

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno **17.09.2007**  
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu **25.03.2009**  
(Věstník č. 12/2009)

(21) Číslo dokumentu:

**2007-643**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. CL:

**C02F 3/08** (2006.01)

**C02F 3/18** (2006.01)

**C02F 3/26** (2006.01)

(71) Přihlašovatel:

PRO-AQUA CZ, s. r. o., Ústí nad Labem, CZ

(72) Původce:

Novák Libor Ing., Kladno, CZ

Šorm Radovan Dr., Praha 9, CZ

Běhouněk Karel Ing., Praha 9, CZ

Janeček Vladimír, Ústí nad Labem, CZ

Plichta Petr Ing., Ústí nad Labem, CZ

(74) Zástupce:

Mgr. Jan Balarin, Eliášova 922/21, Praha 6, 16000

(54) Název přihlášky vynálezu

**Způsob potlačování vláknitého bytění  
aktivovaného kalu u aktivačního procesu  
biologického čištění odpadních vod**

(57) Anotace:

Způsob potlačování vláknitého bytění aktivovaného kalu a zlepšování jeho separačních vlastností u aktivačního procesu biologického čištění odpadních vod, ke kterému dochází instalací hybridního selektoru do záhlaví biologické linky aktivačního procesu. Hybridní selektor je provzdušňovaný reaktor s aktivovaným kalem v suspenzi, kam je nasypán nosič biomasy a biomasa v tomto reaktoru je kultivována a narůstá jak v suspenzi, tak i ve formě biofilmu na nosiči biomasy. Prostřednictvím kinetické, metabolické a mechanické selekce dochází k potlačení růstu vláknitých bakterií a preferenci růstu vložkovitých bakterií v aktivovaném kalu. Ke zlepšení separačních vlastností vloček aktivovaného kalu dochází i strháváním kompaktních částíček biofilmu z nosiče a jejich následné inkorporací do vloček biomasy v suspenzi.

CZ 2007 - 643 A3

## **Způsob potlačování vláknitého bytění aktivovaného kalu u aktivačního procesu biologického čištění odpadních vod.**

### Oblast techniky

Vynález se týká způsobu potlačování vláknitého bytění aktivovaného kalu u aktivačního procesu biologického čištění odpadních vod v aktivační nádrži aktivačního procesu kontinuálního nebo diskontinuálního typu.

### Dosavadní stav techniky

Při biologickém čištění odpadních vod aktivačním procesem je nezbytné vykultivovat biocenózu aktivovaného kalu v takové formě, aby vykazovala uspokojivé sedimentační vlastnosti. Biocenóza aktivovaného kalu je směsnou biologickou kulturou v aktivačních reaktorech aktivačního procesu kontinuálního či diskontinuálního typu, která je ve finální fázi aktivačního procesu čištění odpadních vod gravitačně odseparována sedimentací od vyčištěné odpadní vody. V případě nedostatečné sedimentace aktivovaného kalu, tzv. bytění aktivovaného kalu, je dosaženo nedostatečné separace aktivovaného kalu od vyčištěné vody a odtok z biologické linky aktivačního procesu je znehodnocen. Proto je nanejvýš žádoucí, aby kultivace bakterií aktivovaného kalu probíhala takovým způsobem, aby bylo omezeno bytění aktivovaného kalu a vykultivována biomasa aktivovaného kalu v suspenzi vykazující uspokojivé sedimentační vlastnosti.

K eliminaci znečištění z odpadních vod při biologickém čištění odpadních vod dochází prostřednictvím skupiny bakterií, které jsou v aktivačním procesu kultivovány ve formě směsné kultury, biocenózy, aktivovaného kalu. Tuto směsnou kulturu bakterií lze rozdělit do několika funkčních skupin dle typu znečištění, na jehož eliminaci z odpadní vody se podílejí (heterotrofní, autotrofní a polyfosfáty akumulující bakterie). Dále je možné směsnou kulturu bakterií rozdělit i do skupin podle jejich vlivu na schopnost tvořit sedimentující či nesedimentující biomasu: (1) vločkovatelné bakterie, vytvářející sedimentující biomasu, a (2) vláknité bakterie, vytvářející nesedimentující biomasu. Z technologického hlediska je pro aktivační proces vždy žádoucí selekce bakterií v aktivovaném kalu ve prospěch skupiny (1) vločkovatelných bakterií, odpovědných za vytváření dobře sedimentujících vloček aktivovaného kalu a omezení růstu vláknitých bakterií skupiny (2), vytvářejících obvykle nesedimentující biomasu.

