné řešení, podle něhož kryt má tvar podélné klenby, např. válcové, popř. je tvořen z vlnitého materiálu, např. plechu, laminátu a pod.

Příklady provedení podle vynálezu jsou schematicky znázorněny na připojených výkresech, kde obr. 1 představuje zařízení pro biologické aktivační čištění odpadních vod ve svislé nádrži s kruhovým průřezem, ve svislém osovém řezu, obr. 2 svislý řez obdobně pracujícím zařízením vodorovného provedení s pravouhlým půdorysem a obr. 3 svislý řez zařízením rovněž vodorovného provedení s pravouhlým půdorysem, se soustavou podélně vedle sebe uspořádaných aktivačních a separačních prostorů a obr. 4 řez stěnou krytu, tvořenou vlnitým materiálem.

Zařízení zobrazené na obr. 1 je vytvořeno ve válcové nádrži tvořené pláštěm 1 a dnem 2. Do válcové nádrže je v horní části pláště 1 vsazen separátor 3 aktivovaného kalu s prostorem fluidní filtrace. Separátor 3 je vhodně zachycen na plášť 1 konzolami 4, nebo může být podepřen neznázorněnými podpěrami umístěnými na dně 2. Zbytek objemu nádrže mimo separátor 3 je určen pro aktivační prostor 5.

Aktivační prostor 5 je v případě aerobního aktivačního procesu čištění vody vybaven známým provzdušňovacím systémem, např. pneumatickým, sestávajícím z neznázorněného dmyhadla, rozváděcího potrubí 6 a provzdušňovacích elementů 7.

Ve dně 2 je uzavíratelný odvod 8 umožňující vyprázdnění nádrže. Separátor 3 je tvořen vzhůru se rozšiřující dělicí stěnou 9, výhodně kuželovitého tvaru, čímž je zajištěné, že se průtočný průřez separátoru, vymezený dělicí stěnou 9, směrem nahoru rozšiřuje. V horní části přechází dělicí stěna 9 v nástavec 10 válcového tvaru a dole je napojena na kanál 11, ústící do spodní části aktivačního prostoru 5.

Uvnitř separátoru 3 jsou osazeny přepouštěcí kanály 12, výhodně kruhového průřezu, ležící na dělicí stěně 9. V dělicí stěně 9 i v přepouštěcích kanálech 12 jsou v jejich horní části vytvořeny vstupní otvory 13; v dolní části separátoru 3 pak ústí výstupy 14 přepouštěcích kanálů 12. Průřez přepouštěcích kanálů 12 se směrem dolů rozšiřuje.

Horní část separátoru 3 je opatřena krytem 15, který kryje jeho největší průtočnou plochu. Kryt 15 je opatřen odběrnými otvory 16 s předřazenými stínícími stěnami 17 pro zamezení průchodu flotovaného kalu odběrnými otvory 16 do výše uspořádaného odběrného systému vyčištěné vody. V nástavci 10 je osazena válcová norná stěna 18 s otvory 18, které spolu s nástavcem 10 vytváří prstencový sběrný kanál 19 vyčištěné vody, opatřený odvodem 20.

Ve vrchol~~u~~ konicky se zužujícího prostoru pod krytem 15, t.j. v jeho středové části opatřené výstupem 34 plynu, je pod hladinou 21 odběr 22 zařízení 23 pro odběr vyflotovaného kalu, které je s výhodou tvořeno mamutkovým čerpadlem 23, s přívodem 24 vzduchu, který je opatřen uzávěrem 24, napojeným na neznázorněný časový spínač. V separátoru 3 je osazeno i druhé čerpací zařízení 30, tvořené mamutkovým čerpadlem s trychtýřovitým vstupem 31, umístěným pod hladinou 25 fluidního filtru. Do přívodu vzduchu pro toto druhé mamutkové čerpadlo je zařazen uzávěr 24, napojený na další neznázorněný časový spínač. Výtok 35 a výstup 36 mamutkových čerpadel 23 a 30 je zaústěn do odvzdušňovací nádržky 33, s odvodem 28, zaústěným do aktivačního prostoru 5 nebo odvodu 32, vyvedeným mimo zařízení. V místě dosažení největšího průřezu separátoru 3 se nachází hladina 25 fluidního filtru. Znamená to však, že úroveň hladiny 25 fluidního filtru se může nacházet i nad úrovní styku dělicí stěny 9 s nástavcem 10 v libovolné úrovni nástavce 10, kde největší průtočný průřez separátoru 3 se již prakticky nemění.

Takovýto stav je výhodný z hlediska dosažení maximální doby zdržení kapaliny ve fluidním filtru. Surová voda je přiváděna do aktivčního prostoru 5 přívodem 26 ústícím mezi plášť 1 a nástavec 10.

Zařízení na obr. 1 není omezeno na válcový tvar pláště 1, ani na použití pouze jednoho separátoru 3 v nádrži. Tvar nádrže může být různý, například pravouhlý. Počet separátorů 3 může být podle velikosti nádrže různý, nejméně však jeden. Též tvar separátoru 3 není omezen na rotační, ale pro pravouhlé nádrže může mít výhodně separátor tvar pravouhlý. Též hydraulické uspořádání nátoky aktivční směsi z aktivčního prostoru 5 do separátoru 3 může být odlišné od příkladného zařízení zobrazeného na obr. 1. Je možné např. uspořádání s přepouštěcím kanálem uspořádaným pod dělicí stěnou 9, s jedním centrálně umístěným přepouštěcím kanálem a pod.

