



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

228208

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 24 10 81
(21) (PV 6083-80)

(40) Zveřejněno 15 09 83

(45) Vydáno 15 03 86

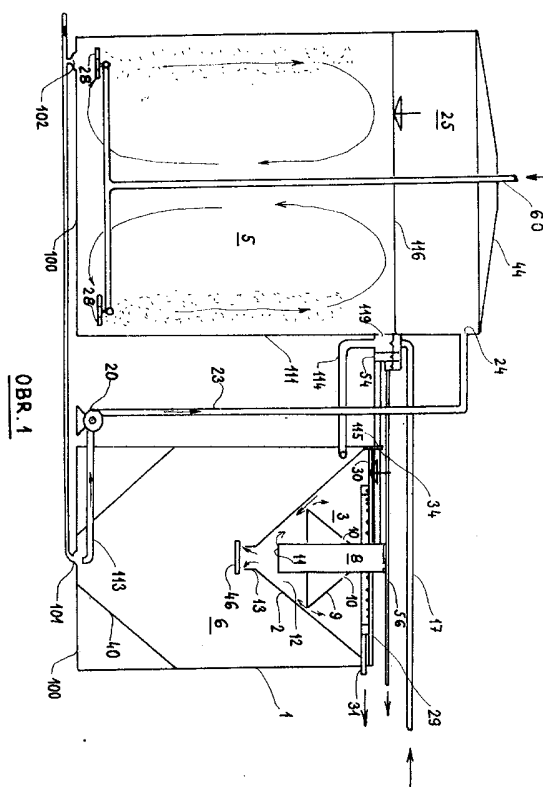
(51) Int. Cl.³
C 02 F 3/12

(75)
Autor vynálezu

MACKRLE SVATOPLUK ing. CSc., BRNO, MACKRLE VLADIMÍR dr. ing. CSc.,
PRAHA, DRAČKA OLDŘICH doc. dr. CSc., BRNO

(54) Zařízení pro biologické čištění odpadních vod obsahujících uhlíkaté
a dusíkaté látky

Zařízení pro biologické čištění odpadních vod, obsahujících uhlíkaté a dusíkaté látky. Denitrifikační prostor je spojen s přívodem surové vody, vytvořeným v nádrži se svislým válcovým pláštěm. V nádrži je vytvořen také separační prostor pro fluidní filtraci, který je napojen na denitrifikační prostor prostřednictvím odvodu aktivního kalu. S denitrifikačním prostorem nádrže je spojen aktivační prostor, vytvořený v další nádrži s válcovým pláštěm, opatřeným aeračními elementy.



Vynález se týká zařízení pro biologické čištění odpadních vod, obsahujících uhlikaté a dusíkaté látky, prostřednictvím aerobní aktivace a nitrifikace a anaerobní denitrifikace jednotným aktivovaným kalem.

Zařízení je vhodné zvláště pro komplexní čištění splaškových vod při jejich vypouštění do stojatých vod, nebo pro zpracování odpadních vod s vysokým obsahem čpavku a organického vázaného dusíku, jako je např. kejda hospodářských zvířat.

Procesy odstraňování dusíkatých látek v odpadních vodách současně s odstraňováním uhlikatých látek jsou v technologii čištění vody známé a využívané. Nejvíce používanou technologií pro dosažení tohoto cíle je metoda jednotného aktivovaného kalu střídavě vystaveného aerobním a anaerobním podmínkám.

U těchto komplexních způsobů čištění vody probíhají v aerobním aktivačním procesu enzymatické oxidační procesy organických látek a oxidace amoniaku na dusičnany a v anaerobní části procesu pak redukce dusičnanů za přítomnosti organických uhlikatých látek, jako donorů vodíku na plynný dusík. Jsou známy i podmínky účinného průběhu nitrifikačních a denitrifikačních procesů, z nichž nejdůležitější je teplota v rozmezí 13 až 35 °C, vhodné pH a zejména dostatečné stáří kalu, zajišťující potřebnou koncentraci nitrifikačních a denitrifikačních mikroorganismů v aktivovaném kalu.

Při čištění odpadních vod se současným odstraňováním dusíkatých látek se doposud nejčastěji používají klasická zařízení, u kterých vlastní procesy aerobní aktivace i anaerobní denitrifikace probíhají v samostatných oddělených nádržích, separace aktivovaného kalu je prováděna sedimentací v samostatné sedimentační nádrži, ze které je oddělený aktivovaný kal přečerpáván zpět do prvního stupně v procesu čištění vody.

Existují různé kombinace zapojení čistících nádrží, případně i s přidáváním sekundárních živin. Jako nejvhodnější kombinace se prosadilo zapojení dvou čistících nádrží za sebou, z nichž první obsahuje denitrifikaci a druhá aktivaci, přičemž surová voda přichází do denitrifikace, z aktivace se voda recirkuluje do denitrifikace a rovněž aktivovaný kal, separovaný sedimentací, se přečerpává do denitrifikace. Uvedená kombinace se prosadila vzhledem ke své jednoduchosti a vzhledem k tomu, že nevyžaduje přidávání sekundárních živin.

Byla též navržena zařízení, která pro uvedené čištění používají separaci aktivovaného kalu fluidní filtrací se samočinným vracením aktivovaného kalu do procesu. Tato zařízení rovněž používají anaerobní denitrifikaci s přívodem surové vody a aerobní aktivaci s recirkulací čištěné vody z aktivace do denitrifikace. Vzhledem k tomu, že při tomto procesu je voda, ze které je separován aktivovaný kal, odváděna do separace z aerobní aktivace, je separace umístěna nad aerobní aktivaci a separovaný aktivovaný kal je vrácen do aerobní aktivace a do denitrifikace se dostává uvedenou recirkulací.

Uvedená známá zařízení mají však různé nevýhody. U všech těchto zařízení vyžaduje denitrifikační prostor míchání pro udržení aktivovaného kalu v suspenzi. Známá zařízení mají poměrně nízký specifický výkon a značnou závislost na klimatických poměrech. V důsledku poměrně nízké efektivnosti separace sedimentací je v těchto zařízeních dosahována nepříliš vysoká koncentrace aktivovaného kalu. Protože procesy nitrifikace/denitrifikace značně závisí na stáří kalu, musí být pro dosažení dostatečné velikosti tohoto parametru použity velké specifické objemy zařízení, což znamená nízký specifický výkon. Velké objemy zařízení se negativně projevují jednak ve vysoké ceně zařízení, jednak ve značně velké výměně tepla s okolím, což vzhledem k teplotní závislosti procesů nitrifikace/denitrifikace je silně nepříznivé, zejména v zimním období.

U zařízení se separací aktivovaného kalu fluidní filtrací je sice koncentrace aktivovaného kalu v zařízení dosti vysoká, ale koncentrace v denitrifikaci nižší než v aerobní aktivaci, protože aktivovaný kal, jak bylo již uvedeno, se dostává do denitrifikace recir-

kulací z aerobní aktivace. Další nevýhodou těchto zařízení jsou problémy s likvidací pěny, která vzniká na hladině aerobní aktivace obzvláště při čištění koncentrovaných odpadních vod, v důsledku toho, že volná hladina aerobní aktivace je podstatně zmenšena separací, umístěnou nad touto aktivací.

Vynález si klade za cíl vytvořit zařízení, jež odstraňují nedostatky známých řešení a jež umožňují podstatnou intenzifikaci procesu čištění, dále pak účinné rozrušování pěny tvořící se v aerobním aktivačním prostoru, spolehlivou funkci i při nízkých teplotách a zařízení, jež jsou i výrobně a provozně jednoduché, s možností snadného přizpůsobení i rozdílným nebo kolísavým podmínkám.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že nad denitrifikačním prostorem napojeným na přívod surové vody a vytvořeným v nádrži přednostně se svislým válcovým pláštěm je v téže nádrži vytvořen separační prostor pro fluidní filtraci, napojený na odtok a oddělený od denitrifikačního prostoru šikmou dělicí stěnou s výhodou kuželovitou, kterýžto separační prostor je propojen s denitrifikačním prostorem prostřednictvím kalového odvodu, přičemž s denitrifikačním prostorem nádrže je propojen aktivační prostor, vytvořený v další nádrži přednostně s válcovým pláštěm a opatřený provzdušňovacími elementy a výstupem napojeným na přívod do separačního prostoru.

