



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

244928
(11) (B2)

(51) Int. Cl.⁴
C 02 F 3/12

(22) Přihlášeno 28 03 83

(21) (PV 2154-83)

(32) {31} {33} Právo přednosti od 29 03 82
(952/82) Maďarská lidová republika

(40) Zveřejněno 17 09 85

(45) Vydáno 15 07 88

(72)

Autor vynálezu

KUBÓ SÁNDOR, BORNEMISSZA ENDRE, KORDA RUDOLF,
PALÓCZ LÁSZLÓ, TATABÁNYA, RÉCZEY ISTVÁN dr., BUDAPEST,
SZŐLŐSI KATALIN roz. KOVÁCS, TATABÁNYA (MLR)

(73)

Majitel patentu

TATABÁNYAI SZÉNBANYÁK, TATABÁNYA (MLR)

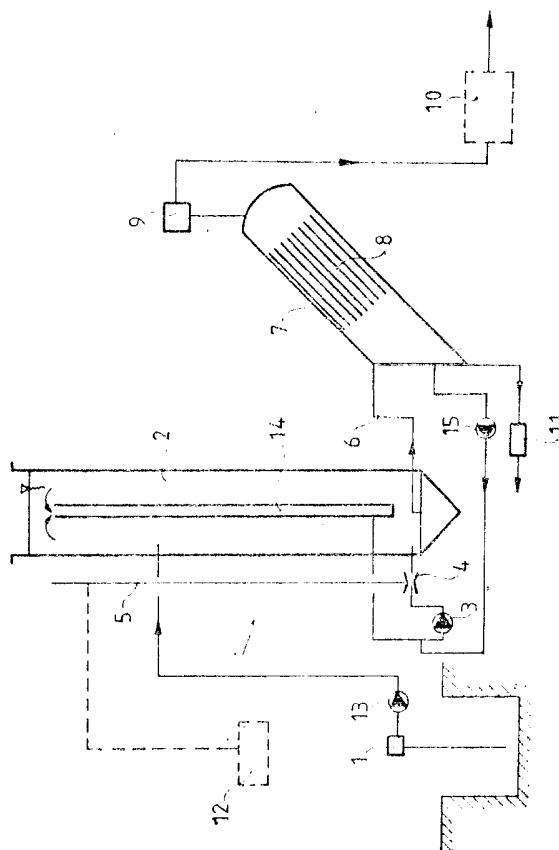
(54) Způsob biologického čištění odpadní vody a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

Vynález se týká způsobu a zařízení k provedení způsobu biologického čištění odpadní vody obsahující biologicky rozložitelné organické látky aktivovaným kalem. Podstata způsobu spočívá v tom, že se do prostoru s atmosférickým tlakem přivádí odpadní voda do výše 10 m, v tomto prostoru recirkuluje, přičemž se provzdušňuje plynem obohaceným kyslíkem nebo čistým kyslíkem, jímž se rozmnožují bakterie a vznikají bakteriové buňky tvořící aktivovaný kal. Směs odpadní vody a aktivovaného kalu se pod tlakem, který se rovná součtu atmosférického tlaku a hydrostatického tlaku, jehož výše je u 10m sloupce odpadní vody 0,2 MPa, odvádí do sedimentátoru, kde se aktivovaný kal od vyčištěné vody odlučuje a zčásti se odvádí zpět do provzdušňovacího prostoru.

Zařízení k provedení způsobu sestává z provzdušňovací nádrže vyšší než 10 m, z drtiče pevné složky, z čerpadla odpadní vody, z recirkulačního čerpadla, z čerpadla spojeného s přívodem provzdušňovacího plynu, z povrchového deskového sedimentátoru spojeného potrubím s provzdušňovací nádrží, a z dalších armatur potřebných k recirkulaci usazeného aktivovaného kalu, k regulaci tlaku v provzdušňovací nádrži a v sedimentátoru.

2



Vynález se týká způsobu biologického čištění odpadní vody obsahující biologicky rozložitelné organické látky aktivovaným kalem a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Jedním z nejčastějších způsobů čištění odpadní vody obsahující biologicky rozložitelné organické látky je čištění aktivovaným kalem. Podle tohoto způsobu se rozklad organických nečistot provádí aerobní kalovou hmotou plovoucí v odpadní vodě a nepřetržitě prováděným kyslíkem rozpouštěným ve vodě.