Obdobně může být zařízení 23 pro odběr vyflotovaného kalu tvořeno několika čerpadly, s výhodou mamutkovými čerpadly se samostatnými odběry 22 a výtoky 35 a rovněž i čerpací zařízení 30 pro odčerpání vrchní vrstvy fluidního filtru může být tvořeno několika mamutkovými čerpadly se samostatnými vstupy 31 a výstupy 36. Taková provedení jsou výhodná k použití u aparátů s horizontálním uspořádáním aktivčních a separačních prostorů; zpravidla pravouhlého půdorysu.

Zařízení podle vynálezu pracuje následovně:

Surová voda je přiváděna přívodem 26 do aktivčního prostoru 5. Zařízení zobrazené na obr. 1 je určeno pro aerobní aktivční čištění odpadních vod a proto v aktivčním prostoru 5 je osazen pneumatický provzdušňovací systém, pomocí kterého je do aktivční směsi přiváděn vzduch provzdušňovacími elementy 7. Pro rozdělení vzduchu v provzdušňovacích elementech 7 slouží rozváděcí potrubí 6, které je napojeno na neznázorněné dmychadlo. Zařízení není omezeno na pneumatický provzdušňovací systém, ale je možno použít i jiné vhodné provzdušňovací systémy, například známý hydraulický provzdušňovací systém.

Aerobními aktivními procesy se voda čistí za biodegradace organických látek při vzniku suspenze biomasy, kterou je nutno od čištěné vody oddělit. K tomu účelu slouží separátor 3, ve kterém se vločkovitá suspenze aktivovaného kalu separuje od

vyčištěné vody a oddělená suspenze se vrací zpět do aktivacíního procesu.

Proces oddělení aktivovaného kalu a jeho vracení probíhá následovně: Aktivací směs vstupuje do separátoru 3 vstupními otvory 13 a přepouštěcími kanály 12 je vedena do spodní zužující se části separátoru 3, kde vystupuje výstupy 14. V důsledku odběru vyčištěné vody sběrným kanálem 19 obrací se směr proudění aktivací směsi vystupující z výstupů 14 vzhůru a v rozšiřujícím se prostoru separátoru 3 se ve vzestupném proudění vytváří fluidní filtr z vločkovité suspenze aktivovaného kalu. Adhezními silami jsou částice aktivovaného kalu zachycovány ve fluidním filtru a v důsledku koagulace vznikají větší částice, které neudrží vzestupný proudění ve vznosu a které se pak vrací jako zahustěný kal gravitačně zpět do spodní části separátoru 3 a kanálem 11 propadají zpět do aktivacíního prostoru 5.

Nepřekročí-li hydraulické zatížení určitou danou hodnotu, která je odvislá od charakteru suspenze, vytvoří se hladina fluidního filtru 26, nad kterou je zóna vyčištěné vody zbavená suspenze.

Tím, že kryt 15 překrývá celou průtočnou plochou separátoru 3 umožňuje, aby hladina fluidního filtru 26 mohla vystoupit až na úroveň největšího jejího průřezu, čímž se zvětšuje efektivní plocha separace, která odpovídá největšímu průmětu separátoru 3.

Odběrné otvory 16 v krytu 15 slouží pro rovnoměrný odvod vyčištěné vody - prosté flotovaného kalu - která pak prochází otvory 18' v norné stěně 18 do sběrného kanálu 19 a odtud odvodem 20 ven z aparátu. Pro zabránění průniku flotovaného kalu do odběrných otvorů 16 slouží stínící stěny 17, které umožňují vstup vyčištěné vody, ale zabraňují průniku flotovaného kalu.

Fluidní filtrace probíhá z velké části za podmínek bez přístupu kyslíku, čehož se docílí zvýšením jeho objemu a snížením koncentrace kyslíku v aktivací směsi, vstupující do separátoru 3, t.j. do fluidního filtru, na hodnotu nezbytnou pro průběh biodegradačních a nitrifikačních pochodů aktivací čistění vody.

Takto vytvořené podmínky ve vrstvě fluidního filtru umožňují pak průběh denitrifikačních pochodů, kdy jsou dusičnany redukovány na plyný dusík. Jako donátor vodíku pro enzymatické denitrifikační pochody slouží zbytkové organické znečištění čistěné vody, nebo organická hmota biomasy.

Způsob denitrifikace přímo ve fluidním filtru přináší hned více efektů. Základním efektem je zvýšení účinnosti čištění, zejména v odstranění dusičnanů, za současného snížení i organického znečištění. Druhým efektem je podstatné zvýšení kapacity separace v důsledku zvýšení účinné separační plochy při zvýšení objemu fluidního filtru. Ne nevýznamným efektem je možnost snížení koncentrace kyslíku v aktivační směsi pro dosažení anaerobních podmínek ve fluidním filtru, snižující nároky na energii pro provzdušňování.

