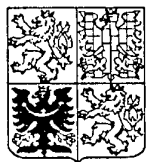


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **201-93**

(22) Přihlášeno: 15. 02. 93

(40) Zveřejněno: 18. 01. 95

(47) Uděleno: 25. 11. 94

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 18. 01. 95

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁵:
C 02 F 3/12

(73) Majitel patentu:

Mackrle Svatopluk ing. CSc., Brno, CZ;
Mackrle Vladimír dr. ing. CSc., Tomášov, CZ;

(72) Původce vynálezu:

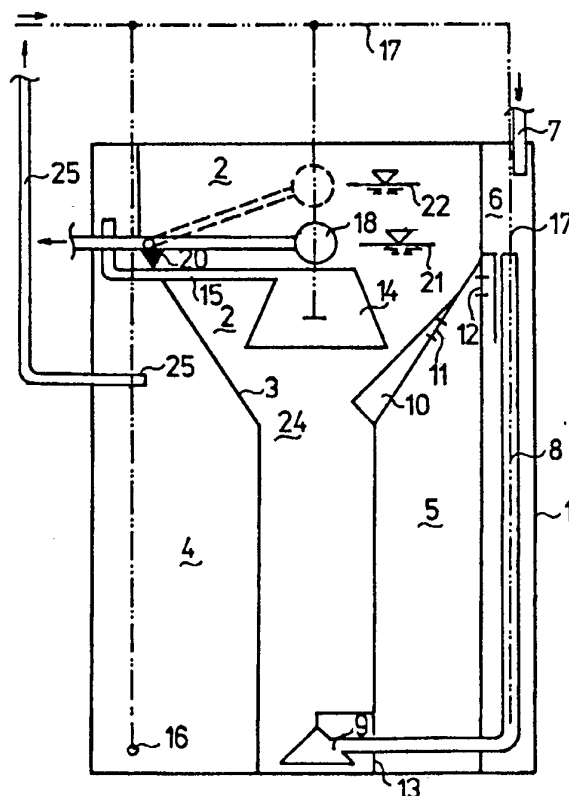
Mackrle Svatopluk ing. CSc., Brno, CZ;
Mackrle Vladimír dr. ing. CSc., Tomášov, CZ;

(54) Název vynálezu:

Reaktor pro biologické čištění odpadních vod

(57) Anotace:

Zařízení sdružuje v nádrži aktivační prostor (4) a vzhůru se rozšiřující trychtýřovitý separační prostor (2) pro fluidní filtraci. Aktivační prostor (4) mezi stěnou (3) separačního prostoru (2) pro fluidní filtraci a vnějším pláštěm (1) reaktoru je přehrazen přepážkou (5), přičemž separační prostor (2) komunikuje s aktivačním prostorem (4) jednak převáděcí pasáží (10) se vstupním otvorem (11) a průchodem (13), umístěnou před přepážkou (5), jednak přečerpacím agregátem (8), jehož sací vstup je zaveden ke dnu separačního prostoru (2) a výstup do aktivačního prostoru (4) za přepážku (5).



Reaktor pro biologické čištění odpadních vod

Oblast techniky

Vynález se týká reaktoru pro biologické čištění odpadních vod se separací aktivovaného kalu fluidní filtrací, vhodného zejména pro čištění menších a nejmenších individuálních zdrojů splaškového znečištění, jako jsou například rodinné domky, popřípadě jejich kolonie, dále hotely, motely, menší sídliště a podobně.

Dosavadní stav techniky

Pro účely čištění menších a nejmenších individuálních zdrojů splaškových vod jsou doposud používány různé systémy biologického čištění typu biofiltrů a biodisků. Účinnost čištění těchto čistíren však nedosahuje účinnosti systému biologického čištění aktivovaným kalem. Použití aktivačního čištění i pro malé a nejmenší čistírny odpadních vod však naráží na mnohé technické překážky. Je například známo, že nerovnoměrnost hydraulického zatížení se zvyšuje se zmenšující se kapacitou čistírny. Největší hydraulické přetížení se vyskytuje u malých domovních čistíren pro rodinné domky, kde například vypuštění vany představuje krátkodobé hydraulické přetížení, jehož intenzita převyšuje řádově celodenní průměrné zatížení.

