



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

231837

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³

C 02 F 3/12

(22) Přihlášeno 30 07 82
(21) (PV 5733-82)

(40) Zveřejněno 14 05 84

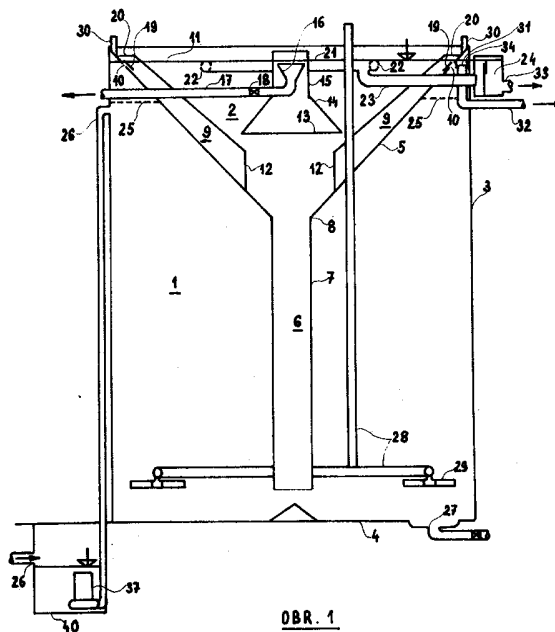
(45) Vydáno 15 06 86

(75)
Autor vynálezu

MACKRLÉ SVATOPLUK ing. CSc., BRNO, MACKRLÉ VLADIMÍR dr. ing. CSc.,
PRAHA, DRÁČKA OLDŘICH doc. dr. CSc., BRNO

(54) Zařízení pro biologické čištění vody

Zařízení je určeno pro zlepšení parametrů vyčištěné vody. V separačním prostoru je nad šikmou dělicí stěnou uspořádán alespoň jeden přepouštěcí kanál, jehož horní část je napojena vstupem na horní část aktivečního prostoru, v němž je proplynovací a/nebo míchací systém, přičemž spodní část přepouštěcího kanálu je zakončena ve spodní části separačního prostoru ústím.



Vynález se týká zařízení pro biologické čištění vody, zahrnující nádrž, v níž je vytvořen aktivační prostor a alespoň jeden separační prostor, oddělený od aktivačního prostoru alespoň jednou šikmou, např. kuželovitou dělicí stěnou, na jejíž spodní část navazuje včetně pasáž, překrytá ve svislém pohledu lapačem bublinek a propojující separační prostor s aktivačním prostorem.

Pro účely biologického čištění vody se stále více využívá kompaktních zařízení sdružujících proces aktivačního biologického čištění s následující separací vzniklého aktivovaného kalu ve společné, avšak vnitřně dělené nádrži, přičemž pro separaci je použito systému fluidní filtrace. Obecně použití fluidní filtrace představuje v technologii biologického čištění vody značný pokrok. U některých zařízení tohoto typu se však za určitých podmínek vyskytují některé závady, které zhoršují výsledky čištění vody nebo snižují kapacitu zařízení, případně vyžadují zvýšené nároky na obsluhu.

Tyto závady se projevují zejména zvýšením nerozpustných látek na odtoku ze zařízení, a to zejména při čištění koncentrovaných odpadních vod. Ukázalo se, že tyto závady vznikají v některých případech z nedostatečné funkce převodu aktivační směsi z prostoru aktivace do prostoru separace. U uvedených zařízení je prostor separace od prostoru aktivace oddělen alespoň jednou šikmou dělicí stěnou, pod jejíž částí je další vloženou stěnou vytvořen přepouštěcí kanál sloužící k přepouštění aktivační směsi z aktivačního prostoru do separačního prostoru tak, aby při tomto přepouštění byl separační prostor náležitě odstíněn od intenzivního proudění v aktivačním prostoru a aby přiváděná směs byla do separačního prostoru rovnoměrně rozdělována.

Další funkcí přepouštěcího kanálu je odplynění aktivační směsi, přecházející do separačního prostoru.

Při aerobním biologickém čištění vody je aktivační směs přesycena dusíkem v důsledku toho, že při značné intenzitě provzdušňování, nezbytné pro dostatečný přísun kyslíku, a při větší hloubce ponoru provzdušňovacího systému v aktivačním prostoru, je prakticky dosaženo hodnoty rozpouštěného dusíku, odpovídající tleku danému hloubkou ponoru. V důsledku toho pak při umístění separačního prostoru nad aktivačním prostorem je v separačním prostoru aktivační směs přesycena, takže dochází k uvolňování dusíku i v separačním prostoru, což je nežádoucí.

Při anaerobním biologickém čištění vody s produkcí bioplynu je voda obdobně přesycena produkovanými plyny, např. metanem a kysličníkem uhličitým. V případě, že aktivační směs přesycená plynem přijde do separačního prostoru, vylučuje se na povrchu separovaného kalu plyn z přesycení a v důsledku toho část aktivovaného kalu v separaci flotuje. Flotace kalu při separaci vede k nežádoucímu úniku vyflotovaného kalu do odtoku.

U dosevaďního zařízení je při vyšším přesycení plynem odplynění ne dosti účinné, což se projevuje zmíněným zvýšením obsahu nerozpustných látek na odtoku, které pak přirozeně i druhotně zhoršují parametry vyčištěné vody vyjádřené v BSK₅ a CHSK. Toto zhoršení kvality vody může dosáhnout i více než trojnásobek hodnot dosažitelných bez rušivého vlivu flotace kalu.

Popsaný nežádoucí únik kalu nezhoršuje pouze kvalitu vyčištěné vody, ale snižuje koncentraci aktivovaného kalu v aktivaci, a tím i její samontou účinnost.

Jinou nevýhodou uvedených zařízení je špatná dostupnost přepouštěcího kanálu, neumožňující během provozu zařízení provádět jeho čištění nebo regulaci. Proto při náhodném ucpání části přepouštěcího kanálu vzniká porucha rovnoměrnosti rozdělení přiváděné směsi do separačního prostoru, čímž vzniká porucha žádoucího proudění v separačním prostoru, která vede k vynášení kalu ze separačního prostoru do odtoku, a tím rovněž ke zvýšení nerozpustných látek ve vyčištěné vodě.

Nemožnost regulace velikosti průtoku převodovým kanálem během provozu pak značně ztěžuje použití některých druhů účinných provzdušňovacích systémů.

Další nevýhodou u popsaných zařízení je pak křížení proudu aktivací směsi vstupující do separačního prostoru s proudem separovaného kalu, vracejícího se ze separace do aktivace, což v důsledku tlumení vracení separovaného kalu omezuje maximální hodnotu látkového povrchového zařízení separace, a tím i výkon celého zařízení.

Další nevýhodou dosavadních zařízení je i vazba proudění v separaci na proudění v aktivaci, což rovněž omezuje možnost použití různých typů provzdušňovacích systémů v zařízení. U dosavadních známých zařízení je proudění v separaci podmíněno v podstatě vertikálním prouděním v aktivacím prostoru, které vytváří hnací sílu pro průtok aktivací směsi a vracení koncentrovaného aktivovaného kalu rozdílem tlaku na vstupu a výstupu do separačního prostoru. To ztěžuje použití takových velmi účinných provzdušňovacích systémů, které vytváří v podstatě horizontální proudění v aktivacím prostoru, zejména při vyšších výškách zařízení.

Vložená stěna známých zařízení, vytvářející s šikmou dělicí stěnou přepouštěcí kanál, je svými rozměry materiálově náročná a její montáž je poměrně obtížná.

