

Яковлєв В.С., Войнаровський Б.А.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ВІДСТОЮВАННЯ ВОДИ У МОДЕЛІ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВІДСТІЙНИКА

Постановка проблеми. Для вирішення актуальних проблем охорони навколишнього середовища і захисту водних об'єктів у сучасних умовах потрібне раціональне використання природних ресурсів і зниження собівартості очищення природних вод до питної якості. Особлива увага приділяється процесам очищення природних вод, удосконаленню технології і розробленню нових ефективних методів очищення, впровадженню ресурсозберігаючих технологій. Досягнення практичних результатів можливе за рахунок підвищення ефективності роботи окремих споруд очищувальних комплексів систем комунального водопостачання, елементом яких є і вертикальні відстійники. До недоліків відстійників відносять великі розміри, що пов'язано з невеликими швидкостями руху води всередині споруди, а також відносно невеликий ефект освітлення води. Основною задачею роботи стало дослідження впливу швидкості руху води, що освітлюється всередині вертикального відстійника на ефективність її очищення, а також можливості збільшення цієї швидкості для зниження гідравлічного навантаження на споруду без втрати ефективності освітлення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел з дослідження процесу відстоювання води у відстійниках різних типів [1–4] показує наявність лінійної залежності кількості зависі, що випадає у відстійнику, або ефективності освітлення від швидкості руху води у ньому, або гідравлічної крупності. Останні дослідження за даною тематикою велись або теоретично, без проведення експерименту, чи базуючись на дослідженнях інших авторів [5, 6], або визначались шляхом проведення експерименту на працюючій моделі установки чи діючих спорудах [7, 8].

Теоретичні дослідження роботи вертикальних відстійників полягали у вдосконаленні їх конструкції для підвищення ефекту освітлення та продуктивності. Основні недоліки таких досліджень стосувались можливості «проскоку» чи всмоктування осаду у трубопровід відведення освітленої води, що може призвести до зменшення ефективності очи-

щення. Експериментальні дослідження роботи вертикальних відстійників полягали у використанні діючих моделей для визначення ефективності освітлення. Основним недоліком цих робіт було збільшення об'єму відстійника за рахунок рециркуляції води, а також відсутність результатів досліджень з визначення гідравлічної крупності при русі води. При моделюванні процесу освітлення води у вертикальному відстійнику необхідно створити таку модель вертикального відстійника, за допомогою якої можна буде визначати необхідні параметри для технологічних розрахунків.

Виклад основного матеріалу. У загальному вигляді на частинку, яка рухається у воді діють сили тяжіння, інерції та опору руху в рідині. Основне рівняння для визначення параметрів відстійників – це рівняння Стокса, що описує залежність швидкості падіння матеріальної частинки від її розмірів та густини води. Для проведення експериментів було створено фізичну модель вертикального відстійника (рис. 1), яка складається з камери утворення пластівців (центральної труби) та зон освітлення й накопичення осаду (корпусу). При виборі конструктивних параметрів моделі вертикального відстійника були враховані наступні фактори.

Матеріальні затрати. Щоб знизити вартість установки було вирішено для корпусу відстійника використати полівінілхлоридну трубу діаметром 200 мм з товщиною стінки 3,9 мм. Камера утворення пластівців прийнята водоворотного типу, виконана з полівінілхлоридної труби діаметром 50 мм, з товщиною стінки 1,8 мм. Для зменшення швидкості руху води на виході з камери утворення пластівців у середину відстійника (в зоні освітлення) на кінці цієї труби влаштовано решітку з розміром чарунки 10×10 мм, яка виготовлена з мідних пластин товщиною 0,4 мм і висотою 10 мм. Підключення моделі відстійника до бака приготування робочого розчину виконано за допомогою гнучкого шлангу діаметром 20 мм по якому розчин подається у камеру утворення пластівців через отвір у корпусі відстійника.

У цей отвір заведено відрізок поліпропіленової труби діаметром 20 мм з різьбою та контргайкою із гумовою прокладкою. В нижній частині установки встановлено заглушку та вентиль для спорожнення як зони накопичення осаду, так і відстійника.

Технологічні параметри. На моделі вертикального відстійника необхідно досліджувати каламутність води на вході в установку й виході з неї; швидкість руху води у

камері утворення пластівців і зоні освітлення вертикального відстійника; забарвленість води на вході в установку й виході з неї. Для визначення каламутності води на вході й виході з моделі відстійника зроблено трійники з кульовими кранами для відбирання зразків води. Швидкість руху води в моделі відстійника контролювалась ротаметром, який встановлено на трубопроводі подачі вхідної води.