Vytvoření zóny bez přísunu kyslíku ve fluidním filtru s probíhajícími denitrifikačními pochody má však za následek tvorbu plyného dusíku, který ve formě jemných částic plynu zůstává zachycen na povrchu nebo přímo ve struktuře částic aktivovaného kalu. Částice plynu snižují specifickou hmotnost aktivovaného kalu, v důsledku čehož dochází ke dvěma jevům. Lehké částice aktivovaného kalu s ulpěnými částicemi plynu se hromadí v horní vrstvě fluidního filtru, kde stagnují a neúměrně zvětšují jeho objem. Tato vrstva narůstá postupně během provozu, čímž se zvyšuje hladina fluidního filtru, což vyžaduje postupné snižování výkonu zařízení, anebo dojde ke snížení kvality vyčištěné vody únikem velkého množství aktivovaného kalu do odtoku.

Při větším množství uchyceného plyného dusíku se částice aktivovaného kalu stávají lehčími, než-li voda a dochází přímo k flotaci těchto částic. Denitrifikací ve fluidním filtru lze dosáhnout odstranění dusičnanů v množství 10 až 30 miligramů na litr, což produkuje takové množství plyného dusíku, že flotace aktivovaného kalu převyšuje produkci biomasy v aktivačním procesu a je proto nezbytné flotovaný kal vracet zpět do aktivačního procesu.

Pro odběr stagnující horní vrstvy aktivovaného kalu a její recirkulaci zpět do aktivačního procesu slouží mamutkové čerpadlo 30 s trychtýřovitým odběrem 31, umístěným pod hladinou 25 fluidního filtru.

Přečerpávaný aktivovaný kal stagnující vrstvy se vrací do aktivace přes expanzní nádržku 33 otvorem 28 zaústěným do horní části aktivčního prostoru 5. Odstranění stagnující vrstvy se provádí periodicky za jeden nebo více dnů, podle intenzity tohoto jevu, který je pro různé druhy vod a různé podmínky různý. Stanovení časového intervalu se provede proto nejlépe dle konkrétních podmínek.

Pro zachycení flotovaneho kalu a jeho vracení do aktivace slouží kryt 15, který umožňuje koncentraci kalu ve střední vyvýšené části pod krytem 15, odkud je přečerpáván mamutkovým čerpadlem 23 s trychtýřovitým odběrem 22 pod hladinou 21 přes expanzní nádržku 33, s odvodem 28 do aktivčního prostoru 5.

Odběr vyflotovaného kalu se provádí v kratších intervalech, řádově v hodinách, aby vyflotovaný kal byl dokonale tekutý a netvořil zhutnělou vrstvu, která by mohla způsobovat potíže při jeho přečerpání. Automatické přečerpání vyflotovaného kalu, jakož i stagnující vrstvy, je zajištěno napojením uzávěru 24' a 24" na převodu 24 vzduchu do mamutek na neznázorněné časové spínače. Přebytečný aktivovaný kal je odváděn ve formě vyflotovaného kalu rovněž mamutkovým čerpadlem 23 a to odvodem 32, opatřeným šoupátkem 29.

Intenzita denitrifikace je závislá m.j. parametry též na době zdržení čistěné vody ve fluidním filtru za podmínek bez přísunu kyslíku. Doba zdržení i uvedené podmínky silně vzrůstají s výškou hladiny fluidního filtru v důsledku vzrůstu jeho objemu s třetí mocninou jeho výšky. Pokrytí celého průtočného průřezu separátoru 3 krytem 15, s možností recirkulace vyflotované suspenze zpět do aktivčního procesu, podstatně zvyšuje možné hydraulické zatížení separace.

Popsaným způsobem a zařízením lze docílit zvýšení účinnosti čištění v odstraňování dusičnanů za současného odstranění i zbytkového organického znečištění. Proto je zvlášť vhodné pro méně znečištěné vody s obsahem dusíkatých látek řádově až několik desítek mg.l^{-1} celkového dusíku.

Zařízení podle vynálezu není omezeno na popsané příkladné zařízení, ale je s výhodou použitelné pro aktivční čištění odpadních vod se současnou denitrifikací.

Odpadní průmyslové vody, např. odpadní vody z potravinářského průmyslu, jako jsou jateční odpadní vody, mlékárenské odpadní vody a pod., nebo odpadní vody chemického průmyslu, např. koksárenské odpadní vody, petrochemického průmyslu, jakož i zootechnické odpadní vody, obsahují větší koncentrace dusíkatého znečištění. Vzhledem k požadavkům na zpětné využití vyčištěné vody pro technologické účely je nutno tyto odpadní vody čistit nejen z hlediska uhlíkatých, ale i dusíkatých látek v nich obsažených.

Pro odstranění dusíkatého znečištění, převážně ve formě organického dusíku a amoniaku, se používá biologického aktivačního čištění se současnou oxidací organického dusíku z amoniaku na dusičnany aerobními nitrifikačními pochody s následující redukcí vzniklých dusičnanů denitrifikačními pochody na plynný dusík.