Známé způsoby čištění odpadní vody a zařízení se vzájemně liší hlavně přiváděním vzduchu a tvarem odlučovače fází používaného k odlučování aktivovaného kalu a vyčištěné vody. Hojně se též užívá pro povrchové provzdušňování vzduchem přiváděným do zařízení vertikálním nebo horizontálním směrem. K přívodu vzduchu se též užívá sacího čerpadla.

Jako odlučovače fází se nejčastěji užívá běžných sedimentátorů s podélným tokem nebo s kruhovým průřezem, užívá se však též flotačních zařízení s cirkulací vody optimálně nasycené pod tlakem.

Odpadní voda se vede do speciální čistící nádrže, v níž se vytvářejí vzájemně od sebe oddělené nahoru a dolů tekoucí proudy zajišťující takto prostorově vhodnou retenční dobu plynu obsahujícího kyslík v kapalině, přičemž plyn se vede do kapaliny zvláštním potrubím, načež následuje flotační odloučení směsi odpadní vody a aktivovaného kalu a recirkulace příslušné části aktivovaného kalu v téže jednotce.

Tlak směsi odpadní vody a aktivovaného kalu procházející provzdušňovacím prostorem při biologickém čištění odpadní vody obsahující biologicky rozložitelné látky, se mění podle stanovené periodicity od 3 do 45 kPa, čímž se urychlí proudění.

Nevýhoda známých způsobů a zařízení spočívá v zdoluhavosti vlastního biologického rozkladu. Plynulá činnost zařízení pro přívod vzduchu často vyžaduje předcházející vyloučení pevné složky surové odpadní vody použitím jemné mřížky nebo presedimentátoru. Běžné sedimentátory umožňují pouze usazování na malé ploše, čímž se retenční doba prodlužuje, jelikož usazený kal musí být vystaven po poměrně dlouhou dobu anaerobním účinkům. To vede ke značnému snížení aktivity aerobního enzymového systému a tím i rychlosti biologického rozkladu.

Flotační zařízení používaná pro odstranění těchto nevýhod jsou složité konstrukce a jejich investiční a provozní náklady jsou vysoké.

U některých z procesů se používá vzduchu obohaceného kyslíkem za účelem krytí potřeby dodání kyslíku bakteriím, jehož je třeba k urychlení biologického procesu.

Známé způsoby a zařízení neodpovídají — nehledě k nejmenším zařízením — požadavkům jednoduchého, levného, výkonného

a spolehlivého čistícího zařízení vyžadujícího minimální zastavovací plochu.

Úkolem vynálezu je vypracovat způsob čištění odpadní vody a zkonstruovat zařízení k provedení tohoto způsobu, které by bylo ve srovnání se známými způsoby a zařízeními jednoduché, výkonné a ekonomické.

Podstata vynálezu způsobu biologického čištění odpadní vody spočívá v tom, že se kusy pevné složky surové odpadní vody o průměru 5 až 20 mm drtí, odpadní voda s rozdrčenou pevnou složkou se přivádí do prostoru s atmosférickým tlakem, kde se ve sloupci vysokém nejméně 10 m recirkulací provzdušňuje plynem obsahujícím 20 až 100 % kyslíku, směs odpadní vody a vzniklého aktivovaného kalu se nepřetržitě odvádí ze spodní části provzdušňovacího prostoru odpovídající přibližně 1/6 výšky sloupce čištěné odpadní vody, načež se aktivovaný kal pod tlakem, který se rovná alespoň tlaku ve spodní části provzdušňovacího prostoru, z vyčištěné odpadní vody vylučuje, vyloučený aktivovaný kal se vede zčásti zpět do provzdušňovacího prostoru s provzdušňovacím plynem a vyčištěná voda se pod atmosférickým tlakem odvádí a podle potřeby desinfikuje. Směs vyčištěné odpadní vody a aktivovaného kalu se odvádí z provzdušňovacího prostoru k jejich odloučení rychlostí nejvýše 25 mm/s pod tlakem v spodní části provzdušňovacího prostoru při zajištění retenční doby mezi odvodem směsi z provzdušňovacího prostoru a vylučováním aktivovaného kalu nejméně jedné minuty. Odpadní voda v provzdušňovacím prostoru stoupá během recirkulace nejvýše rychlostí 25 mm/s.

