

УДК 621.646.79:532.685:628.543.2

Россінський В. М., к.т.н., ст. викладач (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ОЦІНКА ЗМІНИ КОНЦЕНТРАЦІЇ КОМПОНЕНТА ПРИ ЗМІШУВАННІ ЙОГО ІЗ СТІЧНОЮ ВОДОЮ В АПАРАТАХ ПРОТОЧНОГО ТИПУ

У статті приведено конструкцію змішувача із призматичним дозуючим лотком рівномірної подачі компонентів. Дано оцінку факторам, що входять до цільової функції з визначення результуючої концентрації компонента в стічній воді.

Ключові слова: концентрація, змішувач, дозатор, вода.

В технологіях очищення побутових, виробничих стічних вод при дозуванні реагентів в стічну воду чи об'єднанні потоків застосовують пристрої – змішувачі. Кількісна характеристика дозуючої рідини, конструктивне виконання змішувальних і дозуючих пристроїв, місце їх розташування обумовлені прийнятою технологією очищення стічних вод. Для змішування компонентів в лотках очисних споруд, елементи дозування можна влаштовувати над вільною поверхнею лоткової частини. Для досягнення умов швидкого проčiщення та промивання [1, 2], дозуючі елементи можна виконувати призматичної форми з перфорованим днищем.

Основам розрахунку змішувачів і дозаторів, особливостям гідродинаміки в них, їх конструктивного виконання приділяли увагу Орлов В. О., Мартинов С. Ю., Колесніков В. О., Фарахов М. І., Дударовська О. Г., Меньшутіна Н. В., Лаптев А. Г. та ін. [3, 4].

В задачах водопостачання і водовідведення, дослідження, що направлені на розробку, оцінку, удосконалення конструкцій змішувачів та елементів дозування, обумовлені характером дозування рідини (рівномірним, поступово змінним із зміною витрати стічних вод), гідродинамічним режимом в спорудах, концентраціями компонентів.

Залежно від поставленої мети задачі опису змішувачів та дозаторів можна поділити на два типи:

- отримання функціональних залежностей, які дозволяють визначити конструктивні параметри дозаторів, змішувачів для досягнення необхідної усередненої концентрації компонента в воді;
- отримання функціональних залежностей, які дозволяють визначити усереднену концентрацію компонента у воді залежно від зада-

них конструктивних параметрів дозаторів, змішувачів.

Мета статті полягає в розробці конструкції змішувача із призматичним дозуючим лотком рівномірної подачі компонентів, аналітичне представлення результуючої концентрації компонента в стічній воді та аналізі факторів, що входять до цільової функції.

В результаті проведених теоретичних досліджень з оцінкою конструктивної можливості розташування дозуючих елементів на лотках каналізаційних очисних споруд було запропоновано дозуючі елементи виконувати призматичними, розташовувати над вільною поверхнею лоткової частини (рис. 1). Днища призматичних дозуючих елементів прийнято виготовлювати перфорованими.

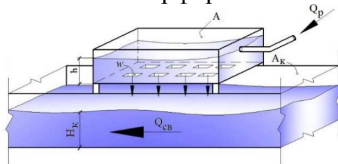


Рис. 1. Конструктивна схема змішувача із верхнім дозуючим лотком з перфорованим днищем

Експеримент поставлено в розрахунку на величину перфорації, рівної 4, отворами діаметром 1-5 см. Висоту лотка каналізаційних очисних споруд змінювали 0,3-0,6 м. Інтервал зміни наповнення в лотку каналізаційних очисних споруд становив 35%-70% від висоти лотка каналізаційних очисних споруд.

Співвідношення активних площ вільної поверхні в дозуючому лотку і лотку каналізаційних очисних споруд:

$$A = \left(\frac{1}{6} \dots \frac{1}{8} \right) \cdot A_K \Leftrightarrow \begin{cases} h = (0,4 \dots 0,8) \cdot H_K \\ H_K = (0,35 \dots 0,7) \cdot H \end{cases}, \quad (1)$$

де A – площа поверхні верхнього дозуючого лотка, м²; A_K – контактна площа поверхні лотка, яким рухається стічна вода, м²; H_K – глибина води в лотку, м; H – глибина лотка, м; h – глибина рідини в верхньому дозуючому лотку, м.

