



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

240 757

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 04 07 83
(21) PV 5052-83

(51) Int. Cl.
C 02 F 3/12

(40) Zveřejněno 16 07 85
(45) Vydáno 01 08 87

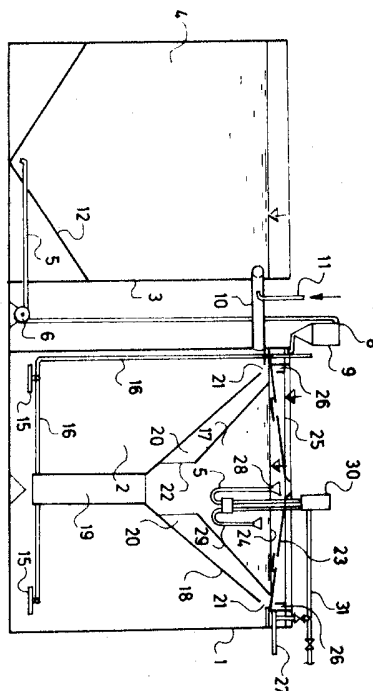
(75)
Autor vynálezu

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

(54) Způsob biologického aktivního čištění odpadních vod s denitrifikací v cirkulačním systému a zařízení k provádění tohoto způsobu

Vynález se týká způsobu biologického aktivního čištění odpadních vod s denitrifikací v cirkulačním systému a zařízení k provádění tohoto způsobu a je určen pro komplexní biologické čištění odpadních vod znečištěných jak uhlikatými tak i dusíkatými látkami, jako jsou například splaškové vody potravinářského průmyslu a zootechnické odpadní vody. Vyznačuje se tím, že v čistícím systému je vytvořena alespoň jedna lokální oblast intenzivní turbulence, v níž na částice aktivovaného kalu působí stříhové síly, které tyto částice desintegrují.

Obr. 1



Vynález se týká způsobu biologického aktivačního čištění odpadních vod s denitrifikací v cirkulačním systému a zařízení k provádění tohoto způsobu a je určen zejména pro komplexní biologické čištění odpadních vod znečištěných jak uhlíkatými, tak i dusíkatými látkami, jako jsou např. splaškové vody, odpadní vody potravinářského průmyslu a zootechnické odpadní vody.

Jsou známy způsoby odstraňování dusíkatých látek biologickým aktivačním čištěním. Pro aktivační nitrifikační a denitrifikační pochody byly vyvinuty dvě metody: jedna využívá aparátů zapojených v sérii a druhá cirkulační systém. V prvním případě je použit v každém aparátě specifický aktivovaný kal, zatímco v recirkulačním systému je použit jednotný aktivovaný kal.

Jednotný aktivovaný kal v cirkulačních systémech aktivačního čištění vody s denitrifikací sestává z heterotrofních a autotrofních druhů mikroorganismů, které jsou homogenně rozmíseny v celém objemu aktivační směsi. Heterotrofy rostou a oxidují uhlíkaté látky v obou zónách, t.j. v nitrifikaci i denitrifikaci, přičemž využívají rozpuštěný kyslík v aktivační směsi v nitrifikační zóně a kyslík z dusičnanů v denitrifikační zóně. Autotrofy rostou pouze v nitrifikační zóně a využívají rozpuštěný kyslík z aktivační směsi a anorganický uhlík pro nitrifikaci amoniaku.

Recirkulační systém s jednotným kalem má výhodu v tom, že využívá organické látky v odpadní vodě, jakožto donátory vodíku pro denitrifikační pochody. Tím odpadá nutnost přidávání dalších organických látek, jako je tomu u metody se sériově zapojenými samostatnými aparáty a snižují se nároky na energii pro přísun kyslíku do aktivační směsi. Surovou vodu je proto nutno přivádět do denitrifikační zóny.

Všeobecně známým příkladem cirkulačního systému s denitrifikací s jednotným aktivovaným kalem je oxidační příkop za podmínky, že při provzdušňování vznikne jak zóna s rozpuštěným kyslíkem v aktivační směsi, tak zóna bez přítomnosti rozpuštěného kyslíku a přívod surové vody je zaveden do denitrifikační zóny se zajištěním jejího dokonalého promísení s aktivační směsí.

Dále jsou známa i zařízení, kde v cirkulačním systému jsou zařazeny dvě oddělené nádrže, z nichž jedna pracuje bez přívodu kyslíku a s přívodem surové vody jako denitrifikace a druhá pracuje jako aerovaná aktivace s denitrifikací.

Cirkulační systémy s denitrifikací však vykazují - proti aktivačním systémům bez denitrifikace - výrazné zhoršení vlastností aktivovaného kalu. U těchto systémů dochází k produkci lehkého voluminózního aktivovaného kalu, což se projevuje vysokou hodnotou kalového indexu.

Tak např. při čistění potravinářských odpadních vod z jatek s obsahem cca 150 ml.g^{-1} dusíkatých látek vyjádřených v hodnotách TKN, byla zjištěna hodnota kalového indexu při cirkulačním aktivačním čistění s denitrifikací okolo 150 ml.g^{-1} , proti hodnotě cca 50 ml.g^{-1} při aktivačním čistění téže vody bez denitrifikace. Obdobně nepříznivý vliv má zařazení denitrifikace v cirkulačním systému i na vlastnosti aktivovaného kalu při čistění i jiných druhů odpadních vod s nižším obsahem dusíkatých látek, např. splaškových odpadních vod. Tak např. hodnoty kalového indexu u oxidačních příkopů na komunální vody se běžně pohybují nad hranicí 100 ml.g^{-1} a nejsou výjimkou ani hodnoty, blížíící se hranici 500 ml.g^{-1} .

Vysoký kalový index se projevuje negativně na provozu biologických čistíren ve více směrech. Hlavní negativní efekt se projevuje na separaci aktivovaného kalu a jeho vracení zpět do aktivace. Zvýšení kalového indexu se úměrně projeví ve snížení látkového povrchového zatížení separace a tím i na kapacitě separace.

Další negativní vliv vyplývá z tendence lehkého aktivovaného kalu k flotaci v separaci, což výrazně snižuje účinnost separace. Vysoký kalový index dále omezuje i dosažitelnou hranici koncentrace aktivovaného kalu v aktivaci.

