

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **11.05.2005**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **24.01.2007**
(Věstník č. 4/2007)

(21) Číslo dokumentu:

2005-298

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

C02F 3/12 (2006.01)
G05B 13/00 (2006.01)

(71) Přihlašovatel:

MICROSYS Brno, s.r.o., Brno, CZ

(72) Původce:

Jakšl Pavel, Troubsko, CZ
Kovařík Petr, Brno, CZ

(74) Zástupce:

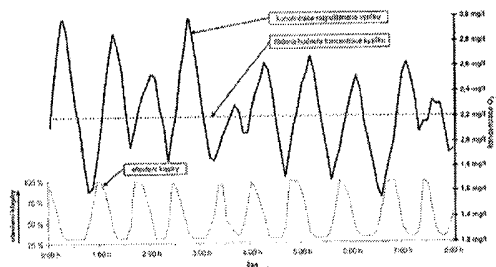
Ing. Jiří Malůšek, Mendlovo nám. 1a, Brno, 60300

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob řízení provzdušňování při
biologickém čištění odpadních vod**

(57) Anotace:

Způsob řízení provzdušňování při biologickém čištění odpadních vod, kdy se měří koncentrace rozpuštěného kyslíku v každé aktivační nádrži spočívá v tom, že po vyhodnocení koncentrace kyslíku v nádržích se zcela otevře přívod kyslíku do nádrže, kde byla vykázána nejnižší hodnota koncentrace rozpuštěného kyslíku, načež se provede u ostatních nádrží korekce nastavení přívodů podle přepočtu vůči předem stanovené požadované hodnotě a tyto kroky se pravidelně opakují po stanovených intervalech, přičemž výkon dmyhární je regulován vzhledem k průměrné hodnotě koncentrace rozpuštěného kyslíku ve všech nádržích.



CZ 2005 - 298 A3

Způsob řízení provzdušňování při biologickém čištění odpadních vod

Oblast techniky

Vynález se týká nového způsobu řízení provzdušňování při biologického čištění odpadních vod aerobním procesem v aktivačních nádržích čistírny odpadních vod (ČOV) a současně tím i ekonomiky provozu ČOV.

Dosavadní stav techniky

Biologické čištění odpadních vod oživeným kalem v aktivační nádrži za umělého provzdušňování aeračním systémem je energeticky nejnáročnější částí ČOV – představuje až 80% spotřeby energie ČOV. Požadavek kontinuálního dodržování potřebné účinnosti čištění vody při proměnlivém množství odpadních vod vyžaduje řízení bioprocesu v aktivačních nádržích, které se realizuje regulací pneumatického aeračního systému. Aerace musí udržet potřebnou koncentraci rozpuštěného kyslíku pro metabolickou činnost mikroorganismů a současně zajistit dostatečné promíchávání v aktivační nádrži pro zabránění sedimentace kalu.

Nejpoužívanější způsob regulace je následující:

- Výkon dmychárny, jako zdroje vzduchu pro aeraci, je řízen změnou otáček dmychadel, které jsou regulovány na konstantní tlak ve výstupním potrubí. Provzdušňovací elementy v aktivačních nádržích působí jako stabilizující prvek tlaku vzduchu, rozsah změny tlaku je malý, a proto je regulace nestabilní a velmi obtížná.
- Řízení koncentrace rozpuštěného kyslíku v každé větvi aktivace je regulováno změnou dodávaného množství vzduchu. V dosavadním způsobu řízení se regulace snaží dosáhnout ustáleného stavu koncentrace kyslíku nastavením regulačních klapek, které jsou neustále více či méně přivřeny, protože v ustáleném stavu musí být dostatečná rezerva v otevření klapky pro požadované zvýšení přísunu vzduchu při zvětšení zatížení čistírny. Vlivem různého odporu proudění v jednotlivých přívodních větvích aerace dochází k vzájemnému ovlivňování regulace v jednotlivých větvích. Např. při otírání regulační klapky jedné větve se snižuje přísun vzduchu do ostatních větví, ve kterých začne klesat koncentrace rozpuštěného kyslíku a je nutný další regulační zásah.