Jako nejčastěji používaný technologický postup aktivačního čištění se současnou nitrifikací a denitrifikací je nízká zatěžovaná aktivace jednotným aktivovaným kalem, vystaveným střídavě podmínkám s přísunem kyslíku a bez přísunu kyslíku, kdy v podmínkách s přísunem kyslíku probíhá nitrifikace a v podmínkách bez přísunu kyslíku denitrifikace. Vzhledem k tomu, že denitrifikace vyžaduje přítomnost organických látek, jakožto donátoru vodíku pro enzymatické mikrobiální pochody denitrifikace, je při technologii komplexního aktivačního čištění jednotným aktivovaným kalem přiváděna surová voda s obsahem organických látek do anaerobní denitrifikační zóny aktivačního čištění. V denitrifikačním prostoru musí být dosaženy podmínky bez přítomnosti rozpuštěného kyslíku, které vznikají při průtoku aktivační směsi denitrifikační zónou bez přívodu kyslíku poté, co mikroorganismy aktivovaného kalu rozpuštěný kyslík z aktivační směsi spotřebují. Za nepřítomnosti rozpuštěného kyslíku získávají mikroorganismy kyslík z dusičnanu, které jsou tím přiváděny na plynný dusík, čímž se dusíkaté látky z čistěné vody definitivně odstraňují.

Pro komplexní aktivační čištění s denitrifikací se příkladné zařízení zobrazené na obr. 1 doplňuje o na obrázku neznámý denitrifikační prostor propojený s aktivačním prostorem cirkulačním okruhem. Účinnost odstranění dusičnanu v takovém systému je dána intenzitou cirkulace aktivační směsi mezi aerobní a anaerobní zónou podle výrazu

$$C_{NO_3} = \frac{C^0 NO_3}{1 + n}$$

kde C_{NO_3} je koncentrace NO_3 ve vyčištěné vodě, C^0NO_3 je koncentrace NO_3 při nulové cirkulaci a n je cirkulace aktivační směsi vyjádřená v násobku množství čistěné vody Q .

To znamená, že pro odstranění 90 % dusičnanů je zapotřebí intenzity cirkulace $9 Q$. Při vyšších koncentracích dusíkatého znečištění, řádově v 10^2 až $10^3 mg.l^{-1} n-NO_3$ a požadavku jeho snížení až na $10 mg N-NO_3$, je potřebná intenzita cirkulace neúměrně vysoká, což komplikuje technické řešení zařízení pro komplexní aktivační čištění, a to zejména ve dvou směrech: zvyšují se nároky na energii a na objem denitrifikačního prostoru; zvýšení objemu denitrifikace vyplývá z velkého množství kyslíku vnášeného do denitrifikace s aktivační směsí při intenzivní cirkulaci mezi aerobní a anaerobní zónou aktivace. Velikost denitrifikačního prostoru je tak dána - mimo velikosti dusíkatého znečištění - především intenzitou cirkulace a množstvím rozpuštěného kyslíku v aktivační směsi vstupující do denitrifikace. Zvýšení energetických nároků vyplývá ze zvýšení cirkulace a dále se zvyšuje s tím, že zvětšený denitrifikační prostor vyžaduje větší energii na potřebný pohyb aktivační směsi v tomto prostoru pro zabránění usazení aktivovaného kalu.

Za těchto podmínek je odstranění dusičnanů na požadovanou hodnotu pro zpětné použití vyčištěné vody jako technologické vody ekonomicky značně nákladné, neboť vyžaduje neúměrné množství energie a velké rozměry zařízení.

Proto využitím způsobu denitrifikace ve fluidním filtru po prvotním snížení dusičnanů popsanou technologií denitrifikace se dosahuje výrazného zmenšení zařízení zmenšením denitrifikace, se současným snížením energetické spotřeby snížením intenzity cirkulace aktivační směsi, snížením energie na míchání denitrifikačního prostoru a snížením koncentrace kyslíku v aktivační směsi. Denitrifikace ve fluidním filtru tak přebírá funkci druhého denitrifikačního stupně s možností snížení zbytkového obsahu dusičnanů podstatně ekonomičtěji, než-li jednostupňovým procesem denitrifikace.

Obr. 2 představuje jiné provedení zařízení. Základním rozdílem proti zařízení znázorněnému na obr. 1 je to, že nádrž s pláštěm 1 a dnem 2 má pravoúhlý půdorys. Z toho vyplývají určité změny v konstrukci zařízení, i když všechny podstatné

části jsou zachovány, t.j. v nádrži s pláštěm 1 a dnem 2 je uspořádán jeden nebo více separátorů 3, v daném případě jeden, majících v tomto případě pravouhlý půdorys. Hydraulické uspořádání převodu aktivační směsi z aktivačního prostoru 5 do separátoru 3 a navrácení zahuštěného aktivovaného kalu ze separátoru 3 zpět do aktivačního prostoru 5 je v principu shodné, ale technické řešení v tomto případě využívá jediného podélného přepouštěcího kanálu 12, vytvořeného stěnou 27 a dělící stěnou 9 separátoru 3, oddělující prostor separátoru 3 od aktivačního prostoru 5. Změnou proti obr. 1 je řešení krytu 15, který u tohoto provedení má tvar podélné klenby tvoření s výhodou vlnitým materiálem, jehož řez je znázorněn na obr. 4, např. plechovým, sklolaminátovým a pod., zajišťujícím pevnost konstrukce. Stejně jako v předcházejícím příkladním zařízení je kryt 15, pokrývající celou průtočnou plochu separátoru 3, opatřen odběrnými otvory 16, odstánými proti průniku flotačního kalu stínícími stěnami 17, umožňujícími však vstup vody do odběrného systému vyčištěné vody.