Забезпечуючи

$$h = const, \quad (2)$$

та враховуючи, що

$$Q_p = \left(\sum \mu_0 \cdot w \right) \cdot \sqrt{2gh}, \quad (3)$$

отримуємо загальне рішення з визначення результуючої концентрації компонента при змішуванні компонентів, з врахуванням гідравлічних

параметрів змішувачів стічних вод із верхнім дозуючим лотком

$$C_{yc} = \frac{(\sum \mu_0 \cdot w) \cdot C_p \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (0,4 \dots 0,8) \cdot (0,35 \dots 0,7) \cdot H} + Q_{CB} \cdot C_{CB}}{Q_{CB} + (\sum \mu_0 \cdot w) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (0,4 \dots 0,8) \cdot (0,35 \dots 0,7) \cdot H}}, \quad (4)$$

де C_{yc} – результуюча концентрація компонента в стічній воді, мг/дм³; Q_p – витрата рідини із верхнього дозуючого лотка, м³/с; w – площа отвору в основі верхнього дозуючого лотка, м²; C_p – концентрація компонента в рідині верхнього дозуючого лотка, мг/дм³; C_{CB} – концентрація компонента в стічній воді, мг/дм³; Q_{CB} – витрата стічної води, м³/с; μ_0 – коефіцієнт витрати крізь отвір.

В результаті проведених експериментальних досліджень та моделювання за допомогою програмного комплексу MATLAB (офіц. ліцензія) отримано залежності витрати води (рис. 2), що надходять в лоток каналізаційних очисних споруд з верхнього дозуючого лотка перфорованого циліндрично.

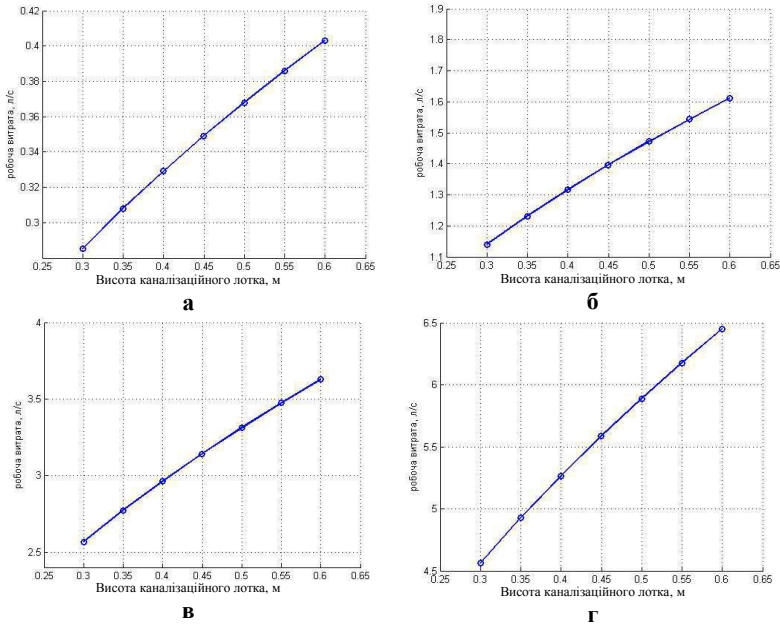


Рис. 2. Залежність робочої витрати від висоти лотка КОС і діаметра отвору в дозуючому лотку:

а – діаметр отворів 10 мм; б – діаметр отворів 20 мм; в – діаметр отворів 30 мм; г – діаметр отворів 40 мм; при $H_k=0,35H$; $h=0,4H_k$; кількість отворів 4 шт; $\mu_0=1$

Зміна місця розташування отворів в основі дозуючого лотка приз-

водить до зміни витрати крізь отвір, що диктується коефіцієнтом витрати крізь отвір (μ_0). В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що місце розташування циліндричних отворів перфорації в основі верхнього дозуючого каналу призводить до зміни робочої витрати, яка надходить до лотка каналізаційних очисних споруд від 67% до 2800%, при зміні діаметра отворів перфорації від 10 мм до 50 мм, відповідно до початкової робочої витрати за діаметра отворів перфорації 10 мм.

