

**ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО
ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ДЕЗІНФЕКЦІЇ СТИЧНИХ ВОД**

Розглянуто ефективність використання ультрафіолетового випромінювання для дезінфекції стічних вод, переваги та недоліки установок, їх вартість та причини застосування. Наведено найсприятливіші умови використання та експлуатації основних елементів знезаражувальних реакторів – ламп низького та середнього тиску – для отримання якісної води, придатної для подальшого використання.

Ключові слова: дезінфекція стічних вод, ультрафіолетові випромінювання, довжина хвилі, знезараження, лампи низького та середнього тиску, ртутні лампи, контактний і безконтактний реактори, тентові ворота, зважені тверді частинки (TSS).

Актуальність теми. Дезінфекція вважається основним механізмом інактивації (руйнування) патогенних організмів для запобігання поширенню через воду захворювань, яка надходить до кінцевих споживачів і в навколишнє середовище. Зручним та економічно вигідним рішенням стало використання ультрафіолетових систем знезараження. Такі системи набули поширення через їх екологічну безпечність, швидкість процесу та якісне очищення стічних вод.

Постановка проблеми. Важливо адекватно оцінити стан стічних вод перед їх знезараженням для введення відповідного дезінфікуючого засобу, щоб забезпечити ефективність процесу та якість води. Ультрафіолетові (УФ) системи дезінфекції передають електромагнітну енергію з ртутної дугової лампи на генетичний матеріал організму (ДНК і РНК). Коли УФ-випромінювання проникає через клітинну стінку організму, руйнується здатність його клітин до розмноження, оскільки породжене електричним

⁴ © Першаков В.М., Леоненко А.П.

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (14) 2015

розрядом через пари ртуті, воно проникає в генетичний матеріал мікроорганізмів і затримує їх здатність до відтворення.

Ефективність системи УФ знезараження залежить від характеристик стічних вод, інтенсивності випромінювання, кількості часу, затраченого на вплив випромінювання на мікроорганізми. Як і для будь-якого процесу очищення, успіх дезінфекції безпосередньо пов'язаний з концентрацією колоїдних і твердих частинок у складі стічних вод. Розглянемо конфігурацію реактора, в якому відбувається процес дезінфекції. Основними компоненти системи УФ знезараження є ртутні дугові лампи, реактор і баласты. Джерелом УФ-випромінювання є дугова ртутна лампа середнього або низького тиску з низьким або високим рівнем інтенсивності. Оптимальна довжина хвилі ефективно знищує мікроорганізми, оскільки знаходиться в діапазоні від 250 до 270 нм (10^{-9} м). Випромінювання, що випускається лампою, розсіюється, тому в міру віддалення від лампи його інтенсивність збільшується.

Лампи низького тиску випромінюють в основному монохромні світлові хвилі з довжиною 253,7 нм. Стандартні довжини хвиль від низького тиску лампи 0,75 і 1,5 м з діаметром 1,5 - 2,0 см. Лампи середнього тиску зазвичай використовуються для великих об'єктів. Вони мають приблизно від 15 до 20 разів більшу бактерицидну УФ інтенсивність, ніж лампи низького тиску. Лампи середнього тиску дезінфікують швидше і мають більшу проникну здатність через їх більш високу інтенсивність. Тим не менше, ці лампи працюють при більш високих температурах з високим споживанням енергії.

Є два типи конфігурацій УФ знезаражувального реактора: контактний і безконтактний. В обох, контактному і безконтактному видах, стічні води можуть надходити або перпендикулярно або паралельно лампам. В контактному реакторі, серія ртутних ламп укладена в кварцовій рукаві, щоб звести до мінімуму їх охолодження.

На рис. 1 показано два УФ контактні реактори з підводних ламп, що розміщені паралельно і перпендикулярно напрямку потоку стічних вод.

Тентові ворота або греблі використовуються для контролю рівня стічних вод. В безконтактному реакторі дію УФ-лампи призупинено прозорою трубі, яка несе стічні води для дезінфекції. Ця конфігурація використовується не так часто, як контактний реактор. В обох типів реакторів баласты або блок управління забезпечують стартові напруги для ламп і підтримує постійний струм.