Spotřebu kyslíku i jeho přechod z fáze plynné do aktivační směsi výrazně ovlivňuje celá řada faktorů – teplota, látkové zatížení kalu, kalový index, stáří kalu, doba zdržení v

aktivací, recirkulace aj. Regulace na konstantní hodnotu koncentrace rozpuštěného kyslíku vyžaduje značnou výkonovou rezervu dmychadel a přesto široké spektrum vlivů s různým a někdy protikladným účinkem způsobuje, že regulace je v praxi nepříliš přesná až nestabilní. Aerace při koncentracích kyslíku nad 2% je z hlediska biochemického zbytečná, je však nutná pro udržení kalu ve vzhledu, což výrazně přispívá k poměrně vysoké energetické náročnosti provozu dmychárny ČOV.

Cílem vynálezu je představit způsob řízení provzdušňování při biologickém čištění odpadních vod, který by umožnil optimální regulaci přívodu kyslíku do procesu.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje do značné míry způsob řízení provzdušňování při biologickém čištění odpadních vod, jehož podstat spočívá v tom, že po vyhodnocení koncentrace kyslíku v nádržích se zcela otevře přívod kyslíku do nádrže, kde byla vykázána nejnižší hodnota koncentrace rozpuštěného kyslíku, načež se provede u ostatních nádrží korekce nastavení přívodů podle přepočtu vůči předem stanovené požadované hodnotě a tyto kroky se pravidelně opakují po stanovených intervalech, přičemž výkon dmychárny je regulován vzhledem k průměrné hodnotě koncentrace. Podle tohoto způsobu řízení se dosáhne řízené oscilace koncentrace kyslíku v aktivací nádrži okolo žádané hodnoty, a to v pásmu, které zajišťuje požadovanou účinnost procesu čištění a současně se udržuje kal ve vzhledu bez nároků na neekonomický provoz aerace z hlediska bioprocesu. Charakteristickým rysem řízení je pravidelná fáze plného aeračního výkonu v průběhu každé periody oscilačního cyklu.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude dále přiblížen pomocí výkresu na kterém obr.1 představuje graf znázorňující závislost měřené koncentrace rozpuštěného kyslíku a odpovídající řízení regulační klapky v přívodu vzduchu do aeračních elementů aktivace při využití způsobu podle vynálezu.

Příklad provedení vynálezu

Nový způsob řízení koncentrace kyslíku v aktivací nádrži je založen na principu řízené oscilace okolo žádané hodnoty, a to v pásmu, které zajišťuje požadovanou účinnost procesu čištění:

- žádaná hodnota koncentrace rozpuštěného kyslíku se v praxi je cca 2 mg/l
- kritická hranice minimální hranice koncentrace kyslíku v aktivaci je 0,5 mg/l
- výkyvy koncentrace rozpuštěného kyslíku obvykle do 1,5 mg/l okolo žádané hodnoty s periodou řádově minut nemají podstatný vliv na kvalitu čištění

Charakteristickým rysem takového řízení je pravidelná fáze plného aeračního výkonu v průběhu každé periody oscilačního cyklu. Tím se výrazně potlačuje sedimentace kalu bez zbytečně vynaložené energie aerace, neboť toto probíhá z hlediska bioprocesu v pásmu optimální koncentrace rozpuštěného kyslíku v aktivační směsi.