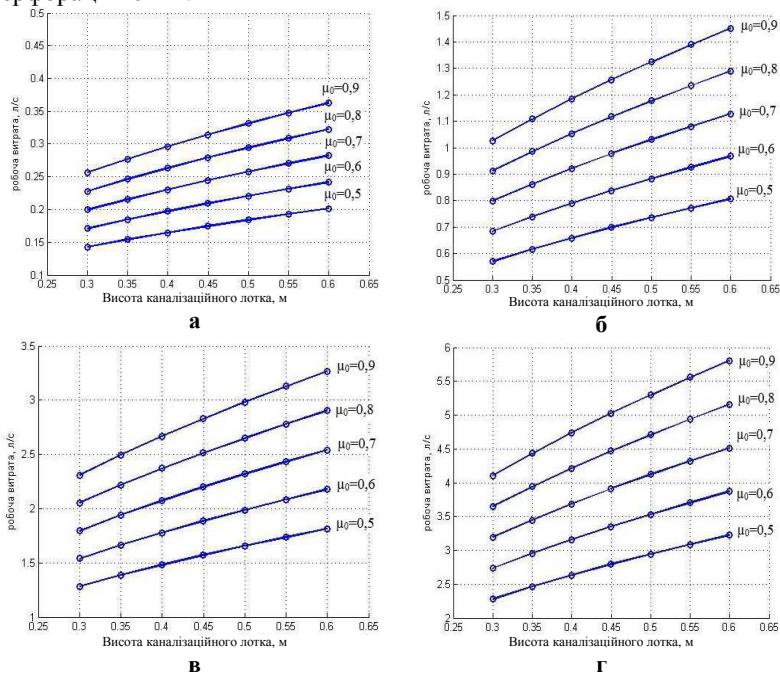


Рис. 3. Залежність робочої витрати від висоти лотка КОС, діаметра отвору в дозуючому лотку і коефіцієнта витрати крізь отвір:
а – діаметр отворів 10 мм; б – діаметр отворів 20 мм; в – діаметр отворів 30 мм; г – діаметр отворів 40 мм; при $H_k=0,35H$; $h=0,4H_k$; кількість отворів 4 шт; $\mu_0=0,5-0,9$

Фактор впливу місця розташування отворів перфорації в основі дозуючого лотка функціонально відображається на усередненій концентрації компонента в стічній воді, що рухається по каналізаційному лотку, в результаті дозування і змішування. Проведені експериментальні дослідження показали, що на значення усередненої концентрації

компонента в стічній воді після дозування і змішування впливають розрахункові конструктивні та технологічні параметри – висота лотка; наповнення в лотку; режим роботи лотка дозування; наповнення в лотку дозування; геометричні розміри отворів перфорації.

Експериментальні дослідження (рис. 3), що були проведені для розрахункового випадку з витратою стічних вод 100 л/с, концентрацією компонента в стічній воді 1 мг/дм³, концентрацією компонента в воді верхнього витратного дозуючого лотка 30 мг/дм³, зміні коефіцієнта витрати крізь отвори $\mu_0=0,5-0,9$, показали, що збільшення діаметра отворів в основі від 1 см до 5 см призводить до збільшення усередненої концентрації компонента в стічній воді до 200%.

Встановлено (рис. 4), що зміна місця розташування отворів в основі верхнього лотка дозування ($\mu_0=0,5-0,9$) призводить, при сталій величині перфорації, до зміни усередненої концентрації компонента в стічній воді до 30%.

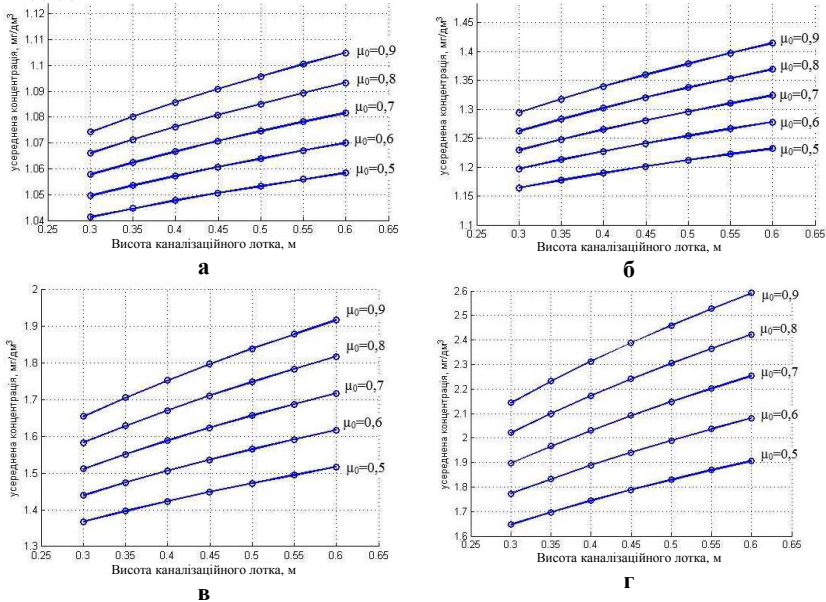


Рис. 4. Залежність усередненої концентрації компонента від розрахункової висоти лотка КОС, діаметра отвору в дозуючому лотку і коефіцієнта витрати крізь отвір:

а – діаметр отворів 10 мм; б – діаметр отворів 20 мм; в – діаметр отворів 30 мм; г – діаметр отворів 40 мм; при $C_{св}=1$ мг/дм³; $Q_{св}=100$ л/с; $C=30$ мг/дм³;

$N_k=0,35H$; $h=0,4N_k$; $\mu_0 = 0,5-0,9$; кількість отворів 4 шт.