Biologické čištění odpadních vod prostřednictvím aktivačního procesu je známo několik desítek let. Rovněž termín bytění aktivovaného kalu spojovaný s nedostatečnou separovatelností aktivovaného kalu od vyčištěné odpadní vody je znám mnoho let a popsán v literatuře. Například Wanner (Activated Sludge Bulking and Foaming Control, Technomic Publishing Company, Inc., Lancaster, 1994) detailně a souhrnně popisuje celou problematiku bytění a pění aktivovaného kalu při čištění odpadních vod, přičemž dosud neexistuje universální způsob, který by bytění aktivovaného kalu stoprocentně eliminoval.

Principy kinetické a metabolické selekce jsou rovněž známy řadu let a popsány např. Chudobou et al. (Control of Activate Sludge Filamentous bulking – II. Selection of microorganisms by means of a selector, Wat. Res. 7, 1389-1406, 1973) a existuje o nich i mnoho jiných publikací (např. Jenkins et al.: Manual on the Causes and Control of Activated Sludge Bulking, Foaming and Other Solids Separation Problems, 3rd edition, IWA Publishing, London, 2004). Jejich účinnost však nebyla a není nikdy stoprocentní. Popsané aplikace selektorových aktivací vždy pracovaly pouze a jenom na bázi umístění selektoru, většinou s více kompartmenty, na začátek aktivačního procesu, výhradně s kultivací biomasy v suspenzi, kde docházelo ke kinetické a metabolické selekci bakterií podle zvoleného kultivačního prostředí (oxické, anoxické, anaerobní) v prostředí se zvýšeným gradientem substrátu (znečištění) podél selektoru, s výhodou vykazujícím hydraulickou charakteristiku pístového toku.

Vlastní princip kinetické selekce bakterií je založen na skutečnosti, že skupiny vločkotvorných a vláknitých bakterií vykazují různé růstové kinetiky při různých koncentracích substrátu v prostředí. Vločkotvorné bakterie vykazují vyšší růstové rychlosti při vyšších koncentracích substrátu v prostředí. U směšovacích aktivací jsou však koncentrace substrátu v prostředí již velmi nízké, na úrovni reziduálních koncentrací, kdy vykazují vyšší růstové rychlosti vláknité bakterie. Proto u směšovacích aktivací je často pozorováno vláknité bytění aktivovaného kalu. Pokud je do záhlaví procesu umístěn selektor ve formě malého provzdušňovaného reaktoru, kde jsou dosaženy vyšší koncentrace substrátu, dochází k růstové preferenci vločkotvorných bakterií. Pokud tento reaktor není provzdušňován, podle typu kultivačního prostředí se jedná o anoxický či anaerobní selektor. V tomto případě dochází k selekci metabolické, neboť vločkotvorné mikroorganismy vykazují rozdílné metabolismy využívání substrátu v oxickém, anoxickém a anaerobním prostředí ve srovnání s vláknitými mikroorganismy. Celá problematika selekce bakterií je popsána např. v publikaci Chudoby et al., Biologické čištění odpadních vod, SNTL, Praha, 1991.

Na druhou stranu biologické reaktory, uplatňující nosiče biomasy ve vznosu, v naprosté většině případů využívaly výhody, že polyfunkční biomasa v systému je kultivována na nosiči biomasy a nikoliv v suspenzi. Literatura tyto procesy popisuje již více jak 20 let a souhrnný přehled lze nalézt např. u Odegarda (Innovations in wastewater treatment: the moving bed biofilm process, Wat.Sci.Tech., Vol 53, pp 17 – 33, 2006). Tyto systémy proto nebyly vybaveny recirkulací vratného aktivovaného kalu z dosazovací nádrže na začátek procesu tak, jak je tomu u aktivačního procesu s kultivací biomasy pouze v suspenzi. V posledních letech se rovněž začaly uplatňovat systémy hybridní, které kombinují aktivační proces s kultivací biomasy v suspenzi s procesem kultivace biomasy na nosiči ponořeném v aktivovaném kalu (pevném, či ve vznosu). Důvodem jejich vzniku bylo však vždy pouze zvýšení účinnosti eliminace určitého typu znečištění z odpadních vod (odstraňování organického znečištění, biologické nitrifikace či denitrifikace). Nebylo však řešeno ovlivnění složení biomasy aktivovaného kalu v suspenzi u hybridních aktivací ve prospěch vločkotvorných bakterií.