Řízení koncentrace kyslíku zabezpečuje programové vybavení řídicího systému, které lze popsat následujícím algoritmem:

Regulace je založena na vyhodnocování trendu změn koncentrace rozpuštěného kyslíku v čase. Při poklesu koncentrace rozpuštěného kyslíku pod žádanou hodnotu je regulační klapka aerační větve s nejmenším množstvím kyslíku naplno otevřena. Poloha klapky v ostatních větvích je přepočítána podle měřené koncentrace rozpuštěného kyslíku. V průběhu poklesu koncentrace kyslíku se sleduje strmost poklesu (rychlost změny) koncentrace rozpuštěného kyslíku. Při velké strmosti poklesu je klapka naplno otevřena ještě před poklesem pod žádanou hodnotu. Tím se výrazně sníží výkyv poklesu kyslíku pod žádanou hodnotu. Do větve aktivace je maximální možný přísun vzduchu. Výrazně se eliminuje proměnlivé zpoždění způsobené metabolickou činností mikroorganismů a současně je klesající kal vynášen k hladině a udržován ve vznosu.

Při nárůstu koncentrace rozpuštěného kyslíku nad žádanou hodnotu je regulační klapka přestavena na novou vypočtenou polohu, která se stanoví z velikosti odchylky skutečné hodnoty koncentrace kyslíku od žádané. Sledování strmosti nárůstu a korekce hodnoty velikosti přivření klapky zmenšuje překmit koncentrace rozpuštěného kyslíku nad žádanou. Do větve aktivace se tak snižuje přísun vzduchu. Klapka nikdy není úplně uzavřena, je možné uživatelsky nastavit minimální hodnotu otevření klapky. Tím se zajistí minimální přísun vzduchu do větve aktivace, aby se zamezilo rychlé sedimentaci kalu.

Součástí algoritmu je řízení výkonu dmychány a diagnostika vadného čidla měření koncentrace kyslíku, případně ošetření poruchového stavu. Výkon dmychárny je řízen podle průměrné hodnoty koncentrace rozpuštěného kyslíku ze všech aeračních větví či aktivačních nádrží. Do průměrné koncentrace rozpuštěného obsahu kyslíku jsou zahrnuty pouze údaje z funkčních čidel měření rozpuštěného kyslíku. Regulační klapka ve větvi s případným nefunkčním čidlem měření je úplně otevřena. To vždy zajistí udržení kalu ve vznosu a dostatek vzduchu pro zabránění poklesu kyslíku pod kritickou hranici. Vyšší

hodnota koncentrace rozpuštěného kyslíku ve větvi s porouchaným čidlem je provozně vhodnější než pokles pod kritickou minimální hranici.

Nový způsob řízení byl odzkoušen při rekonstrukci ČOV s následujícími typickými parametry:

– denní kapacita	16.000 m ³ /den
– průměrný denní objem vyčištěné vody	cca 8.000 m ³
– roční objem vyčištěné odpadní vody m ³	2.964 tis.
– nátok na čistírnu v rozmezí l/s	80÷250
– počet ekvivalentních obyvatel	42.000
– průměrná biochemická spotřeba kyslíku (BSK ₅) – nátok/odtok mg/l	22,27/9,05
– průměrná chemické spotřeba kyslíku (CHSK) – nátok/odtok	507,67/22,04 mg/l
– průměrný obsah nerozpustných látek (NL) – nátok/odtok mg/l	227,63/5,36
– průměrný obsah amoniakálního dusíku (N-NH ₄) – nátok/odtok mg/l	26,24/4,10
– průměrná hodnota celkového fosforu (P _{celk}) – nátok/odtok	6,95/195 mg/l

Praktické poznatky z provedených zkoušek a zkušebního provozu lze shrnout do následujících bodů

- Změna zatížení čistírny má vliv pouze na délku cyklu zavření a otevření regulační klapky. Sledování strmosti změn koncentrace kyslíku a ekvivalentní nastavení regulační klapky zajišťuje ve všech provozních stavech dostatečný přísunu vzduchu pro udržení hodnoty rozpuštěného kyslíku v optimálním rozmezí.
- Pravidelným maximálně možným přísunem vzduchu při úplném otevření klapky je efektivně je potlačována sedimentace kalu. Udržení kalu ve vzhledu je podporováno i při minimálním otevření klapky - regulační klapka není nikdy úplně uzavřena.