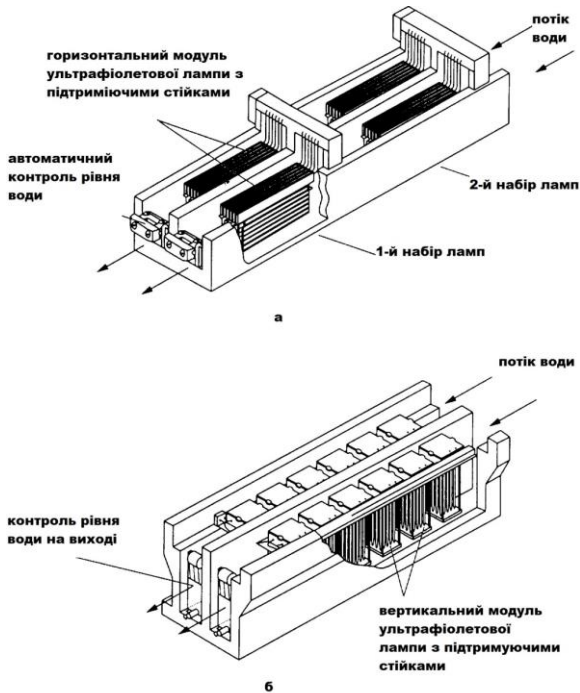


рис. 1. Ізометричний вид розрізу типової системи ультрафіолетової дезінфекції: а) система горизонтальних ламп, що розміщені паралельно потоку води; б) система вертикальних ламп, розміщених перпендикулярно до потоку води.

Переваги та недоліки.

Переваги:

- УФ дезінфекція є ефективним при інактивації більшості вірусів і спор.
- УФ дезінфекція - це фізичний процес, а не хімічний дезінфектант, який усуває необхідність створювати, обробляти, транспортувати або закупляти токсичні, небезпечні або їдкі хімікати.
- Процес не має залишкового ефекту, який може бути шкідливим для людини або водної флори і фауни.
- Ультрафіолетове знезараження є зручним для керування.
- УФ дезінфекція має більш короткий час контакту в порівнянні з іншими дезінфікуючими засобами. (Приблизно від 20 до 30 с. з лампи низького тиску).
- УФ дезінфекція потребує значно меншої кількості обладнання та простору, ніж інші методи.

Недоліки:

- Низька доза не може ефективно знищити деякі віруси і спори.
- Програма профілактичного обслуговування є необхідно умовою для контролю забруднення трубок.
- Каламутність і велика кількість зважених твердих частинок (TSS) в стічних водах може зробити УФ дезінфекцію неефективною. УФ дезінфекція з лампами низького тиску не настільки ефективна для вторинної очистки стічних вод з рівнем TSS вище 30 мг / л.
- УФ дезінфекція не так економічно ефективна, ніж хлорування, але витрати є конкурентоспроможними.

Застосування. При виборі системи ультрафіолетового знезараження, є три критичні області, які повинні бути розглянуті. По-перше, потреба визначається заводом-виробником; по-друге, визначається потреба відповідно до проекту, експлуатації та

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (14) 2015

обслуговування; і по-третє, процес знезараження повинен бути підконтрольним.

Вибір системи дезінфекції УФ залежить від трьох критичних чинників:

- Гідравлічні властивості реактора: в ідеалі, система ультрафіолетового знезараження повинна мати рівномірний потік з достатнім рухом осьової (радіальне змішання), щоб максимізувати вплив УФ випромінювання. Шлях, який організм проходить в реакторі визначає кількість УФ випромінювання, на якому він буде піддаватися інактивації. Реактор повинен бути влаштований таким чином, щоб усунути коротке замикання або мертві зони, що може призвести до неефективного використання потужності і зменшення часу контакту.

- Інтенсивність УФ-випромінювання: фактори, що впливають на інтенсивність – це вік лампи, конфігурація та розміщення ламп в реакторі.

- Характеристики стічних вод: до них відносяться кількість зважених і колоїдних, а також твердих речовин, початкова бактеріальна щільність, а також інші фізичні та хімічні параметри. Обидві концентрації TSS і концентрації твердих частинок, пов'язані з кількістю мікроорганізмів, що в них містяться.