Nerovnoměrnost hydraulického i látkového zatížení vyžaduje odpovídající zvětšení zařízení pro aktivační čištění, a tím i jeho cenu. V důsledku toho náklady pro malé aktivační čistírny vzrůstají u dosavadních typů exponenciálně se zmenšujícím se výkonem.

Další nevýhodou dosavadních typů malých aktivačních čistíren je i závislost provozních nákladů na velikosti čistírny. Relativně vysoké provozní náklady u malých čistíren jsou důsledkem vyšší specifické spotřeby elektrické energie a nároků na obsluhu, zejména na odvoz přebytečného biologického kalu.

Tyto nevýhody malých čistíren vedou ke snaze ke sdružování malých zdrojů splaškových vod do větších celků, pokud možno s připojením na společnou kanalizaci, protože náklady na jejich čištění jsou u větších čistíren výrazně nižší.

Použití individuálních malých čistíren je potom vyhrazeno pouze případům, kde budování společné kanalizace není z ekonomických důvodů opodstatněné.

Nové ekonomické podmínky vnáší do čištění malých a nejmenších individuálních zdrojů splaškových vod tzv. Brown-Water-Concept, kdy vyčištěná voda z provozů kuchyní, koupelen a provozu domácích praček je opakovaně používána pro sanitární účely. Podmínkou efektivního použití Brown-Water-Conceptu je mimo vysoce účinného vyčištění odpadní vody i její čištění přímo na místě vzniku tak, aby náklady na její distribuci byly co nejmenší. To vede k potřebě malých a nejmenších domovních čistíren splaškových vod s vysokými nároky na kvalitu vyčištěné vody, čistíren malých rozměrů, snadno transportovatelných, s jednoduchou instalací

a s přijatelnými cenovými relacemi. Takové zařízení, které by plně vyhovovalo těmto podmínkám doposud na trhu chybí.

Úkolem vynálezu je vytvořit zařízení, které by účinně čistilo domovní splaškové a odpadní vody, a to i pro malá a velmi malá množství odpadních vod, které by poskytovalo kvalitně vyčištěnou vodu, bylo jednoduché a také cenově přijatelné.

Podstata vynálezu

Nevýhody stavu techniky do značné míry odstraňuje reaktor podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že aktivační prostor mezi stěnou separačního prostoru pro fluidní filtraci a pláštěm nádrže reaktoru je přehrazen přepážkou, přičemž separační prostor komunikuje s aktivačním prostorem jednak převáděcí pasáží se vstupním otvorem a průchoodem, umístěnou před přepážkou, jednak přečerpacím agregátem, jehož sací vstup je zaveden ke dnu separačního prostoru a výstup do aktivačního prostoru za přepážku.

Z hlediska jednoduchosti konstrukce je přínosem, že přepážka v aktivačním prostoru je součástí lapače hrubých nečistot, ve kterém je umístěn přečerpávací agregát, přičemž přečerpávacím agregátem je s výhodou mamutové čerpadlo.

Pro odběr vyčištěné vody je přínosem, separační prostor pro fluidní filtraci je na trychtýřovité části opatřen válcovou nadstavbou, opatřenou plovákovým odběrným ústrojím vyčištěné vody.

Pro obvod flotujícího kalu z oblasti separace je významné, že lapač flotujícího kalu v separačním prostoru pro fluidní filtraci je opatřen zdrojem stlačeného vzduchu.

Pro obvod přebytečného aktivovaného kalu z reaktoru je do aktivačního prostoru je zaústěno odkalovací potrubí a jeho vstup je situován v jedné třetině až ve dvou třetinách výšky reaktoru nade dnem nádrže.