- Proměnlivé zpoždění, způsobené metabolickou činností mikroorganismů, je minimalizováno úplným otevřením regulační klapky při potřebě zvyšování přísunu vzduchu.
- Vliv teploty vody se projevuje pouze délkou jednoho cyklu zavření a otevření regulační klapky.
- Změna tlakových poměrů (resp. odporu proudění) v jednotlivých větvích a jejich vzájemné ovlivňování se projevuje změnou strmosti poklesu či nárůstu koncentrace rozpuštěného kyslíku a je tedy automaticky kompenzována regulací podle strmosti změn koncentrace kyslíku.
- Vyšší koncentrace rozpuštěného kyslíku ve větvi s vyřazeným měřicím čidlem je provozně lepší než pokles pod kritickou minimální hranici.

Z praktických zkušeností a poznatků je zřejmé, že nový způsob regulace provzdušňování aktivace pozitivně ovlivňuje rozložení zátěže dmychány – jsou eliminovány velké špičkové nároky na dodávku vzduchu, je prakticky odstraněn z hlediska bioprocesu neefektivní provoz aerace, dříve nezbytný pro zabránění sedimentace kalu. U výše uvedené konkrétní ČOV to znamená, že dmychadla pracují pro čtyři větve aktivace ve stejném režimu jako dříve pro původní dvě větve. Energetická úspora je tedy zřejmá.

Na obr.1 je graf zachycující chování aktivace při zvolené žádané hodnotě koncentrace kyslíku 2,2 mg/l v časovém úseku 8 hodin běžného provozu. Časové měřítko je na vodorovné ose, na levé straně grafu je měřítko otevření regulační klapky v procentech (25 -100%), pravý okraj grafu tvoří měřítko koncentrace rozpuštěného kyslíku (1,2 – 3,0 mg/l). Spodní tenká křivka zobrazuje nastavení příslušné regulační klapky, horní křivka zachycuje průběh měřené koncentrace kyslíku. Z průběhů obou veličin je zřejmá typická vzájemná souvztažnost: při poklesu koncentrace rozpuštěného kyslíku na minimální hodnotu následuje vždy maximální otevření regulační klapky přívodu vzduchu. Délka trvání fáze plného aeračního výkonu a následné omezování množství vzduchu se řídí podle vyhodnocování trendů měřené koncentrace kyslíku tak, aby se koncentrace kyslíku udržela v optimálním rozmezí z hlediska bioprocesu.