Витрати. Вартість системи дезінфекції ультрафіолетовими лампами залежить від виробника, потужності станції і характеристики стічних вод для дезінфекції. Загальні витрати на УФ-дезінфекцію можуть конкурувати з хлоруванням. Щорічні експлуатаційні витрати на УФ-дезінфекцію включають споживання електроенергії; очисні хімікати і витратні матеріали; різне ремонтне обладнання (2,5% від загальної вартості обладнання); заміна ламп, баластів і рукавів; і потреби в персоналі. Витрати знизилися в останні роки через поліпшення в лампових і системних проектах, збільшення конкуренції, вдосконалення систем та їх надійності.

Висновки. Використання ультрафіолетового випромінювання для дезінфекції води є не тільки ефективним, а й екологічним методом. Ці установки широко використовуються у США і як показує їх досвід, застосування знезараження такого типу себе виправдовує з економічної та ергономічної точки зору. Оскільки конфігурації систем постійно вдосконалюються, цей спосіб є досить перспективним та конкурентоспроможним. Перехід до таких систем дозволить покращити якість очищення стічних вод, зменшить кількість етапів їх наступного очищення не завдаючи шкоди навколишньому середовищу.

Література

1. Crites, R. and G. Tchobanoglous. Small and Decentralized Wastewater Management Systems. The McGraw-Hill Companies. New York. 2005/ Крайтс Р., Г. Чобаноглас. Малі та децентралізовані системи очищення стічних вод. Нью-Йорк, 2005.
2. Darby, J.; M. Heath; J. Jacangelo; F. Loge; P. Swaim; and G. Tchobanoglous. 1995. Comparison of UV Irradiation to Chlorination: Guidance for Achieving Optimal UV Performance. Water Environment Research Foundation. Alexandria, Virginia / Дарбі, Г. М. Хіт; Ф. Лоре; П. Свайм. Порівняння УФ випромінювання та хлорування: керівництво по досягненню оптимальної продуктивності очищення води. Вплив на навколишнє середовище. Олександрія, Вірджинія., 2008.
3. U.S. EPA. 2010. Ultraviolet Disinfection: Special Evaluation Project. EPA Region Chicago, Illinois. / США EPA. Ультрафіолетове знезараження: спеціальний проект для ознайомлення. EPA, регіон 5. Чикаго, Іллінойс., 2010.

Abstract

Considered efficiency of UV disinfection for wastewater, advantages and disadvantages of plants, their costs and the reasons for the application. Shows optimum use and operation of the main elements decontamination reactors - lamps low and medium pressure - for high quality water suitable for reuse.

Keywords: wastewater disinfection, ultraviolet radiation, wavelength, disinfection lamps of low and medium pressure mercury lamps, contact and contactless reactors tent gates, suspended solids (TSS).

Анотація

Рассмотрена эффективность использования ультрафиолетового излучения для дезинфекции сточных вод, преимущества и недостатки установок, их стоимость и причины применения. Приведены благоприятные условия использования и эксплуатации основных элементов обеззараживающих реакторов - ламп низкого и среднего давления - для получения качественной воды, пригодной для дальнейшего использования.

Ключевые слова: дезинфекция сточных вод, ультрафиолетовое излучение, длина волны, обеззараживания, лампы низкого и среднего давления, ртутные лампы, контактный и бесконтактный реакторы, тентовые ворота, взвешенные твердые частицы (TSS).

Стаття надійшла до редакції у квітні 2015р.

УДК 656.13

Степанчук О.В.⁵, к.т.н., доц., НАУ

**ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВУЛИЧНО-
ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ МІСТА**

Проведений аналіз основних факторів, що впливають на особливості функціонування вулично-дорожньої мережі міст, а також охарактеризовані показники надійності її експлуатації.

Ключові слова: вулично-дорожня мережа, міський рух, інтенсивність руху, пропускна спроможність, транспортний потік.

Актуальність проблеми. На сьогоднішній день при інтенсивно зростаючій кількості автомобільного транспорту гостро постала проблема підвищення ефективності функціонування транспортних систем міст України. Підвищення ефективності роботи транспортних засобів у міському середовищі базується на

⁵ © Степанчук О.В.