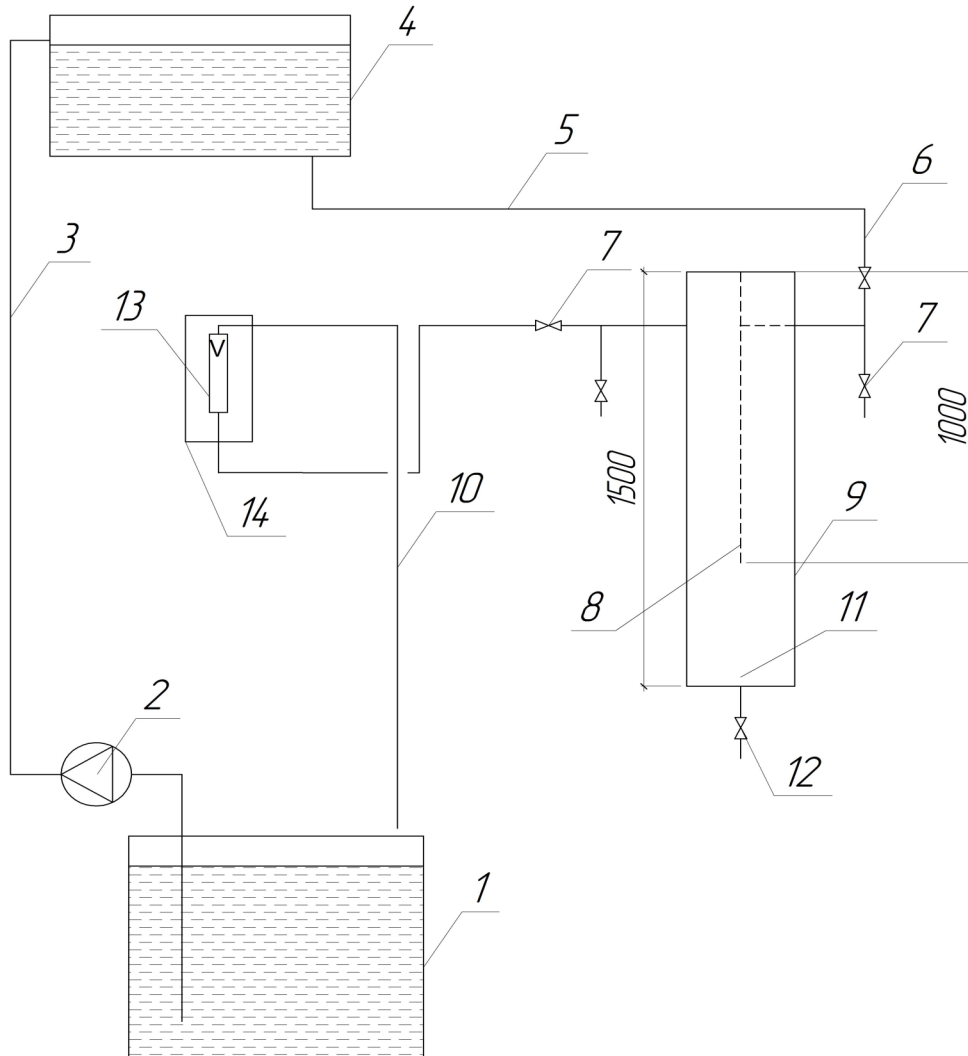


Рис. 1. Схема установки моделі вертикального відстійника з ротаметром

1 – резервуар для освітленої води; 2 – циркуляційний насос освітленої води; 3 – трубопровід обігу освітленої води; 4 – резервуар приготування робочого розчину з лопатковою мішалкою механічного типу; 5 – «гребінка» для розподілу подачі робочого розчину серед установками; 6 – трубопровід подачі робочого розчину у відстійник; 7 – кульовий кран для відбору зразків води; 8 – камера утворення пластівців (центральна труба); 9 – корпус відстійника; 10 – трубопровід відведення освітленої води; 11 – зона накопичення осаду; 12 – кульовий кран для відбору зразків осаду; 13 – ротаметр; 14 – панель для кріплення ротаметру.

Конструктивні параметри. Співвідношення діаметра моделі відстійника до висоти її зони освітлення прийнято 1:5; висота камери утворення пластівців прийнята 1,0 м – рівною висоті зони освітлення; трубопровід подачі вхідної води входить тангенціально в камеру утворення пластівців; для зменшення швидкості води на виході з камери утворення пластівців встановлено решітку з отворами; для запобігання переливання води з корпусу відстійника прийнято заглушки; співвідношення висоти зони освітлення до висоти зони накопичення і ущільнення осаду прийнято 3:1.