Zařízení podle vynálezu k provedení způsobu sestává z drtiče pevné složky surové odpadní vody, spojeného s čerpadlem odpadní vody, z otevřené provzdušňovací nádrže s nejméně 10 m vysokým sloupcem odpadní vody, přičemž provzdušňovací nádrž prochází svislé potrubí a tato nádrž je spojena se zařízením pro přípravu plynu obohaceného kyslíkem, z recirkulačního čerpadla spojeného s otevřenou provzdušňovací nádrží a s potrubím pro regulaci hladiny odpadní vody, ze zařízení pro přívod provzdušňovacího plynu, například z vodního čerpadla, spojeného s otevřenou provzdušňovací nádrží, anebo ve výši zařízení sedimentátoru, který je umístěn ve vyšší hladině odpadní vody v otevřené provzdušňovací nádrži, a nebo ve výši zařízení pro udržování hydrostatického tlaku a snižování tlaku vyčištěné vody, a je spojen potrubím s provzdušňovací nádrží, s recirkulačním čerpadlem aktivovaného kalu a s čerpadlem pro odvádění zbytku usazeného kalu. Povrchový deskový sedimentátor sestává ze vzájemně rovnoběžných desek vzdálených od sebe 4 až 20 cm a skloněných vzhledem k horizontále v úhlu 45 až 75°.

V důsledku zvýšení tlaku v provzdušňovacím prostoru hydrostatickým tlakem sloupce odpadní vody a vzniku, popřípadě převodu aktivovaného kalu, je rychlost biologického rozkladu vyšší než u známých systémů. Vzhledem k malé rychlosti vzhůru stoupajícího hydraulického proudu je rozptýl rozpuštěného kyslíku a tím i množení bakterií a vznik aktivovaného kalu mnohem rychlejší než u známých systémů. Velká hloubka vody a příznivá rychlost rozptýlu plynu obohaceného kyslíkem se projevuje intenzivním vznikem činitele rozkládajícího organické nečistoty, jímž je aktivovaný kal. K přívodu kyslíku není třeba složitých provzdušňovacích zařízení nebo kompresoru, postačí jednoduché čerpadlo. Povrchový tlakový sedimentátor umožňuje recirkulaci vzniklého aktivovaného kalu a odvádění vyčištěné odpadní vody. V důsledku vzájemného uspořádání provzdušňovacího prostoru a povrchového sedimentátoru je možno použít i deskového sedimentátoru, jímž se dosahuje tří- až pětinasobného činného povrchu, než je obvyklé u jiných typů sedimentátorů. Tím se velikost zařízení přiměřeně sníží.

U surové odpadní vody téhož množství a jakosti je podle vynálezu objem provzdušňovacího prostoru proti běžně užívanému provzdušňovacímu prostoru poloviční, objem sedimentátoru je pětkrát menší než u běžně užívaného sedimentátoru, objem kyslíku je dvojnásobkem běžně používaného objemu a potřeba stavební plochy pro zařízení je čtvrtinou stavební plochy, již je třeba u známých zařízení.

Způsob čištění odpadní vody podle vynálezu spočívá v tom, že se organické látky znečišťující odpadní vodu rozkládají kalem, vznikajícím ve sloupci odpadní vody, který je pod normálním atmosférickým tlakem, přívodem plynu, zpravidla vzduchu, obohaceného nejméně 20 % kyslíku, popřípadě přívodem čistého kyslíku. Provzdušňovací plyn tedy obsahuje 20 až 100 % kyslíku. Odpadní voda obsahuje bakterie, jejichž množství se přívodem kyslíku zvětšuje, čímž se zvětšuje biologická složka rozkládající organické látky znečišťující odpadní vodu. Při rozkladu nečistot přeměňuje na bakteriové buňky tvořící biologický nebo-li aktivovaný kal. Tento proces tvoření čistícího kalu je třeba regulovat tak, aby vznik čistícího kalu byl plynulý a aby vznikající čistící kal byl stejné kvality. Toho lze dosáhnout spojením s čistícím systémem, popřípadě se systémem odstraňujícím z odpadní vody pevnou složku. V odpadní vodě tedy zvýšeným přívodem plynu obohaceného o kyslík, popřípadě přívodem čistého kyslíku, vzniká nebo se alespoň rozmnožuje činitel odstraňující organické nečistoty z odpadní vody. Tímto činitelem je aktivovaný kal.

Druhý činitelem při čištění odpadní vody obsahující organické nečistoty je zvýšený

tlak v provzdušňovacím prostoru v té jeho části, z níž se odvádí směs odpadní vody a aktivovaného kalu. Tato voda se odvádí ze spodní části provzdušňovacího prostoru, na níž působí jednak atmosférický tlak, jednak hydrostatický tlak 10m sloupce odpadní vody a aktivovaného kalu. Tato část provzdušňovacího prostoru zaujímá přibližně 1/6 desetimetrového sloupce směsi odpadní vody a aktivovaného kalu a tlak v této části se rovná součtu atmosférického tlaku a činí nejméně 0,1 + 0,1 a tedy 0,2 MPa.