Podle jiného provedení podle vynálezu nádrží, v níž je vytvořen denitrifikační prostor, nad nímž je separační prostor a nádrž, v níž je vytvořen aktivační prostor, jsou uspořádány tak, že nádrž, v níž je vytvořen denitrifikační prostor, nad nímž je separační prostor, je umístěna v nádrži, v níž je vytvořen aktivační prostor.

U dalšího provedení podle vynálezu je kalový odvod vytvořen trubkou, navazující na spodní okraj šikmé dělicí stěny směrem dolů.

Dalším význakem je, že kalový odvod je vyveden až do spodní části denitrifikačního prostoru, nebo že je zakončen tangenciálním vyústěním, jež je uspořádáno v rozdělovacím prostoru mezi rozšířením a protilehlou částí kónického dna, a dále že v separačním prostoru je uspořádán přívod aktivační směsi, vytvořený jako svislá trubice, s výhodou koaxiální s osou nádrže.

Jiným význakem je, že v přívodu aktivační směsi je uspořádán přívod surové vody, jehož vyústění sahá do kalového odvodu.

Výhodné řešení je to, podle něhož přívod aktivační směsi je tvořen prostorem mezi spodní vnější částí šikmé dělicí stěny a protilehle uspořádanou oddělovací stěnou, v jejíž horní části jsou vytvořeny otvory, tvořící odvod aktivační směsi, přičemž na spodní okraj oddělovací stěny navazuje kalový odvod.

Pro dobrou funkci je výhodné řešení, kde propojení denitrifikačního prostoru s aktivačním prostorem je vytvořeno odvodem aktivační směsi, čerpadlem a výtlakem, jehož hubice je vyvedena do aktivačního prostoru, s výhodou nad volnou hladinu aktivační směsi.

Je rovněž výhodné řešení, kde propojení denitrifikačního prostoru s aktivačním prostorem je tvořeno průchody, vytvořenými v horní části svislého válcového pláště, popř. i spodními průchody, vytvořenými ve spodní části svislého válcového pláště, popř. kde propojení denitrifikačního prostoru s aktivačním prostorem je tvořeno odvodem, zavedeným pod kónické dno s otvory, přičemž odvod směsi je v aktivačním prostoru zakončeném mamutkovým čerpadlem.

Podle vynálezu je dále aktivační prostor s denitrifikačním prostorem propojen regulačním obtokem buď přímo, nebo prostřednictvím regulačního přepadu, popř. i částí odvodu aktivační směsi a kalového odvodu.

Příklady provedení podle vynálezu jsou schematicky znázorněny na připojených vyobrazeních, kde obr. 1 představuje svislý osový řez zařízením uspořádaným ve dvou samostatných nádržích, umístěných vedle sebe, obr. 2 svislý řez zařízením, rovněž se dvěma vedle sebe uspořádanými nádržemi jiného provedení, obr. 3 svislý osový řez monoblokovým provedením, v němž jsou obě nádrže uspořádány souose, obr. 4 a 5 pak jiná monobloková provedení, rovněž ve svislém osovém řezu.

U provedení podle obr. 1 je anaerobní denitrifikační prostor 6 v nádrži se svislým válcovým pláštěm 1 umístěn vedle nádrže tvořené válcovým pláštěm 111, v daném případě rovněž svislým víkem 44 a dnem 100, obsahující aerobní aktivační prostor 2 s volnou hladinou 116. V nádrži se svislým válcovým pláštěm 1 je v její horní části šikmou dělicí stěnou 2, v daném případě kuželovitou, vytvořen separační prostor 3 pro fluidní filtraci, opatřený ve své spodní části kalovým odvodem 13 pro odvod separovaného kalu, pod nímž je umístěna clona 46, překrývající kolmý průřez vyústění kalového odvodu 13.

Anaerobní denitrifikační prostor 6 je dole vymezen kónicky směrem dolů se zužujícím dnem 40, opatřeným u spodku výpustí 101 a odvodem 113 aktivační směsi napojeným na čerpadlo 20, sloužící jako zdroj cirkulace v uzavřeném cirkulačním okruhu aktivační směsi mezi anaerobním denitrifikačním prostorem 6 a aerobním aktivačním prostorem 2.

Výtlač 23 čerpadla 20 je zaústěn hubicí 24 s výhodem do protipřenosového prostoru 25, vytvořeného válcovým pláštěm 111 nad volnou hladinou 116 v aerobním aktivačním prostoru 25. Aktivační prostor 2 má ve dně 100 výpust 102 a je opatřen pneumatickým provzdušňovacím systémem sestávajícím z neznázorněného známého dmychadla, rozváděče 60 vzduchu a provzdušňovacích elementů 28.

U volné hladiny 116 aerobního aktivačního prostoru 2 je umístěn regulační známý přepad 54, ze kterého je odděleně vyveden odvod 115 aktivované směsi do přívodu 8, a tím i do separačního prostoru 3, dále regulační obtok 114, který je zaústěn tangenciálně pod šikmou dělicí stěnu 2 do denitrifikačního prostoru 6 a dále pak odvod 56 přebytečného aktivovaného kalu, vyvedený mimo zařízení.

Přívod 8 do separačního prostoru 3 je ukončen nad jeho spodní částí, přičemž spodní hrana 11 přívodu 8 a dělicí stěna 2 vytváří vstup do separačního prostoru 3. Nad vstupem 12 je odplynovací kužel 9 propojen s přívodem 8 odvzdušňovacími otvory 10. V úrovni hladiny 30 separačního prostoru 3 je umístěn sběrný žlab 29, opatřený odtokem 31 vyčištěné vody. Vrcholová část denitrifikačního prostoru 6 je opatřena odplynovacími trubkami 34.

Popsané zařízení pracuje následovně: Surová voda je vedena přívodem 17 surové vody přes regulační přepad 54 do denitrifikačního prostoru 6 regulačním obtokem 114.

Aktivační směs cirkuluje v podstatě v uzavřeném cirkulačním okruhu, do něhož je zařazen anaerobní denitrifikační prostor 6 a aerobní aktivační prostor 2. Přitom dochází k oxidaci čpavku obsaženého v odpadní vodě a redukci dusitanů a dusičnanů na plynný dusík enzymatickou činností mikroorganismů aktivovaného kalu, a tím k odstranění dusíkatých látek ze znečištěné vody.

Odvod 115 aktivační směsi z aerobního aktivačního prostoru 2 je napojen na známý regulační přepad 54 do něžž ústí výstup 112, a je připojen na separační prostor 3 přes přívod 8, přičemž aktivovaný kal, zachycený ve fluidní filtraci v separačním prostoru 3 je automaticky gravitačně vrácen do denitrifikačního prostoru 6 kalovým odvodem 13, a tím do řečeného uzavřeného cirkulačního okruhu.

Jelikož účinnost denitrifikace je v tomto propojení závislá na intenzitě cirkulace v uzavřeném cirkulačním okruhu, je intenzita cirkulace zvýšena na desetnásobek průtoku surové vody. Toto zvýšené množství cirkulace je vedeno mimo přívod 8 do separačního pro-

storu 3 s použitím regulačního obtoku 114 z důvodů odstranění rušivých vlivů, které by měla zvýšená intenzita proudění v přívodu 8 na fluidní filtraci v separačním prostoru 3.

Pro přítok do separace je optimální cca dvojnásobné množství přítoku surové vody do zařízení, což zaručuje optimální funkci separace ve fluidním filtru. Pro rozdělení aktivní směsi odtékající z aerobního aktivního prostoru 2 výstupem 119 slouží zmíněný regulační přepad 54, který mimo rozdělení aktivní směsi na přívod 8 do separačního prostoru 3 a na regulační obtok 114 zajišťuje i prostřednictvím odvodu 56 přebytečného aktivního kalu jeho odvod mimo zařízení.

Tangenciálně zaústěný regulační obtok 114 vytváří v anaerobním denitrifikačním prostoru 6 krouživé sestupné proudění, do kterého je přimísen separovaný aktivovaný kal, vracející se do separačního prostoru 3 kalovým odvodem 13. Clona 46 zabráňuje pronikání plynů z denitrifikačního prostoru 6 do separačního prostoru 3 a současně napomáhá rovnoměrnému rozmíslení vraceného aktivovaného kalu do aktivní směsi v tomto prostoru.

Aktivní směs je odebírána ze spodní kónicky se zužující části aktivního prostoru 6 odvodem 113 aktivní směsi. Recirkulace aktivní směsi je u příkladného zařízení využíváno současně i pro rozrušování pěny vznikající u odpadních vod s větší koncentrací povrchově aktivních látek při provzdušňování pneumatickým provzdušňovacím systémem, a to postřikem v protipěnovém prostoru 25, vytvořeném nad volnou hladinou 116. Potřebný tlak pro postřik pěny se dosahuje použitím čerpadla 20, pro vytvoření postřiku je použito vhodné hubice 24.