Для моделювання процесу відстоювання води в якості дослідної води було використано каламутний розчин, отриманий після змішування чистої води з піском або суглинком, які визначали її каламутність. Перед початком роботи кожного разу проводилось тарування ротаметра об'ємним способом.

Вимірювання каламутності проводились наступним чином. Зразок дослідної води відбирали у кювету й встановлювали в колориметр фотоелектричний однопроменевий (КФО-1). У другу кювету відбирали дистильовану воду та за допомогою приладу визначали величину пропускання світла через обидві кювети і

за тарувальним графіком визначалася каламутність дослідного зразка. Аналогічно визначалась каламутність зразка води на виході з відстійника. За результатами отримані залежності, які наведені на рисунках 2 і 3.

При використанні робочого розчину з піском відбувалось деяке осідання фракції з розчину в резервуарі, що призводило до надходження у відстійник вже частково відстоюної води. Цей фактор зумовлював вибір крупності піску при приготуванні робочого розчину. Майже не осідав у резервуарі розчин, який отримували за допомогою змішування суглинку з водою.

Висновки. 1. Модель вертикального відстійника дозволяє з достатньою точністю експериментально визначати залежність ефективності освітлення води від швидкості її руху у відстійнику.

Швидкість руху води в середині відстійника повинна визначатись залежно від гідравлічної крупності частинок забруднень.

Встановлені залежності для різних робочих розчинів можуть бути використані при проектуванні та експлуатації водопровідних очищувальних споруд з вертикальними відстійниками.

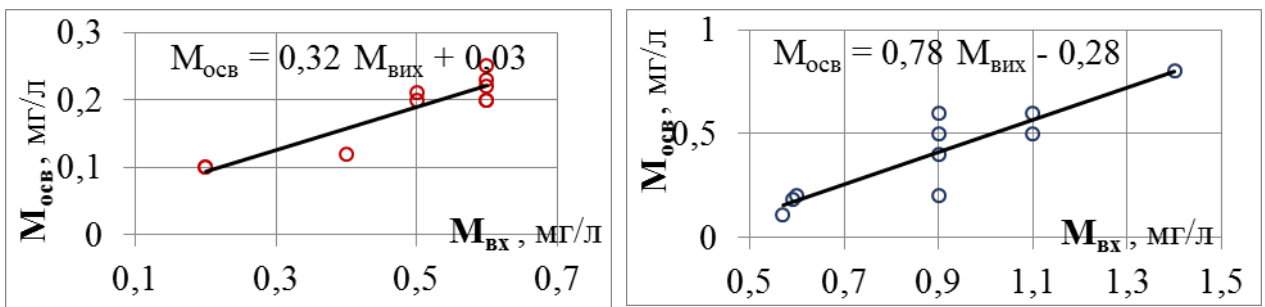


Рис. 2. Залежність каламутності освітленої води $M_{осв}$ від вхідної $M_{вх}$ для піску

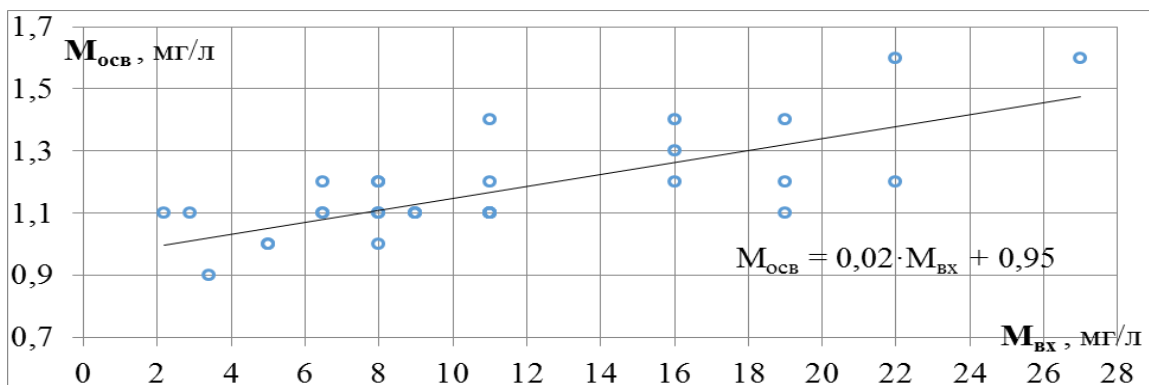


Рис. 3. Залежність каламутності освітленої води $M_{осв}$ від вхідної $M_{вх}$ для суглинку