Snížená účinnost separace a nízká hranice koncentrace aktivovaného kalu se pak promítá do nízké dosahované koncentrace aktivovaného kalu v aktivaci. Protože procesy nitrifikace/denitrifikace značně závisí na stáří kalu, musí být pro dosažení potřebné hodnoty kalového indexu při nízké koncentraci aktivovaného kalu použity velké objemy zařízení. Velké objemy zařízení se pak negativně projevují jednak na vysoké ceně zařízení, jednak ve značně velké výměně tepla s okolím, což vzhledem k výrazné závislosti procesů nitrifikace/denitrifikace na teplotě je velmi nepříznivé, zejména v zimním období.

Celkovým efektem vysokého kalového indexu aktivovaného kalu v cirkulačních systémech s denitrifikací je snížení kapacity zařízení při zhoršené kvalitě vyčištěné vody, zejména v hodnotě nerozpuštěných látek a druhotně i v hodnotách BSK_5 a CHSK. Toto kvantitativní i kvalitativní zhoršení funkce zařízení je u některých odpadních vod s vyšším obsahem dusíkatých látek a při vyšších teplotách aktivační směsi natolik velké, že prakticky znemožní funkci cirkulačních systémů s denitrifikací. Právě tyto jsou i vysvětlením pozorované nestabilitnosti funkce oxidačních příkopů.

Vynález si klade za cíl odstranění uvedených nedostatků.

Podstata způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že v čistícím systému je vytvořena alespoň jedna lokální oblast intenzivní turbulence s absorbovaným příkonem větším než 300 wattů na jeden litr kapaliny s částicemi aktivovaného kalu, v níž na částice aktivovaného kalu působí stříhové síly, které tyto částice desintegrují.

Dalším význakem je, že tlak aktivační směsi, vstupující do lokální oblasti intenzivní turbulence nebo do její části, je nižší, než je tlak v lokální oblasti intenzivní turbulence.

Jiným význakem je, že působení lokální oblasti intenzivní turbulence je přerušované, popř. kolísavé.

Podle vynálezu je rovněž výhodné, že lokální oblast intenzivní turbulence je vytvářena v aktivační směsi, proudící z denitrifikace do nitrifikace anebo z nitrifikace do denitrifikace, popř. že do lokální oblasti intenzivní turbulence v aktivační směsi proudící z denitrifikace do nitrifikace je přiváděn vzduch.

Výhodný je rovněž způsob podle vynálezu, u něhož lokální oblast intenzivní turbulence působí v obvodu aktivovaného kalu ze systému jeho separace, nebo u něhož lokální oblast intenzivní turbulence působí v aktivační směsi čerpané ze systému separace fluidní filtrací pod hladinou fluidního filtru do denitrifikace nebo nitrifikace.

Dalším možným význakem je, že během působení lokální oblasti intenzivní turbulence je nátok surové vody snížen nebo přerušen.

Podstata zařízení k provádění způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že zdroj lokální oblasti intenzivní turbulence je tvořen tryskou, zaústěnou do cyklonu uspořádaného nad hladinou aerovaného aktivačního prostoru a napojenou na výtlak čerpadla, jehož odběr je napojen na spodní část denitrifikačního prostoru, jehož horní část je zapojena s aerovaným aktivačním prostorem vratným potrubím, do nějž je zaústěn přívod surové vody.

Podstata jiného zařízení k provádění způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že zdroj lokální oblasti intenzivní turbulence je tvořen míchadlem, zařazeným do výtlaku čerpadla, jehož odběr je napojen na spodní část denitrifikačního prostoru.

Podstata dalšího zařízení k provádění způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že zdroj lokální oblasti intenzivní turbulence je tvořen tryskou, napojenou jednak na čerpadlo, jehož odběr je zaústěn do denitrifikačního prostoru, jednak na rozváděcí potrubí vzduchu, při čemž tryska je uspořádána přímo v aerovaném aktivačním prostoru, popř., že zdroj lokální oblasti intenzivní turbulence je uspořádán v propojovací šachtě pro odvod aktivovaného kalu ze separátoru do aerovaného aktivačního prostoru.

Příklady zařízení k provádění způsobu podle vynálezu jsou schematicky zobrazeny na připojených výkresech, kde obr. 1 představuje zařízení pro aktivační čištění odpadních vod s denitrifikací v cirkulačním systému pro potravinářské odpadní vody ve svislém osovém řezu, obr. 2 zobrazuje v řezu detail zdroje intenzivní turbulence v podobě trysky a cyklonu pro zařízení znázorněné na obr. 1, obr. 3 zobrazuje v řezu jiné provedení zdroje intenzivní turbulence pracujícího mechanicky, obr. 4

představuje svislý příčný řez, obr. 5 půdorys zařízení pro čiš-
tění velkých objemů méně znečištěných odpadních vod, např. ko-
munálních a obr. 6 znázorňuje detail zdroje intenzivní turbu-
lence kombinovaného s provzdušňovacím zařízením, zvláště vhod-
ného pro zařízení zobrazené na obr. 4 a 5.

Zařízení na obr. 1 až 3 je určeno zejména pro čiš-
tění znečištěných odpadních vod o menší kapacitě, jako jsou např.
potravinářské odpadní vody. Zařízení sestává ze dvou válcových
nádří s vertikální osou, kde nádrž s pláštěm 1 slouží pro ae-
rovaný aktivační prostor 2, zvaný též nitrifikace a nádrž s
pláštěm 3 pro denitrifikační prostor 4, zvaný též denitrifika-
ce. Aerovaný aktivační prostor 3 a denitrifikační prostor 4
jsou vzájemně propojeny do cirkulačního okruhu odběrem 5 ze
spodní části denitrifikačního prostoru 4 čerpadlem 6, výtla-
kem 7, zakončeným tryskou 8, zaústěnou do cyklonu 9, umístěné-
ho nad hladinou nádrže a pláštěm 1 a posléze vratným potrubím
10, které spojuje aerovaný aktivační prostor 2 s horní částí
denitrifikačního prostoru 4. Do vratného potrubí 10 je zaústěn
přívod 11 surové vody. Vratné potrubí 10 je nasměrováno do de-
nitrifikačního prostoru 4 horizontálně, pod malým úhlem, ke stě-
ně 3. Denitrifikační prostor 4 je ve své spodní části opatřen
konickým dnem 12. Místo trysky 8 a cyklonu 9 může být použito
jiné řešení, zobrazené na obr. 3, sestávající ze dvou rotorů
13, 14 míchadla, poháněných motory 32 a 33 v protiběžném smě-
ru, zabudovaných ve výtlačku 7. V aerovaném aktivačním prosto-
ru 2 je zabudováno známé provzdušňovací zařízení sestávající z
provzdušňovacích elementů 15, rozváděcího potrubí 16 a nezná-
mého dmyhadla.