V odlučovacím prostoru spojeném se spodní částí provzdušňovacího prostoru se vyčištěná voda a aktivovaný kal vzájemně odlučují pod stejným tlakem, jaký je ve spodní části provzdušňovacího prostoru, tedy pod tlakem alespoň 0,2 MPa. Pod tímto tlakem se aktivovaný kal usazuje v spodní části odlučovacího prostoru, odkud se vede zpět do provzdušňovacího prostoru spolu s provzdušňovacím plynem, čímž se čistící proces neustále zintenzivňuje, jelikož se do provzdušňovacího prostoru aktivovaný kal jednak přivádí, jednak v něm neustále vzniká. Je třeba, aby rychlost přívodu odpadní vody do provzdušňovacího prostoru odpovídala době, již je třeba k průběhu chemického procesu vzniku aktivovaného kalu. Nejvýhodnější je provozní rychlost 25 mm/s, která zajišťuje retenční dobu odpadní vody v provzdušňovacím prostoru 30 až 40 minut. Počáteční retenční doba je několik hodin, jichž je třeba k vegetaci bakterií a vzniku aktivovaného kalu. Vyčištěná odpadní voda zbavená aktivovaného kalu se odvádí pod atmosférickým tlakem a podle potřeby se desinfikuje.

Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu je dále popsáno na jednom příkladu provedení.

Zařízení k provedení shora uvedeného způsobu sestává z drtiče 1 pevné složky surové odpadní vody, který je spojen s čerpadlem 13 přivádějícím odpadní vodu do provzdušňovací nádrže 2, která je otevřená a v níž je tedy odpadní voda pod atmosférickým tlakem. Středem otevřené provzdušňovací nádrže 2 prochází sloupcem odpadní vody vysokým 10m potrubím 14. Spodní konec potrubí 14 je spojen s recirkulačním čerpadlem 3, s nímž je spojeno vodní sací čerpadlo 4 vytlačující odpadní vodu přivedenou potrubím 14 do recirkulačního čerpadla 3 zpět do spodní části otevřené provzdušňovací nádrže 2, čímž se odpadní voda v otevřené provzdušňovací nádrži 2 promíchává rychlostí nanejvýš 25 mm/s. Vodní sací čerpadlo 4 je spojeno s potrubím 5 pro regulaci hladiny v otevřené provzdušňovací nádrži 2. Potrubí 5 je mimoto spojeno se zařízením 12 pro přívod plynu obohaceného kyslíkem, popřípadě čistého kyslíku.

Spodní část otevřené provzdušňovací nádrže 2 je spojena potrubím 6 se spodní částí povrchového deskového sedimentátoru 7,

jehož desky **8** jsou od sebe vzdáleny 4 až 20 cm a jsou skloněny vzhledem k horizontále 45 až 75°. Spodní část povrchového deskového sedimentátoru **7** je spojena s recirkulačním čerpadlem **15** aktivovaného kalu spojeného potrubím recirkulačního čerpadla **3** se spodní částí potrubí **14**. Spodní část povrchového deskového sedimentátoru je mimoto spojena s čerpadlem **11** pro přerušované odvádění zbytku aktivovaného kalu. Vrchní část povrchového deskového sedimentátoru **7** je spojena se zařízením **9** pro udržování dosaženého hydrostatického tlaku v provzdušňovací nádrži **2** a v povrchovém sedimentátoru **7** a pro snižování tlaku odváděné vyčištěné odpadní vody. Uvedené zařízení **9** je spojeno s nádrží pro vyčištěnou odpadní vodu, která není na výkresu znázorněna, a s desinfekčním zařízením **10**. Potrubí **6** je tak dlouhé, aby retenční doba směsi vyčištěné odpadní vody a aktivovaného kalu mezi otevřenou provzdušňovací nádrží **2** a povrchovým deskovým sedimentátorem **7** byla alespoň jedna minuta.