Výhodou zařízení podle vynálezu jsou jeho malé rozměry a kompaktnost a uzavřenost konstrukce, umožňující velkosériovou výrobu snadno transportovatelných reaktorů. Výhodou je také snadná umístitelnost zařízení přímo v suterénu obytných objektů.

Investiční i provozní náklady na čištění odpadních vod se přitom blíží při úspoře pitné vody v systému Brown-Water-Concept nákladům na čištění těchto odpadních vod ve velkých centralizovaných čistírnách, čímž odpadají důvody, které dříve vedly ke sdružování menších zdrojů odpadních vod do větších celků s nutností budování nákladných kanalizačních sítí.

Přehled obrázků na výkresech

Příklad zařízení podle vynálezu je popsán na základě připojeného výkresu, kde na obr. 1 je schematicky znázorněný svislý osový řez zařízením a na obr. 2 je schematicky znázorněný půdorys zařízení.

Příklady provedení vynálezu

V nádrži s pláštěm 1 výhodně válcového tvaru je uložen koncentricky separační prostor 2 vymezený stěnou 3, jejíž horní část má s výhodou tvar kuželového pláště a spodní část válcového pláště. Plášť 1 nádrže může mít také tvar mnohoúhelníka, například čtverce. Stejně tak může mít horní část separačního prostoru 2 v řezu tvar čtverce nebo jiného mnohoúhelníka, vždy je však trychtýřovitá. Návazně na tvar horní části separačního prostoru 2 má odpovídající válcový nebo mnohoúhelníkový tvar i jeho spodní část.

Separací prostor 2 je určen k separaci kalu fluidní filtrací. Mezi pláštěm 1 nádrže a stěnou 3 separačního prostoru 2 je vytvořen obvodový aktivační prostor 4, který je na jednom místě přehrazen přepážkou 5, která je podle příkladu provedení orientována svisle. Přepážka 5 tvoří s výhodou součást lapače 6 hrubých nečistot, do kterého je zaústěn přívod 7 surové odpadní vody. V lapači 6 je vložen přečerpací agregát 8, tvořený například mamutovým čerpadlem, jehož sací vstup 9 je zaveden ke dnu separačního prostoru 2. Propojení aktivačního prostoru 4 se separačním prostorem 2 tvoří převáděcí pasáž 10 se vstupním otvorem 11. Převáděcí pasáž 10 je umístěna u přepážky 5 a ve směru proudění aktivační směsi před touto přepážkou 5. Obvod 12 z lapače 6 hrubých nečistot je zaústěn do aktivačního prostoru 4 ve směru proudění aktivační směsi za přepážkou 5.

Před přepážkou 5 na straně převáděcí pasáže 10 je ve stěně 3 separačního prostoru 2 u jeho dna vytvořen průchod 13, kterým komunikuje separační prostor 2 s aktivačním prostorem 4. Horní část separačního prostoru je trychtýřovitá a na ni navazuje spodní, válcovitá část. Jejich rozmezí tvoří vstupní pasáž 24. Optimální velikost plochy vstupní pasáže 24 činí nejméně 10 % plochy separace v hladině. V horní, rozšiřující se části separačního prostoru 2 je uspořádán lapač 14 flotujícího kalu s vývodem 15 vyflotovaného kalu, který je vyveden do aktivačního prostoru 4. Do lapače 14 flotujícího kalu je zaústěn přívod vzduchu z neznámého zdroje stlačeného vzduchu, lapač 14 flotujícího kalu je tedy provzdušňovaný. Tento zdroj stlačeného vzduchu slouží i pro pneumatický provzdušňovací systém v reaktoru sestávající především z provzdušňovacích elementů 16, napojených na zmíněný zdroj stlačeného vzduchu rozvodným potrubím 17. Toto rozvodné potrubí 17 je určeno i pro přívod vzduchu do lapače 14 flotujícího kalu a do přečerpacího agregátu 8 ve formě mamutového čerpadla. Provzdušňovací elementy 16 jsou v aktivačním prostoru uspořádány s výhodou s rozdílným odstupem, z čehož plyne, že různé úseky obvodového aktivačního prostoru 4 mají různou intenzitu provzdušňování.