V horní části aerovaného aktivačního prostoru 2 je umís-
těn systém separace aktivovaného kalu, např. separátor 17, tvo-
řený konickou dělicí stěnou 18, která přechází do propojovací
šachty 19, vyústěné do spodní části aerovaného aktivačního pro-
storu 2. Separátor 17 je opatřen přepouštěcími kanály 20, které
jsou v horní části propojeny s aerovaným aktivačním prostorem
2 otvory 21 a v dolní části vyústěním 22, ústícím do spodní
části separátoru 17. V horní části separátoru 17 je umístěn kryt

23, překrývající celou plochu fluidního filtru s hladinou 24 v separátoru 17 s hladinou 25 vyčištěné vody, která je fixována sběrným žlabem 26 s odvodem 27 vyčištěné vody. Pod krytem 23 je pod úrovní hladiny 25 zabudován odběr 28 vyflotovaného kalu a pod hladinou 24 fluidního filtru je umístěn odběr 29 aktivovaného kalu z fluidního filtru. Oba odběry 28, 29 jsou vyvedeny do expanzní nádržky 30 s odvodem 31 kalu.

Zařízení popsané na obr. 1 až 3 pracuje následovně:

Surová voda přitéká přívodem 11 do vratného potrubí 10, kde se mísí s aktivační směsí a vtéká do denitrifikačního prostoru 4. Tím je v denitrifikačním prostoru 4 zajištěn potřebný nadbytek uhlíkatých látek pro denitrifikaci. Kysličník uhlíčitý, vznikající oxidací organických látek jak v denitrifikačním prostoru 4, tak v aerovaném aktivačním prostoru 2, slouží pak jako hlavní zdroj anorganického uhlíku pro nitrifikaci amoniaku v aktivačním prostoru.

Část aktivační směsi z aerovaného aktivačního prostoru 2 přechází otvory 21 přes přepouštěcí kanály 20 a jejich vyústění 22 do spodní části separátoru 17.

V tomto separátoru se ve fluidním filtru odděluje aktivovaný kal od vyčištěné vody, která je odebírána ze separátoru sběrným žlabem 26 a odváděna odvodem 27. Aktivovaný kal oddělený v separátoru 17 od vyčištěné vody se vrací propojovací šachtou 19 zpět do aerovaného aktivačního prostoru 2.

Aerovaný aktivační prostor 2 a denitrifikační prostor 4, jež jsou vzájemně propojeny, vytváří cirkulační systém pro aktivační čištění vody s denitrifikací. Tento systém aktivačního čištění vody pracuje s jednotným aktivovaným kalem, tvořeným směsí heterotrofních a autotrofních druhů mikroorganismů. Heterotrofy oxidují uhlíkaté látky jak v aerovaném aktivačním prostoru 2, tak i v denitrifikačním prostoru 4, přičemž pro svoje životní pochody využívají kyslík v aktivační směsi v aerovaném aktivačním prostoru 2 a kyslík z dusičnanů v denitrifikačním prostoru 4.

Autotrofy rostou pouze v nitrifikační zóně a využívají rozpuštěný kyslík z aktivační směsi a anorganický uhlík pro nitrifikaci amoniaku. Tím se dusíkaté látky z odpadní vody oxi-

dují v aerovaném aktivačním prostoru 2 na dusičnany, které se v denitrifikační zóně redukují na plynný dusík a tím se z čisticí vody odstraňují.

Tvorba plynu probíhá především na povrchu částic aktivovaného kalu, ale částečně i ve struktuře těchto částic. Vzniklé bublinky dusíku, které jsou na povrchu částic aktivovaného kalu, jsou většinou uvolňovány turbulencí při pohybu aktivační směsi v denitrifikačním prostoru 4 a aerovaném prostoru 2 a tak se dostávají do volné atmosféry. Pro uvolnění bublinek plynného dusíku ulpělých nebo zabudovaných ve struktuře aktivovaného kalu však intenzita této turbulence nestačí a proto se tyto bublinky bez aplikace dalších prostředků hromadí v aktivovaném kalu a postupně zhoršují jeho vlastnosti.

Pro odstranění této poměrně silně vázané části dusíku je v čistícím systému vytvořena alespoň jedna lokální oblast intenzivní turbulence, v níž na částice aktivovaného kalu působí stříhové síly, které tyto částice narušují - desintegrují - a uvolňují plynný dusík, který prorostl strukturou těchto částic během nitrifikace. Pro dosažení tohoto cíle je zapotřebí vyvodit turbulence s intenzitou přesahující hranici 300 W.l^{-1} , běžně do hodnot 1000 W.l^{-1} i více, podle požadavku na stupeň odstranění plynného dusíku z aktivovaného kalu.

Podstatným znakem je to, že uvedené působení stříhových sil probíhá v určitém omezeném místě, přes které kapalina s aktivovaným kalem probíhá. Toto místo může být na libovolném místě cirkulačního okruhu mezi aerovaným aktivačním prostorem 2 a denitrifikačním prostorem 4 a situované tak, že tímto místem prochází buď celý cirkulační proud, nebo pouze jeho určitá část. Stejně možné je umístění lokální oblasti intenzivní turbulence, t.j. místa s působením stříhových sil v odvodu aktivovaného kalu ze separace, např. kalu separovaného v separátoru 17, nebo na zvláštní cirkulační větvi mezi horní částí fluidního filtru a aerovaným aktivním prostorem 2, nebo denitrifikačním prostorem 4, popř. i přímo v nitrifikačním nebo denitrifikačním prostoru.

Protože prorůstání aktivovaného kalu mikrobublínkami dusí-

ku je dlouhodobější proces, může být působení stříhových sil aplikováno i přerušovaně po čas, postačující k převedení celé zásoby aktivovaného kalu přes místo intenzivní turbulence.

Při vyšších koncentracích aktivovaného kalu je výhodné zařadit lokální oblast intenzivní turbulence, t.j. místo působení stříhových sil do propojení aerovaného aktivačního prostoru 2 a denitrifikačního prostoru 4.

U zařízení, kde nelze dosáhnout vyšší koncentrace aktivovaného kalu, což je zejména v případě starších zařízení, je výhodné aplikovat působením stříhových sil na aktivovaný kal odebíraný ze separačního prostoru.