V popisovaném příkladu konstrukce zařízení podle vynálezu je povrchový deskový sedimentátor **7** podstatně nižší než otevřená provzdušňovací nádrž **2**. Jeho výška je obvykle 3 až 5 m. Vzhledem k tomu, že otevřená provzdušňovací nádrž **2** je umístěna rovněž na povrchu, dosahuje se při tomto vzájemném uspořádání otevřené provzdušňovací nádrže **2** povrchového deskového sedimentátoru **7** tlakové rovnováhy 0,2 MPa. Toto uspořádání však není bezpodmínečně nutné, jelikož provzdušňovací nádrž **2** může být zapuštěna do země. Tím se poruší nutná rovnováha mezi hydrostatickým tlakem v spodní části otevřené provzdušňovací nádrže **2** a tlakem v povrchovém deskovém sedimentátoru **7** a je proto nutno zapojit regulátor tlakové rovnováhy. Tímto regulátorem může být například škrticí ventil, vyrovnávací nádrž nebo kterýkoli jiný prvek vhodný k udržování tlakové rovnováhy mezi spodní částí otevřené provzdušňovací nádrže **2** a povrchovým deskovým sedimentátorem **7**. V popisovaném příkladu provedení udržuje tlakovou rovnováhu mezi spodní částí provzdušňovací nádrže **2** a povrchovým deskovým sedimentátorem **7** a snižuje tlak odtékající vyčištěné odpadní vody na atmosférický tlak zařízení **9**.

Zařízení podle vynálezu v popsáném příkladu provedení pracuje tak, že odpadní voda prochází drtičem **1**, v němž se její pevná složka rozmělní. Odpadní voda s rozmělněnou pevnou složkou je vytlačována čerpadlem **13** do otevřené provzdušňovací nádrže **2**, až dosáhne výšky 10 m. Tuto výš-

ku hladiny reguluje potrubí **5**, které slouží též k přívodu plynu obohaceného kyslíkem nebo čistého kyslíku do vodního sacího čerpadla **4** se zařízením **12** pro přípravu provzdušňovacího plynu. Recirkulační čerpadlo **3** uvádí odpadní vodu v otevřené provzdušňovací nádrži **2** do nepřetržitého cirkulačního pohybu ve svislém směru tak, že potrubí recirkulačního čerpadla **3** napojené na spodní konec potrubí **14** odpadní vodu nasává a vytlačuje do spodní části otevřené provzdušňovací nádrže **2** přes vodní sací čerpadlo **4**, na něž je napojeno potrubí **5** pro přívod plynu obohaceného kyslíkem nebo kyslíku. Činností recirkulačního čerpadla **3** a vodního čerpadla **4** se odpadní voda v otevřené provzdušňovací nádrži **2** promíchává a provzdušňuje. Při rychlosti stoupání recirkulující odpadní vody 25 mm/s je retenční doba 30 až 40 min. odpadní doby v otevřené provzdušňovací nádrži **2** při provozu dosti dlouhá, aby stačila k dokonalému provzdušnění odpadní doby, k vegetaci bakteriálních buněk a tím i ke vzniku aktivovaného kalu. Retenční doba před počátkem odvádění směsi odpadní vody a aktivovaného kalu, jak shora uvedeno, je asi 3 až 4 hodiny, jichž je třeba k vzniku dostatečného množství aktivovaného kalu. Po otevření potrubí **6** se směs odpadní vody a aktivovaného kalu odvádí do povrchového deskového sedimentátoru **7**, v němž aktivovaný kal stéká po deskách **8**, kdežto vyčištěná voda se odvádí a shromažďuje ve vodní nádrži. Odlučování aktivovaného kalu od vyčištěné vody probíhá v povrchovém deskovém sedimentátoru **7** pod stejným tlakem, jaký je v spodní části otevřené provzdušňovací nádrže **2**, to jest u popisovaného provedení 0,2 MPa, kdežto vyčištěná voda se odvádí již pod tlakem atmosférickým. Aktivovaný kal se usazuje v spodní části povrchového sedimentátoru **7** a vede se recirkulačním čerpadlem **15** přes recirkulační čerpadlo **3** odpadní vody a vodní sací čerpadlo **4** s recirkulující odpadní vodou zpět do otevřené provzdušňovací nádrže **2**. Zbytek aktivovaného kalu v povrchovém deskovém sedimentátoru **7** se odvádí čerpadlem **11**.

V ověřovacím provozu byla čistěna odpadní voda z hygienických komunálních zařízení. Průměr provzdušňovací nádrže byl 1 600 mm, celková její výška byla 12 m.

