



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

248709
(11) (B2)

(51) Int. Cl.⁴
C 02 F 5/00

(22) Přihlášeno 16 09 83

(21) [PV 6781-83]

(32) [31] [33] Právo přednosti od 16 09 82
[5493/82] Švýcarsko

(40) Zveřejněno 12 06 86

(45) Vydáno 15 03 88

(72)
Autor vynálezu BRETSCHER ULRICH, UZNACH (Švýcarsko)

(73)
Majitel patentu OY NOKIA AB, HELSINKI (Finsko)

(54) Způsob odstraňování nebo zabraňování ucpání hloubkových aerátorů při
úpravě vody

1

2

Ucpání hloubkových aerátorů se odstraňuje nebo zabraňuje během provozu. K to-
uto účelu se zavádí do plynu přiváděného
do aerátorů kyselina mravenčí bez přeru-
šení jejich provozu. Kyselina mravenčí pře-
měňuje ucpávající látky alespoň částečně
do formy, ve které jsou rozpustné v upra-
vované nebo čištěné vodě.

Vynález se týká způsobu odstraňování, případně zabraňování ucpání hloubkových aerátorů při úpravě vody a čištění odpadních vod.

Hloubkové aerátory, tzn. takové, které jsou umístěny u dna aerační nádrže, mají nižší spotřebu energie a lepší schopnost provzdušování vody než aerátory umístěné po stranách aerační nádrže.

Během provozu aeračních systémů v úpravách vody a v čistírnách odpadních vod vznikají za kratší nebo delší dobu v pórech aerátorů usazeniny. Zpravidla sestávají usazeniny z uhličitanu vápenatého a/nebo fosforečnanu železitého a/nebo z organických látek. Jak brzy tyto usazeniny zablokují aerátory, nezávisí jen na materiálu aerátorů, které bývají z různých plastických hmot, jako je polyethylen, polypropylen nebo polystyren, nebo z keramických slutiných materiálů, a na propustnosti pro vzduch, nýbrž především na složení zpracovávané vody. Usazeniny zhoršují schopnost aerátorů zavádět do vody vzduch a zvyšují spotřebu elektrické energie. Usazeniny vznikají jak na tzv. diskových aerátorech, tak na svíčkových aerátorech.

Při čištění hloubkových aerátorů se aerační nádrž musí vyprázdnit, aerátory se demontují, prosytí a promyjí v kyselinové lázni, tvořené obvykle roztokem kyseliny solné, pak se znovu smontují a nádrž se uvede do provozu. Protože aerační nádrže mohou obsahovat tisíc nebo i více diskových aerátorů, je takový postup velice pracný a vyžaduje mnoho času. Mimoto se přeruší provoz čistícího zařízení nebo odpadní voda se musí vést mimo čistírnu. V některých zařízeních se musí čištění provádět několikrát do roka.

Existují také výkyvné systémy aerátorů, které se dají vykývnout z nádrže za účelem čištění, ale takové systémy jsou drahé v důsledku použitých kloubových spojů.

Existují rovněž způsoby, při kterých se čištění provádí bez demontáže aerátorů, například chlorem nebo chlorovodíkem, jak popisuje např. R. B. Jackson, „Maintaining Open Diffuser Plates With Chlorine“, Water Works & Sewerage, září 1942, str. 380—382, dále W. M. Franklin, „Purging Diffuser Plates With Chlorine“, Water Works & Sewe-

rage, červen 1939, str. 232 — 233, „Manual of Practice No 5“, Federation of Sewage and Industrial Wastes Associations, Champaign, Illinois, 1952, str. 60 — 61, americký patent č. 2 686 138 a evropská patentní přihláška č. 49 154. Tyto způsoby se vyznačují použitím silných kyselin a oxidačních činidel, což v praxi přináší řadu problémů, například korozi trubek a difuzorů, problém spojený s manipulací s velmi nebezpečnými plyny, uskladněnými v tlakových nádobách, která je velice nebezpečná, přičemž porucha dávkovacích ústrojí může vést ke katastrofě, riziko porušení biologického čištění vody nebo zničení bakteriálních kultur, přičemž zařízení je velice drahé v důsledku koroze a dodržování bezpečnostních opatření.

Vynález odstraňuje uvedené nevýhody a umožňuje čištění aerátorů během provozu úpravní vody nebo čistírny odpadních vod. Podstata způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že do vzduchu nebo kyslíku přiváděného do aerátorů se zavádí bez přerušení provozu po dobu 10 minut až 2 hodin kyselina mravenčí ve formě par nebo spreje v množství 5 až 500 g na jeden aerátor.