Zvýšení spotřeby energie nepřevyšuje u dobře navrženého cirkulačního systému s denitrifikací s aplikací stříhových sil na aktivovaný kal více než 15 - 30 %. Tato energie stačí na zcela úplné odstranění částic plynného dusíku z aktivovaného kalu, což se projeví dosažením hodnoty kalového indexu prakticky shodného jako u aktivačního čištění odpadní vody bez zařazení denitrifikace. Tak např. při čištění jatečních odpadních vod, kdy při zařazení denitrifikace stoupla hodnota kalového indexu z cca 50 ml.g^{-1} až na 150 - 180 ml.g^{-1} , bylo po aplikaci stříhových sil s intenzitou turbulence cca 1000 W.l^{-1} dosaženo snížení na cca 50 ml.g^{-1} .

Pro dosažení požadovaného efektu je rozhodující intenzita působící turbulence. Technické řešení místa, ve které je tato turbulence produkována, může být provedeno různým způsobem. Jedna z možností je ukázána na obr. 1 a 2, kde je energie pro turbulenci dodávána odstředivým čerpadlem 6 s dodatečnou výtlačnou výškou a turbulence je vytvořena tryskou 8, ústící do cyklonu 9, tedy v kombinaci s tímto cyklonem 9. Ke zvýšení efektu napomáhá vyvedení trysky 8 do oblasti volné hladiny kapaliny, kde k odlučování bublinek dusíku vlivem působení stříhových sil dochází při atmosferickém tlaku a působení podtlaku v sání čerpadla a v trysce, jehož působením dochází k expanzi bublinek dusíku, která napomáhá jejich uvolňování. Jinou možností dosažení potřebné intenzity turbulence je mechanické mísení dvěma nebo více protiběžnými rotory 13, 14, anebo kombinací rotorů a statorů ve vhodné komůrce. Příklad tohoto řešení je ukázán na obr. 3.

Protože z hlediska nákladů je rozhodující energie, potřebná na vytvoření turbulence, zatímco z hlediska výsledků je rozhodující intenzita turbulence, je vhodné turbulenci aplikovat takovým způsobem, aby při dané spotřebě energie byla intenzita co největší - nebo, aby potřebná intenzita turbulence byla dosažena s co nejmenší spotřebou energie. Toho lze obecně dosáhnout tím způsobem, že se energie dissipuje v co nejmenším objemu. Tak např. stejnou intenzitu turbulence při menší spotřebě energie lze dosáhnout použitím několika menších trysek, místo jedné větší trysky.

Způsob a zařízení podle vynálezu nejsou omezeny na popsané zařízení, zobrazené na obr. 1 až 3. Cirkulační okruh může být např. řešen tak, že zařízení pro vyvolání turbulence, např. tryskou 8, je na výtlaku 7 čerpadla 6, které je zaústěno tangenciálně do spodní části denitrifikačního prostoru 4, při čemž odběr 5 čerpadla 6 je vyveden z aerovaného aktivačního prostoru 2. Vratné potrubí 10 pak spojuje horní části prostorů 2 a 4. Přívod 11 surové vody je v tomto případě zaústěn před trysku 8.

Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu může být dále řešeno např. tak, že lokální oblast intenzivní turbulence je situována v odvodu aktivovaného kalu, separovaného v separátoru 17, t.j. v propojovací šachtě 19. Stejně je možné umístit zdroj intenzivní turbulence ve zvláštní cirkulační větvi, která má odběr 29 aktivovaného kalu v horní části separátoru 17 pod hladinou 24 fluidního filtru a která ústí buď do denitrifikačního prostoru 4, nebo do aerovaného aktivačního prostoru 2.

V tomto případě může být výhodné provozovat tuto cirkulační větev přerušovaně a tento provoz provádět v období snižovaného nebo i přerušovaného nátoku surové vody do zařízení, aby nebylo při provozu této větve neúměrně zvýšeno hydraulické zatížení separace.

Dále je zřejmé, že aplikace podle vynálezu není omezena na separátor 17 dle obr. 1, ale je aplikovatelná na jakýkoliv separátor v případě, kdy zdroj intenzivní turbulence je zařazen na odvod vráceného kalu ze separátoru, nebo na jakýkoliv separátor s fluidní filtrací, je-li intenzivní zdroj turbulence aplikován ve výše popsané zvláštní cirkulační větvi.

Příkladné zařízení zobrazené na obr. 4 až 6 je určeno zejména pro aktivační čištění velkých objemů méně znečištěné vody, např. komunálních odpadních vod.

V jediné nádrži s pláštěm 1 je vloženými stěnami 34 a 35 rozdělen objem nádrže na podélně uspořádané funkční prostory a to aerovaný aktivační prostor 2, denitrifikační prostor 4 a v horní části separátor 17. Na obou koncích jsou přilehlé prostory a to aerovaný aktivační prostor 2 a denitrifikační prostor 4 navzájem propojeny průchody 36 a 37. Separátory 17 komunikují s aerovaným aktivačním prostorem 2 přepouštěcím kanálem 20.

V aerovaném aktivačním prostoru 2 je obsaženo kombinované zařízení pro vytvoření lokální oblasti intenzivní turbulence za současného provzdušňování aktivační směsi pro přísun kyslíku do aerovaného aktivačního prostoru 2. Toto zařízení je zobrazeno v detailu na obr. 5 a sestává z trysky 8 napojené na čerpadlo 6 výtlakem 7. Odběr 5 čerpadla 6 je zaústěn do denitrifikačního prostoru 4. Do trysky 8 je zaústěno rozváděcí potrubí 16 vzduchu z dmyhadla 38. Přívádění vzduchu může být i beztlakové, kdy tryska 8 je provedena jako známý ejektor s přísáváním atmosférického vzduchu. Tryska 8 je umístěna v ejektoru 41.

Přívod 11 surové vody je zaveden do rozdělovače 39, ze kterého je surová voda přiváděna dílčími přiváděči 40 před denitrifikační prostor 4. Separátor 17 s fluidním filtrem s hladinou 24 fluidního filtru a hladinou 25 vyčištěné vody se sběrnými žlaby 26 je vybaven krytem 23 a odběrem 28 vyflotovaného kalu s expanzní nádržkou 30 a s odvodem kalu 31, který je zaústěn buď zpět do aerovaného aktivačního prostoru 2, nebo vyvedený mimo systém. Spodní část separátoru 17 je přes přepouštěcí kanál 20 spojena s aerovaným aktivačním prostorem 2.