Vyčištěná voda, zbavená jak uhlíkatých, tak dusíkatých látek, je po separaci aktivovaného kalu ve fluidním filtru odebírána v hladině 30 sběrnými žlaby 29 a odtokem 31 je odváděna mimo zařízení. Vyloučené plyny uvolňované z denitrifikačního prostoru 6 odplynovacími trubkami 34, plyny vyloučené na spodní straně 11 přívodu 8 jsou shromažďovány v odplynovacím kuželi 2 a odváděny odvzdušňovacími otvory 10 do přívodu 8 a dále do volné atmosféry. Vypouštění denitrifikačního prostoru 6 je prováděno výpustí 101 a vypouštění aktivního prostoru 2 výpustí 102. Provzdušňování aktivního prostoru 2 je pneumatické s použitím známých provzdušňovacích elementů 28, napojených rozváděčem 60 vzduchu na neznázorněný zdroj stlačeného vzduchu.

Popsané zařízení je určeno pro čištění silně znečištěných odpadních vod s vysokým obsahem uhlíkatých a dusíkatých a povrchově aktivních látek, např. kejdy hospodářských zvířat.

Technické řešení aparátu pro komplexní čištění vody podle vynálezu může být při zachování základních prvků provedeno i jinak. Příklad takové modifikace zařízení podle vynálezu je zobrazen na obr. 2.

Zařízení podle obr. 2 sestává ze dvou nádrží přednostně se svislým válcovým pláštěm 1 a 111. V nádrži s pláštěm 1 je v její horní části vytvořen separační prostor 3 pro fluidní filtraci, napojený na odtok 31 a oddělený od denitrifikačního prostoru 6 šikmou dělicí stěnou 2, s výhodou kuželovitou. Přívod 8 aktivní směsi do separačního prostoru 3 je tvořen prstencovým prostorem mezi spodní vnější částí šikmé dělicí stěny 2 a protilehle uspořádanou oddělovací stěnou 121, v jejíž horní části jsou vytvořeny otvory 12, napojené na odvod 115 aktivní směsi. Na spodní okraj oddělovací stěny 121 navazuje směrem dolů kalový odvod 13, který zasahuje do spodní části denitrifikačního prostoru 6.

S denitrifikačním prostorem 6 je propojen aktivní prostor 2, vytvořený v další nádrži přednostně s válcovým pláštěm 111, která u tohoto provedení je umístěna vedle nádrže s válcovým pláštěm 1. K tomuto propojení slouží odvod 113 aktivní směsi opatřený čerpadlem 20, např. mamutkovitého typu, umístěným přímo v aktivním prostoru 2. Aktivní prostor 2 je opatřen odvzdušňovacími elementy 28 napojenými na neznázorněný zdroj stlačeného

vzduchu a dále je opatřen výstupem 114 napojeným na regulační přepad 54 se třemi přepady, z nichž první je napojen na přívod 8 do separačního prostoru 3, druhý na recirkulační obtok 114 zaústěný do denitrifikačního prostoru 6 a třetí je vyveden do odvodu 56 přebytečného aktivovaného kalu. Do recirkulačního obvodu 114 je zaústěn i přívod 17 surové vody. Popsané zařízení je zejména vhodné pro silně znečištěné odpadní vody, např. zootechnické kapalné odpady.

Popsané zařízení pracuje následovně: Čištění odpadní vody obsahující uhlikaté a dusíkaté látky probíhá v popsáném zařízení následovně: Čištění uhlikatých látek se současnou oxidací amoniaku probíhá v aktivačním prostoru 5. Zde za přítomnosti kyslíku dodávaného do aktivační směsi provzdušňovacími elementy 28 odbourávají mikroorganismy aktivovaného kalu organická uhlikatá znečištění odpadní vody a oxidují amoniak na dusičnany.

Výstupem 119 je aktivační směs odváděna z aktivačního prostoru 5 do regulačního přepadu 54, ve kterém je proud aktivační směsi rozdělován na tři části, a to odvodu 115 aktivační směsi, ústíciho do přívodu 8 v separačním prostoru 3, dále do recirkulačního obvodu 114 a do odvodu 56 přebytečného aktivovaného kalu. Přívodem 8 aktivační směs vstupuje do separačního prostoru 3, kde ve vzestupném proudění dochází filtrací ve fluidní vrstvě aktivovaného kalu k oddělení vyčištěné vody od aktivovaného kalu. Vyčištěná voda je sbírána sběrným žlabem 29 a odtokem 31 odváděna mimo zařízení.

Zachycené částice aktivovaného kalu vzájemně koaguluji a gravitačně propadávají do spodní části separačního prostoru 3 a kalovým odvodem 13 jsou vedeny do spodní části denitrifikačního prostoru 6. Do horní části je recirkulačním obtokem 114 přiváděna aktivační směs z aktivačního prostoru 5 spolu se surovou vodou přiváděnou přívodem 17 do regulačního přepadu 54. V denitrifikačním prostoru 6 jsou anaerobní podmínky, za kterých denitrifikační bakterie, přítomné v aktivačním kalu, redukuji dusičnany vzniklé v aktivačním prostoru 5 na plyný dusík, který odchází do volné atmosféry odvodu 57. Aktivační směs je pak ze spodní části denitrifikačního prostoru 6 přiváděna do aktivačního prostoru 5.

Jiné, monoblokové provedení je znázorněno na obr. 3. U tohoto provedení nádrží s válcovým pláštěm 111, obsahující aerobní aktivační prostor 2 prstencového tvaru s volnou hladinou 116 obklopuje nádrž se svislým válcovým pláštěm 1, obsahující anaerobní denitrifikační prostor 6 a separační prostor 3. Mimo tuto změnu ve vzájemném uspořádání obou nádrží vykazuje zařízení podle obr. 3 i některé další změny ve vzájemném propojení a hydraulickém uspořádání v anaerobním prostoru denitrifikace.

Výstup 119 aktivačního prostoru je u tohoto zařízení tvořen výtlačkem čerpadla 21, např. mamutkového, s přívodem 52 vzduchu, umístěného v aktivačním prostoru 5, ve kterém je rovněž umístěn pneumatický provzdušňovací systém sestávající z rozváděče 60 vzduchu a provzdušňovacích elementů 28.

Výstup 119, tj. výtlač z čerpadla 21, ústí do regulačního přepadu 54, ve kterém se rozděluje proud aktivační směsi na tři části. Jedna část je odvodem 115 aktivační směsi odváděna do přívodu 8 a odtud vstupem 12, tvořeným spodní hranou 11 přívodu 8 a protilehlou částí šikmé dělící stěny 2 proudí do separačního prostoru 3. Druhá část aktivační směsi je vedena regulačním obtokem 114, napojeným na přívod 17 surové vody, do kalového odvodu 13, a tím do spodní části denitrifikačního prostoru 6.

Pro odvod třetí části aktivační směsi z regulačního přepadu 54 slouží odvod 56 přebytečného aktivovaného kalu.

Na kalový odvod 13 navazuje v jeho spodní části rozšíření 14, které s protilehlým kónickým dnem 40 vytváří rozdělovací prostor 15, do kterého je kalový odvod 13 vyveden tangenciálním vyústěním 18. Rozdělovací prostor 15 je propojen s denitrifikačním prostorem 6. Odvod aktivační směsi z anaerobního denitrifikačního prostoru 6 je tvořen průchody 49

v horní části pláště 1, kterými tento prostor ve vrcholu komunikuje se sousedícím aerobním aktivačním prostorem 2, průtok aktivační směsi v denitrifikačním prostoru 6 má tedy směr zespodu nahoru.

Separální prostor 3 je opatřen odplyňovacím kuželem 2. Pro odvodušnění odplyňovacího kužele 2 slouží odplyňovací otvory 10 v přívodu 8 do separálního prostoru 3. U hladiny 30 separálního prostoru 3 je sběrný žlab 29 s odtokem 31. Nádrž se svislým válcovým pláštěm 1 je opatřena víkem 26, které uzavírá separální prostor 3. Válcový plášť 111 nad volnou hladinou 116 aktivačního prostoru 2 a nad víkem 26 vytváří protipěnový prostor 25 s pěnovou hladinou 118, ve kterém jsou osazeny mechanické rozražeče 117 pěny. Denitrifikační prostor 6 je opatřen výpustí 101 a aktivační prostor 2 výpustí 102.