Ve srovnání se zmíněnými anorganickými kyselinami jsou organické kyseliny slabší. Přesto i malá množství kyseliny mravenčí jsou dostatečně silná, aby rozpustila normální ucpávky způsobené například usazeninami vápníku a železa, a aby zabránila tvorbě slizu za provozních podmínek. Navíc je kyselina mravenčí dostatečně těkavá, takže se může rozstříkovat jako sprej do potrubí rozváděcího plynu k aerátorům.

Podstatným požadavkem je to, aby čistící chemikálie nevyvolávala korozi ani ve vzduchovém rozváděcím potrubí ani na aerátorech. Vzduchové rozváděcí potrubí nad nádrží je obvykle z oceli legované chromem a niklem, v některých případech se používá galvanicky pokovených trubek. V následující tabulce je srovnáno působení kyseliny mravenčí s působením kyseliny chlorovodíkové na ocel obsahující 18 % Cr a 9 % Ni. Údaje jsou převzaty z publikace „Korrosinstabeller für rostfria stål, Jernkontoret, Stockholm, D226, Stockholm 1979, Carlson press offsetstryckeri AB, str. 20, 45, 46 a 58.

Korozní účinek

Obsah %	Teplota °C	HCOOH	HCl
0,1	20—50	—	1, P
0,5	70	0	1, P
0,5	50	—	2
1	40—50	0	2
5	20	0	2
10	20	0	2
25	20	0	2
50	20	0	2

0 znamená stupeň koroze menší než 0,1 mm/rok, materiál je odolný proti korozi

1 znamená stupeň koroze 0,1 až 1,0 mm/rok, materiál není odolný proti korozi, ale v určitých případech je použitelný

2 znamená stupeň koroze větší než 1,0 mm/rok

P znamená možnost bodové koroze.

Je známo, že kyselina solná velmi rozpouští zinek. Aby se zjistil vliv kyseliny mravenčí, bylo studováno její působení na plech galvanicky povlečený zinkem (160 g/m²). Při testech působily na plechy nasycené páry kyseliny mravenčí. Po 400 hod. byla pozorována koroze vrstvou zinku. Podle obecných norem týkajících se galvanického povlákání za tepla je tloušťka zinkové vrstvy na trubce 1 až 10 mm rovná 420 g/m². Podle výsledků zkoušek by tedy taková vrstva úplně zkorodovala asi po 1 000 hod.

Při periodickém čištění, jak bude popsáno v příkladech, je doba čištění za rok kratší než 10 hodin a podmínky nejsou tak těžké jako při zkoušení. V důsledku toho je kyselina mravenčí neškodná i pro galvanizované trubky.

Ve srovnání s rizikem, které je spojeno s uskladněním a dávkováním chemikálií při známých postupech, a se složitou aparaturou používanou k tomuto účelu, je použití kyseliny mravenčí snadné a jednoduché. Dávkovacím přístrojem může být běžné dávkovací čerpadlo pro chemikálie, opatřené tryskou, kterou se vstřikuje kyselina mravenčí do vzduchu. Kyselina mravenčí se může nasávat přímo z dopravní nádoby, například z plastického kanystru, takže manipulace s chemikálií je omezena na minimum. Při použití nastavitelného dávkovacího čerpadla je zbytečný indikátor průtoku množství.

Jako čerpadla lze použít vysokotlakého rozstřikovače na barvy. Rovněž lze uvažovat čerpadlo s napájecí tryskou. Tímto způsobem lze zavádět do vzduchu snadno těkavé nebo plynné chemické látky. S výhodou se však chemikálie dávkuje pomocí čerpadla a karburátoru, například přepadového, plovákového nebo vstřikovacího do plynu. Tím je zajištěno, že nezplynělá kyselina mravenčí se nedostane do plynové rozváděcí soustavy a že páry kyseliny mravenčí se rovnoměrně rozloží a rozvedou

k jednotlivým aeračním přístrojům. Rovněž lze použít kombinaci uvedených dávkovacích zařízení.

Kyselinu mravenčí lze zavádět do plynové přívodní trubky, účelně tlakovzdušné trubky, před kompresorem nebo za ním. Například lze kyselinu zavádět do hlavního plynového rozváděcího potrubí nebo do přívodního potrubí jednotlivých sektorů s aerátory.

Kyselina mravenčí je velmi vhodná, protože se biologicky rozkládá a nepůsobí toxicky na biocenosu v organických usazeninách v čistírnách odpadních vod. Kyselina mravenčí, rozpuštěná ve velkém množství vody, tvoří substrát pro aerobní bakterie. Normálně používaná kyselina mravenčí je 50 až 85%. S výhodou se používá technické 85% kyseliny mravenčí, protože představuje levný komerční produkt a má nízký obsah vody.