Zařízení zobrazené na obr. 4 až 6 pracuje následovně:

Čerpadlo 6 čerpá aktivační směs odběrem 5 z denitrifikačního prostoru 4 a vhání ji tryskou 8 do ejektoru 41. Současně je k této směsi přidáván vzduch, přiváděný rozváděcím potrubím 16.

Proud aktivační směsi se vzduchem vtéká z ejektoru 41 do aerovaného aktivačního prostoru 2. Tím je do aerovaného aktivačního prostoru 2 vnášen kyslík a současně je všechna aktivační směs uváděna do cirkulačního pohybu mezi sousedními podélnými

funkčními prostory, tvořenými vloženými stěnami 34 a 35. V aerovaném aktivačním prostoru 2 je vnesený kyslík spotřebováván mikroorganismy na oxidaci přítomných organických látek a amoniaku. Tím se jeho koncentrace během toku aktivační směsi aerovaným aktivačním prostorem 2 snižuje. V oblasti, kde už je koncentrace kyslíku dostatečně nízká, je do proudu aktivační směsi dílčími přiváděči 4 přiváděna surová voda, která je rozmíchána do celého proudu aktivační směsi.

Při vzniklém přebytku organických látek mikroorganismy rychle spotřebují zbytek kyslíku, čímž vzniká v další části proudu aktivační směsi prostor bez přítomnosti rozpuštěného kyslíku, který funguje jako denitrifikační prostor 4.

Dusičnany, vzniklé v aktivační směsi oxidací amoniaku a organických látek obsahujících dusík v aerovaném aktivačním prostoru 2 jsou za nepřítomnosti kyslíku a nadbytku organických látek ze surové vody v denitrifikačním prostoru 4 redukovány heterotrofními mikroorganismy na plynný dusík.

Zbývající organické látky ze surové vody, které se při tom nespotřebují, jsou pak proudem aktivační směsi přeneseny z denitrifikačního prostoru do aerovaného aktivačního prostoru, kde se zoxidují.

Část aktivační směsi z aerovaného aktivačního prostoru 2 prochází přes přepouštěcí kanál 20 do separátoru 17, kde dochází k separaci aktivovaného kalu od vyčištěné vody.

Vyčištěná voda je odváděna ze separátoru 17 sběrnými žlaby 26, zatímco separovaný aktivovaný kal propadá zpět do přepouštěcího kanálu 20 a spodní část tohoto kanálu se vrací zpět do aerovaného aktivačního prostoru 2.

Část plyného dusíku, vznikajícího při denitrifikaci, se vylučuje na povrchu částic aktivovaného kalu ve formě bublinek, obdobně jak již bylo popsáno u zařízení podle obr. 1 až 3. Tyto bublinky se uvolňují při turbulentním pohybu aktivační směsi v aerovaném aktivačním prostoru 2.

Další část vznikajícího plyného dusíku se však vylučuje uvnitř částic aktivovaného kalu ve formě mikrobublinek, které prorůstají strukturou těchto částic, jak již bylo popsáno u provedení podle obr. 1. Hromadění těchto mikrobublinek by zvyšova-

lo hodnotu kalového indexu a proto je zapotřebí je odstranit.

Uvedené mikrobublínky lze uvolnit a odstranit z aktivovaného kalu pouze dostatečně intenzivní turbulencí, která jak již uvedeno, vystaví částice aktivovaného kalu působení stříhové síly a uvolní z nich tyto mikrobublínky. K tomu účelu slouží jako zdroj lokální oblasti intenzivní turbulence proud vody, vystupující z trysky 8. Tento proud vytéká tak rychle, že vytváří na obvodě mezikuželový prostor s vysoce intenzivní turbulencí, která se pak rozšiřuje do celého kuželovitě se rozšiřujícího proudu kapaliny. Intenzita turbulence u ústí trysky 8 při tom podstatně přesahuje hodnotu 1000 W.l^{-1} , což již zcela postačuje na dosažení popsaného efektu.

Protože proces prorůstání aktivovaného kalu mikrobublínkami dusíku probíhá delší čas, není nutné při čistění méně znečištěných odpadních vod, jako jsou např. komunální odpadní vody, aplikovat intenzivní turbulenci na aktivovaný kal při každé otáčce aktivační směsi v cirkulačním okruhu a stačí, že pouze část proudu přijde přes místo aplikace intenzivní turbulence. Tím se dosáhne podstatné úspory energie při dostatečné kontrole vlastnosti aktivovaného kalu.

Energetická účinnost popsaného způsobu značně závisí na koncentraci aktivovaného kalu v aktivační směsi. Proto je použití popsaného způsobu aplikace intenzivní turbulence ekonomicky vhodné zejména v případě vysoké koncentrace aktivovaného kalu. Toho se docílí v integrovaných zařízeních se zabudováním velmi účinné separace s vracením aktivovaného kalu zpět do procesu aktivace. K tomu účelu slouží separátory 17 vytvořené vloženými stěnami 34 a 35 v horní části nádrže prakticky po celé půdorysné ploše zařízení. Použitá, vysoce účinná separace fluidní filtrací a spolu s velkou separační plochou umožňuje funkci zařízení s vysokou koncentrací aktivovaného kalu, což umožňuje snížení spotřeby energie na odstraňování dusíku aplikací intenzivní turbulence, na únosnou ekonomickou míru se spotřebou energie o 15 - 30 % vyšší, než je pro vlastní provzdušňování aktivační směsi. Efekt denitrifikace za současné kontroly kalového indexu přináší takové zlepšení kvality vyčištěné vody - a to nejen v obsahu dusíkatých látek, ale i uhlíkatých látek - které zdůvod-

ní zvýšení spotřeby energie o uvedené množství.

Popsané zařízení na obr. 4 až 6 tak umožňuje použití denitrifikace i pro velké objemy méně znečištěných odpadních vod ekonomickou cestou. To má význam tam, kde je zapotřebí vyšší kvalita vyčištěné vody, např. při ochraně stojatých vod před eutrofizací. Stejně tak vysoká kvalita vyčištěné vody otevírá nové možnosti pro řešení bezodpadových technologií s uzavřenými cirkulačními okruhy vody.

Způsob podle vynálezu není omezen na popsané příkladné zařízení. U starších typů zařízení, kde nelze dosáhnout potřebnou vysokou koncentraci aktivovaného kalu, např. u aktivačních příkopů, je možno aplikovat působení stříhových sil na zahuštěný kal vracející se ze separace do aktivace.