Vynález si klade za cíl odstranění, popř. alespoň podstatné snížení uvedených nedostatků.

Podstata zařízení podle vynálezu spočívá v tom, že v separačním prostoru nad šikmou dělicí stěnou je uspořádán alespoň jeden přepouštěcí kanál, jehož horní část je napojena vstupem na část aktivacího prostoru a jehož spodní část je zakončena ústím pod lapačem bublinek.

Dalším význakem je, že velikost průtočného průřezu přepouštěcího kanálu se směrem k jeho ústí zvětšuje.

Konstrukčně jednoduché je řešení, podle něhož přepouštěcí kanál je uspořádán přímo na šikmé dělicí stěně.

Z hlediska dobré funkce a účinnosti zařízení je rozmístění přepouštěcího kanálu vzhledem ke svislé ose nádrže symetrické a jejich počet je lichý.

Snadného seřízení, přístupu a montáže se dosahuje tím, že vstup leží v úrovni hladiny v aktivacím prostoru a zahrnuje regulační člen, který je uspořádán např. přímo na vstupu jako stavitelný přepad, přičemž přepouštěcí kanál je případně vyveden až na hladinu v separačním prostoru, kde je opatřen otvorem.

K zlepšení funkce rovněž přispívá to, že rovina plochy vymezené ústím propouštěcího kanálu je svislá.

K zlepšení odplynování a zamezení vzniku flotace je v horní vrcholové části aktivacího prostoru vstupu předřazena odplynovací vložka, např. rošt.

Dobrých parametrů zařízení se dosahuje tím, je-li dodržen význak, podle kterého součet velikostí průtočných ploch regulačních členů činí 0,05 až 2 % velikosti plochy hladiny v separačním prostoru a součet velikostí průtočných ploch ústí činí 4 až 12 % velikosti plochy hladiny v separačním prostoru.

Příklady provedení zařízení podle vynálezu jsou schématicky znázorněny na přípojených vyobrazeních, kde obr. 1 představuje zařízení s jedním separačním prostorem a s několika přepouštěcími kanály, a to ve svislém osovém řezu; obr. 2 zařízení podle obr. 1

v půdorysném pohledu; obr. 3 zařízení s více separačními prostory obsahujícími několik přepouštěcích kanálů, a to ve svislém osovém řezu; obr. 4 zařízení podle obr. 3 v půdorysném pohledu; obr. 5 zařízení vhodné pro anaerobní čištění silně znečištěných odpadních vod ve svislém osovém řezu.

Zařízení znázorněné na obr. 1 a 2 je vhodné pro aerobní aktivační čištění vody. Zařízení je tzv. monoblokového typu, sdružující známý aktivační prostor 1 pro aktivaci a rovněž známý separační prostor 2 pro fluidní separaci do jediné, v daném případě svislé válcové nádrže, tvořené pláštěm 3 a dnem 4. Separační prostor 2 je oddělen od aktivačního prostoru 1 šikmou dělicí stěnou 5, která má trychtýřovitý tvar a která ve své spodní části přechází ve vratnou pasáž 8, která je tvořena např. válcovým pláštěm 7, navazujícím na spodní okraj 8 šikmé dělicí stěny 5. Vratná pasáž 6 ústí do aktivačního prostoru 1 nad dnem 4.

V separačním prostoru 2 jsou na dělicí stěně 5 umístěny přepouštěcí kanály 9. Tyto přepouštěcí kanály 9 mají průtočný průřez, např. kruhový, který se ve směru dolu zvětšuje a mají ve své vrchní části vstup 10 napojený na aktivační prostor 2 v jeho vrcholové části, s výhodou v úrovni hladiny 11 a jsou dole zakončeny ústím 12 otevřeným do separačního prostoru 2 nad úrovní spodního okraje 8 šikmé dělicí stěny 5, přičemž rovina plochy ústí 12 přepouštěcího kanálu 9 je svislá.

Úroveň volné hladiny 11 je společná jak pro kapalinu v aktivačním prostoru 1, tak i v separačním prostoru 2. Ústí 12 přepouštěcího kanálu 4 i vratná pasáž 6 jsou ve vertikálním průměru překryty lapačem bublinek 13, vytvořeným kuželovým pláštěm 14, přecházejícím ve své horní části ve válcový nadstavec 15, sahající nad hladinu 11, ve kterém je pod touto hladinou osazen odběr 16 vyfletovaného kalu, napojený na odvod kalu 17, opatřený uzávěrem 18.

Vstupy 10 přepouštěcích kanálů 9 jsou opatřeny regulačními členy, např. v podobě stavitelných přepadů 19 pro regulaci velikosti průtočné plochy vstupu 10.

Přepouštěcí kanály 9 sahají s výhodou až nad hladinu 11 a jsou zakončeny otvory 20, umožňujícími snadný přístup obaluhy k stavitelným přepadům 19 a do celého přepouštěcího kanálu 9.

Počet přepouštěcích kanálů 9 může být různý: u popisovaného zařízení je jich použito šest. Výhodnější je lichý počet přepouštěcích kanálů 9, kdy jejich ústí 12 nejsou přímo orientována proti protilehlému ústí 12.

V horní části separačního prostoru 2 je umístěn sběrný věnec 21, se sběrnými otvory 22, umístěný těsně pod úrovní hladiny 11, který tvoří podpovrchový odběr vyčištěné vody a který je napojen odvodem 23 na známý regulační přepad 24, s odpadem 33. S výhodou jsou vstupům 10 přepouštěcích kanálů 9 ve vrcholové části aktivačního prostoru 1 předřazeny odplynovací elementy 25, v daném případě v podobě roštu.

Do horní části aktivačního prostoru 1 je zaústěn přívod 26 surové vody. Ve dně 4 je zaústěno potrubí 27 pro vyprázdnění zařízení. Aktivační prostor 1 je vybaven známým proplyňovacím, v daném případě provzdušňovacím systémem, sestávajícím z rozvodu 28 vzduchu a provzdušňovacích elementů 29.

V horní části aktivačního prostoru 1 nad hladinou 11 komunikuje aktivační prostor 1 s volnou atmosférou komínky 30. V hladině 11 aktivačního prostoru 1 je umístěn regulovatelný přepad 31 s nastavitelným prstencem 34 pro odběr přebytečného aktivovaného kalu napojený na odvod 32.

Zařízení pro anaerobní čištění koncentrovaných odpadních vod s produkcí bioplynu, které není zobrazeno, je shodné s výše popsaným zařízením zobrazeným na obr. 1 a 2, jen s tím rozdílem, že aktivační prostor 1 není provzdušňován vzduchem, ale je promícháván bioplynem. U této modifikace zařízení je možno použít pro rozdělení bioplynu do aktivační směsi výše popsaného proplyňovacího systému, napojeného na neznázorněné dmýchadlo, jehož sací strana je napojena na komínky 30. Míchání směsi je možno zajistit i vhodnými mechanickými prostředky a je třeba zajistit její potřebný ohřev.

Popsané zařízení pracuje následovně:

Surová voda přiváděná do jímky 40 je z ní přečerpávána čerpadlem 37 přívodem 26 do aktivačního prostoru 1.

V provedení pro aktivační čištění odpadní vody je aktivační směs v aktivačním prostoru 1 intenzivně provzdušňována popsaným proplyňovacím systémem, tvořeným rozvodem 28 a proplyňovacími elementy 29, čímž dochází k intenzivnímu proudění aktivační směsi ve vertikálním směru.