Způsobem podle vynálezu lze rozpustit silné ucpávající nánosy v aerátorech během několika málo hodin, takže tlaková ztráta v aerátorech se zpravidla snížila na hodnotu odpovídající novým aerátorům. Chemickou látku lze rovněž dávkovat spojitě v menších množstvích, čímž se zabrání účinně ucpání pórů aerátoru. Vhodná dávkovaná množství lze zjistit jednoduchými pokusy.

Protože ve slabě pufrovaných vodách, například v měkké vodě by mohla hodnota pH vody určené ke zpracování vzrůst přísadou velkých množství kyselin na příliš vysokou hodnotu, přidává se v takových případech do aerační nádrže tlumicí činidlo, například hydrogenuhličitan sodný. Za normálních podmínek to však není nezbytné.

Vynález bude popsán v souvislosti s výkresy, kde značí obr. 1 schéma uspořádání při testech na spojitě čištěném zařízení ve velké čistírně a obr. 2 znázorňuje tlaky na manometru v zařízení podle obr. 1 při provzdušňování se třemi různými stupni dmýchání, naměřené během jednoho roku a udávané v kPa.

Příklad 1

Pokusy byly prováděny v čistírně odpadních vod ekvivalentní přibližně 70 000 oby-

vatelstva. Odpadní voda přicházela především z velkých jatek a z továrny na výrobu krmiva. Kromě toho bylo k městské kanalizaci připojeno asi 5 000 domácností.

Aerační nádrže 5, 7, propojené s usazovacími nádržemi 4, 6, byly vybaveny diskovými aerátory Nokia, typ HKL-215, přičemž v aerační nádrži 5 prvního stupně A bylo 1 568 aerátorů a v aerační nádrži 7 druhého stupně B bylo 528 aerátorů.

Během přibližně dvouletého provozu musely být všechny aerátory dvakrát vyměněny. Velice přesná analýza ukázala, že disky byly ucpány nejen na povrchu, vystaveném působení vody, nýbrž i uvnitř pórů. Usazenina sestávala především z uhlíkatu vápenatého. Ucpání v prvním stupni A bylo silnější než ve druhém stupni B.

Uspořádání při provádění zkoušek je znázorněno na obr. 1. Tlakovzdušné potrubí 8 z dmychadel 1, 2, 3 k aeračním nádržím 5, 7 bylo z oceli s povlakem zinku, samotné aerační nádrže byly z oceli V4A. Vzduchové rozváděcí mřížky na dně nádrží byly z polyvinylchloridu o průměru 120 mm.

Kyselina mravenčí v množství V byla zaváděna do tlakovzdušného potrubí dvěma dávkovacími čerpadly s maximálním čerpáním množstvím $Q_{\max} = 18$ l/hod. Aby se zabránilo zpětnému vnikání kyseliny do dmychadla, byla kyselina rozprašována do vzduchového proudu tryskou ve svislém úseku potrubí vedoucím ke dnu nádrže.

Obr. 2 ukazuje v kPa průběh tlaků dmychadel 1, 1 + 2 a 1 + 2 + 3, naměřených během dvanácti měsíců, označených na ose úseček stejnými dílky, od října do září. Aby se usnadnila interpretace výsledků, byl pokus rozdělen na tři fáze I, II, III. Fáze I znázorňuje podmínky panující krátce před poslední výměnou aerátorů. Dmychadlo 3 nemohlo být uvedeno do provozu, protože dmýchaný vzduch by byl unikl pojistným ventilem. Mezi fází I a II probíhalo čištění. 2. prosince na začátku fáze II bylo zařízení znovu uvedeno do provozu s vyčištěnými náhradními disky. Během tří měsíců provozu bez přidávání kyseliny mravenčí byl pozorován opět zřetelný vzrůst tlaku. Od 2. března byla do tlakového vzduchu přidávána 85% kyselina mravenčí s tím úspěšným výsledkem, že během fáze III klesl tlak téměř na hodnotu odpovídající novým aerátorům.