Pro rovnoměrný odběr vyčištěné vody slouží podélně uspořádaný sběrný kanál 19, tvořený stěnovým nástavcem 10, který je v tomto případě rovnoběžný a nornou stěnou 18, umístěnou na krytu 15, při čemž žlabovité kanálky vlnitého krytu 15 vytváří s nornou stěnou 18 otvory 18.

Systém odběru vyflotovaného kalu je v tomto příkladném zařízení tvořen odběrem 22, majícím tvar sběrného koryta 22, napojeného na vstup jednoho nebo více mamutkových čerpadel 23, jehož výtok 35, nebo výtoky 35, jsou zaústěny do aktivačního prostoru 5, jak uvedeno u provedení na obr. 1

V separátoru 3 je dále osazeno jedno nebo více dalších mamutkových čerpadel 30 se vstupem 31, nebo vstupy 31, umístěnými pod hladinou 25 fluidního filtru. Výstup 36, nebo výstupy 36, jsou dále napojeny obdobně, jak je popsáno u provedení podle obr. 1

Funkce zařízení na obr. 2 je shodná s již popsanou funkcí zařízení znázorněného na obr. 1

Zařízení s pravouhlým půdorysem nádrží a horizontálním uspořádáním podle obr. 2 není omezeno toliko na popsané zařízení, ale může být použito s výhodou i v dalších jiných konstrukčních

uspořádáních, např. v takovém, kdy v jediné nádrži je uspořádáno vedle sebe, popř. i za sebou, více separátorů 3 s obdélníkovým půdorysem, při čemž dělicí stěny 2 těchto separátorů tvoří samonosné konstrukce, jak je tomu u provedení znázorněného na obr. 4

U tohoto provedení, výhodného pro velká, výkonná zařízení, jsou kryty 15, podélného obloukového tvaru, vytvořeny z vlnitého materiálu, zvyšujícího jejich tuhost.

I pro dělicí stěny 2, tvořící zde nejen separátory 3, ale i jednu stěnu kanálů 11 a i značnou část stěn vymezujících aktivací prostory 5, je výhodně použito vlnitého materiálu. Kryt 15 tvoří součást samonosné konstrukce separátoru 3, což přispívá výrazně ke zvýšení tuhosti celé konstrukce vestavby, s možností nesení celého sběrného systému vyčištěné vody. To je důležité pro větší kapacity zařízení, kdy je zapotřebí značných délek nádrží, což vyžaduje poměrně velké rozměry sběrných kanálů 19, které by jinak bylo obtížné na konstrukci zařízení spolehlivě upevňovat.

Popsaný sběrný systém vyčištěné vody, spolu s krytem 15, s odvodem vyflotovaného kalu trychtýřovitými odběry 22 a mamutkovými čerpadly 23 a se vstupy 31 mamutkových čerpadel 30 pro odčerpání vrchní vrstvy fluidních filtrů, nevyžaduje přístup obsluhy na celou plochu zařízení, což by jinak vyžadovalo konstrukci obslužných lávek. Absence obslužných lávek příznivě snižuje hmotnost konstrukce a náklady na její výrobu a montáž a tak přispívá ke snížení pevnostních požadavků na samonosnou konstrukci separátorů 3, které mohou být konstruovány pouze jako oddělovací a vodící stěny, bez zvláštního tlakového namáhání. Funkce tohoto zařízení je v principu obdobná jako u popsaných zařízení podle obr. 1 a 2

Zařízení podle obr. 3 je vhodné zejména pro čištění velkých objemů méně znečištěných odpadních vod, např. městských odpadních vod. Čistírny tohoto typu jsou obvykle napojeny na společnou kanálisaci, což vytváří enormní požadavky na hydraulické zatížení aparátů během špičkového zatížení za deště. Popsané zařízení umožňuje pracovat s hladinou fluidního filtru v úrovni maximálního průtočného průřezu separátorů 3, bez nebezpečí zhoršení účinnosti zařízení z titulu úniku kalu flotací.

Významnou předností zařízení podle vynálezu je i jeho možnost zvýšení hydraulické kapacity při čištění běžných druhů odpadních vod, např. městských odpadních vod, proti běžným zařízením, kde flotace za obvyklých podmínek v důsledku tvorby plynů ve fluidním filtru není tak výrazná a projevuje se pouze zhoršením kvality vody obsahem nerozpuštěných látek.

Zařízení podle vynálezu umožňuje v tomto případě podstatné zvýšení kapacity zvýšením hydraulického zatížení v důsledku popsané funkce s větším objemem fluidního filtru a při sníženém obsahu kyslíku v aktivační směsi. To přináší jak investiční úspory - menší rozměry - tak i provozní úspory v nižší spotřebě energie.