Stejně tak zařízení popsané na obr. 4 až 6 nemusí mít zdroj a zařízení pro provzdušňování lze řešit samostatně.

Způsob a zařízení podle vynálezu má četné výhody. Jednou z významných předností způsobu aktivačního čištění s denitrifikací s cirkulačním systémem je jeho obecná použitelnost. Způsob podle vynálezu je možno uplatnit pro čištění málo znečištěných odpadních vod, jako jsou např. splaškové odpadní vody, středně znečištěné např. potravinářské odpadní vody, i silně znečištěné, jako jsou kapalné exkrementy hospodářských zvířat.

Pro všechny tyto druhy vod představuje způsob podle vynálezu ekonomickou cestu intenzifikace čištění, která se neprojevuje pouze ve snížení obsahu dusíku, ale i dalších parametrů znečištění, jako jsou nerozpuštěné látky a organické látky, vyjádřené v hodnotách BSK₅ a CHSK.

Dosažená vyšší kvalita vyčištěné vody otevírá tak cestu k bezodpadovým technologiím s opětovným využíváním vyčištěné vody v uzavřených cirkulačních okruzích, což umožňuje dosažení úspor a ochranu životního prostředí.

Mimo tyto kvalitativní výhody přináší využití způsobu podle vynálezu předpoklady pro dosažení výrazných úspor investičních nákladů. Uvedený kvalitativní i kvantitativní efekt je důsledkem výrazného snížení kalového indexu aktivovaného kalu v cirkulačním systému s denitrifikací. Např. u některých potravinářských odpadních vod, jako jsou odpadní vody z masoprávního průmyslu,

lze dosáhnout snížení hodnoty kalového indexu na $1/2$ až $1/3$ hodnoty, která by se dosáhla bez použití způsobu podle vynálezu.

Uvedenými zlepšenými vlastnostmi kalu se dosahuje obecně zlepšených parametrů procesu čistění. Snížený kalový index zlepšuje separovatelnost aktivovaného kalu, která se projevuje zvýšením látkového povrchového zatížení separace a tím možnosti dosažení vyšší koncentrace aktivovaného kalu v aktivaci, což je výrazný intenzifikující faktor v celém rozsahu procesu aktivního čistění, zejména nitrifikace a denitrifikace, která je přímo závislá na stáří kalu.

Výsledným efektem je možnost značného zmenšení objemu zařízení pro aktivaci proti zařízení s denitrifikací bez uplatnění způsobu podle vynálezu.

Zmenšení rozměrů zařízení se projeví příznivě nejen v ceně zařízení, ale i ve zmenšení závislosti zařízení na atmosférických vlivech, zmenšením přestupu tepla. Při vysoké závislosti nitrifikačních a denitrifikačních pochodů na teplotě - zvýšení teploty o 10°C představuje zrychlení těchto pochodů cca o 100 % - přináší zmenšení rozměrů zařízení výrazné úspory, zejména v zimním období a současně zvýšení účinnosti čistění.

Snížením hodnoty kalového indexu se zmenšuje i tendence kalu k flotaci, projevující se výrazně v nežádoucím úniku nerozpuštěných látek do vyčištěné vody. Výsledkem je výrazné zlepšení účinnosti separace, umožňující zmenšení rozměrů systému separace a zvýšení kvality vyčištěné vody.

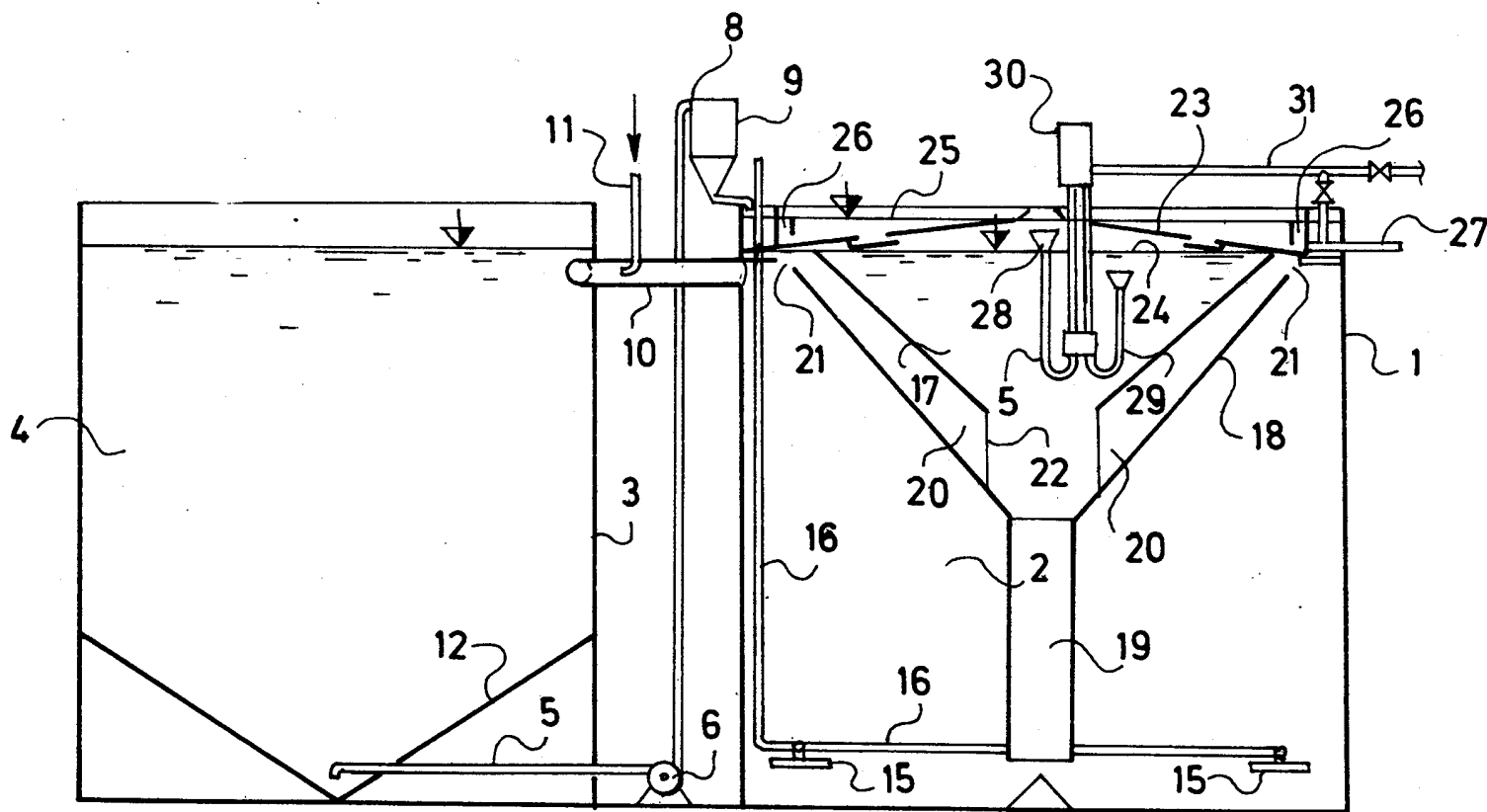
P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