Při čištění koncentrovaných odpadních vod, kdy je zapotřebí značně velký objem aktivačního prostoru 1, dosahuje výška sloupce v něm i více než 10 m. Při intenzivní provzdušňování aktivační směsi, potřebném pro dosažení přísunu potřebného množství kyslíku, dosahuje se v aktivační směsi stavu nasycení plyny, především dusíkem, případně i produkovaným CO_2 , odpovídajícímu tlaku ve spodní části aktivačního prostoru 1.

Před vstupem do přepouštěcích kanálů 2 vstupy 10 protéká aktivační směs kolem odplyňovacích vložek 25, kde v důsledku změn tlaku, způsobených změnami rychlosti proudění dochází k vylučování přebytečného rozpuštěného plynu, čímž se sníží přesycení aktivační směsi plyny.

Vzduch použitý pro provzdušnění aktivační směsi je odváděn z uzavřeného aktivačního prostoru 1 komínky 30 umístěnými nad hladinou 11. Vstupy 10 jsou, jak již řečeno, umístěny v úrovni hladiny 11. Velikost průtoku aktivační směsi převodovými kanály 2 je regulována nastavením velikosti průtočné plochy vstupu 10, jednak pomocí stavitelných přepadů 19, jednak výškou hladiny 11, nastavitelnou regulačním přepadem 24 na odvodu 23 vyčištěné vody ze sběrného věnce 21. Regulaci průtoku přepouštěcími kanály 2 pomocí změny výšky hladiny 11 regulačním přepadem 24 je možno použít při provzdušňovacím systému zobrazeném na obr. 1.

Stavitelné přepady 19 lze použít pro regulaci průtoku v jednotlivých přepouštěcích kanálech 2 v případě použití tzv. nesymetrického provzdušňovacího systému, jako např. s injektorem 35, který je použit u provedení dle obr. 3 a 4 a bude ještě popsán. Optimální průtok přepouštěcími kanály 2 činí 2 až 3 násobek množství čištěné vody. Zmenšení nebo zvětšení tohoto průtoku snižuje účinnost separace, a proto nastavení optimálního průtoku přepouštěcími kanály 2 je pro funkci zařízení důležité. Popsané zařízení podle vynálezu umožňuje snadný přístup obsluhy ke vstupům 10 a popsanou jejich regulaci i během provozu, což podstatně usnadňuje nastavení optimálního režimu během provozu.

Volná hladina 11 aktivace a stavitelné přepady 19 na vstupech 10 dále přispívají pro oddělení přebytku plynu - průtokem přes přepady 19 - a tím pro odstranění přesycení aktivační směsi, vstupující do separačního prostoru 2.

Intenzivní turbulenci v prostoru nad odplyňovacími elementy 25, vznikají v důsledku proudění vzduchu pro provzdušňování aktivační směsi, jsou částice plynu, vyloučené v procesu odplynění, odtrhovány od částic kalu, čímž se zamezuje ulpívání bublinek plynu na povrchu kalu a kal nemá tendenci k flotaci.

Aktivační směs vtéká převodovými kanály 2 do spodní části separačního prostoru 2 a při ohybu proudění v ústí 12 přepouštěcího kanálu 2 směrem nahoru dochází ještě jednou k místnímu urychlení proudění s možností vylučování plynu zbylých v aktivizační směsi. Při průtoku aktivizační směsi separačním prostorem 2 dochází k separaci aktivovaného kalu od vyčištěné vody filtrací ve fluidní filtrační vrstvě. Vyčištěná voda odtéká přes sběrný věnec 21 odvodem 23 a regulačním přepadem 24.

Aktivovaný kal zadržovaný v separačním prostoru 2 vytváří fluidní filtrační vrstvu, která zadržuje filtrací další aktivovaný kal vstupující do separačního prostoru 2. V důsledku rozšiřování průtočného průřezu separačního prostoru 2 směrem nahoru jsou proudnice vody v separačním prostoru 2 odkloněny od kolmice směrem k šikmé dělicí stěně 5, což vede - spolu s působením gravitačních sil na fluidní vrstvu - k postupnému pohybu částic fluidní vrstvy směrem k šikmé dělicí stěně 5, a tím k zahušťování fluidní vrstvy u této šikmé dělicí stěny 5.

V důsledku tohoto zahuštění vznikají podél šikmé dělicí stěny 5 klesající hustotní proudy koncentrovaného aktivovaného kalu. Tyto hustotní proudy stékají po šikmé dělicí stěně 5 okolo přepouštěcích kanálů 2 až do vratné pasáže 6, přičemž během tohoto toku se ještě dále zahušťují.

V důsledku popsaného stékání těchto hustotních proudů ze separačního prostoru 2 pod úroveň ústí 12 přepouštěcích kanálů 2 je právě aktivizační směs, která přitéká přepouštěcími kanály 2, nucena - podle zákona kontinuity - proudit vzhůru do separačního prostoru 2, jak bylo uvedeno výše.

V důsledku výše popsaného uspořádání zařízení jsou při tom tyto dva druhy proudů dosti výrazně odděleny.

Vratnou pasáží 6 stékají pak uvedené hustotní proudy aktivovaného kalu zpět do aktivizačního prostoru 1. Rozdílem hustot přitékající aktivizační směsi a odtékajícího separovaného kalu vzniká působením gravitace síla, která, spolu s průtokem čištěné vody přes celé zařízení, vytváří popsané proudění. Rychlost proudění aktivizační směsi v přepouštěcích kanálech 2 je přitom určena touto silou a velikostí průtočných ploch stavitelných přepadů 19.

Pro různé druhy odpadních vod je vždy určitá rychlost proudění aktivizační směsi v přepouštěcích kanálech 2 optimální. Při rychlosti nižší než je tato optimální rychlost, je dosažitelná hranice koncentrace aktivovaného kalu v aktivizačním prostoru 1 nižší, než je optimální koncentrace. Při rychlosti vyšší, než je tato optimální rychlost, se začínají projevovat poruchy fluidizace filtrační vrstvy způsobené indukovaným prouděním, což zvyšuje nežádoucí únik suspenze do odtoku.

Proto je možnost snadného nastavení optimálního proudění pomocí stavitelných přepadů 19 výhodná pro dosažení maximálního výkonu zařízení při daných podmínkách. Protože pro vyvolání potřebného proudění v přepouštěcích kanálech 2, v separačním prostoru 2 a ve vratné pasáži 6 postačuje podle výše popsaného mechanismu pouze průtok čištěné vody zařízením a působení proudů ze separačního prostoru 2, není zapotřebí další síla, působící na vstupech 10 do přepouštěcích kanálů 2 a na výstupu z vratné pasáže 6. Proto funkce separace není svázána s prouděním v separaci, které je omezeno pouze tou podmínkou, aby nevytvářelo sílu působící proti směru proudění do a ze separačního prostoru 2. V důsledku toho je možno v aktivizačním prostoru 1 použít různé způsoby proplyňování, s různými typy proudění.

Pro zachycení případného flotovaného kalu - který může vznikat v důsledku vyloučení částic plynu na povrchu částic aktivovaného kalu při průtoku aktivizační směsi přes ústí 12 - slouží lapač 13 bublinek. Vyflotovaný kal je v lapači 13 bublinek odváděn z jeho horní

části odběrem 16 vyflocovaného kalu, jehož horní hrana je umístěna pod úrovní hladiny 11 a při otevření uzávěru 18 odtéká vyflocovaný kal pod tlakem vodního sloupce nad hranou odběru 16 mimo zařízení.