Výhodou způsobu a zařízení podle vynálezu je zvýšení účinnosti čistícího procesu, a to jak v parametrech dusíkatého, tak i uhlíkatého znečištění. To má význam pro čištění velkých objemů nízkokoncentrovaných odpadních vod s nízkým obsahem dusíkatého znečištění, kde lze denitrifikaci ve fluidním filtru dosáhnout výrazného snížení dusičnanů, bez nutnosti doplnění zařízení o samostatnou denitrifikaci. Současně se zvýšenou čistící účinností se dosahuje i výrazného zvýšení kapacity separace, a tím i celého zařízení. Nezanedbatelná je i úspora elektrické energie.

Další výhodou zařízení podle vynálezu je rozšíření použitelnosti techniky fluidní filtrace v technologii čištění vody i na odpadní vody, u kterých dochází k flotaci velkého množství aktivovaného kalu v separačním prostoru. To se týká zejména odpadních vod s obsahem dusíkatých látek, pro jejichž čištění je použita nízkozatěžovaná aktivace se současnou nitrifikací organického a amoniakálního dusíku na dusičnany.

V případě komplexního čištění těchto druhů odpadních vod, včetně denitrifikace, snižuje zařízení podle vynálezu i nároky na objem denitrifikačního prostoru, jakož i spotřebu elektrické energie na provzdušňování aktivační směsi v aktivačním aerobním procesu snížením koncentrace kyslíku na míru potřebnou pro aerobní aktivaci, bez nutnosti zvýšeného obsahu kyslíku pro zabránění postdenitrifikačním pochodům ve vrstvě fluidního filtru.

Ekonomické odstranění dusičnanů až na hodnotu $10 \text{ mg.l}^{-1} \text{ N-NO}_3$ otevírá cestu k bezodpadovým technologiím s opětným využitím vyčištěné vody v uzavřených cirkulačních okruzích.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

239 007

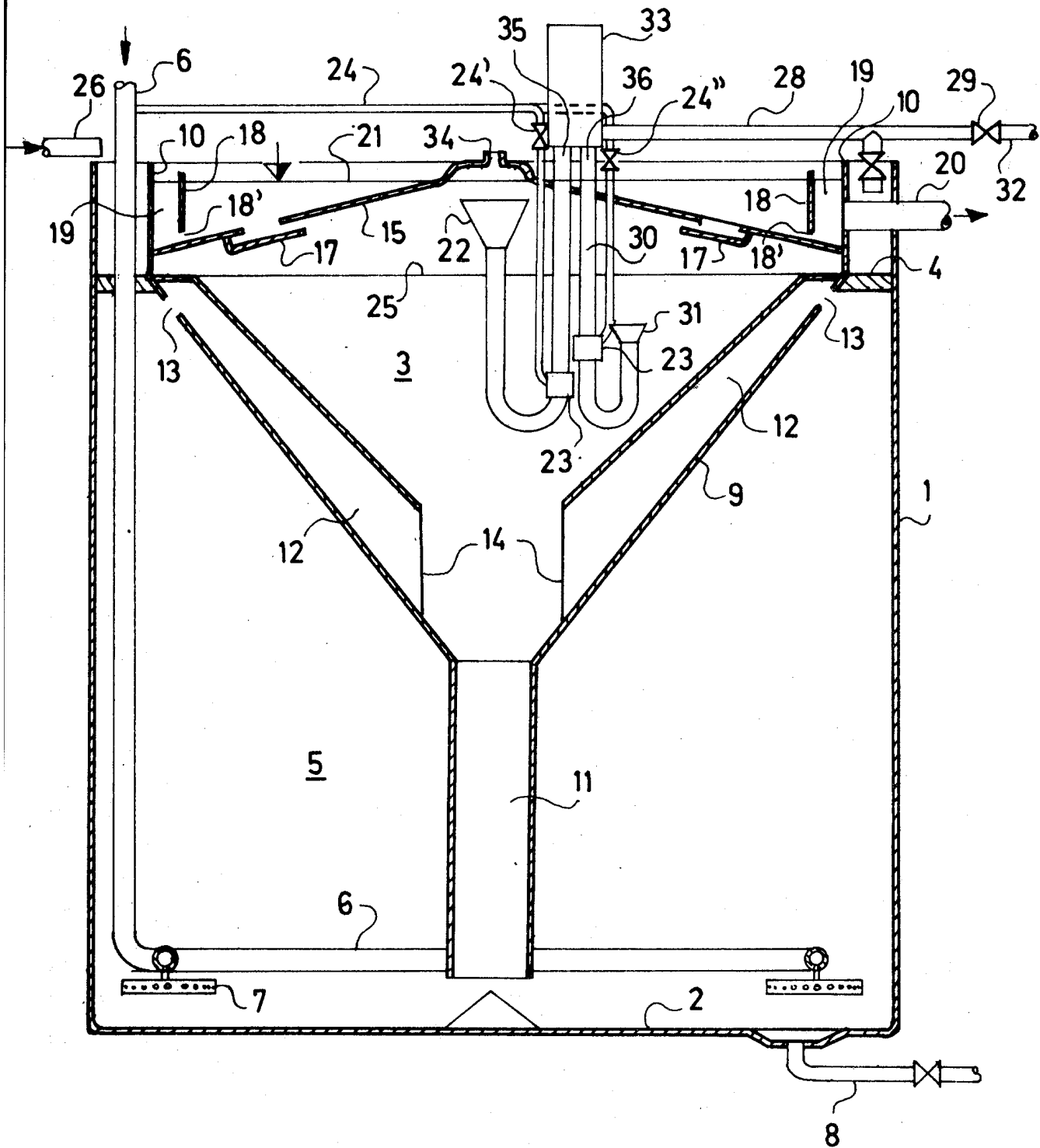