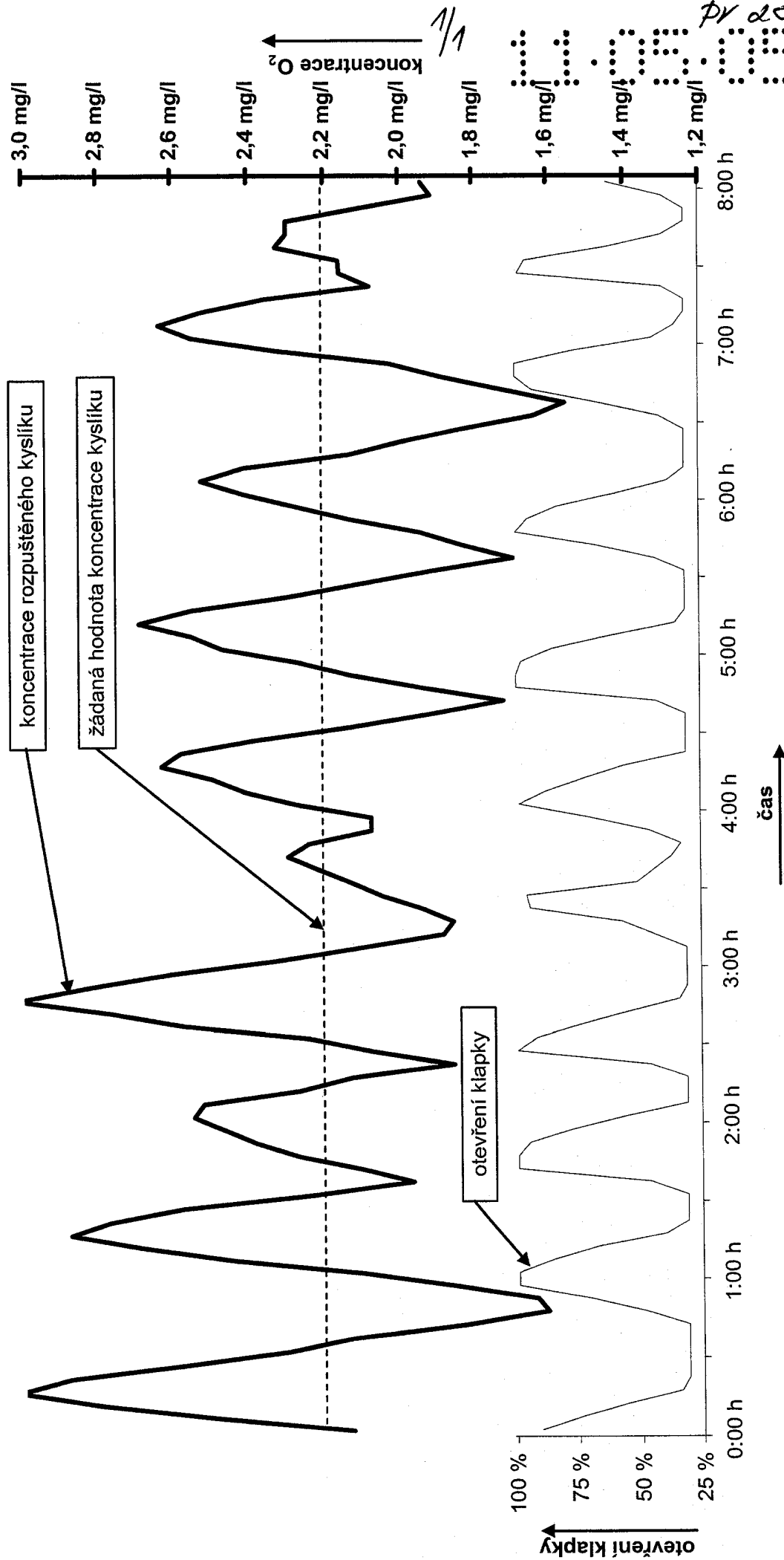
Průmyslová využitelnost

Uvedený princip řízení směšovací aktivace ČOV lze uplatnit prakticky bez ohledu na kapacitu ČOV u všech aktivačních systémů s regulovanou pneumatickou aerací. Je zvláště vhodný pro čistírny s vysokou sedimentací kalu, tedy u aktivací s kalovým indexem menším než 150 ml/g. U menších ČOV s jednou větví aktivačního systému, která je napojena přímo na dmychánu, je možné tento způsob řízení aplikovat v redukované podobě - dle uvedeného principu řízení jsou nastavovány přímo otáčky dmyhadla tak, že je dodržen oscilační charakter provozu aerace.

PATENTOVÝ NÁROK

1. Způsob řízení provzdušňování při biologickém čištění odpadních vod, kdy se měří koncentrace rozpuštěného kyslíku v každé aktivační nádrži, **vyznačující se tím, že** po vyhodnocení koncentrace kyslíku v nádržích se zcela otevře přívod kyslíku do nádrže, kde byla vykázána nejnižší hodnota koncentrace rozpuštěného kyslíku, načež se provede u ostatních nádrží korekce nastavení přívodů podle přepočtu vůči předem stanovené požadované hodnotě a tyto kroky se pravidelně opakují po stanovených intervalech, přičemž výkon dmychárny je regulován vzhledem k průměrné hodnotě koncentrace rozpuštěného kyslíku ve všech nádržích.

Obr. 1



1/1