Popsaným odplyněním aktivační směsi a zchycením vyflocovaného kalu je výrazně snížena tendence k flotaci kalu v separačním prostoru 2 na hladinu vyčištěné vody. Podpovrchovým odběrem vyčištěné vody pomocí ponořeného sběrného věnce 21 je takřka zcela zabráněno úniku flotovaného kalu do odtoku. Přebytkový aktivovaný kal je odebíráán regulovatelným přepadem 31 buď kontinuálně, nebo diskontinuálně.

Výsledkem popsání uspořádání je zmenšení úniku suspenze aktivovaného kalu do odtoku na minimum, což se projevuje výrazně na kvalitě vyčištěné vody, zejména v hodnotách nerozpuštěných látek, ESK_5 a $CHSK$. Vzhledem k tomu, že účinnost fluidní filtrace, pokud jde o odstraňování nerozpuštěných látek, jsou-li eliminovány rušivé vlivy flotace, jak výše popsáno - je velmi vysoká, lze popsáním řešením dosáhnout vysoké účinnosti pro čištění vody.

Tento efekt se projevuje zejména při čištění silně koncentrovaných odpadních vod ve zvlášť vysokých věžových aparátech s velkou výškou aktivačního prostoru, kde přesycení aktivační směsí v úrovni separačního prostoru je velké a kdy flotace v důsledku vylučování plynu by dosáhla takových hodnot, že únik aktivovaného kalu by snižoval jeho koncentraci v aktivačním prostoru 1, a tím by značně omezoval vlastní čisticí proces.

Proto provedení zařízení podle vynálezu nemá význam pouze pro kvalitu vyčištěné vody, ale i pro možnost použití tohoto typu zařízení pro věžové zařízení, které jsou v mnohých případech velmi výhodná v důsledku malé náročnosti na stavební místo a snížením energetické náročnosti, v důsledku zvýšení účinnosti přestupu kyslíku při větších výškách aktivačního prostoru 1, kdy minimální energetická spotřeba je při výšce aktivačního prostoru 1 okolo 15 m.

Mimo potlačení efektu flotace je účinnost separace při fluidní filtraci - jak již výše uvedeno - závislá na rovnoměrnosti proudění ve fluidním filtru a na intenzitě vracení zachyceného aktivovaného kalu ze separačního prostoru 2 zpět do aktivačního prostoru 1. Přepouštěcí kanály 9 zajišťují rovnoměrnost vstupu aktivační směsi do separačního prostoru 2 tím, že jejich průtočný profil se směrem od vstupu 10 k ústí 12 rozšiřuje, takže rychlost proudění této směsi postupně klesá a dostatečná velikost průtočné plochy ústí 12 zajišťuje snížení rychlosti proudění aktivační směsi natolik, že ve fluidním filtru v separačním prostoru 2 nejsou indukovány z aktivačního prostoru 1 žádné rušivé proudy, které by dosáhly hladiny fluidního filtru a tuto narušovaly, což by se projevilo zvýšením úniku suspenze.

Rovnoměrnosti proudění aktivační směsi do separačního prostoru 2 proudění napomáhá též již zmíněný lichý počet přepouštěcích kanálů 9, tím, že zamezuje čelnímu střetávání dvou protilehlých proudů ze dvou protilehlých přepouštěcích kanálů 9, které by nastalo při jejich sudém počtu, při kterémžto čelním střetávání je větší náchylnost ke vzniku indukovaného proudění v separačním prostoru 2.

Jako příklad výpočtu proudění a sil v separačním prostoru 2 je uveden následující konkrétní výpočet.

Předpokládá se, že v aktivačním prostoru 1 je aktivovaný kal s kalovým indexem 50 ml.g^{-1} s koncentrací $10 \text{ kg kalové sušiny (KS) na m}^3$. Dále se předpokládá zahuštění kalu vráceného vratnou pasáží 6 do aktivačního prostoru 1, na koncentraci $15 \text{ kg KS (kalové sušiny) m}^3$, což je maximum, daným kalovým indexem. Rozdíl tleku mezi vstupem 10 do přepouštěcího kanálu 9 a výstupem z vratné pasáže 6, který vytváří 1 m sloupce vráceného kalu, činí $49 \text{ N (Newtonu)/m}^3$. Pro celkovou výšku tohoto sloupce např. 2 m,

je rozdíl tlaku 98 N/m^2 . Tento rozdíl tlaku vyvolá podle Bernoulliho rovnice proudění aktivační směsi o rychlosti $0,44 \text{ m/s}$. Na tuto rychlost je třeba nastavit regulační přepedy, stavitelné přepedy 19. Je-li přítok vody do zařízení $Q \text{ (m}^3/\text{s)}$, je za ustáleného provozu stejný i odtok vyčištěné vody ze separačního prostoru 2 a za předpokladu, že za ustálených podmínek je stejné množství kalu, které přiteče do separačního prostoru 2 vráceno zpět do aktivačního prostoru 1, je průtok vratnou pasáží 6 při daných hodnotách $2Q$, takže celkový přítok přepouštěcími kanály 9 je $3Q$.

Za předpokladu, že rychlost odtoku vody v hladině separace činí $0,2 \text{ mm/s}$, pak tedy aby rychlost ve stavitelných přepadech 19 byla $0,44 \text{ m/s}$, je potřebná celková průtočná plocha stavitelných přepadů 19 rovná $0,136 \%$ velikosti separační plochy. Aby nedocházelo k tvorbě indukovaných proudů v separačním prostoru 2, musí být skutečná rychlost proudění v ústí 12 přepouštěcích kanálů 9 menší než $0,01 \text{ m/s}$. Tomu pak odpovídá průtočná plocha ústí 12 větší než 6% velikosti separační plochy hladiny v separačním prostoru 2.

Uvedený výpočet je pouze příkladem, který má konkrétně demonstrovat funkci celého zařízení. Při různých podmínkách a pro různé druhy vod jsou vstupní hodnoty výpočtu pochopitelně různé. Obecně však lze stanovit rozmezí, ve kterém se budou kritické hodnoty rozměru zařízení pohybovat, aby byla zaručena správná funkce. Tyto hodnoty, pro celkovou průtočnou plochu regulačních členů 19 činí $0,05$ až 2% velikosti plochy hladiny v separačním prostoru 2 a pro průtočnou plochu ústí 12 přepouštěcích kanálů 9 až 12% velikosti plochy hladiny v separačním prostoru 2.

Obdobnou funkci vykazuje i zařízení, popsané na obr. 1 až 2 v režimu pro anaerobní čištění vody s produkcí bioplynu. Při této modifikaci není použito provzdušňování, ale do aktivačního prostoru 1 je vháněn bioplyn, produkováný v anaerobním procesu čištění. Vhánění bioplynu má funkci udržení aktivovaného kalu v suspenzi. Produkovány i vháněný bioplyn je pak odváděn komínky 30 do neznázorněného zásobníku bioplynu. Pro vhánění bioplynu lze využít stejného systému pro jeho rozvod, jako je použit u aerobní aplikace, tj. rozvodu 28 a proplyňovací elementy 29, včetně neznázorněného dmychadla, které je napojeno na uvedený zásobník bioplynu. V tomto případě odplyňovací vložka 25 před vstupem 10 do přepouštěcích kanálů 9 odstraňuje metan a CO_2 . Jinak je činnost zařízení - až na odlišný proces - v podstatě shodná, jako v případě aerobního čištění vody.