1. Způsob biologického aktivačního čištění odpadních vod s obsahem dusíkatých látek, v režimu nízkozatěžovaného kalu se současnou nitrifikací organického dusíku a amoniaku na dusičnany a s použitím fluidní filtrace, vyznačený tím, že odpadní voda po aktivačním čištění s přísunem kyslíku nebo po střídavém aktivačním čištění bez přísunu kyslíku a s přísunem kyslíku se dočišťuje v průběhu fluidní filtrace denitrifikací, bez přítomnosti kyslíku, čímž se vytváří flotovaný kal, který je recirkulován alespoň zčásti do aerobního aktivačního čištění.
2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1 s prostorem fluidní filtrace, jehož průtočný průřez mezi dělicí nebo dělicími stěnami se směrem nahoru rozšiřuje, vyznačené tím, že hladina(25) fluidního filtru je v úrovni největšího rozšíření prostoru fluidní filtrace a je překryta krytem(15) s odběrnými otvory(16) s předřazenými stínícími stěnami(17) pro zamezení průchodu flotovaného kalu odběrnými otvory(16), propojujícími prostor fluidní s výše uspořádaným odběrným systémem vyčištěné vody, přičemž pod středovou vrcholovou částí krytu(15), opatřenou plynovým výstupem(34) je pod úrovní hladiny(21) vyčištěné vody uspořádán odběr(22), nebo odběry(22), zařízení(23) pro odběr vyflotovaného kalu a pod úrovní hladiny(25) fluidního filtru je uspořádán případně vstup nebo vstupy(31) čerpacího zařízení(30) pro odčerpání vrchní vrstvy fluidního filtru.
3. Zařízení podle bodu 2, vyznačené tím, že zařízení(23) pro odběr vyflotovaného kalu je tvořeno alespoň jedním mamutkovým čerpadlem, jehož odběr(22) má nálevkovitý tvar, otevřený nahoře a jehož výtok(35) je propojitelný s aktivačním prostorem (5), popř. i s odvodem(32) přebytečného aktivovaného kalu.
4. Zařízení podle bodu 2, vyznačené tím, že čerpací zařízení (30) pro odčerpání vrchní vrstvy fluidního filtru je tvořeno alespoň jedním mamutkovým čerpadlem, jehož vstup(31) má nálevkovitý tvar, otevřený nahoře a jehož výstup(36) je