Na hladině separačního prostoru 2 je umístěno plovákové odběrné ústrojí 18 vyčištěné vody s odvodem 19. Nejnižší poloha plovákového odběrného ústrojí 18 je určena zárážkou 20 a neznámý přeliv plovákového odběrného ústrojí 18 je nastaven na určitý maximální odběr nepřevyšující dvojnásobek celodenního průměru hydraulického zatížení reaktoru.

Hladina 21 reaktoru je za průměrného zatížení reaktoru v nejnižší poloze a při krátkodobém hydraulickém přetížení se

hladina v reaktoru zvýší a může dosáhnout až úrovně nejvyšší hladiny 22. Kolísání hladiny probíhá ve válcové části separačního prostoru 2, stěna 3 separačního prostoru 2 je tedy vždy pod hladinou. Do aktivčního prostoru 4 je zavedeno odkalovací potrubí 25 a jeho výstup je s výhodou v horní polovině aktivčního prostoru 4.

Funkce popsaného zařízení k biologickému čistění odpadních vod je tato:

Surová odpadní voda vtéká přívodem 7 do lapače 6 hrubých nečistot. Proud aktivční směsi a vzduchu v lapači 6 hrubých nečistot z přečerpacího agregátu 8 ve formě mamutového čerpadla urychluje desintegraci papíru ze sanitárního zařízení a odděluje hrubé usaditelné nečistoty v odpadní vodě do spodní části lapače 6. Přepážka 5 přehrazující obvodový aktivční prostor 4 je s výhodou využita jako část lapače 6. Aktivční směs z lapače 6 je vyvedena do obvodového aktivčního prostoru 4 obvodem 12. V obvodovém aktivčním prostoru 4 proudí aktivční směs, do které je přimísená surová odpadní voda, postupným tokem. Přimísením surové vody do aktivční směsi a malá intenzita provzdušňování na počátku postupného toku v aktivčním prostoru 4 v důsledku absence provzdušňovacích elementů nebo jejich velkých odstupů v této části aktivčního prostoru 4 vytvoří nedostatek kyslíku u povrchu částic aktivovaného kalu, což vyvolá denitrifikační pochody, kdy mikroorganismy biocenózy aktivovaného kalu získávají kyslík pro svoje životní pochody z dusičnanů obsažených v odpadní vodě.

Aktivční směs s přimísenou odpadní vodou je potom v další části obvodového aktivčního prostoru 4 průběžně okysličována pneumatickou aerací, která současně zabezpečuje suspendaci aktivovaného kalu v celém aktivčním prostoru 4.

Aktivční směs se postupně okysličuje až do dosažení podmínek pro průběh nitrifikačních pochodů, což vyžaduje koncentraci rozpuštěného kyslíku v aktivční směsi nad $2 \text{ mg O}_2/\text{l}$, potom se aktivční směs podrobí fluidní filtraci.

Aktivční směs vstupuje do separačního prostoru 2 pro fluidní filtraci vstupním otvorem 11 a převáděcí pasáží 10. Účinnost separace fluidní filtrací závisí mimo jiné na velikosti vstupní pasáže 24, kterou vstupuje aktivční směs dále do horní části separačního prostoru 2. Ve fluidním filtru v separačním prostoru 2 dojde fluidní filtrací k oddělení vyčištěné vody od aktivovaného kalu a vyčištěná voda je odváděna plovákovým odběrným ústrojím 18, které je ve své nejnižší poloze fixováno zárážkou 20. Plovákové odběrové ústrojí 18 umožňuje odběr maximálně dvojnásobku průměrného celodenního přítoku odpadní vody. Při nárazovém, krátkodobém hydraulickém přetížení, což nastane například při vypouštění vany, může stoupnout hladina 21 v reaktoru až na úroveň nejvyšší hladiny 22. Rozdíl mezi minimální hladinou 21 a nejvyšší hladinou 22 představuje retenci pro zachycení krátkodobého, hydraulického přetížení.