Аналіз факторів, які входять до цільової функції математичної моделі дозування та змішування за допомогою верхнього каналу дозування (4) з перфорованою циліндрично основою показав, що коефіцієнти чутливості висоти лотка, глибини води в лотку каналізаційних очисних споруд і висоти води в верхньому лотку дозування є гомотетичними за вагою (рис. 4, 5).

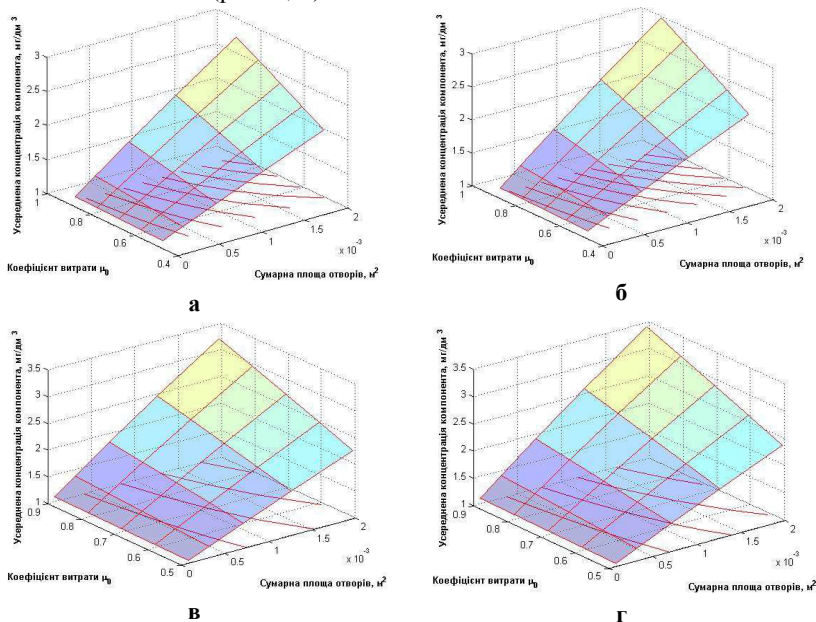


Рис. 5. Залежність усередненої концентрації компонента від розрахункової висоти лотка КОС, сумарної площі отворів і коефіцієнта витрати крізь отвір:

а – $H=0,3$ м; б – $H=0,4$ м; в – $H=0,5$ м; г – $H=0,6$ м;
при $H_k=0,35H$; $h=0,4H_k$; $C_{св}=1$ мг/дм³; $Q_{св}=100$ л/с; $C=30$ мг/дм³; $d = 1-5$ см;
 $\mu_0 = 0,5-0,9$; кількість отворів 4 шт.

Гомотетичність коефіцієнтів чутливості факторів H_k , H і h за вагою дозволяє, при експлуатації господарства з дозування і змішування компонентів стічних вод, маніпулювати лише глибиною води в розробленому верхньому дозуючому лотку, основу якого перфоровано циліндрично, при сталості інших факторів, що входять до отриманої цільової функції, для визначення або досягнення необхідної усередненої концентрації компонента в стічній воді при зміні технологічних параметрів роботи очисних споруд.

1. ДБН В.2.5 – 75: 2013 "Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування". – К. : Мінрегіонбуд, 2013. – 210 с. 2. ДБН В.2.5-74:2013 "Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування" – К. : Мінрегіонбуд, 2013. – 280 с. 3. Орлов В. О. Проектування станцій прояснення та знебарвлення води. Навч. посібник / Орлов В. О., Мартинов С. Ю., Зошук А. М. – Рівне : Національний університет водного господарства та природокористування, 2006. – 252 с. 4. Колесников В. А. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод / Колесников В. А., Меньшутина Н. В. – М. : ДеЛи принт, 2005. – 266 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Орлов В. О. (НУВГП)

Rossinskyi V. N., Candidate of Engineering, Senior Lecturer (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

ASSESSMENT OF COMPONENTS CONCENTRATIONS CHANGE WHEN IT IS MIXED WITH WASTE WATER IN THE APPARATUS WITH PARALLEL FLOW TYPE

The design of the mixer with a prismatic dosing tray uniform supply of components is presented in the article. The evaluation of the factors involved in the objective function to determine the final concentration of the component in the wastewater is given.

Keywords: mixer, concentration, dosing apparatus, water.

Россинский В. Н., к.т.н., ст. преподаватель (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КОМПОНЕНТА ПРИ СМЕШИВАНИИ ЕГО СО СТОЧНОЙ ВОДОЙ В АППАРАТАХ ПРОТОЧНОГО ТИПА

В статье приводится конструкция смесителя с призматическим дозирующим лотком равномерной подачи компонентов. Дана оценка факторам, входящим в целевую функцию по определению результирующей концентрации компонента в сточной воде.

Ключевые слова: концентрация, смеситель, дозатор, вода.