Zařízení zobrazené na obr. 3 pracuje obdobně jako zařízení na obr. 1. Surová voda je přiváděna přítokem 17 do regulačního obtoku 114, který je zaústěn do kalového odvodu 13, jímž je současně vrácen aktivovaný kal, oddělený fluidní filtrací v separálním prostoru 3, zpět do aktivačního procesu čištění. Kalový odvod 13 ústí do rozdělovacího prostoru 15, kde jeho tangenciální vyústění 18 způsobuje žádoucí rotační pohyb suspenze. Pasáž 16 vstupuje aktivační směs do denitrifikačního prostoru 6 a proudí směrem nahoru a průchody 42 ve svislém válcovém plášti 1 přechází do aktivačního prostoru 2.

Velikost průtočné plochy pasáže 16 činí 2 až 2,5 % průtočné plochy denitrifikačního prostoru 6, což zaručuje optimální podmínky dokonalé fluidizace aktivovaného kalu, a tím i příznivé podmínky pro denitrifikační procesy. V případě intenzivní cirkulace lze dosáhnout mnohonásobku přítoku surové vody na zařízení.

Cirkulace mezi denitrifikačním prostorem 6 a aktivačním prostorem 2 je zabezpečena zmíněným mamutkovým čerpadlem 21, které čerpá aktivační směs do regulačního přepadu 54, sloužícího pro rozdělení aktivační směsi na tři části, a to jak již uvedeno, na část přiváděnou do separálního prostoru 3, odkud je po separaci aktivovaného kalu fluidní filtrací odebírána vyčištěná voda sběrným žlabem 29, a odváděna odtokem 31, dále na část tvořící regulační obtok 114 a na část, která odvádí přebytečný aktivovaný kal odvodem 56 mimo čističí zařízení.

K tomuto účelu je regulační přepad 54 vybaven třemi přepady, od nichž jsou vedeny: odvod 115 aktivační směsi, regulační obtok 114 a odvod 56 přebytečného aktivovaného kalu. Na rozdíl od příkladného zařízení zobrazeného na obr. 1 není u zařízení používána cirkulovaná aktivační směs pro rozrušování pěny postřikem. K tomuto účelu slouží mechanické rozražeče 117 pěny, jejichž působením, jakož i působením gravitačních sil na pěnu, je udržována pěnová hladina 118 na potřebné úrovni.

Zařízení podle obr. 3 je určeno pro čištění odpadních vod s vysokým obsahem uhlikatých, dusíkatých látek a povrchově aktivních látek, svým monoblokovým uspořádáním je však zvláště vhodné pro chladnější oblasti a pro případy, kdy pro likvidaci pěny stačí mechanické rozražeče pěny bez nutnosti postřiku.

Další příkladné provedení zařízení zobrazené na obr. 4 zachovává základní prvky, je však svým konkrétním řešením provedeno jinak. U tohoto provedení nádrž válcového pláštěm 111, obsahující aktivační prostor 2, obklopuje nádrž se svislým válcovým pláštěm 1, obsahující denitrifikační prostor 6 a separální prostor 3, přičemž separální prostor 3 zaujímá celou plochu nádrže s pláštěm 111, tedy šikmá dělicí stěna 2 přesahuje v pádoryaném pohledu denitrifikační prostor 6 a zakrývá aktivační prostor 2. Jako zdroj cirkulace je použito opět čerpadlo 21, např. mamutkové, s přívodem 52 vzduchu, na jehož výtlaku, tvořícím výstup 119 je regulační přepad 54, z něhož vychází odvod 115 aktivační směsi z aerobního aktivačního prostoru 2, zavedený do přívodu 8, a tím i do separálního prostoru 3.

Dále je na regulační přepad 54 napojen odvod 56 přebytečného aktivovaného kalu. Vstup

12 do separačního prostoru 3 je tvořen spodní hranou 11 přívodu 8 a protilehlou částí šikmé dělicí stěny 2, vymezující separační prostor 3 zespodu. V separačním prostoru 3 je umístěn odplynovací kužel 2, propojený odplynovacími otvory 10 s přívodem 8.

U hladiny 30 je sběrný žlab 29 opatřený odtokovým potrubím 31. Spodní část kónického separačního prostoru 3 je propojena kalovým odvodem 13 separovaného aktivovaného kalu s anaerobním denitrifikačním prostorem 6. Do kalového odvodu 13 ústí přívod 17 surové vody a pod vyústěním kalového odvodu 13 je umístěna clona 46 tak, že překrývá svislý průřez vyústění odvodu 13.

Odvod aktivální směsi z anaerobního denitrifikačního prostoru 6 je tvořen jednak spodními průchody 50 v plášti 1 umístěnými u dna 40, jednak průchody 49 v horní části denitrifikačního prostoru 6, přičemž průtok aktivální směsi anaerobním denitrifikačním prostorem 6 směřuje seshora dolů v oblasti pod zaústěním kalového odvodu 13 separovaného kalu a zespodu nahoru v oblasti nad řečeným zaústěním.

Aerobní aktivální prostor 5 komunikuje s volnou atmosférou pomocí odvodu 57. Pro odvodnění celého zařízení slouží výpuštění 102.

Zařízení podle obr. 4 pracuje proti předchozím příkladům s těmi rozdíly, že není použit recirkulační obtok 114. Čerpadlo 21, tj. zdroj kapaliny recirkulace, čerpá pouze množství, nutné pro přivádění do separačního prostoru 3, což minimálně činí dvojnásobek celkového přítoku do aparátu a stačí pro odvod separovaného aktivovaného kalu. V takovém případě intenzita cirkulace se rovná jedné. To by nestačilo na udržení aktivovaného kalu v anaerobním denitrifikačním prostoru 6 v podmínkách dokonalé fluidizace a je proto zvoleno proudění v tomto prostoru se shora dolů, jako u zařízení podle obr. 1. Protože však zde není recirkulační obtok 114, který je u zařízení podle obr. 1 zaveden do horní části aerobního aktiválního prostoru 5, byla by část anaerobního denitrifikačního prostoru 6 nad kalovým odvodem 13 nevyužita, a proto je odvod 113 aktivální směsi z anaerobního denitrifikačního prostoru 6 uspořádán jak dole - spodními průchody 50 - tak nahoře - průchody 49. Oba průchody jsou ve formě otvorů v plášti 1 a jejich rozdílnou průtočnou velikostí je rozdělen průtok nahoru a dolů v poměru objemu anaerobního denitrifikačního prostoru 6 pod a nad kalovým odvodem 13. Separační prostor 3 pokrývá celý průřez nádrže s pláštěm 111, odvedení vzduchu přiváděného provzdušňovacím systémem je zajištěno odvodu 57.

Zařízení je určeno pro čištění odpadních vod znečištěných menšími koncentracemi uhlíkatých a dusíkatých látek s malým množstvím povrchově aktivních látek nemajících tendenci k pěnění, např. splaškových vod z odpadních vod masného průmyslu apod.

U provedení podle obr. 5 je nádrž, v níž je denitrifikační prostor 6, nad nímž je separační prostor 3 a nádrž, v níž je vytvořen aktivální prostor 5, uspořádány tak, že nádrž, v níž je vytvořen denitrifikační prostor 6 je umístěna v nádrži, v níž je vytvořen aktivální prostor 5. Umístění obou řečených nádrží je s výhodou koaxiální, přičemž šikmé dělicí stěna 2, oddělující separační prostor 3, přesahuje denitrifikační prostor 6 a překrývá i aktivální prostor 5.

Převod 8 aktivální směsi je tvořen prostorem mezi spodní vnější částí šikmé dělicí stěny 2 a protilehle uspořádanou oddělovací stěnou 121, v jejíž horní části jsou vytvořeny otvory 115, do aktiválního prostoru 5. Na spodní okraj oddělovací stěny 121 navazuje kalový odvod 13. Propojení denitrifikačního prostoru 6 s aktiválním prostorem 5 je tvořeno odvodem 113 aktivální směsi, zavedeným pod kónické dno 40, mající otvory 123. Odvod 113 aktivální směsi je ukončen v aktiválním prostoru 5 mamutkovým čerpadlem 122. V horní části je denitrifikační prostor 6 propojen s aktiválním prostorem 5 recirkulačním obtokem 114, do kterého je zaústěn přívod 17 surové vody. Ve vrcholu denitrifikačního prostoru 6 v plášti 1 jsou odplynovací otvory 120.