Při postupném plnění této retence stoupá pomalu hladina 21 v celém reaktoru, aniž by se zvyšoval průtok fluidním filtrem nad hranici maximálního průtoku, například nad dvojnásobek průměrného celodenního průtoku, čímž se zabrání porušení fluidního filtru

a úniku aktivovaného kalu do vyčistěné vody. Tato regulace maximálního odběru vyčistěné vody snižuje nároky na velikost separace 4 a zajišťuje vysokou účinnost fluidní filtrace i v okamžicích krátkodobého extrémního hydraulického přetížení.

Aktivovaný kal po odběru vyčistěné vody propadá protiproudě vstupní pasáží 24 do válcové spodní části separačního prostoru 2, kam je vyveden sací vstup 9 přečerpacího agregátu 8. Spodní část separačního prostoru 2 komunikuje u svého dna průchodem 13 ve stěně 3 umístěné před přepážkou 5.

Průchod 13 umožňuje v případě přerušení provzdušňování reaktoru prostup aktivovaného kalu ze separačního prostoru 2 do obvodového aktivačního prostoru 4, čímž je zamezeno zanášení separačního prostoru 2 kalem. Průchod 13 zabezpečí také vyrovnaní hladin v separaci a aktivaci při napouštění reaktoru nebo při jeho vypouštění, popřípadě odkalování, což umožňuje beztlakové řešení vestaveb reaktoru.

Flotující kal ve fluidním filtru v separačním prostoru 2 je zachycován v lapači 14. Zachycený vyflotovaný kal je odváděn z lapače 14 vývodem 15 do obvodového aktivačního prostoru 4, a to mamutkovým efektem při přivedení stlačeného vzduchu do lapače 14.

Odběr přebytečného aktivovaného kalu se děje periodicky jeho odvozem fekálním vozem. Pro odběr přebytečného aktivovaného kalu slouží odkalovací potrubí 25, které je zaústěno do aktivačního prostoru, a to do horní poloviny výšky reaktoru. Přebytečný kal je odebírán za provozu reaktoru odsáním části aktivační směsi do fekálního vozu.

Přečerpacím agregátem 8 je aktivační směs čerpána do lapače 6 hrubých nečistot, odkud natéká odvodem 12 do obvodového aktivačního prostoru 4 za přepážku 5. Tím je vytvořen vnitřní cirkulační okruh, kterým cirkuluje aktivační směs postupným tokem. Do aktivační směsi po odebírání vyčistěné vody ve fluidním filtru je v lapači 6 přimíšena surová odpadní voda, která - jak bylo shora popsáno - způsobí nárazový pokles rozpuštěného kyslíku v aktivační směsi, zejména u povrchu částic aktivovaného kalu, čímž vytvoří podmínky pro dynamickou denitrifikaci. Tvar obvodového aktivačního prostoru 4 ve formě úzkého kanálu umožňuje, že pro suspendaci aktivovaného kalu při relativně značné rychlosti proudění aktivační směsi stačí na počátku cirkulačního proudění i malá intenzita provzdušňování. Tím se nenarušuje režim denitrifikace v této části aktivačního prostoru 4, vyžadující nízký obsah rozpuštěného kyslíku v aktivační směsi.

Při průběžném intenzivním provzdušňování aktivační směsi s přidanou surovou odpadní vodou v další části postupného toku dochází k odbourávání znečišťujících látek oxidací a k postupnému sycení aktivační směsi kyslíkem až na hodnotu nad 2 mg O₂/l, čímž jsou vytvořeny podmínky pro nitrifikaci dusíkatých látek.

