



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 88988

(13) C2

(51) МПК (2009)

B01F 5/00

C02F 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СТРУМИННИЙ ЗМІШУВАЧ ОЧИСНИХ СПОРУД ПИТНИХ, ПРОМИСЛОВИХ І СТІЧНИХ ВОД

1

2

(21) а200806202

(22) 12.05.2008

(24) 10.12.2009

(46) 10.12.2009, Бюл.№ 23, 2009 р.

(72) ТОКАР ЙОСИП ЯКОВИЧ

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДА-  
ЛЬНІСТЮ ФІРМА "ГІДРОМЕХАНІКА"

(56) UA 53935, А, 17.02.2003

UA 58732, А, 15.08.2003

Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика: в 2  
ч. Ч. 1. — М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит, 1991. —  
600 с.(57) Струминний змішувач водоочисних споруд  
питних, промислових і стічних вод, який **відрізня-**  
**ється** тим, що під час очищення питних та проми-  
слових вод основні безрозмірні геометричні і кіне-  
матичні параметри повинні знаходитись в таких  
межах:

$$25 \leq \frac{h_r}{d} \leq 125,$$

$$80 \leq \frac{h_b}{d} \leq 200,$$

$$100 \leq \frac{D_{ек}}{d} \leq 650,$$

$$3 \cdot 10^{-4} \leq \left( \frac{U_0 d}{U_H D_{ек}} \right)^2 \leq 45 \cdot 10^{-4},$$

де  $d$ ,  $D_{ек}$  - діаметр сопла й еквівалентний гідравлі-  
чний діаметр каналу, в якому встановлений стру-  
минний змішувач,  $h_r$ ,  $h_b$  - кроки між соплами в го-  
ризонтальному й вертикальному напрямках,  $U_0$ ,  $U_H$  -  
швидкості потоку на виході із сопла й зовнішньо-  
го потоку, а параметри струминних змішувачів  
активного мулу і стічних вод в аеротенках повинні  
знаходитись в межах:

$$10 \leq \frac{h_r}{d} \leq 22,$$

$$7,5 \leq \frac{h_b}{d} \leq 18,$$

$$55 \leq \frac{D_{ек}}{d} \leq 95,$$

$$0,9 \leq \left( \frac{U_0 d}{U_H D_{ек}} \right)^2 \leq 5,$$

при цьому як струмінь, що ініціює створення тур-  
булентного примежового шару, повинен викорис-  
товуватись зворотний активний мул.

Даний винахід відноситься до області очисних споруд, а, конкретно, до їхніх змішувачів, камер пластівцеутворення, відстійників і фільтрів - у випадках очищення питних і промислових вод, а також до аеротенків - у випадку очищення стічних вод.

Загальним недоліком широко розповсюджених очисних споруджень води є локальна подача розчинів коагулянту (флокулянту) і хлору, коли очищається питна вода, і активного мулу, коли очищаються стічні води. Ні вихрові зони, створювані в різних конструкціях змішувачів, ні установка мішалок при локальній подачі реагентів не забезпечують їхнього змішання по всьому перетині потоку питної води. Особливо повільно й неефективно відбувається біологічне очищення стічних вод в існуючих аеротенках, коли зворотний активний

мул подається через трубу до дна аеротенка, як це робиться звичайно. Підйом мулу й змішування його з органічними речовинами, що знаходяться в стічних водах, здійснюється пухирцями повітря, що надходять із аераторів, що перебувають також поблизу дна. Однак, незважаючи на те, що маса повітря, що подається для здійснення барботажу, перевершує приблизно в 10 разів його масу, необхідну для здійснення реакцій окислювання, ефективність перемішування активного мулу зі стічною водою залишається низкою. Причиною цього є мала щільність пухирців повітря. Вона приблизно в 1000 разів менше щільності води. Отже, мала маса пузиря повітря і його кінетична енергія. Тому мала приєднана маса мулу, що й обумовлює слабку ефективність процесу біологічного очищення стічних вод у широко розповсюджених аеротенках.

(13) C2

(11) 88988

(19) UA

Для досягнення потрібного ефекту очищення стічних вод потрібно більший час перебування їх в аеротенках, що спричиняє зростання їхніх габаритів і часу відновлення біомаси після залпових скидань.