Aktivační prostor 2 je opatřen provzdušňovacími elementy 28 napojenými zaváděčem vzduchu 60 na neznázorněný zdroj stlačeného vzduchu. Ve vrcholové části aktivačního prostoru 2, shora uzavřeného dělicí stěnou 2, je odvzdušnění 57. V separačním prostoru 3 je umístěn odplynovací kužel 2 a sběrný žlab 29, ze kterého je vyveden odtok 31 vyčištěné vody.

Popsané zařízení pracuje následovně: Surová odpadní voda je přiváděna přívodem 17 do recirkulačního obtočného 114, který spojuje aktivační prostor 2 s denitrifikačním prostorem 6. Recirkulační obtok je vyústěn v horní části denitrifikačního prostoru 6 tangenciálně, čímž vstupující recirkulovaná aktivační směs se surovou vodou vykonává v denitrifikačním prostoru 6 rotační pohyb. Aktivační směs, vstupující do denitrifikačního prostoru 6, obsahuje dusičnany, vzniklé v procesu aerobního aktivačního čištění v aktivačním prostoru 2 souběžně s biodegradací organických látek.

Za přítomnosti organických látek přiváděné surové odpadní vody, jakožto donátorů vodíku, probíhají v denitrifikačním prostoru 6 redukce dusičnanů na plynný dusík, kterýžto proces probíhá při šroubovitém pohybu aktivační směsi v denitrifikačním prostoru 6 směrem dolů. Vzniklý plynný dusík přechází odplynovacími otvory 120 do aktivačního prostoru 2 a odtud odvzdušněním 57 do volné atmosféry.

Odběr aktivační směsi z denitrifikačního prostoru 6 je prováděn v jeho spodní části, a to pomocí odvodu 113, vyvedeného do aktivačního prostoru 2. Jako čerpadlo je použito mamutkového čerpadla 122. Pro rovnoměrný odběr aktivační směsi z aktivačního prostoru 2 a pro zabránění mrtvým koutům slouží kónické dno 40 s otvory 123, pod které je zaústěn odvod 113.

V aktivačním prostoru 2 za přítomnosti rozpuštěného kyslíku, dodávaného provzdušňovacím systémem, probíhá aerobní aktivační biodegradace uhlíkatých organických látek s nucenou oxidací čpavku na dusičnany, které jsou jak bylo výše popsáno, redukovány na plynný dusík denitrifikačními pochody v denitrifikačním prostoru 6.

Účinnost odstranění dusičnanů je závislá na intenzitě cirkulace aktivační směsi mezi aktivačním a denitrifikačním prostorem. Pro docílení této cirkulace slouží popsany recirkulační obtok 114 a odvod 113 aktivační směsi a lze ho nastavit množstvím vzduchu přiváděného do mamutkového čerpadla 122. Pro nižší znečištění odpadní vody dusíkatými látkami postačuje intenzita cirkulace mezi aktivačním prostorem 2 a denitrifikačním prostorem 6 v jednotkách násobku nátoky na čistírnu.

Pro odpadní vody s vyšší koncentrací dusíkatých látek vyžaduje účinné odstraňování dusičnanů cirkulaci v desítkách násobků nátoky. Pro odstraňování aktivovaného kalu od vyčištěné vody je použita filtrace ve fluidním filtru v separačním prostoru 3. Aktivační směs přichází do separačního prostoru 3 otvory, majícími funkci odvodu 115 aktivační směsi, již zmíněným přívodem 8. Okolo spodního okraje šikmé dělicí stěny 2 obrací se proud aktivační směsi vzhůru a vstupuje do fluidního filtru, kde dochází k filtračnímu oddělení částic aktivovaného kalu od vyčištěné vody. Částice vzduchu, které se vylučují na spodní hraně dělicí stěny 2, v místě ohybu proudění aktivační směsi, jsou zachytávány odplynovacím kuželem 2, vyčištěná voda zbavená aktivovaného kalu je odebírána sběrným žlabem 29 a odtokem 31 odváděna mimo aparát.

Filtrací zachycené a vykoagulované částice aktivovaného kalu propadají gravitačně do spodní části separačního prostoru 3 a odtud kalovým odvodem 13 do denitrifikačního prostoru 6. Vysokou účinností separace aktivovaného kalu fluidní filtrací se docílí vysoké koncentrace aktivovaného kalu v čisticím procesu, a tím i potřebného stáří kalu, což je zvláště důležité pro průběh nitrifikačních a denitrifikačních procesů, které jsou způsobeny nitrifikačními a denitrifikačními mikroorganismy, mající růstovou rychlost podstatně nižší, než-li mikroorganismy působící biodegradací uhlíkatých organických látek. Proto má-li dojít

k namnožení specifických nitrifikačních a denitrifikačních mikroorganismů, je nezbytné zajistit potřebné stáří kalu. Příkladné zařízení popsané na obr. 5 je výhodné zejména pro méně koncentrované odpadní vody s menším obsahem uhlíkatého znečištění.

Zařízení podle vynálezu mají četné výhody. Ve srovnání s tradičními typy zařízení se separací aktivovaného kalu sedimentují a nuceným vrácením separovaného aktivovaného kalu dosahuje se u zařízení podle vynálezu významných zlepšení technologického rázu. Dosažuje se podstatně vyšší koncentrace aktivovaného kalu proti zařízením se separací suspenze sedimentací v důsledku toho, že látkové povrchové zatížení fluidního filtru je 2 až 3násobně vyšší, nežli u sedimentace. Dosažení vyšší koncentrace aktivovaného kalu v poměru účinnosti obou separačních procesů je zvláště důležité pro nitrifikační a denitrifikační procesy, neboť intenzita procesu závisí na množství nitrifikačních a denitrifikačních mikroorganismů v biocenóze aktivovaného kalu. Protože kultury odbourávající dusíkaté látky se množí přibližně o řád pomaleji nežli kultury mikroorganismů biodegradujících uhlíkaté organické látky, je poměrné zastoupení nitrifikačních a denitrifikačních mikroorganismů závislé na stáří kalu, který je závislý na koncentraci aktivovaného kalu v procesu. Přináší proto použití fluidní filtrace pro odstraňování dusíkatých látek z vody podstatnou intenzifikaci procesu čištění.

Proti známým zařízením používajícím fluidní filtraci pro čištění vody uhlíkatých látek současně s dusíkatými, kde se vrací separovaný aktivovaný kal do aerobního aktivčního prostoru, je u zařízení podle vynálezu dosahována též vyšší koncentrace aktivovaného kalu jeho vrácením přímo do anaerobního denitrifikačního prostoru.

Další podstatnou výhodou uspořádání zařízení podle vynálezu je možnost vytvoření velkého protipěnového prostoru nad volnou hladinou v aerobním aktivčním prostoru, s možností jejího rozrušování postřikem nebo mechanicky gravitačně. To je zvláště důležité u odpadních vod s velkou tendencí k tvorbě pěny při vysokém obsahu povrchově aktivních látek, jako je tomu například u zootechnických odpadních vod. To přináší další přednosti technologického rázu, neboť účinné rozrušování pěny u zařízení podle vynálezu umožňuje použít pneumatický provzdušňovací systém. Pneumatický systém, na rozdíl od mechanických povrchových provzdušňovacích systémů, sice nepřispívá k rozrušování vznikající pěny, spíše k tvorbě pěny, ale jeho velkou výhodou je to, že neochlazuje aktivční směs, jak to činí mechanické provzdušňovací systémy. To rozhodující měrou přispívá k zachování optimálních podmínek pro průběh nitrifikačních a denitrifikačních pochodů, u nichž nemá klesnout teplota aktivční směsi pod 13 °C, pod níž dochází již k výraznému zpomalování čistících procesů, a proto je nutné aktivční směs v zimním období přehřívat. U zařízení podle vynálezu lze zejména u provedení podle obr. 2 docílit takovou teplotní bilanci, že ani v silných mrazech do -30 °C není nutné teplo do systému přidávat, čímž jsou vytvářeny předpoklady pro dosažení velkých úspor, např. až 100 000 kcal.Q⁻¹ při čistírně pro 15 000 ks prasat. Výhodou je i velká účinnost odstraňování dusíkatých látek, regulovatelná velikostí cirkulačního obtoku.