Zvýšený obsah rozpuštěného kyslíku se současně projeví příznivě i na účinnost následné separace aktivovaného kalu fluidní filtrací, protože vyšší obsah kyslíku v aktivační směsi zabrání postdenitrifikačním pochodům při fluidní filtraci.

Aktivační směs po proběhnutí oxidačních čisticích procesů je podrobena v separačním prostoru 2 separaci suspenze aktivovaného kalu fluidní filtrací. Cirkulující aktivační směs přináší do zóny cirkulačního okruhu na jeho počátku - se sníženým obsahem rozpuštěného kyslíku - dusičnany, vzniklé v nitrifikační zóně s dostatkem kyslíku. V této zóně se sníženým obsahem kyslíku jsou potom dusičnany redukovány na plynný dusík.

Celková intenzita biologických čisticích procesů závisí na koncentraci aktivovaného kalu v čisticím systému, která je přímo závislá na účinnosti separace. Integrální vřazení fluidní filtrace do cirkulačního oběhu aktivační směsi s využitím plochy aktivace pro separaci zajišťuje vysokou koncentraci aktivovaného kalu, která potom způsobí nízké zatížení kalu nutné pro průběh nitrifikace jako hlavní podmínky pro vysokou účinnost čisticích procesů.

Popsaným procesem čištění proběhnou během jediného oběhu v cirkulačním okruhu všechny postupy komplexního biologického procesu čištění s odstraněním organických i dusíkatých látek a také s vysokou účinností odstranění fosfátů z odpadní vody. Kvalita vyčištěné vody umožňuje potom její nové použití například v systému Brown-Water-Concept pro sanitární účely a nebo její přímé vypouštění prostřednictvím trativodů do půdy, bez nebezpečí ohrožení kvality podzemních vod.

