

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ВОДИ УЛЬТРАФІОЛЕТОВИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Сметаніна А.В., студентка 2 року магістратури
(Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця)

The work reasonably promising application of the method of wastewater disinfection by ultraviolet irradiation

Джерелом води для обслуговування споживачів Харкова є Сіверський Донець. Спочатку обробки вода з річки поступає у водозабірний ківш, у якому розташований водозабірний оголовок зі встановленими в ньому решітками. Далі з водозабірної оголовка вода по двом самопливним лініям поступає в водоприймальний колодязь з плоскими сітками. Потім вода з колодязя по чотирьом трубопроводам поступає на насоси. Далі вода потрапляє у камеру переключення, а потім вода подається на очисні споруди. На очисних спорудах відбувається знезараження і очистка води. Технологічний процес очистки води включає: первинне хлорування, коагулювання, змішування, відстоювання, фільтрування і вторинне хлорування. Прийняте компонування очисних споруд забезпечує неперервний самоплив з міста надходження її на споруди і до її виходу з них. Разом з тим, при розгляді існуючої технології можна виділити проблему, пов'язану з недостатньою якістю води, оскільки, проходячи через обробку хлором, вода набуває хлорний запах і не досить підходить для вживання її в якості питної води. До того ж робота з хлорним господарством досить небезпечна, бо балони з хлором вибухонебезпечні та легкозаймисті, а сам зріджений газ надзвичайно отруйний. При цьому, якщо в воду потрапить хлору більше ніж норма, вода стане отруйною. Тому необхідно розробити заходи, щодо заміни обробки хлором на менш отруйну обробку, але з такими ж очисними властивостями.

Одним із важливих заходів є заміна обробки хлором на обробку за допомогою ультрафіолетового випромінювання.

Жорстке короткохвильове ультрафіолетове випромінювання, що входить до складу сонячного спектра, є смертельно небезпечним для всіх форм життя на нашій планеті. На щастя, 90% падаючого на Землю ультрафіолету поглинається озоновим шаром атмосфери і - набагато менша кількість - водяною парою, киснем і вуглекислим газом.

Згубний вплив УФ-променів відкрили в ХІХ-му столітті. Перші спроби використовувати ультрафіолетове знезараження води були зроблені на початку ХХ-го століття – на тлі загального зростання винаходів, вівся активно і пошук нових способів знезараження води ультрафіолетом. Пізніше, з розвитком генетики, бактерицидні властивості ультрафіолету отримали пояснення: ультрафіолет руйнує ДНК, РНК і клітинні мембрани мікроорганізмів, що робить неможливим їх розмноження.

Деякі методи очищення та знезараження питної води (наприклад,

хлорування) можуть зажадати після себе доочистки (наприклад, дехлорирування на вугіллі). У цій ситуації важливо, що ультрафіолет не чинить ніякого залишкового негативного впливу на органолептичні властивості води, тому після УФ-стерилізації питна вода не потребує додаткової обробки.

Складність пристрою системи знезараження води залежить від ефективності використовуваних методів і обладнання. Для УФ-методу не існує обмеження верхнього порогу дози опромінення. Тобто, при збільшенні ступеня забруднення води можна просто збільшити потужність УФ-випромінювача, не ускладнюючи систему новим обладнанням.

Екологічна чистота, відносно низькі експлуатаційні витрати і висока ефективність зробили метод УФ-знезараження затребуваним в самих різних областях, де потрібна висока якість і безпечність води: житлові і промислові об'єкти, харчове виробництво, медичні установи.

УФ-знезараження стічних вод отримало широке поширення не тільки через свою високу ефективність, але й з причини порівняно низьких витрат на устаткування і його експлуатацію. Конструктивна простота УФ-знезаражувачі забезпечує йому тривалу роботу без поломок. Установки для хлорування прості за конструкцією і недорогі, проте хлоромістні речовини отруйні.