Mimo těchto technologických výhod má zařízení podle vynálezu i značné výhody konstrukční. Obecně představuje konstrukci výrobně jednoduchou, značně přizpůsobivou pro různé kapacity a pro proměnné znečištění jak do obsahu uhlíkatých, tak dusíkatých a povrchově aktivních látek. Lze proto při zachování základních prvků dílčími změnami hydraulického uspořádání a změnami objemu jednotlivých funkčních prostorů přizpůsobit zařízení druhu odpadní vody. To umožňuje pokrýt velkou škálu potřeby čištění vody - od čištění splaškových vod, až po koncentrované zootechnické odpadní vody.

Vertikální koncepce konstrukce nádrží je výhodná jak pro aerobní aktivaci z hlediska použitého pneumatického provzdušňovacího systému, tak i pro anaerobní denitrifikaci, neboť umožňuje takové proudění v denitrifikačním prostoru, které nevyžaduje mechanické míchání, jak je tomu u používaných známých systémů. Propojení separačního prostoru s anaerobním denitrifikačním prostorem, ve kterém není intenzivní cirkulační proudění vyvolané provzdušňováním, podstatně zjednodušuje i hydraulický systém separace proti doposud známým systé-

mům, kde vracení separované aktivační směsi bylo vyvedeno do aerobního aktivačního prostoru. Při monoblokovém uspořádání přistupuje k řešeným výhodám jednoduchost propojení a minimální externí plocha pláště, což přispívá k příznivé tepelné bilanci procesu. Válcové tvary plášťů nádrže umožňují snadnou výrobu a montáž.

Jednoduchost zařízení podle vynálezu a jeho rozsáhlá flexibilita na rozdílné složení odpadních vod, spolu s dosahovanou vysokou intenzitou čistících procesů, mající za důsledek malé rozměry zařízení a vysokou účinnost čištění, činí ze zařízení podle vynálezu nový typ s vysokými užitnými parametry, umožňující v rozsáhlé míře ekonomicky pokrýt zvyšující se nároky na kvalitu čištěné vody. Jedná se proto o novou generaci zařízení pro čištění vody.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení pro biologické čištění odpadních vod obsahujících uhlíkaté a dusíkaté látky, prostřednictvím anaerobní denitrifikace, aerobní aktivace a nitrifikace jednotným aktivovaným kalem, vyznačené tím, že nad denitrifikačním prostorem (6) napojeným na přívod (7) surové vody a vytvořeným v nádrži přednostně se svislým válcovým pláštěm (1) je v téže nádrži vytvořen separační prostor (3) pro fluidní filtraci, napojený na odtok (31) a oddělený od denitrifikačního prostoru (6) šikmou dělicí stěnou (2), s výhodou kuželovitou, kterýžto separační prostor (3) je propojen s denitrifikačním prostorem (6) prostřednictvím kalového odvodu (13), přičemž s denitrifikačním prostorem (6) nádrže je propojen aktivační prostor (5), vytvořený v další nádrži přednostně s válcovým pláštěm (111), opatřený provzdušňovacími elementy (28) a výstupem napojeným na přívod (8) do separačního prostoru (3).

2. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že nádrž, v níž je vytvořen denitrifikační prostor (6), nad nímž je separační prostor (3) a nádrž, v níž je vytvořen aktivační prostor (5), jsou uspořádány tak, že nádrž, v níž je vytvořen denitrifikační prostor (6), nad nímž je separační prostor (3), je umístěna v nádrži, v níž je vytvořen aktivační prostor (5).

3. Zařízení podle bodu 1 a 2, vyznačené tím, že nádrž, v níž je vytvořen denitrifikační prostor (6) a nádrž, v níž je vytvořen aktivační prostor (5), jsou uspořádány koaxiálně a šikmá dělicí stěna (2) přesahuje denitrifikační prostor (6) a zakrývá aktivační prostor (5).

4. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že kalový odvod (13) je tvořen trubkou, navazující na spodní okraj šikmé dělicí stěny (2) směrem dolů.

5. Zařízení podle bodu 4, vyznačené tím, že proti ústí kalového odvodu (13) je uspořádána clona (46).

6. Zařízení podle bodu 4, vyznačené tím, že kalový odvod (13) je vyveden až do spodní části denitrifikačního prostoru (6).

7. Zařízení podle bodu 6, vyznačené tím, že kalový odvod (13) je zakončen tangenciálním vyústěním (18), jež je uspořádáno v rozdělovacím prostoru (15) mezi rozšířením (14) a protilehlou částí kónického dna (40).

8. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že v separačním prostoru (3) je uspořádán přívod (8) aktivační směsi, vytvořený jako svislá trubice, s výhodou koaxiální s osou nádrže, přičemž jeho spodní okraj sahá do spodní části separačního prostoru (3) a jež je napojen na výstup (119) aktivačního prostoru (5) prostřednictvím odvodu (115) aktivační směsi a regulačního přepadu (54).

9. Zařízení podle bodu 8, vyznačený tím, že v přívodu (8) aktivační směsi je uspořádán přívod (17) surové vody, jehož vyústění sahá do kalového odvodu (13).

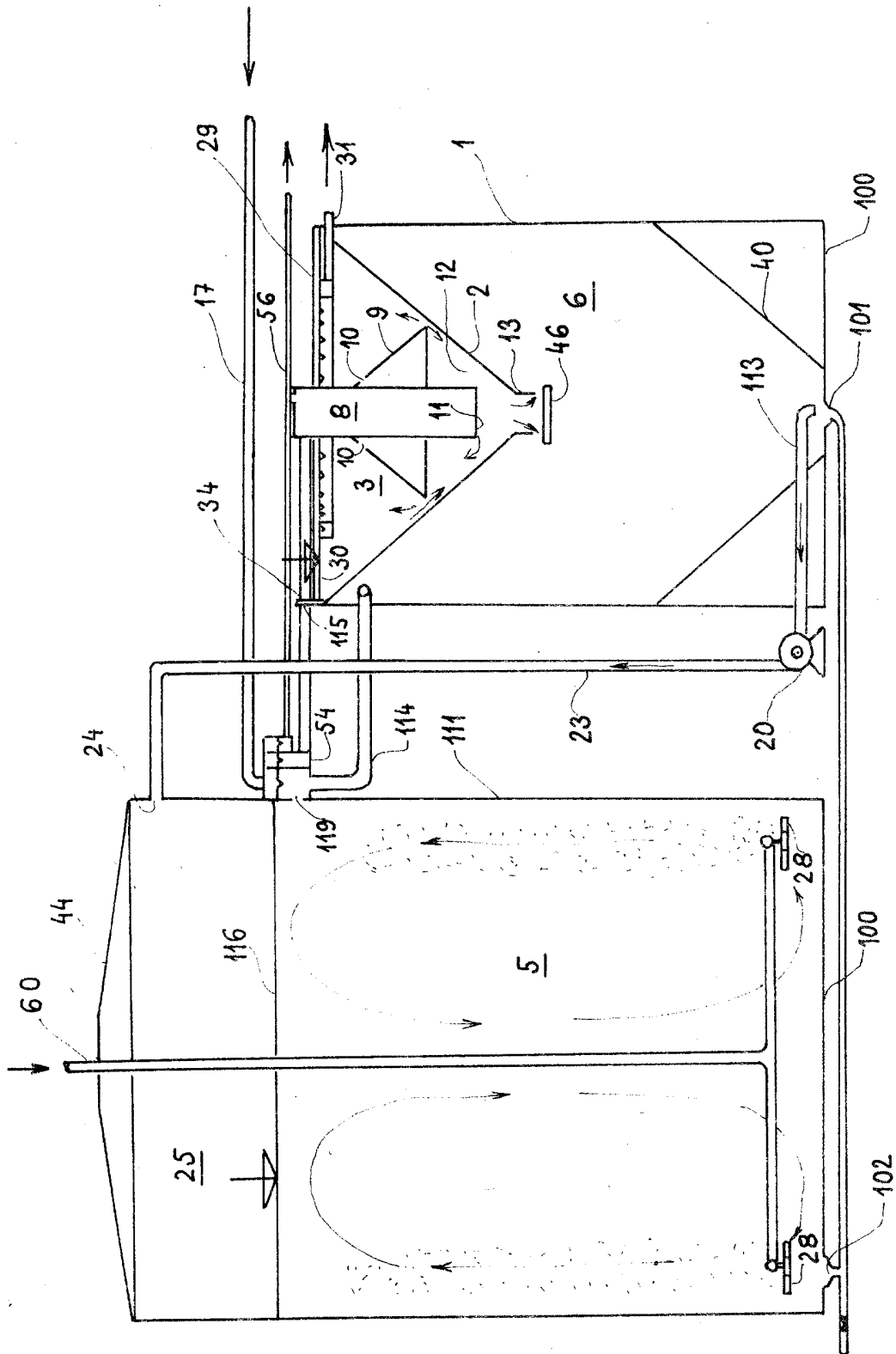
10. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že přívod (8) aktivační směsi je tvořen prostorem mezi spodní vnější částí šikmé dělicí stěny (2) a protilehle uspořádanou oddělovací stěnou (121), v jejíž horní části jsou vytvořeny otvory, tvořící odvod (115) aktivační směsi, přičemž na spodní okraj oddělovací stěny (121) navazuje kalový odvod (13).

11. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že propojení denitrifikačního prostoru (6) s aktivačním prostorem (5) je tvořeno odvodem (113) aktivační směsi čerpadlem (20) a výtlakem (23), jehož hubice (24) je vyvedena do aktivačního prostoru (5), s výhodou nad volnou hladinu (116) aktivační směsi.

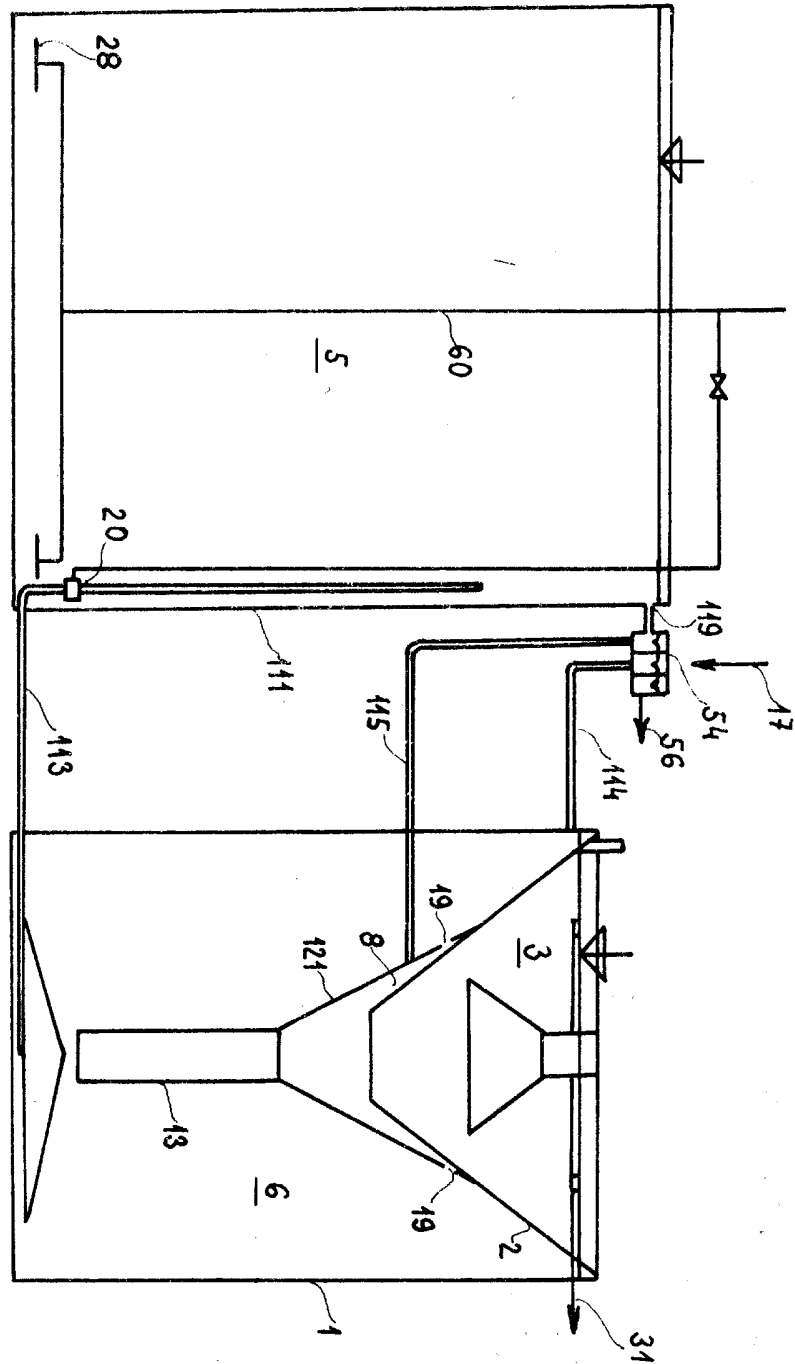
12. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že propojení denitrifikačního prostoru (6) s aktivačním prostorem (5) je tvořeno průchody (49), vytvořenými v horní části svislého válcového pláště (1), popř. i spodními průchody (50), vytvořenými ve spodní části svislého válcového pláště (1).

13. Zařízení podle bodů 1 a 10, vyznačené tím, že propojení denitrifikačního prostoru (6) s aktivačním prostorem (5) je tvořeno odvodem (113), zavedeným pod kónické dno (40) s otvory (123), přičemž odvod (113) směsi je v aktivačním prostoru (5) zakončen mamutkovým čerpadlem (122).

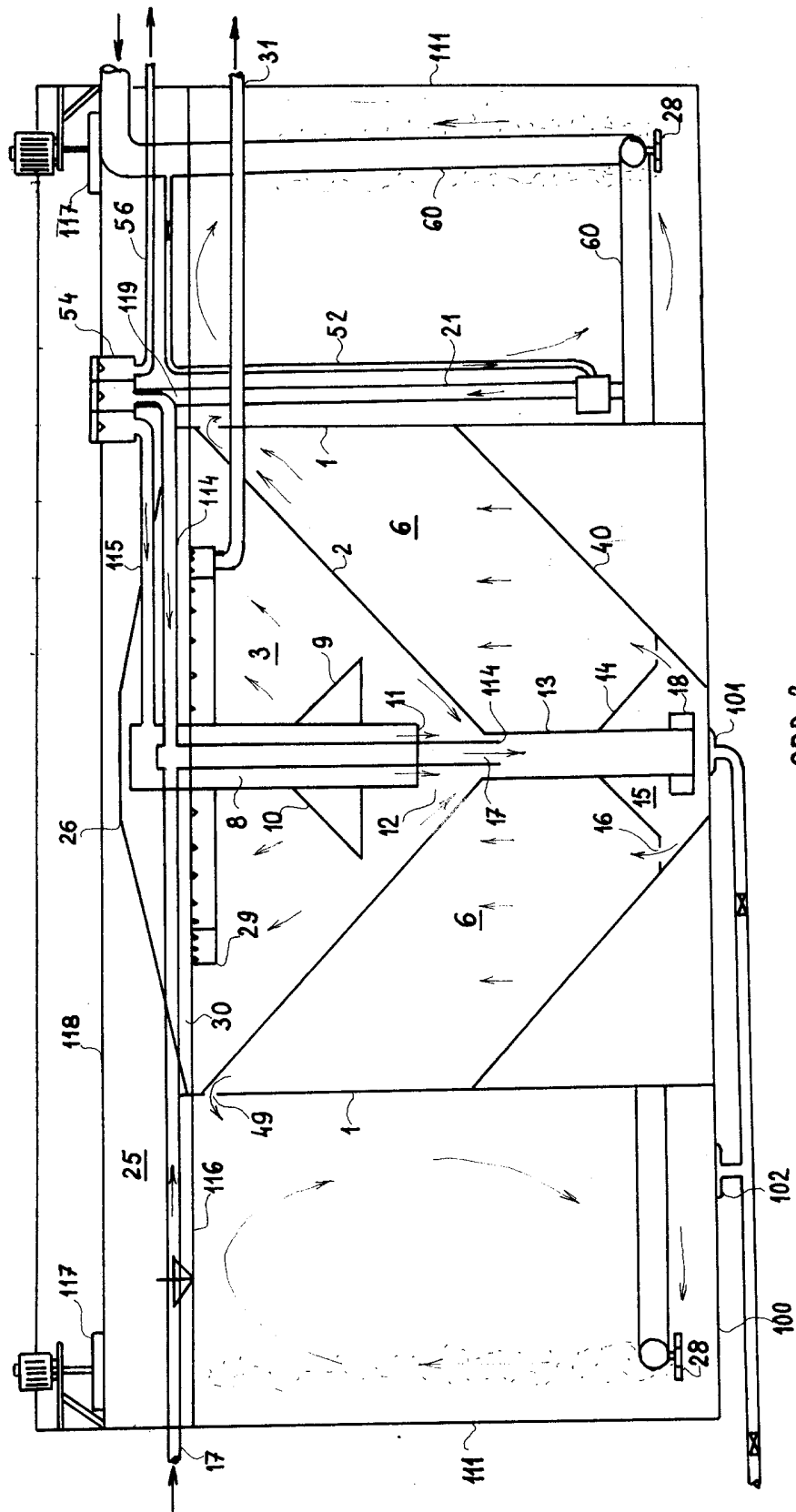
14. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že aktivační prostor (5) je s denitrifikačním prostorem (6) propojen regulačním obtokem (114) buď přímo, nebo prostřednictvím regulačního přepadu (54), popřípadě i částí odvodu aktivační směsi (115) a kalového odvodu (13).