## Podstata vynálezu

Vynalezený způsob potlačování vláknitého bytnění aktivovaného kalu spočívá v tom, že k potlačování vláknitého bytnění aktivovaného kalu v aktivačním procesu biologického čištění odpadních vod dochází zapojením vynalezeného hybridního selektoru do biologické linky aktivačního procesu. Hybridní selektor vylepšuje výrazným způsobem dosud známé metody potlačování vláknitého bytnění aktivovaného kalu v aktivačních procesech biologického čištění odpadních vod. Hybridní selektor byl vyvinut na základě znalostí principů selektorové aktivace a principů systémů na bázi nosičů biomasy umístěných v aktivačních reaktorech. Navíc je zcela nově využito i principu dosud nepopsané mechanické selekce, kdy pomocí mechanických vlivů při pohybu nosiče biomasy ve vznosu, způsobujících mechanickou destrukci vláknitých bakterií při turbulentním pohybu nosiče v suspenzi aktivovaného kalu, dochází k negativnímu ovlivnění růstu vláknitých bakterií.

Konstrukce hybridního selektoru je formulována jako reaktor s aktivovaným kalem v suspenzi, který vznikne tím způsobem, že je do něj nasypán nosič biomasy, který je spolu s aktivační směsí udržován ve vznosu, obvykle pneumaticky, mechanicky či hydraulicky, případně kombinaci těchto způsobů míchání. Do hybridního selektoru je dodáván kyslík buď prostřednictvím dmychaného vzduchu, kdy může být využita aerace jemnobublinná, středobublinná nebo hrubobublinná, případně je dodáván čistý kyslík. Plnění hybridního selektoru nosičem biomasy je limitováno v rozmezí 5 % až 95 % objemových, podle typu nosiče biomasy a podle typu uplatnění při čištění odpadních vod různého složení tak, aby byla zajištěna potřebná účinnost hybridního selektoru. Nosič biomasy je v hybridním selektoru zadržován pomocí speciálně konstruovaných sítí, která zabraňují jeho průniku do dalších částí biologické linky; konstrukce sítí závisí na typu použitého nosiče biomasy. Tento hybridní selektor je nedílnou součástí aktivačního procesu libovolného typu a je umístěn v přední části biologické linky aktivačního procesu, kam je zaveden přítok odpadní vody či pouze jeho část. Do hybridního selektoru musí být zavedeno více jak 30 % objemových odpadní vody z přítoku či více jak 30 % látkového organického zatížení z přítoku vyjádřeného jako CHSK (chemická spotřeba kyslíku) nebo BSK<sub>5</sub> (biochemická spotřeba kyslíku). Pokud nejsou tyto podmínky splněny, lze očekávat jeho sníženou účinnost či nefunkčnost.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že zvýšeného selekčního tlaku ve prospěch vločkovatelných bakterií je dosaženo díky kombinovanému růstu biomasy v suspenzi a na nosiči biomasy v hybridním selektoru. Díky implementaci biofilmového procesu do selektoru dochází zároveň jak ke kinetické, tak i metabolické selekci. Příčinou tohoto jevu je skutečnost, že u biofilmové kultury je řádově vyšší stratifikace koncentrace rozpuštěných ukazatelů znečištění a kyslíku od povrchu biofilmu k tělu nosiče, než je tomu ve srovnání se sférickým útvarem ideální vločky aktivovaného kalu. V biofilmu je proto mnohem snáze a zároveň dosaženo všech tří typů kultivačních prostředí: oxického, anoxického a anaerobního. Zároveň u vynalezeného hybridního selektoru dochází k výrazně většímu selekčnímu tlaku, ve srovnání s klasickým selektorem, neboť díky růstu části biomasy na nosiči může být dosaženo i více jak dvojnásobné koncentrace sušiny biomasy v hybridním selektoru oproti koncentraci sušiny biomasy v suspenzi. Tímto způsobem je dosaženo i více jak dvojnásobných volumetrických rychlostí odstraňování substrátu v hybridním selektoru oproti selektoru pracujícímu pouze s biomasou v suspenzi. Seleční tlak ve