Průmyslová využitelnost

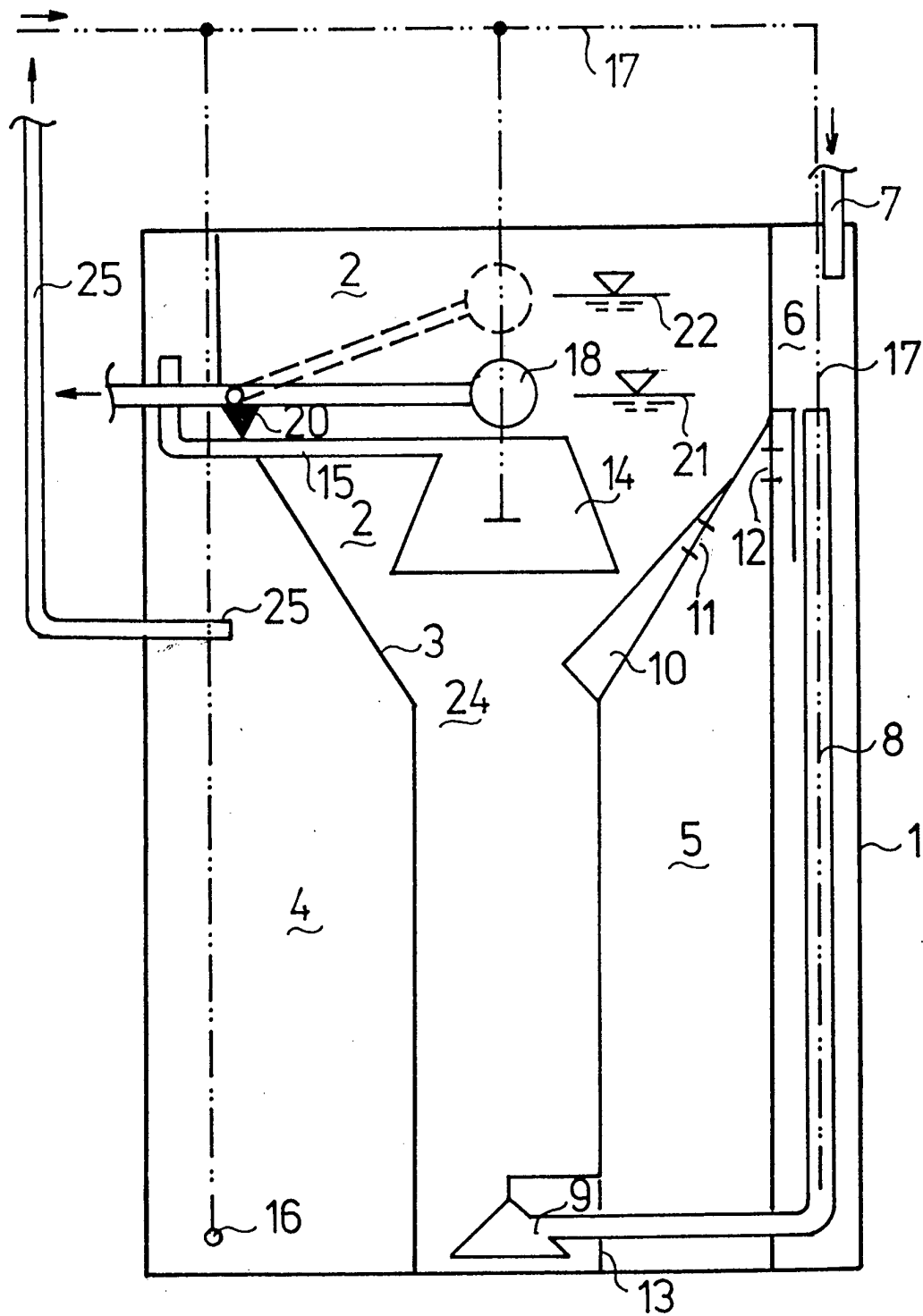
Zařízení podle vynálezu je vhodné pro malé a nejmenší biologické čistírny odpadních vod, zejména pro čištění lokálních, izolovaných zdrojů splaškových vod. Vysokou kvalitu vyčištěné vody lze s výhodou využít pro systémy Brown-Water-Concept s použitím vyčištěné vody z provozů kuchyní, koupelen a prádelen pro sanitární účely s dosažením vysoké úspory pitné vody.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Reaktor pro biologické čištění odpadních vod sdružující v nádrži aktivační prostor a vzhůru se rozšiřující trychtýřovitý separační prostor pro fluidní filtraci, v y z n a č u j í c í s e t í m, že aktivační prostor (4) mezi stěnou (3) separačního prostoru (2) pro fluidní filtraci a pláštěm (1) nádrže reaktoru je přehrazen přepážkou (5), přičemž separační prostor (2) komunikuje s aktivačním prostorem (4) jednak převáděcí pasáží (10) se vstupním otvorem (11) a průchodem (13), umístěnou před přepážkou (5), jednak přečerpacím agregátem (8), jehož sací vstup je zaveden ke dnu separačního prostoru (2) a výstup do aktivačního prostoru (4) za přepážku (5).
2. Reaktor podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že přepážka (5) v aktivačním prostoru (4) je součástí lapače (6) hrubých nečistot, ve kterém je umístěn přečerpací agregát (8).

3. Reaktor podle nároku 2, v y z n a č u j í c í s e t í m, že přečerpacím agregátem (8) je mamutové čerpadlo.
4. Reaktor podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že separační prostor (2) pro fluidní filtraci je na trychtýřovitě části opatřen válcovou nadstavbou, opatřenou plovákovým odběrným ústrojím (18) vyčištěné vody.
5. Reaktor podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že lapač (14) flotujícího kalu, umístěný v separačním prostoru (2) pro fluidní filtraci, je opatřen zdrojem stlačeného vzduchu (17).
6. Reaktor podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že do aktivačního prostoru (4) je zaústěno odkalovací potrubí (25) pro odvod přebytečného aktivovaného kalu a jeho vstup je situován v jedné třetině až ve dvou třetinách výšky reaktoru nade dnem nádrže.

2 výkresy



Obr. 1