ЛІТЕРАТУРА:

1. Кастальский А.А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения / А.А. Кастальский, Д.М. Минц. – М.: Высшая школа, 1962. – 558 с.
2. Клячко В.А. Очистка природных вод / В.А. Клячко, И.Э. Апельцин. – М.: Стройиздат, 1971. – 580 с.
3. Абрамов Н.Н. Водоснабжение: учебник для вузов / Н.Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1974. – 480 с.
4. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды / В.Ф. Кожин. – М.: Стройиздат, 1971. – 268 с.
5. Патент РФ № 2153384, кл. B01D21/08. Вертикальный отстойник // Журавлев В.Д., Журавлева И.В., Бабкин В.Ф., Алексеев М.И. – Воронежская государственная архитектурно-строительная академия, 2006.
6. Патент на винахід № 20162, кл. B01D21/02. Відстійник // Гіроль М.М., Кравченко Н.В. – власник патенту Н.В. Кравченко, 2000.
7. Патент РФ № 2087424, кл. C02F1/52. Устройство для очистки воды // Шишов С.Н. – владелец патента С.Н. Шишов, 2005.
8. Нечипор О. М. Лабораторні дослідження вертикальних відстійників з перегородкою / О.М. Нечипор // Наук.-техн. зб. «Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки» – К.: КНУБА. – 2005. – Вип. 4. – С. 125-133.

УДК 628.35

Олійник О. Я., Курганська С. М.
Інститут гідромеханіки НАН України
Айрапетян Т.С.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

АНАЛІЗ І ДЕЯКІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО РОЗРАХУНКУ КИСНЕВОГО РЕЖИМУ В АЕРОТЕНКАХ ПРИ ОЧИСТЦІ СТІЧНИХ ВОД ВІД ОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНЕНЬ ЗВАЖЕНИМ І ЗАКРІПЛЕНИМ БІОЦЕНОЗОМ

Питання та дослідження забезпечення киснем процесів аеробної біологічної очистки стічних вод розглядалось в аеротенках при вилученні органічних забруднень (ОЗ) зваженою біомасою мікроорганізмів (активним мулом). Вивчено фактори, які впливають на процеси надходження масопереносу кисню та проведені дослідження по вивченню особливостей переносу в забрудненій стічній воді [1–3]. Процеси забезпечення киснем (аерація) вважаються найбільш енергоємними і тому на практиці потребують значних фінансових затрат. При цьому досліджувались і враховувались можливі технологічні схеми подачі кисню та особливості його використання в аеротенках-змішувачах і аеротенках-витискувачах. В спорудах, в яких вилучення ОЗ відбувається закріпленим на елементах завантаження біомасою (біоплівкою) безпосередньо дослідження кисневого режиму проведені недостатньо і виконувались переважно при умовах, коли процес вилучення ОЗ біоплівкою не лімітується киснем, тобто забезпечений в достатній кількості і приймався без належного обґрунтування та підтримувався концентрацією близькою до концентрації насичення [4, 5]. Між іншим процеси забезпечення киснем мікроорганізмів в закріпленій біоплівці та завислих у вигляді

пластівців активного мулу дещо відрізняються, що потрібно враховувати при розрахунках споживання кисню та утилізації забруднень закріпленої та завислої біомаси. При цьому необхідно зазначити, що в реакторах із закріпленим біоценозом (біоплівкою) необхідна розрахункова концентрація в об'ємі рідини реактора, із якого поступає в біоплівку розчинений кисень, повинна складати не менше $C_a \geq 4,5-5$ мг/л. Тільки в цьому випадку можна забезпечити в об'ємі активної біоплівки (по її товщині) необхідну кількість кисню [6–8]. Тому ці особливості подачі та споживання кисню зокрема пов'язані з контролем проникнення кисню по товщині біоплівки повинні бути відзначені і враховані при обґрунтуванні та побудові відповідних математичних моделях [9–11].

В запропонованих технологічних схемах аеротенків передбачається влаштування завантаження із закріпленою біомасою по всій довжині аеротенка, або переважно на окремих ділянках, тобто аеротенк буде складатись із двох частин (реакторів), в одній із яких вилучення ОЗ відбувається за рахунок закріпленої біомасою на встановленому завантаженні, а в другій – за рахунок зваженої біомаси (активним мулом) і працює як звичайний аеротенк.