240 757

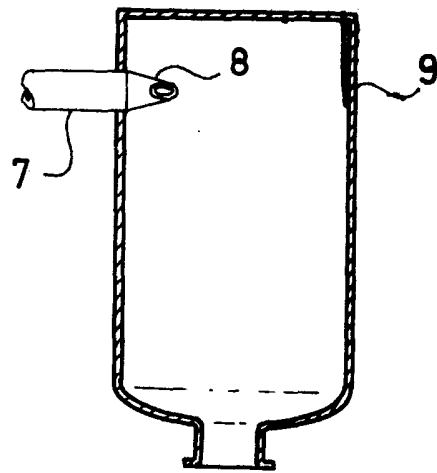
1. Způsob biologického aktivačního čištění odpadních vod s nitrifikací a denitrifikací v cirkulačním systému napojeném na systém separace aktivovaného kalu, vyznačený tím, že v čistícím systému je vytvořena alespoň jedna lokální oblast intenzivní turbulence s absorbovaným příkonem větším než 300 wattů na jeden litr kapaliny s částicemi aktivovaného kalu, v níž na částice aktivovaného kalu působí stříhové síly, které tyto částice desintegrují.
2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že tlak aktivační směsi, vstupující do lokální oblasti intenzivní turbulence nebo do její části, je nižší, než je tlak lokální oblasti intenzivní turbulence.
3. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že působení lokální oblasti intenzivní turbulence je přerušované, popřípadě kolísavé.
4. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že lokální oblast intenzivní turbulence je vytvářena v aktivační směsi, proudící z denitrifikace anebo z nitrifikace do denitrifikace.
5. Způsob podle bodu 4, vyznačený tím, že do lokální oblasti intenzivní turbulence v aktivační směsi proudící z denitrifikace do nitrifikace je přiváděn vzduch.
6. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že lokální oblast intenzivní turbulence působí v odvodu aktivovaného kalu ze systému jeho separace.
7. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že lokální oblast intenzivní turbulence působí v aktivační směsi čerpané ze systému separace fluidní filtrací pod hladinou fluidního filtru do denitrifikace nebo nitrifikace.

8. Způsob podle bodů 1, 3 a 7, vyznačený tím, že během působení lokální oblasti intenzivní turbulence je nátok surové vody snížen nebo přerušen.
9. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačené tím, že zdroj lokální oblasti intenzivní turbulence je tvořen tryskou (8), zaústěnou do cyklonu (9) uspořádaného nad hladinou arovaného aktivačního prostoru (2) a napojenou na výtlak (7) čerpadla (6), jehož odběr je napojen na spodní část denitrifikačního prostoru (4), jehož horní část je propojena s arovaným aktivačním prostorem (2) vratným potrubím (10), do nějž je zaústěn přívod (11) surové vody.
10. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačené tím, že zdroj lokální oblasti intenzivní turbulence je tvořen míchačem (13, 14) zařazeným do výtlaku (7) čerpadla (6), jehož odběr je napojen na spodní část denitrifikačního prostoru (4).
11. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačené tím, že zdroj lokální oblasti intenzivní turbulence je tvořen tryskou (8), napojenou jednak na čerpadlo (6), jehož odběr je zaústěn do denitrifikačního prostoru (4), jednak na rozváděcí potrubí (16) vzduchu, při čemž tryska (6) je uspořádána přímo v arovaném aktivačním prostoru (2).
12. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 6, vyznačené tím, že zdroj lokální oblasti intenzivní turbulence je uspořádán v propojovací šachtě (19) pro odvod aktivovaného kalu ze separátoru (17) do arovaného aktivačního prostoru (2).