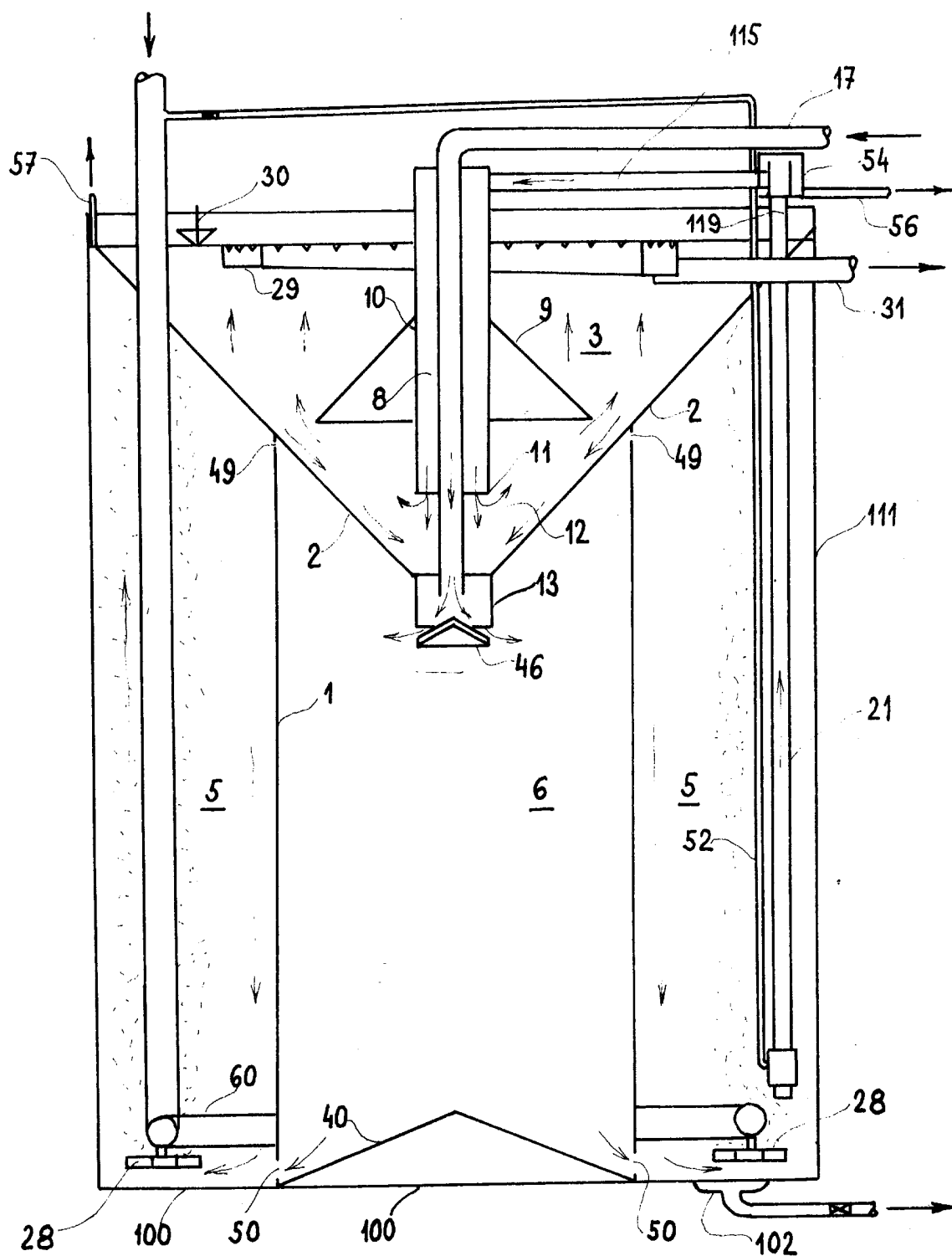
OBR. 1



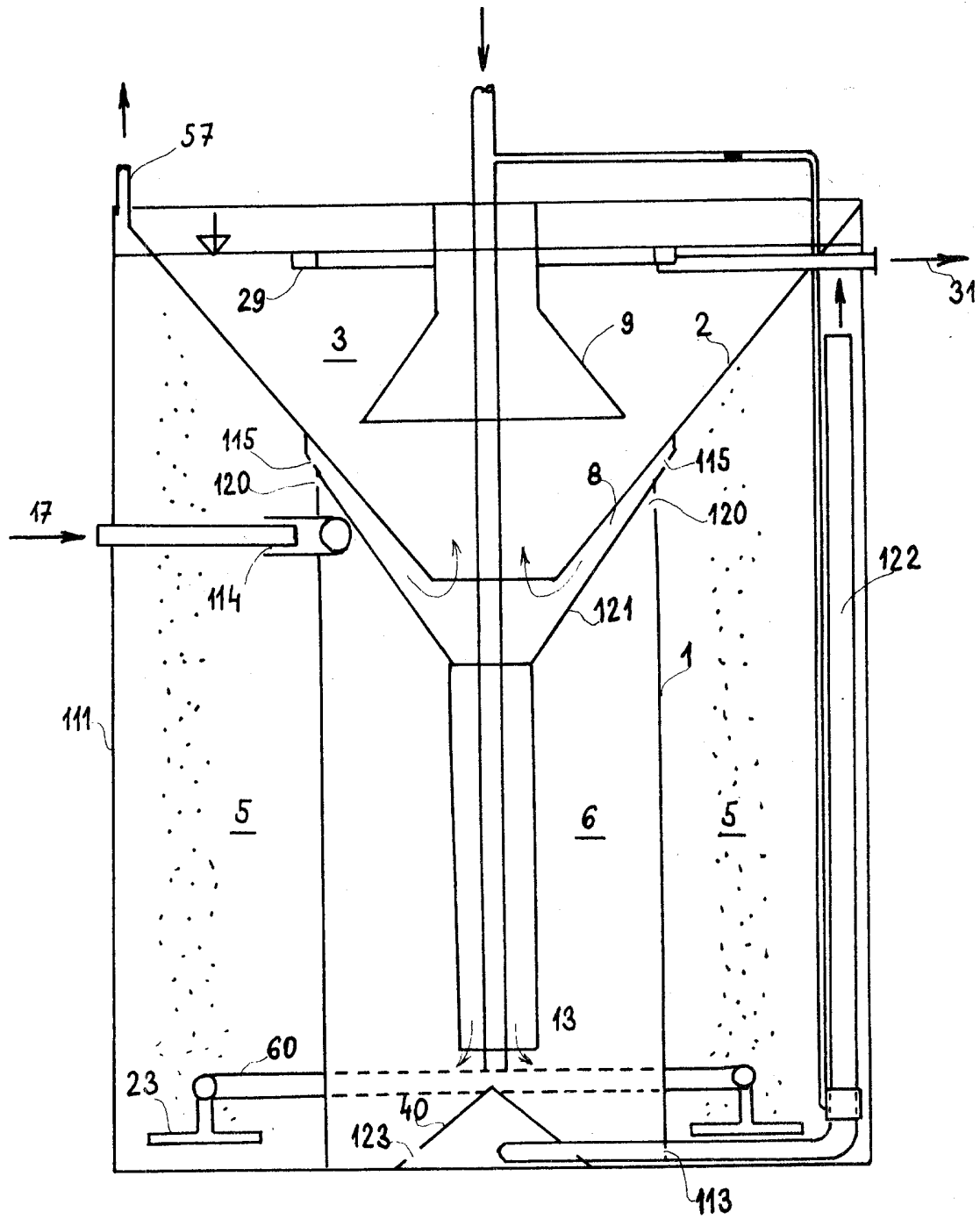
OBR. 2



OBR. 3



OBR. 4

0BR. 5