prospěch vločkotvorných bakterií je proto výrazně vyšší. Další nedílnou součástí vynálezu je i nově popsaný mechanický selekční tlak, který v hybridním selektoru vzniká mechanickým působením nosiče biomasy při jeho turbulentním pohybu v reaktoru. Pohybující se nosič biomasy narušuje mechanicky trichomy vláknitých bakterií a tím dochází k jejich destrukci na kratší a kratší vlákna. Růst vláknitých bakterií je tímto způsobem narušován a je zabráněno tvorbě delších trichomů, což vykazuje pozitivní vliv na sedimentační vlastnosti aktivovaného kalu. Zároveň dochází k dalším doprovodným jevům, které díky vynalezenému uspořádání působí pozitivně na sedimentační vlastnosti aktivovaného kalu. Jedná se především o skutečnost, že i více jak 50 % biomasy v systému narůstá ve formě kompaktního biofilmu na nosiči biomasy v hybridním selektoru, který je při udržované vysoké turbulenci suspenze kalu a nosiče biomasy z povrchu nosiče strháván a tvoří následně podstatnou část dobře sedimentujících vloček. Strhané částice biofilmu velmi kompaktní povahy vykazují extrémně dobré sedimentační vlastnosti. Inkorporací těchto strhaných částic biofilmu do vloček kalu tak dochází k jejich zatěžkávání, přičemž leckdy tyto částice biofilmu tvoří potřebná jádra vloček a snáze pak dochází k jejich nárůstu. Vločky kalu z tohoto systému proto vykazují větší velikost, což opět pozitivně působí na zlepšení jejich sedimentačních vlastností.

Využití vynalezeného hybridního selektoru odstraňuje řadu nedostatků dříve popsaných selektorů, které pro svoji účinnost musely být konstruovány s hydraulickým schématem pístového toku tím způsobem, že bylo nutno v sérii zapojit minimálně 4 kompartmenty selektoru, aby byla splněna podmínka pístového toku. Tento nedostatek odstraňuje hybridní selektor, který je konstruován jako jediný reaktor, čímž je dosaženo značného konstrukčního zjednodušení. Možné zapojení více reaktorů tohoto typu v sérii je přípustné.

Vynalezený způsob potlačování vláknitého bytění aktivovaného kalu a zlepšování jeho sedimentačních vlastností u aktivačního procesu biologického čištění odpadních vod následně pozitivně působí na zlepšení funkčnosti celé biologické čistírny odpadních vod.

#### Přehled obrázků na výkresech

Na přiloženém výkresu obr. 1 je znázorněno konstrukční uspořádání hybridního selektoru. Obr. 2 znázorňuje, jakým způsobem se tento hybridní selektor zapojuje do aktivačního procesu.

#### Příklad provedení vynálezu

Konstrukce hybridního selektoru je znázorněna na obr. 1 a sestává z reaktoru, který je konstruován jako aktivační nádrž, do které je zaveden přítok odpadní vody a aktivovaný kal z následného aktivačního procesu. Do reaktoru je nasypán nosič biomasy, čímž vznikne popsaný hybridní selektor. Do reaktoru je dodáván kyslík, obvykle pneumatickou aerací, přičemž aerační elementy hrubobublinného, středobublinného či jemnobublinného provedení jsou umístěny na dně nádrže. Aktivační směs a nosič

biomasy jsou udržovány ve vztahu mícháním vzduchem, případně i mechanicky. Mechanické míchání je nutné především v případě, že je kyslík do systému přidáván v čistém stavu jako u kyslíkové aktivace. Nosič biomasy je v reaktoru zachycován speciálními sítě umístěnými v odtokové části reaktoru tak, aby z reaktoru odtékala pouze aktivční směs bez nosiče biomasy.