Na obr. 3 a 4 je zobrazeno v dalším provedení zařízení podle vynálezu, vhodné zvláště pro aerobní čištění odpadních vod o větších kapacitách. Rozdílem proti zařízení vyobrazenému na obr. 1 a 2 je použití více než jednoho separačního prostoru 2 s jedním společným aktivačním prostorem 1 v jediném zařízení a použití jiného proplyňovacího systému. Ve vyobrazeném zařízení je použito sedm separačních prostorů 2, umístěných v jediné nádrži s pláštěm 3. Členění separačních prostorů 2 je shodné s členěním separačního prostoru 2 u provedení podle obr. 1 a 2.

Na rozdíl od provedení podle obr. 1 a 2 komunikuje však hladina 11 mezi jednotlivými separačními prostory 2 s volnou atmosférou. Vzhledem k tomu, že plocha hladiny 11 v aktivačním prostoru 1 je u tohoto zařízení značně veliká, je odplynění aktivační směsi v této hladině dostatečné a není nutno nezbytně instalovat odplyňovací vložky 25 před vstupem 10 do přepouštěcích kanálů 9. Vzhledem k neuzavřenosti aktivačního prostoru 1 nejsou zapotřebí ani komínky 30. Jinak je v nepopsaných částech uspořádání zařízení shodné se zařízením, popsaným v prvním případě, tj. se zařízením podle obr. 1 a 2.

Proplyňovací systém, který má funkci hydraulického provzdušňování, je tvořen injektory 35, napojenými jednak na výtlačné potrubí 36 surové vody, jednak na přírůby 38 vzduchu, které jsou vyvedeny nad hladinu 11.

Injektory 35 jsou uspořádány ve spodní části aktivačního prostoru 1 ve známých venturiho trubcích 39, mimo svislou osou zařízení tak, že při provozu vytváří intenzivní šroubovitě vzestupné proudění provzdušňované aktivační směsí s lokálním výronem vzduchu na hladině aktivační směsí.

Známy plovákový indikátor 43 v jímce 40 ovládá ventil 45 přepouštěcí trubky 46, za účelem udržování žádoucí výšky hladiny 44 v jímce 40.

Zařízení zobrazené na obr. 3 a 4 pracuje následovně:

Surová voda přitéká po neznázorněném mechanickém předčištění příívodem 26 do jímky 40. Čerpadlo 37 čerpá odpadní vodu výtlakovým potrubím 36 do injektoru 35, kde se přiváděná voda mísí se vzduchem, nasávaným příívodem 38.

Použitý proplyňovací systém aktivační směs v aktivačním prostoru 1 nejen provzdušňuje, ale současně i uvádí do pohybu, který je využit po zabezpečení suspendace aktivovaného kalu a homogenizace celého obsahu aktivačního prostoru 1. Nejvhodnější je přitom nasměrování hydraulického provzdušňovacího agregátu tak, jak je ukázáno na obr. 3 a 4, kde je dosahováno krouživého pohybu v aktivačním prostoru 1.

K odstranění vlivu lokálního výronu provzdušňovaného aktivační směsí na hladině 11 na proudění v přepouštěcích kanálech 2 je možno použít odpovídající nastavení stavitelných přepadů 19 na vstupech 10.

Odtok vyčištěné vody z jednotlivých separačních prostorů lze nastavit regulačními přepady 24 pro každý separační prostor samostatně. Jinak je funkce zařízení znázorněného na obr. 3 a 4 shodná s funkcí zařízení znázorněných na obr. 1 a 2.

I když je válcový tvar pláště 3 nádrže výhodný jak z hlediska konstrukce, tak i z hlediska proudění v aktivačním prostoru 1, není omezeno použití zařízení podle vynálezu toliko na válcový tvar nádrže. Zejména při použití pneumatického provzdušňovacího systému, je možné umístit separaci např. i do pravouhlých nádrží.

Zařízení podle vynálezu má četné výhody. Vstupy 10 do přepouštěcích kanálů 2 ve formě stavitelných přepadů 19 na hladině 11 a ještě případně zařazení odplyňovacích vložek 25 před tyto vstupy 10 umožňuje dokonalé odstranění přesycení vzduchem u aktivační směsí, která proudí do separačního prostoru 2, a tím odstraňuje flotaci aktivovaného kalu v separaci i v případě vysoké intenzity provzdušňování aktivace a použití hlubokoponořeného provzdušňovacího systému.

Snadná dostupnost vstupu 10 přepouštěcích kanálů umožňuje pak v případě potřeby jejich snadné vyčištění i během provozu, a tím zabránění případným poruchám.

Vznik poruch způsobených ucpáváním přepouštěcího systému je dále omezen i popsaným tvarem přepouštěcích kanálů 2. Dostupnost vstupu 10 dále umožňuje snadnou regulaci průtoku těmito kanály během provozu, což umožňuje jak snadné nastavení režimu práce zařízení podle potřeby, tak i vyrovnaní případné asymetrie proudění v aktivačním prostoru 1 a deformace hladiny v důsledku popsaného lokálního výronu aktivační směsí. To dává možnost použít v zařízení různé provzdušňovací systémy, což dále nejen zvyšuje flexibilitu zařízení, ale při použití injektoru 35 umožňuje dosažení vysoké energetické účinnosti provzdušňování a výhodnou aplikaci, zejména u zařízení věžovitého charakteru, s výškou vodního sloupce v aktivačním prostoru 1 nad 5 m.

Oddělení proudu aktivační směsi vstupujícího do separačního prostoru 2 a separovaného kalu vracejícího se z tohoto prostoru zvyšuje maximální hodnotu látkového povrchového zatížení separace, a tím zvyšuje maximální hodnotu látkového povrchového zatížení separace, a tím zvyšuje kapacitu zařízení až o 30 %, podle režimu čištění.

Konstrukce přepouštěcích kanálů 2 dále převádí provádění vestavby z hůře dostupného aktivačního prostoru 1 do snáze dostupného separačního prostoru 2, a tím zjednodušuje montáž vestavby.

Další usnadnění montáže pak přináší možnost prefabrikované výroby celých přepouštěcích kanálů 2, u kterých je pak zapotřebí utěsnění při montáži pouze v oblasti vstupu 10. Konstrukce přepouštěcích kanálů 2 dále snižuje materiálovou náročnost na jejich výrobu. Tím, že na šikmou dělicí stěnu 2 není zapotřebí zavěšovat další vloženou stěnu pro vytvoření přepouštěcího kanálu 2', tato stěna má pouze funkci oddělení obou funkčních prostorů 1 a 2, lze ji maximálně odlehčit s použitím tenkostěnných materiálů, což společně se snížením materiálové náročnosti na vytvoření přepouštěcích kanálů 2 snižuje podstatně hmotnost celé stavby aparátu pro biologické čištění vody, což může dosáhnout velmi výrazných úspor.

Zařízení zobrazené na obr. 5 je vhodné pro anaerobní vyhnívání organicky silně znečištěných odpadních vod s produkcí bioplynu. Od zařízení zobrazeného na obr. 3 a 4 se liší tím, že zařízení je uzavřeno víkem 47. Pro mísení směsi v aktivačním prostoru 1 slouží proplyňovací elementy 29, napojené propojovacím potrubím 28 na neznázorněné dmýchadlo, napojené na neznázorněný zásobník produkovaného bioplynu, do kterého je zaveden odvod bioplynu 48.

Zařízení je dále opatřeno horkovodním topením 49, napojeným na neznázorněný zdroj teplé vody, který je vytápěn částí bioplynu.