Povrchový deskový sedimentátor **7** měl průměr 1 600 mm, vzájemná vzdálenost rovnoběžných desek **8** v povrchovém deskovém sedimentátoru **7** se rovnala 10 cm, jejich délka byla 2 m. Usazovací plocha povrchového deskového sedimentátoru **7** dosáhla hodnoty 3 m³/m² h.

Bylo dosaženo těchto výsledků:

	surová voda	čištěná voda
Chemická potřeba		
kyslíku	530 mg/l	62 mg/l
Biologická potřeba		
kyslíku	280 mg/l	26 mg/ml
Suspendovaná látka	170 mg/l	40 mg/l
Čpavek	32 mg/l	8 mg/l
Dusičnan	1 mg/l	38 mg/l
Celkový obsah fosforu	14 mg/l	5 mg/l

Koncentrace použitého usazeného aktivo-

vaného kalu byla 10 až 12 g/l, celkové množství aktivovaného kalu se rovnalo 1,0 až 1,4 procenta surové odpadní vody.

Při 90% kyslíku ve směsi vzduchu a kyslíku byla počáteční retenční doba v provzdušňovací nádrži 3 až 4 hodiny. Odváděním směsi odpadní vody a aktivovaného kalu čili při provozu byla retenční doba snížena na 30 až 40 minut bez změny kvality vody. Koncentrace použitého usazeného kalu stoupla současně na 12 až 15 g/l a jeho množství ve vyčištěné odpadní vodě kleslo na 0,5 až 6 procent surové odpadní vody.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob biologického čištění odpadní vody obsahující biologicky rozložitelné organické látky aktivovaným kalem, vyznačujícím se tím, že se kusy pevné složky surové odpadní vody o průměru 5 až 20 mm drtí, odpadní voda s rozdrčenou pevnou složkou se přivádí do prostoru s atmosférickým tlakem, kde se ve sloupci vysokém nejméně 10 m recirkulací provzdušňuje plynem obsahujícím 20 až 100 % kyslíku, směs odpadní vody a vzniklého aktivovaného kalu se nepřetržitě odvádí ze spodní části provzdušňovacího prostoru odpovídající 1/6 výšky sloupce čištěné odpadní vody, načež se aktivovaný kal pod tlakem, který se rovná alespoň tlaku ve spodní části provzdušňovacího prostoru, z vyčištěné odpadní vody vylučuje, usazený kal se vede zpět do provzdušňovacího prostoru spolu s provzdušňovacím plynem a vyčištěná voda se pod atmosférickým tlakem odvádí a podle potřeby desinfikuje.

2. Způsob podle bodu 1 vyznačující se tím, že se směs odpadní vody a aktivovaného kalu odvádí z provzdušňovacího prostoru k jejich odloučení rychlostí toku nejvýše 25 mm/s, při zajištění retenční doby mezi odvodem směsi z provzdušňovacího prostoru a vylučováním aktivovaného kalu nejméně jedné minuty.

3. Způsob podle bodů 1, 2 vyznačující se tím, že odpadní voda v provzdušňovacím prostoru stoupá během provzdušňování nejvýše rychlostí 25 mm/s.

4. Zařízení k provedení způsobu podle bodů 1 až 3 vyznačující se tím, že sestává z drtiče (1) pevné složky surové odpadní vody, spojeného s čerpadlem (13) odpadní vody, z otevřené provzdušňovací nádrže (2), kterou prochází pod hladinou 10m vysokého sloupce odpadní vody potrubí (14) a která je spojena se zařízením (12) pro přípravu plynu obohaceného kyslíkem, z recirkulačního čerpadla (3) spojeného s otevřenou provzdušňovací nádrží (2) a s potrubím (5) pro regulaci hladiny odpadní vody, ze zařízení pro přívod provzdušňovacího plynu, například z vodního sacího čerpadla (4) spojeného s otevřenou provzdušňovací nádrží (2) a z povrchového deskového sedimentátoru (7), který je umístěn ve výši hladiny odpadní vody v otevřené provzdušňovací nádrži (2) a/nebo ve výši zařízení (9) pro udržování hydrostatického tlaku a snižování tlaku vyčištěné vody a je spojen potrubím (6) s provzdušňovací nádrží (2) s recirkulačním čerpadlem (15) aktivovaného kalu a s čerpadlem (11) pro odvádění zbytku aktivovaného kalu.

5. Zařízení podle bodu 4 vyznačující se tím, že povrchový deskový sedimentátor (7) sestává ze vzájemně rovnoběžných desek (8) vzdálených od sebe 4 až 20 cm a skloněných vzhledem k horizontále v úhlu 45 až 75°.