propojitelný s aktivačním prostorem(5).

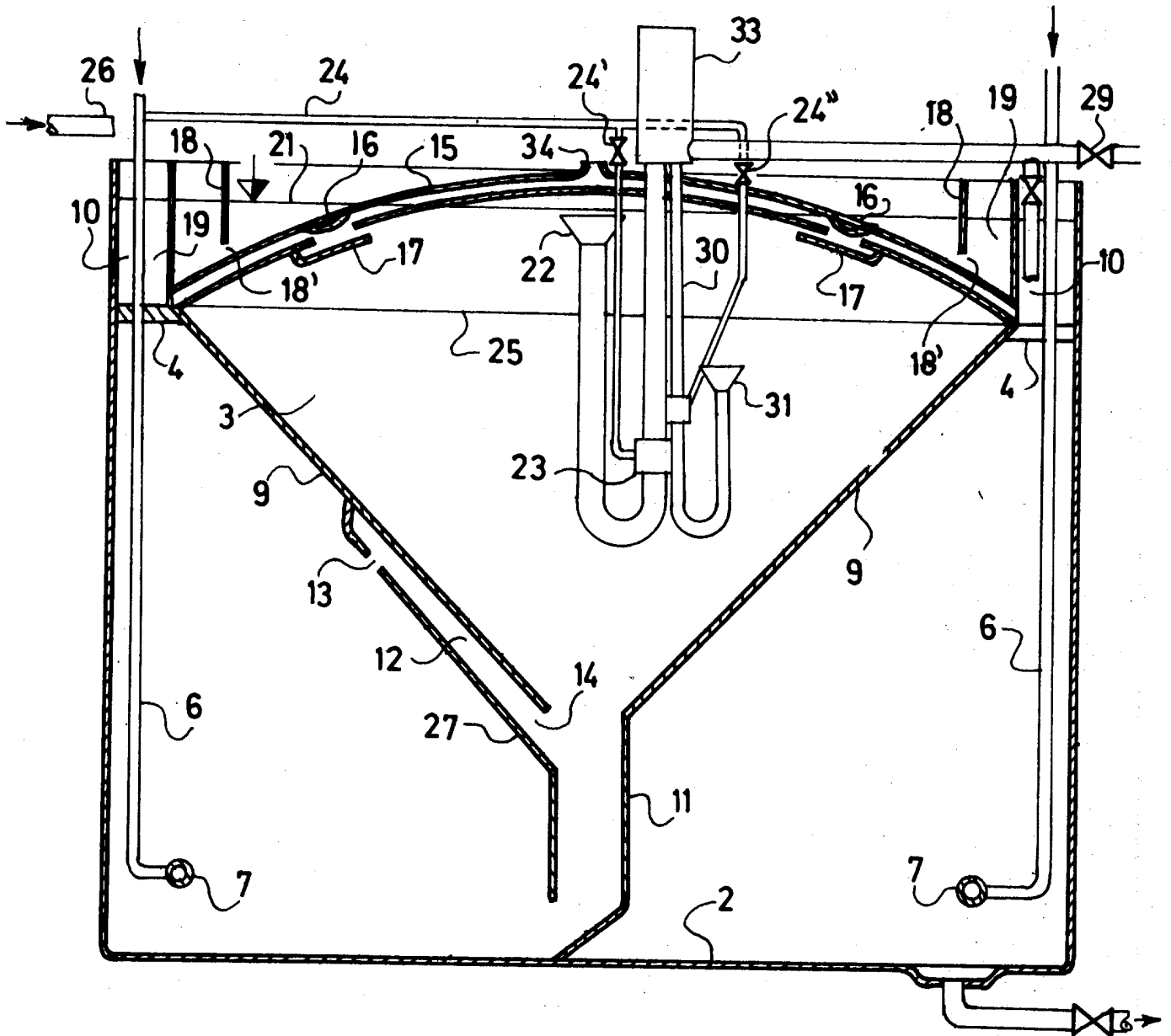
239 007

5. Zařízení podle bodu 3, vyznačené tím, že výtok(35) je zaústěn do odvzdušňovací nádržky(33), napojené na odvod(28), tvořící uzavíratelné propojení s aktivačním prostorem(5), při čemž na odvod je případně napojen i uzavíratelný odvod (32) přebytečného aktivovaného kalu.
6. Zařízení podle bodu 5, vyznačené tím, že do odvzdušňovací nádržky(33) je rovněž zaústěn výstup(36).
7. Zařízení podle bodu 2, vyznačené tím, že kryt(15) má kuželovitý, popř. klenutý tvar.
8. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že kryt (15) má tvar podélné klenby, např. válcové.
9. Zařízení podle bodu 8, vyznačené tím, že kryt (15) je tvořen profilovaným materiálem, např. plechem nebo laminátem.

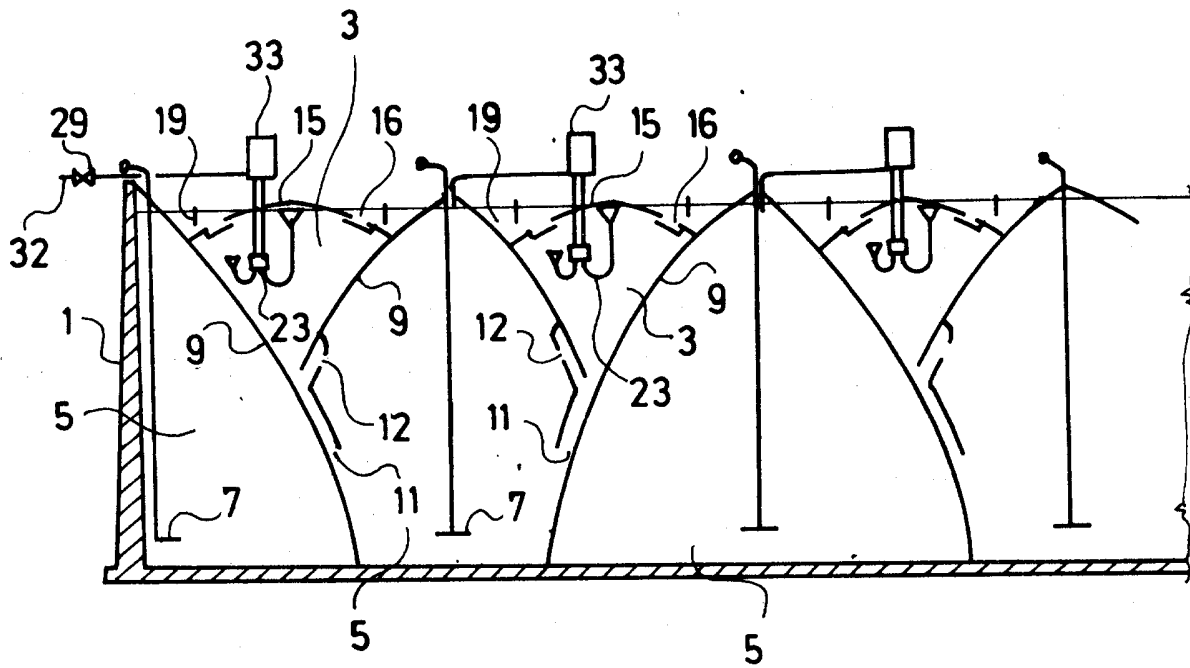
3 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4