Zařízení pracuje následovně:

Výtlačným potrubím 36 vstupuje surová voda do aktivačního prostoru 1, který je promícháván pneumaticky pomocí vhněného bioplynu do aktivační směsi proplyňovacími elementy 29. Aktivační směs je přihřívána pomocí horkovodního topení 49. Zdrojem tepla je část bioplynu produkovaná vlastním anaerobním procesem metanogeneze. Při odběru aktivační směsi se v separačních prostorech 2 odděluje anaerobní aktivovaný kal, stejně jako v aerobní variantě a je automaticky vrácen zpět do aktivace. Tím dochází ke zvyšování koncentrace aktivovaného kalu v aktivaci, a tím k intenzifikaci procesu anaerobní metanogeneze. Tato intenzifikace má dvojí význam.

Především zvýšením koncentrace aktivovaného kalu umožňuje intenzifikaci procesu zmenšit objem anaerobního vyhnívání, a tedy i dobu zdržení, což sebou přináší, mimo úspor investičních, i snížení teplotních ztrát. Druhý význam spočívá v tom, že zvýšení koncentrace umožňuje zpracování i méněkoncentrovaných odpadních vod s menší sušinou, což rozšiřuje využití těchto zařízení. Odběr vyčištěné vody, kalu i plynu je nutno opatřit neznázorněnými vodními uzávěry, aby byla zajištěna vzduchotěsnost zařízení.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení pro biologické čištění vody, zahrnující nádrž, v níž je vytvořen aktivační prostor a alespoň jeden separační prostor, oddělený od aktivačního prostoru alespoň jednou šikmou, např. kuželovitou dělicí stěnou, na jejíž spodní část navazuje vratná pasáž a propojující separační prostor s aktivačním prostorem, vyznačené tím, že v separačním prostoru (2) je nad šikmou dělicí stěnou (5) uspořádán alespoň jeden přepouštěcí kanál (9), jehož horní část je napojena vstupem (10) na horní část aktivačního prostoru (1), v němž je proplyňovací a/nebo míchací systém, přičemž spodní část přepouštěcího kanálu (9) je zakončena ve spodní části separačního prostoru (2) ústím (12).

2. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že velikost průtočného průřezu přepouštěcího kanálu (9) se směrem k jeho ústí (12) zvětšuje.

3. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že přepouštěcí kanál (9) je uspořádán přímo na šikmé dělicí stěně (5), popř. že šikmá dělicí stěna (5) tvoří jeho součást.

4. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že ústí (12) přepouštěcího kanálu (9) ve spodní části separačního prostoru (2) je pod svislým průmětem lapače (13) bublinek, který je v separačním prostoru (2).

5. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že rozmístění přepouštěcích kanálů (9) je vzhledem ke svislé ose nádrže symetrické a jejich počet je lichý.

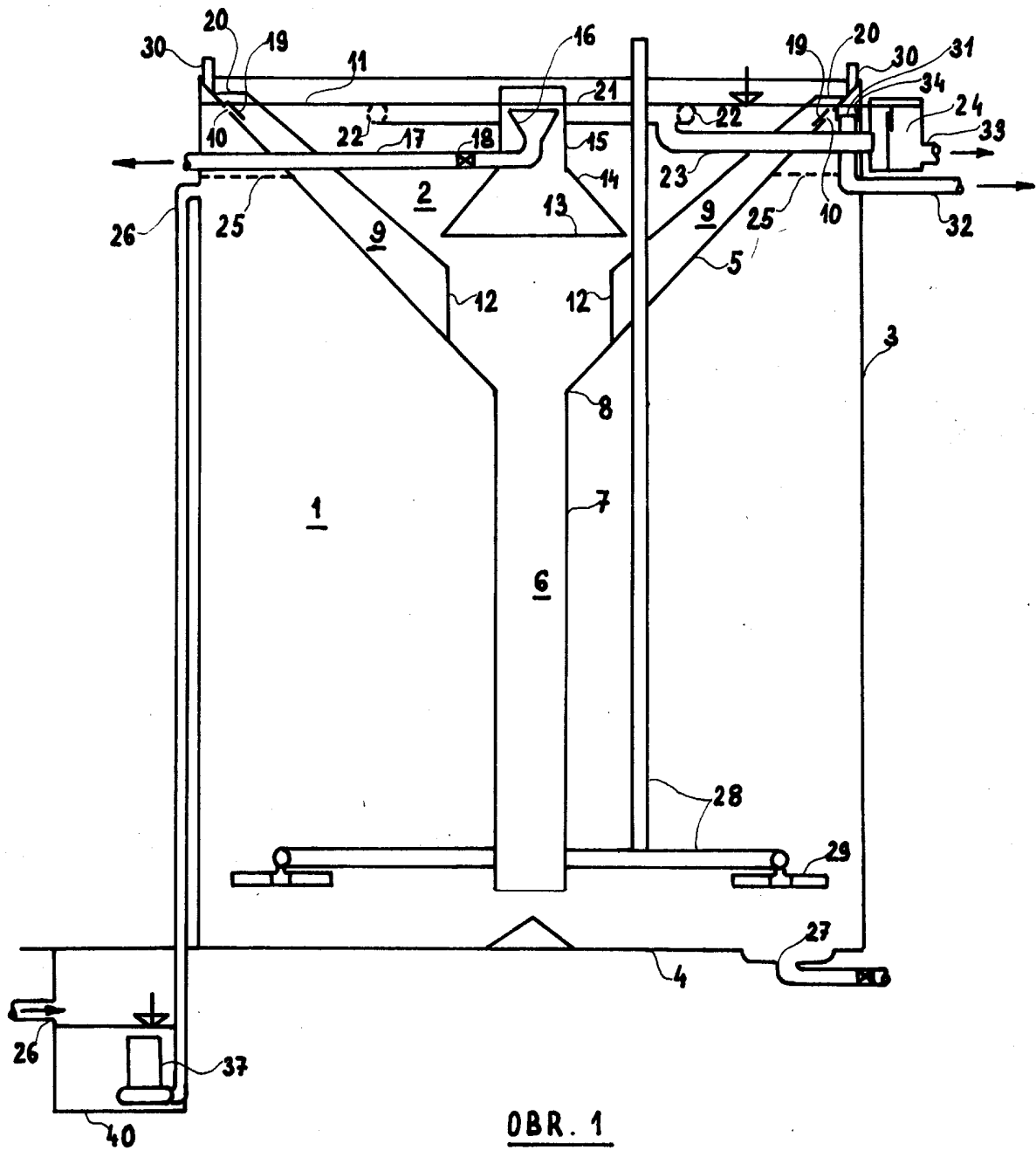
6. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že vstup (10) leží v úrovni hladiny (11) v aktivačním prostoru (1) a zahrnuje regulační člen (24), který je uspořádán např. přímo na vstupu (10) jako stavitelný přepad, přičemž přepouštěcí kanál (9) je případně vyveden až nad hladinu (11) v separačním prostoru (2), kde je opatřen otvorem (20).