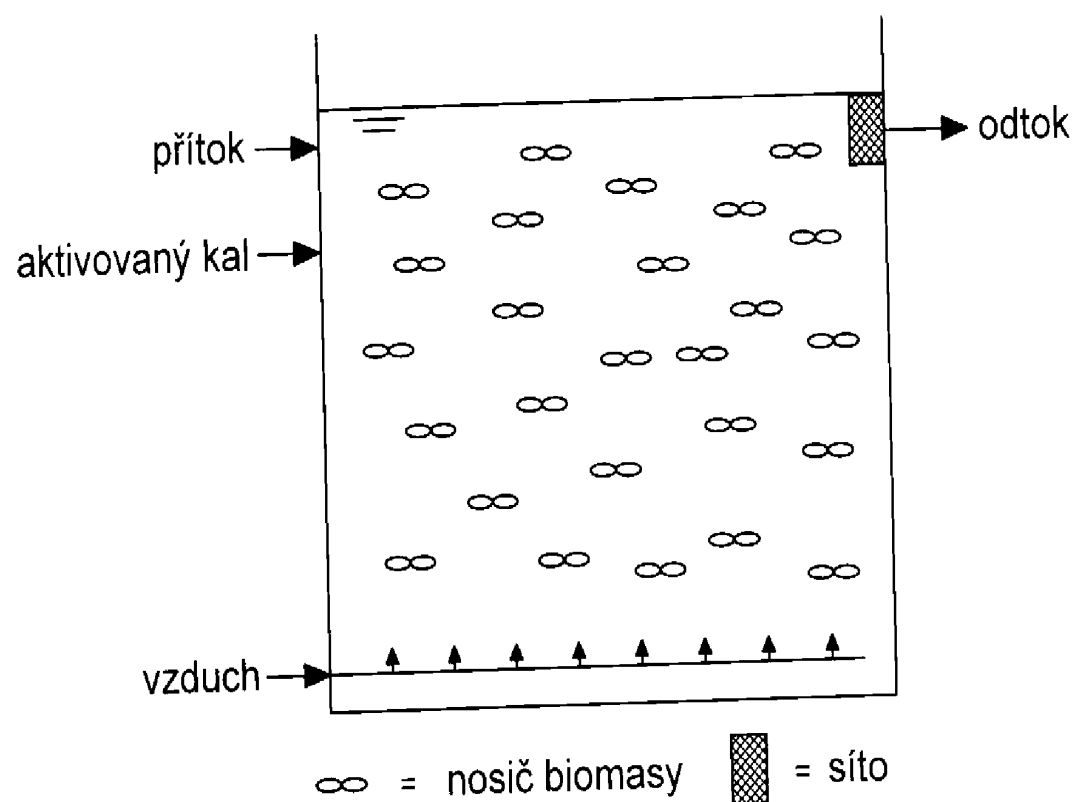
Na obr. 2 je znázorněno zapojení hybridního selektoru 1 do technologické linky aktivčního procesu. Podle způsobu na obr. 2 je odpadní voda přiváděna do hybridního selektoru 1, do kterého je zároveň přiváděn proudem 3 aktivovaný kal z aktivčního procesu 2. Aktivční proces 2 může být libovolným aktivčním procesem kontinuálního či diskontinuálního typu. Odtok ze systému je realizován z aktivčního procesu 2.

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob potlačování vláknitého bytění aktivovaného kalu u aktivačního procesu biologického čištění odpadních vod **vyznačující se tím**, že do záhlaví biologické linky aktivačního procesu, ve kterém je kultivována biomasa aktivovaného kalu v suspenzi, je zařazen hybridní selektor, který je naplněn nosičem biomasy v rozsahu 5 % až 95 % objemových a do kterého je zavedeno alespoň 30 % objemových odpadní vody z přítoku nebo alespoň 30 % látkového organického zatížení odpadní vody z přítoku, jež je vyjádřeno jako chemická spotřeba kyslíku (CHSK) nebo biochemická spotřeba kyslíku (BSK<sub>5</sub>), přičemž do hybridního selektoru je dodáván kyslík aeraci dmychaným vzduchem.
2. Způsob podle nároku 1 **vyznačující se tím**, že místo dmychaného vzduchu je do hybridního selektoru dodáván čistý kyslík a obsah hybridního selektoru je míchán pneumaticky, mechanicky nebo hydraulicky.
3. Způsob podle nároku 1 nebo 2 **vyznačující se tím**, že do záhlaví biologické linky aktivačního procesu je zařazeno více samostatných hybridních selektorů v sérii nebo jeden hybridní selektor má více kompartmentů v sérii.
4. Způsob podle nároků 1 až 3 **vyznačující se tím**, že nosič biomasy je v hybridním selektoru nebo v kompartmentu hybridního selektoru zadržován pomocí sít, která zabraňují jeho průniku do dalších částí biologické linky.

1/4

Obr. 1



Obr. 2