У патентах на винаходи [1, 2] запропонований спосіб змішування реагентів при очищенні питної води й змішування стічної води з активним мулом в аеротенках. Він заснований на створенні струминних турбулентних прикордонних шарів у струминних змішувачах, при перетинанні яких весь перетин потоку очищуваної води буде стикатися з розчином реагенту або активного мулу. Тому зазначені винаходи є найближчими аналогами цього винаходу.

Однак на відміну від найближчих аналогів даний винахід містить ряд геометричних і кінематичних співвідношень для обох випадків очищення, виконання яких забезпечує суттєве збільшення ефективності очищення. Крім того, на відміну від винаходу [2], де як рідина, що ініціює виникнення струменів, використовується стічна вода, у цьому винаході ця функція виконується активним мулом, що практично виключає необхідність підйому його із дна, тому що за рахунок сили тертя, що діє на границі струменя й зовнішнього потоку стічної води, виникає масопереніс мулу поперечними пульсаціями швидкості. Це означає, що витрати стисненого повітря можуть бути помітно скорочені, а ефективність його використання різко зростає. По цій причині аеротенки можуть забезпечувати не тільки номінальні режими роботи, але й режими залпових скидань. Період відновлення біомаси в аеротенку зменшується в кілька разів, що, природно, полегшує експлуатацію очисних споруджень.

На Фіг.1 зображений струминний змішувач аеротенка. Активний мул через лоток (поз.1) попадає в стояк (поз.2) і далі - через отвори (сопла) (поз.3) надходить у потік стічної води (поз.4). Наявний напір, під дією якого відбувається витікання активного мулу, визначається відстанню між вільними поверхнями в лотку (поз.5) і потоці (поз.6). На Фіг.2 показані сопла (поз.3) і границі струминних турбулентних прикордонних шарів (поз.7).

Використовуючи теорему про зміну кількості руху, емпіричні вираження для зміни напівширини турбулентного прикордонного шару й формули Шліхтінга для початкової й основної ділянок цього шару [3], а також закон збереження мас домішок, можна одержати розподіли як швидкостей, так і концентрацій розчинів коагулянту (флокулянту), хлору й активного мулу в струминному турбулентному шарі.

Встановлено що:

1. Витрата коагулянтів (флокулянтів), застосовуваних для очищення питної води може бути зменшена на 40...60% при збереженні або зменшенні мутності води на виході зі спорудження, а витрата хлору - зменшена в 2-3 рази без порушення норм на допускаєми величини колі-індексу й загального мікробного числа, якщо діапазони зміни безрозмірних геометричних і кінематичних параметрів струминних змішувачів будуть перебувати в наступних межах:

$$25 \leq \frac{h_r}{d} \leq 125,$$

$$80 \leq \frac{h_b}{d} \leq 200,$$

$$100 \leq \frac{D_{ек}}{d} \leq 650, \quad 3 \cdot 10^{-4} \leq \left( \frac{U_0 d}{U_H D_{ек}} \right)^2 \leq 45 \cdot 10^{-4}$$

де  $d, D_{ек}$  - діаметр сопла й еквівалентний гідравлічний діаметр каналу, у якому встановлений струминний змішувач,  $h_r, h_b$  - кроки між соплами в горизонтальному й вертикальному напрямках,  $U_0, U_H$  - швидкості потоку на виході із сопла й зовнішнього потоку. Безрозмірний параметр

$$\left( \frac{U_0 d}{U_H D_{ек}} \right)^2 \text{ є величиною, пропорційною кількості}$$

руху ініціюючих струменів.

При цьому поряд зі зменшенням витрати коагулянту (флокулянту) полегшується робота фільтрів спорудження, оскільки утворення й ріст флокул поліпшується й значна їхня частина осідає в камерах пластівцеутворення й відстійниках. Внаслідок цього скоротшується витрата води на промивання фільтрів і збільшується час фільтрациклів.