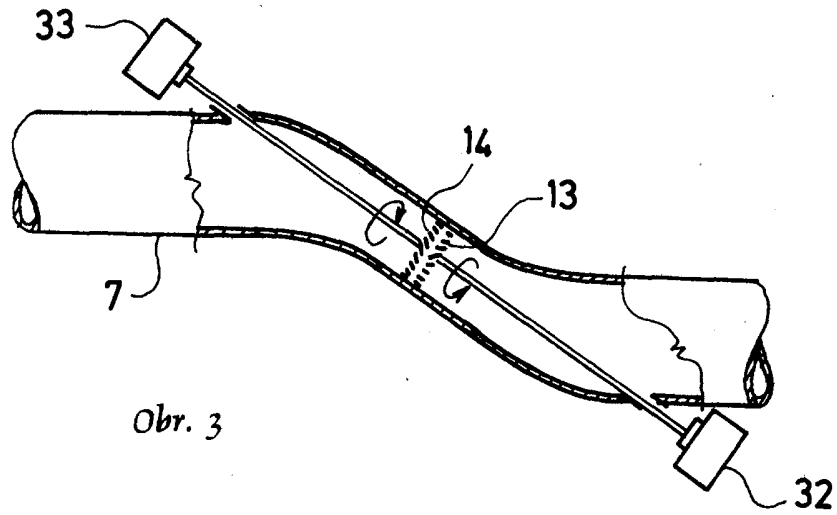
3 výkresy



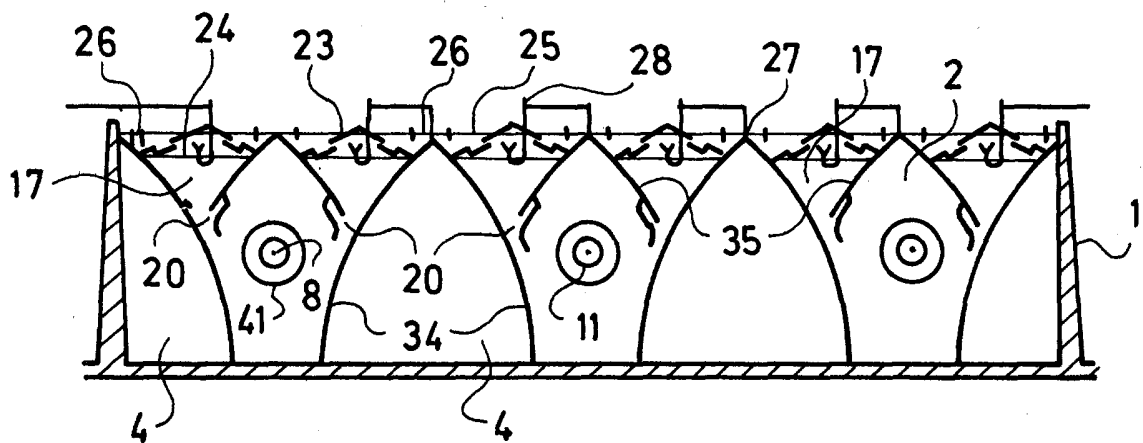
Obr. 1



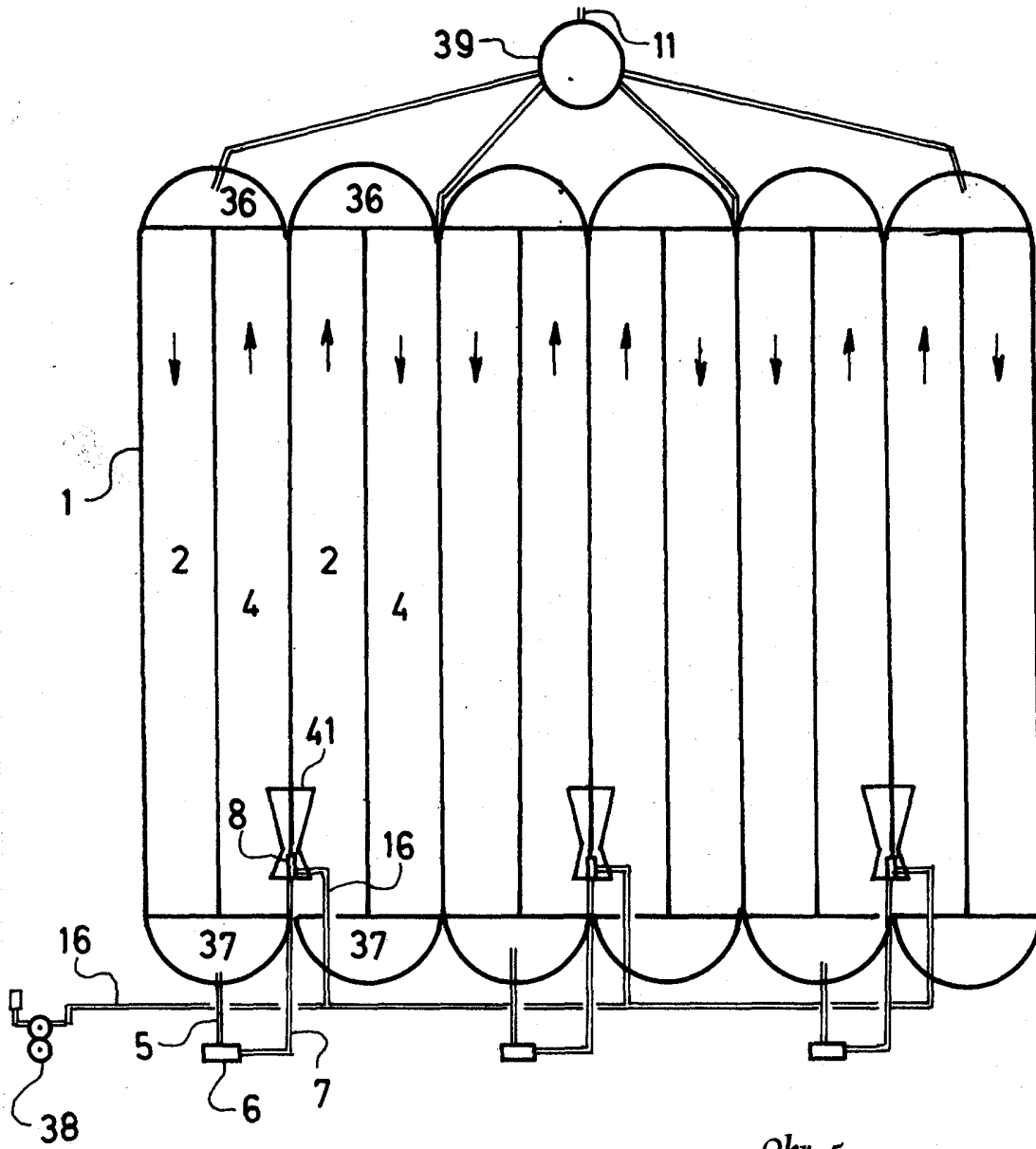
Obr. 2



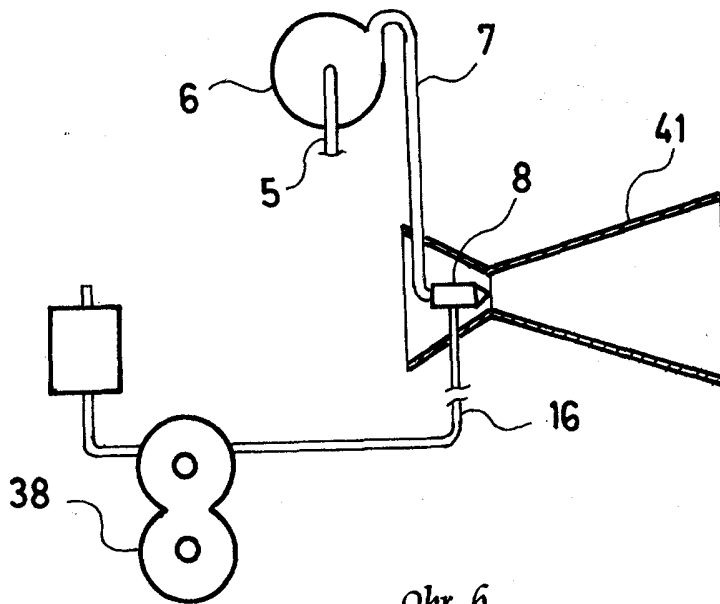
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6