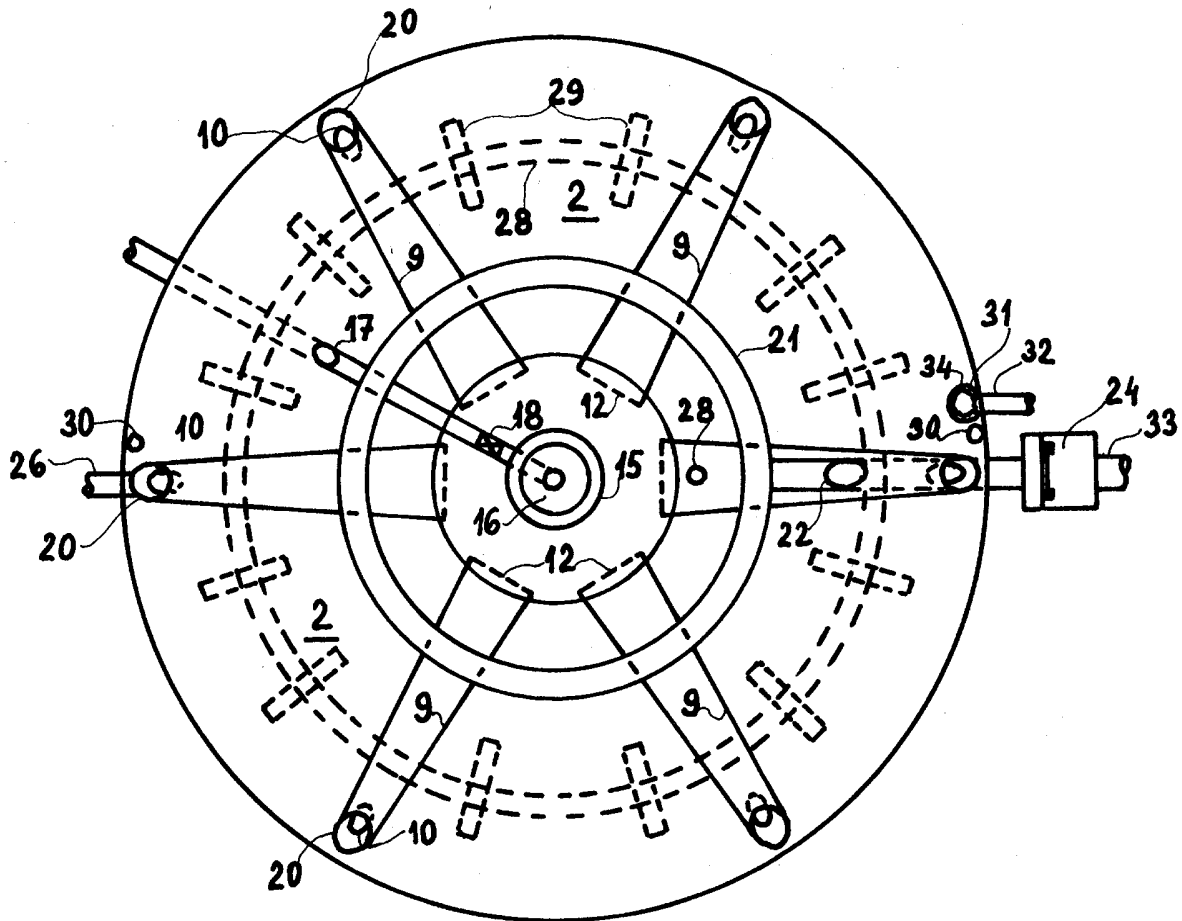
7. Zařízení podle bodů 1 až 4 a 6, vyznačené tím, že rovina plochy vymezené ústím (12) je svislá.

8. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že v horní vrcholové části aktivačního prostoru (1) je vstupu (10) předřazena odplyňovací vložka (25), např. rošt.

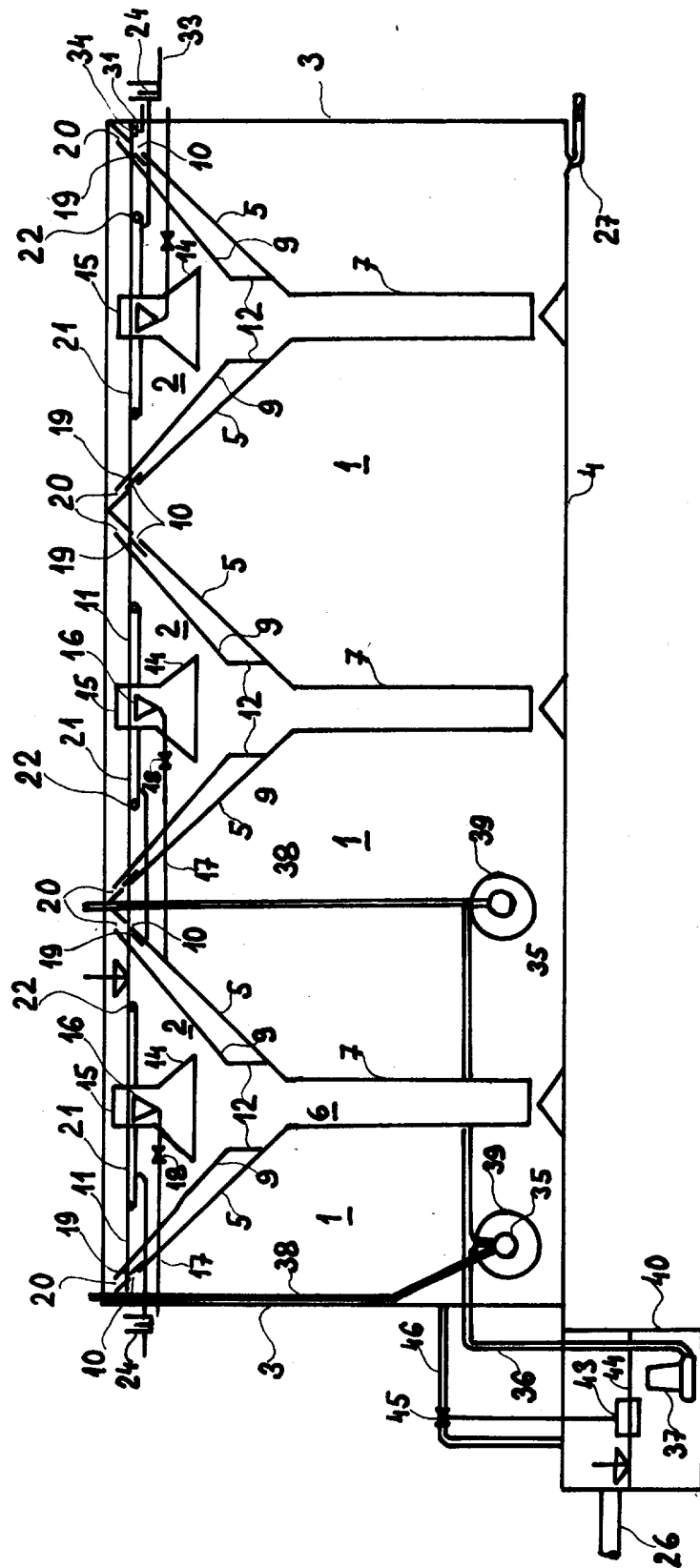
9. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že součet velikostí průtočných ploch regulačních členů (19) činí 0,05 až 2 % velikosti plochy hladiny (11) v separačním prostoru (2) a součet velikostí průtočných ploch ústí (12) činí 4 až 12 % velikosti plochy hladiny (11) v separačním prostoru (2).

10. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že proplyňovací systém je tvořen injektorem (35), napojeným jednak na výtlačné potrubí (36) surové vody, jednak na přívod (38) plynu, přičemž injektor (35) je uspořádán ve spodní části aktivačního prostoru (1) ve Venturiho trubici (39).