2. Стає можливим виключити коридор аеротенків, де відбувається регенерація зворотного активного мулу, і обмежитися двухкоридорними аеротенками при подвоєнні витрат стічної води й активного мулу при збереженні витрат повітря через аератори й навіть зменшити останні. При цьому зазначені в п. 1 співвідношення повинні перебувати в межах

$$10 \leq \frac{h_r}{d} \leq 22, \quad 7,5 \leq \frac{h_b}{d} \leq 18, \quad 55 \leq \frac{D_{ек}}{d} \leq 95,$$

$$0,9 \leq \left( \frac{U_0 d}{U_H D_{ек}} \right)^2 \leq 5$$

Зменшення вдвічі й більше потужності, затрачуваної на привод нагнітачів повітря, відбувається без погіршення параметрів роботи аеротенків і зі значним зменшенням періоду відновлення біомаси після залпових скидань.

На Фіг.3 зображені два двухкоридорних аеротенка, обладнаних на базі чотирьохкоридорного аеротенка, на якому виключений коридор з регенерацією активного мулу. Тут поз.8 означає подачу мулу, поз.9 - подачу стічної води, поз.10 - струминні змішувачі, поз.11 - відвід суміші стічних вод з активним мулом. Витрати стічної води й активного мулу через кожний двухходовий аеротенк зберігаються такими, якими вони були раніше на чотирьохходовому аеротенку, а система аераторів і витрати повітря через них збереглися такими ж, як існували колись, що дозволяє вивести в резерв половину чотирьохходових аеротенків очисних споруд і зменшити вдвічі й більше витрату електроенергії на привод нагнітачів повітря.

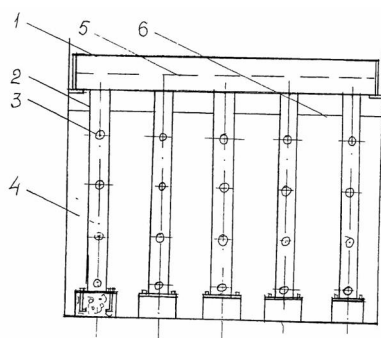
Пропонуємий винахід не є очевидним, тому що він отриманий з використанням рішення задачі про струминний турбулентний примежовий шар і масоперенос в ньому. Він разом з тим виявив властивість швидкого відновлення біомаси після проходження залпових режимів скидання стічних вод.

## Література

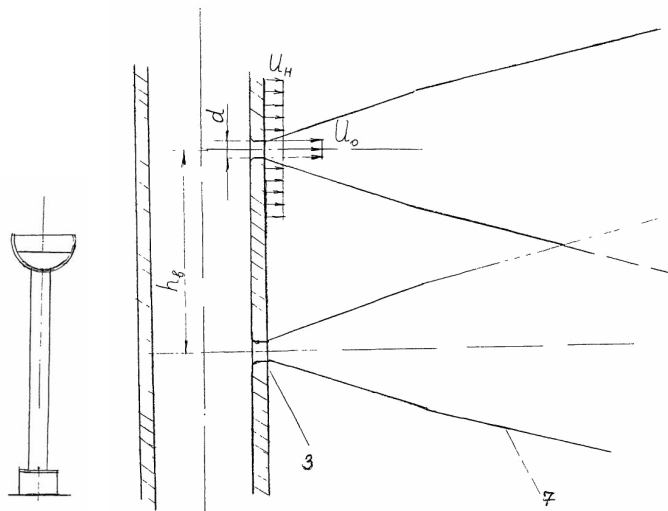
1. Токар Й.Я. Деклараційний патент на винахід №5393 5А «Спосіб змішування реагентів у змішувачах і камерах утворення пластівців водоочисних споруд».

2. Токар Й.Я. Деклараційний патент на винахід №58732А «Змішувач стічних вод і активного мулові в аеротенках».

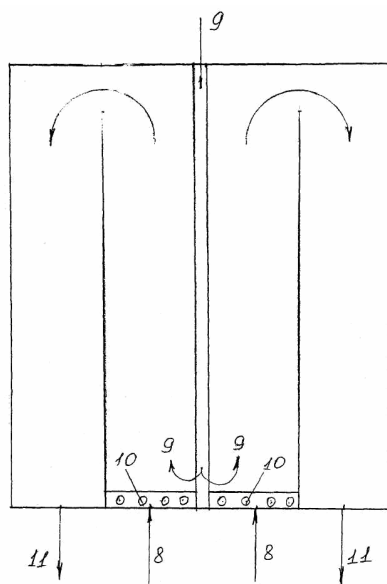
3. Абрамович Г.Н. Прикладна газова динаміка. «Наука», 1969, - 824стор.



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3