Při výpočtu dávkování kyseliny je třeba dělat rozdíl mezi prvním a druhým stupněm. Po velké řadě předběžných zkoušek, během kterých se do tlakového vzduchu za-

vádělo nadměrně velké množství kyseliny, lze doporučit následující standardní dávky:

První stupeň A: $q = 0,8$ ml

Druhý stupeň B: $q = 0,9$ ml

kde q odpovídá denní dávce kyseliny na jeden disk. Přidávání kyseliny se má s výhodou provádět jednou až dvakrát za týden, protože v důsledku dlouholetého účinku lze očekávat, že v následujících dnech nebudou vznikat usazeniny ani krusty. K dávkování stačí 15 min. V případě, že v následujících dvou až třech měsících při dávkování tohoto množství se nepozoruje vzrůst tlaku, lze uvedené množství q kyseliny snížit asi o 30 %.

Ve vyšetřované čistírně odpadních vod byla roční spotřeba technické 85% kyseliny mravenčí přibližně 680 litrů, což představuje náklady ve výši asi sFR 900,—. Ve srovnání s vysokou cenou elektrického proudu, rozsáhlým čištěním, odstavením aeračních nádrží a novým uvedením do provozu jsou tyto náklady co do výše zanedbatelné. Bylo zjištěno, že způsob podle vynálezu nemá vliv na probíhající biologické pochody, kyselina mravenčí nenapadá potrubí ani aerátory a představuje únosné zatížení z hlediska ochrany životního prostředí.

Příklad 2

Čistírna odpadních vod v městě Turku ve Finsku obsahuje 5 aeračních nádrží, kde celkový počet diskových aerátorů je 5 250. K aktivovanému kalu byl přidáván ferosulfát k odstranění fosforu. Po době provozu 2,5 roku se tlak aerátorů zvýšil o 6 kPa v důsledku přísady ferosulfátu a poruchy přívodu elektrické energie. Aerátory v jedné nádrži byly čištěny přidáváním kyseliny mravenčí pomocí trysky, která byla připojena spojkou k potrubí vedoucímu dolů. Jako čerpadla bylo použito vysokotlakého rozstřikovače barvy. Množství dávkované chemikálie bylo 0,4 kg na jeden aerátor, to znamená celkem asi 2 100 litrů technické 85% kyseliny mravenčí během 2 hodin. V důsledku čištění se snížil tlak aerátorů o 6 kPa, tzn. na původní hodnotu. Následkem poklesu tlaku se spotřeba energie čistírny snížila z 7 450 kWh/d na 6 550 kWh/h. Čištění kyselinou mravenčí nijak neovlivnilo biologické funkce, jak dokazují výsledky analýzy průměrného vzorku během dne čištění.

	pH	COD mg/l	BOD ₇ mg/l	rozp. tuhé látky mg/l	celkem fosfor mg/l
přítok do čistírny	7,5	76	196	345	9,3
přítok do aerace	7,5	46	103	132	3,4
vytékající množství ze sekundární sedimentace	7,5	12	19	9	0,3

COD — chem. spotřeba kyslíku

BOD₇ — biologická spotřeba kyslíku

Tyto údaje odpovídají normálním provozním údajům čistírny odpadních vod.

Příklad 3

V čistírně odpadních vod Toronto Lakeview byl studován vliv kyseliny mravenčí na tvorbu slizu. Na dvou trubkách délky 19 mm byl na každé upevněn difuzor typu Nokia Nopol HKP-600 a trubky byly umístěny v aretační nádrži. Přívod vzduchu do každého difuzoru byl sledován a regulován v

týdenních intervalech. Difuzory potom byly vytaženy nad hladinu kapaliny a prohlédnuty. Jeden z trubkových difuzorů sloužil jako kontrolní, do druhého difuzoru bylo přiváděno 30 g kyseliny mravenčí za týden. Výsledky jsou tyto:

Kontrolní difuzor se rychle zanesl a uvnitř tohoto difuzoru se vytvořil slizový povlak tloušťky nad 1 cm během intervalu 3 až 4 týdny. Zkušební difuzor se na začátku zkušebního intervalu rovněž zanášel. Dávky 30 g kyseliny mravenčí za týden, vstříkované do vzduchového proudu difuzoru po dobu 30 min. snižovaly podstatně biologické ucpávání tohoto difuzoru.

PREDMET VYNÁLEZU

1. Způsob odstraňování nebo zabraňování ucpání hloubkových aerátorů při úpravě vody a čištění odpadních vod, vyznačený tím, že do vzduchu nebo kyslíku přiváděného do aerátorů se zavádí bez přerušení provozu po dobu 10 minut až 2 hodin kyselina

mravenčí ve formě par nebo spreje v množství 5 až 500 g na jeden aerátor.

2. Způsob podle bodu 1 vyznačený tím, že se použije 50 až 85% kyseliny, zejména 85% technické kyseliny mravenčí.

1 list výkresů