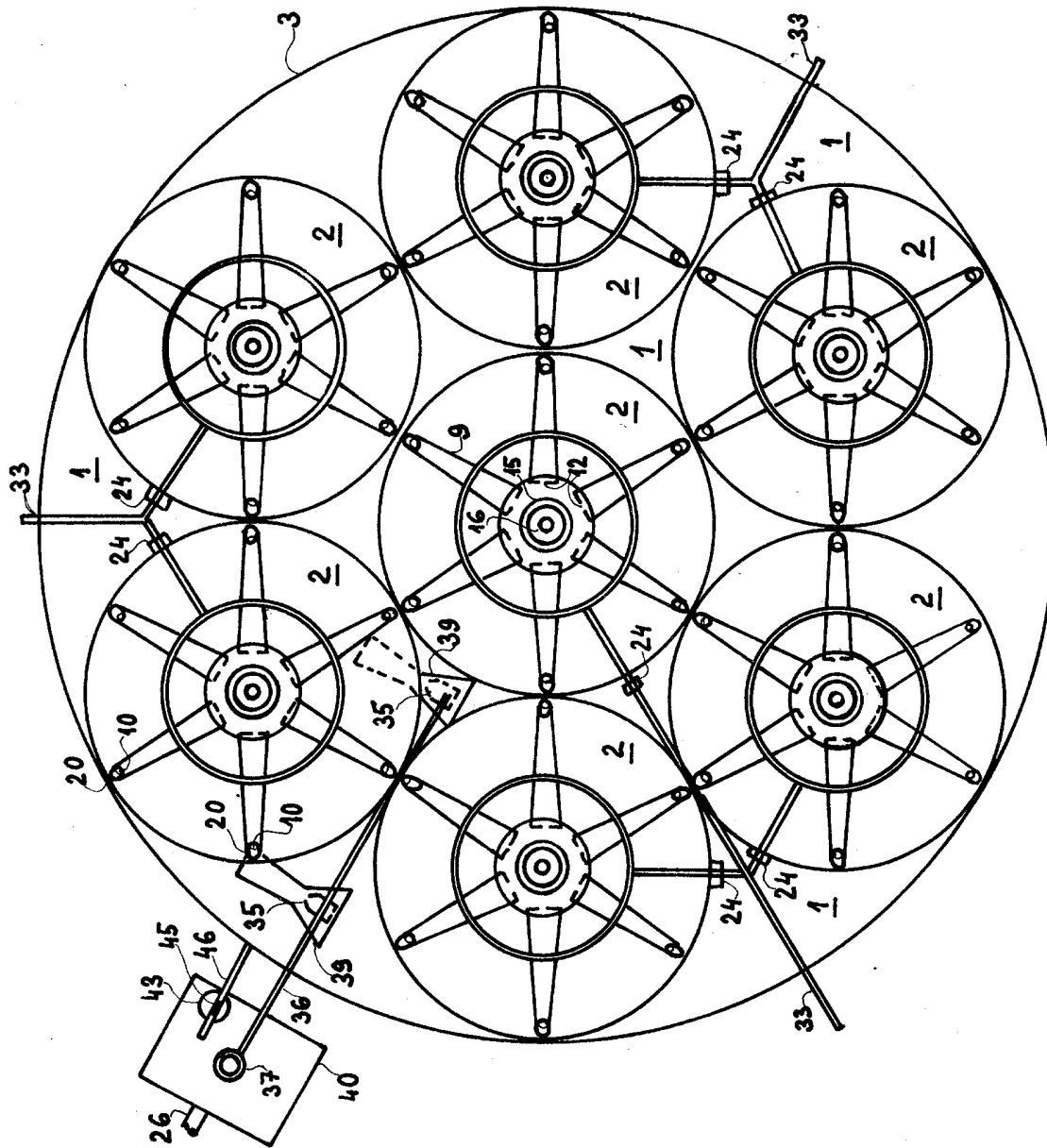


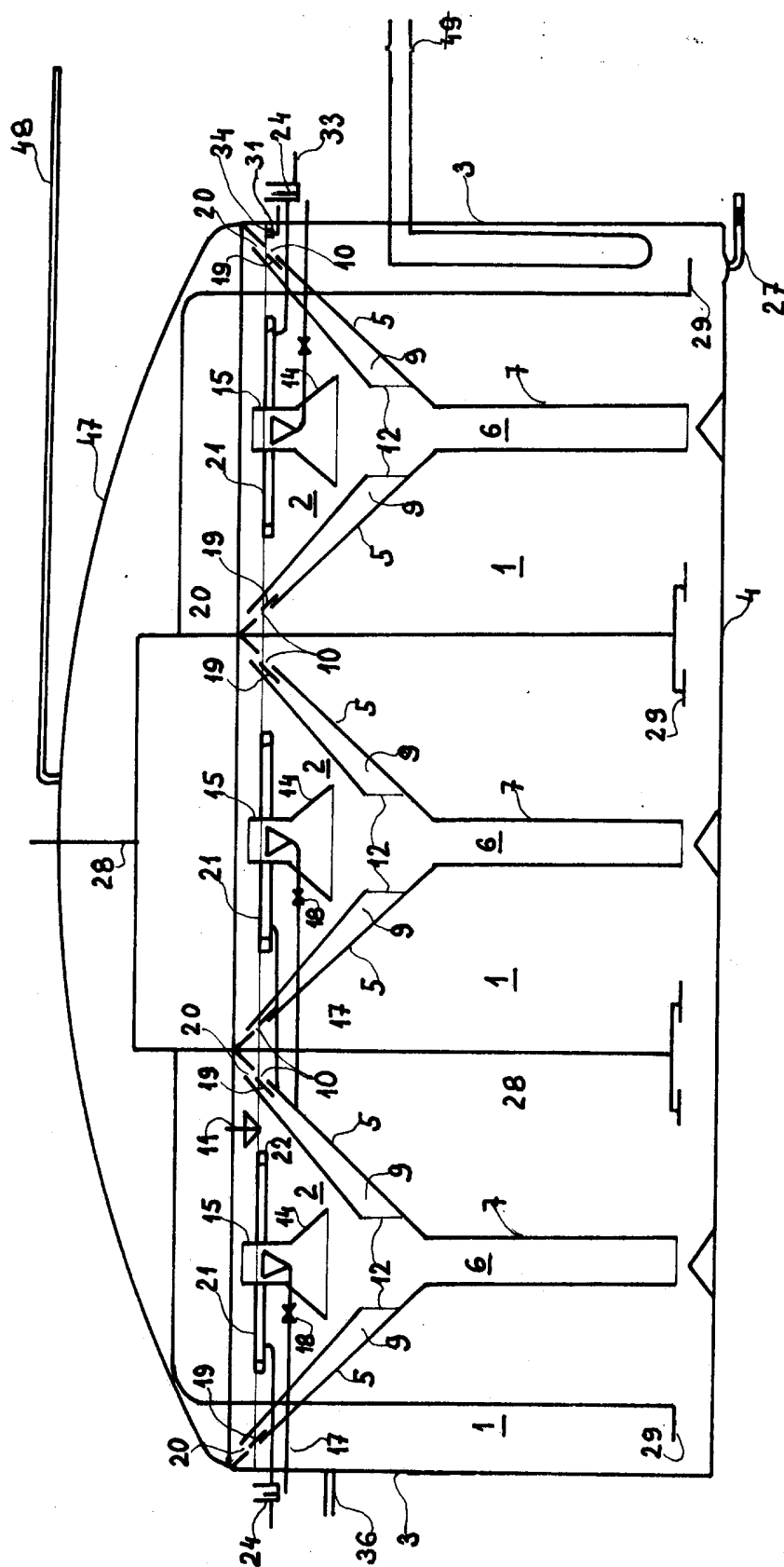


0BR. 2



OBR. 3





0BR. 5