

ВОДОПОСТАЧАННЯ. ВОЛОВІДВЕННЯ

УДК 628.157

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ КОЕФІЦІЄНТА МАСОВІДАЧІ ПОВІТРЯ ВІД
ГІДРОДИНАМІЧНОЇ СИТУАЦІЇ В СИСТЕМАХ АЕРАЦІЇ**

О. С. Васильчук

студент 4 курсу, група ВВ-41, навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Науковий керівник – к.т.н., доцент В. М. Сівак

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

В статті запропонована теоретична модель для визначення коефіцієнта масопередачі кисню в системі «вода – повітря».

Ключові слова: масопередача, кисень, поверхня контакту фаз.

В статье предложена теоретическая модель для определения коэффициента массопередачи кислорода в системе «вода - воздух».

Ключевые слова: массопередача, кислород, поверхность контакта фаз.

In the article the theoretical model for determining the mass transfer of oxygen in the system «water - air».

Keywords: mass transfer, oxygen, contact surface interface.

При очищенні природних і стічних вод використовуються барботажні процеси. В останніх основним «робочим елементом» є повітря або газ. Це дає змогу значно спростити технологію очищення води. Так у всіх біохімічних технологіях повітря виконує дві основні функції – функцію інтенсивного перемішування активного мулу з водою, що очищується, а також повітря є основним джерелом насичення води киснем, який потрібний для мікроорганізмів, виконуючих роботу щодо деструкції забруднюючих органічних речовин (білків, жирів, вуглеводів), що містяться в стічних водах.

Вчені та дослідники велику увагу звертають на процес масопередачі кисню із повітря в стічну воду при барботажних процесах в аеротенках – спеціальних спорудах для біохімічного очищення стічних вод

Останні дослідження основних характеристичних критеріїв для оцінки процесу масопередачі кисню є об'ємний коефіцієнт масопередачі. Існують різноманітні методи для визначення цього коефіцієнту.

Так, найбільш широко використовується експериментальний метод.

Суть даного методу полягає в тому, що швидкість масопередачі кисню, а отже і об'ємний коефіцієнт, втілюють хімічним способом, будуючи за результатами хімічного аналізу криві розчинності кисню у воді. Цей метод є трудомістким. Найбільш перспективним є пошук теоретичних методів для розрахунку об'ємного коефіцієнту масопередачі кисню.

В даній статті пропонується для визначення процесу масопередачі кисню використати поняття вмісту повітря у воді або повітровміст (φ).

В багатьох операціях очистки природних та стічних вод повітря є дисперсною фазою в складній рідкій фазі. В одних спорудах водоочистки повітря грає роль робочого тіла та служить для підйому рідини (ерліфти), в інших виконує функцію «контактного тіла» для освітлення води (флоратори), в третіх використовується для перемішування (барботажні змішувачі), в четвертих (в реакторах хімічних та біоокислення) – дві функції: перемішування

і доставка кисню для утворення біохімічної (аеротенки) та хімічної (реактори для знезалізнення води) реакцій.

Метою нашого дослідження було встановити взаємозв'язок між коефіцієнтами масовіддачі кисню (K_L), витратою повітря, що подається (Q), об'ємним коефіцієнтом масовіддачі кисню (K_{LQ}), висотою барботажного реактора (H) та швидкістю спливання бульбашок ($V_{бул}$) і газовістом (φ) та іншими факторами.

Дане завдання вирішилось на основі наступних вихідних рівнянь масопередачі кисню:

$$\frac{H_0 - H}{H} = \varphi, \quad (1)$$

де H_0 – висота шару рідини під час аерації, м.

$$m_{ог} = K_L F (C_p - C_t) \tau, \quad (2)$$

де $m_{ог}$ – маса кисню, що переноситься із газоподібної фази в рідку за одиницю часу τ , год;

F – сумарна площа фаз, m^2 ;

C_p і C_t – відповідно концентрація насиченого кисню та його робоча концентрація в споруді $кг/м^3$.

Шляхом простих перетворень рівняння (1) набуде наступного вигляду:

$$V_r = \frac{\varphi}{1 - \varphi} = V_{ж}, \quad (3)$$

де V_r і $V_{ж}$ – відповідно об'єм газової та рідкої фаз у біореакторі, m^3 .

Сумарну поверхню контакту фаз, яка утвориться в аеруючій рідині при затриманні в ній повітря об'ємом V_r , введеного у рідину, можна виразити наступним чином:

$$F = A \cdot V_r, \quad (4)$$

де A – питома площа контакту фаз віднесена до одиниці веденого в рідину повітря, $1/m^2$.

Шляхом підстановки рівняння (3) у рівняння (4) і отримаємо:

$$F = A \cdot V_{ж} \frac{\varphi}{1 - \varphi} \quad (5)$$

Далі розв'яжемо рівняння (2) з урахування рівняння (5), отримаємо наступний вираз:

$$K_L = \frac{m_{ог}}{AV_{ж} \frac{\varphi}{1 - \varphi} (C_p - C_t) \tau}. \quad (6)$$

Оскільки $m_{ог}$ можна виразити через окислючу властивість аераційного обладнання $m_{ог} = OC \cdot \tau$ ($OC = K_{La} C_p$), тоді рівняння (6) стане виду:

$$K_L = \frac{K_L C_p \tau}{AV_{ж} \frac{\varphi}{1 - \varphi} (C_p - C_t) \tau} = \frac{K_L C_p}{AV_{ж} \frac{\varphi}{1 - \varphi} (C_p - C_t)} = \frac{C_p}{AV_{ж} (C_p - C_t)} K_{La} \frac{\varphi}{1 - \varphi}. \quad (7)$$

Виходячи із поняття повітровмісту, отримано рішення оцінки коефіцієнту масопередачі кисню. В експериментах повітровміст досить легко визначається, а коефіцієнт масовіддачі кисню достатньо досліджений в залежності від діаметру бульбашок повітря та фізико-хімічних властивостей води (в'язкість, поверхневий натяг тощо).

Список використаних джерел:

1. Яковлев С. В. Водоотведение и очистка сточных вод / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – М. : АСВ, 2002. – 704 с.
2. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод / В. А. Ковальчук. – Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. – 622 с.
3. Попкович Г. С. Системы аэрации сточных вод / Г. С. Попкович, Б. Н. Репин. – М. : Стройиздат, 1986. – 136 с.
4. Моделирование аэрационных сооружений для очистки сточных вод / Л. Н. Брагинский, М. А. Евилевич, В. И. Бегачев и др. – Л. : Химия, 1980. – 144 с.
5. Биологическая очистка производственных сточных вод / С. В. Яковлев, И. В. Скирдов, В. Н. Швецов и др. – М. : Стройиздат, 1985. – 208 с.
6. Frey W. A comparison of different aeration systems // Wat. Sci. Tech. – 1992. Vol.25, №4-5 – P. 143-149.
7. Сивак В. М. Аэраторы для очистки природных и сточных вод / В. М. Сивак, И. Е. Янушевський. – Львів : Вища школа, 1984. – 124 с.