Ультрафільтрація – це порівняно новий процес, який полягає в тому, що рідина «продавлюється» через напівпроникну мембрану при відносно низькому тиску або під вакуумом. Традиційно використовувані методи відстоювання і фільтрування для попередньої підготовки в промисловості та отримання питної води в комунальному господарстві в даний час не забезпечують високу технологічну та санітарну надійність. Введення додаткових стадій очищення (озонування, сорбція активованим вугіллям та ін.) призводить до збільшення експлуатаційних витрат і, відповідно, собівартості очищеної води.

Ультрафільтрація води – це максимально ефективний спосіб очищення циркулюючої в системі рідини від всіляких білкових і нерозчинних тонкодисперсних домішок. Крім того, ультрафільтрація дозволяє видаляти з води органічні сполуки і різні види бактерій; затримує зважені речовини, мікроорганізми, водорослі, бактерії і віруси, значно знижує мутність. Так само вона ефективно зменшує окислюваність і кольоровість води. Ультрафільтрація замінює відстоювання, осадження і мікрофільтрацію. Ультрафільтрація води – це метод очищення, який заснований на тому, що вода проходить через спеціальний фільтр (мембрану). Очищена вода проходить назовні, через мембрану, а всі забруднення затримуються всередині (рис. 1).



Рис. 1. Принцип роботи ультрафільтрації

Установка ультрафільтрації води є конструкція, що складається з окремих мембранних модулів через які проходить рідина. Від кількості і типорозміру модулів залежить продуктивність установки (рис. 2).

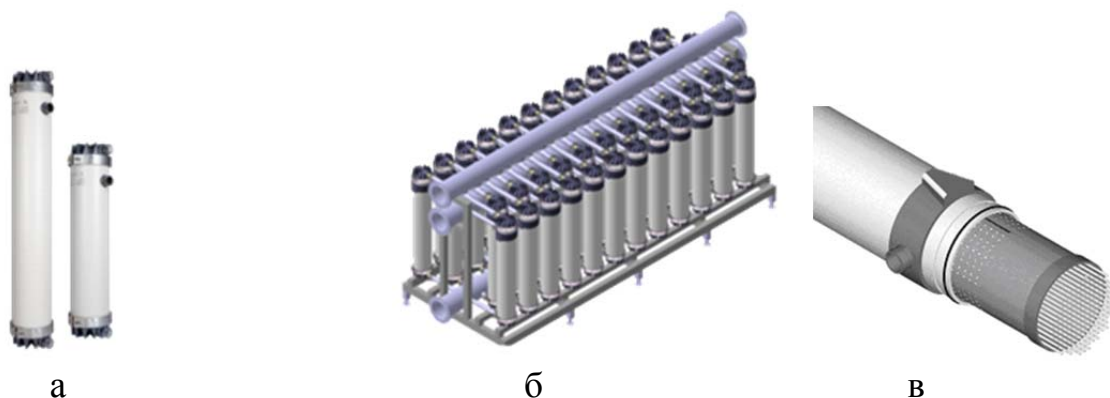


Рис. 2. Модуль (а), установка (б) і волокна модуля (в) ультрафільтрації

Модуль ультрафільтрації води складається з тонких багатоканальних волокон (рис. 2,в). Волокна виготовляються з модифікованого поліестерсульфону. Таких волокон в модулі десятки тисяч. Їх розмір 0,02 мкм. При проходженні води через модуль чиста вода проходить назовні, а забруднення не проходять через пори волокон (рис. 3,а) і залишаються всередині.

У робочому режимі фільтрування вода проходить з внутрішньої сторони волокон назовні (рис. 3,б,в). Переваги ультрафільтрації: ефективна фільтрація води (фільтрація при робочому тиску до 4 атм.); знижена кількість використовуваних реагентів; проста автоматизація; повне видалення зважених речовин; дезінфекція (видалення 99,99% бактерій і вірусів); освітлення води (зниження каламутності та кольоровості води); ультратонке очищення води (ступінь фільтрації 0,02 мікрон). Ультрафіолетове знезараження стічних вод використовується в господарсько-побутової, комунально-міський та промислових сферах. Знезараження стічних вод ультрафіолетом ефективно знищує практично всі види бактерій і вірусів.

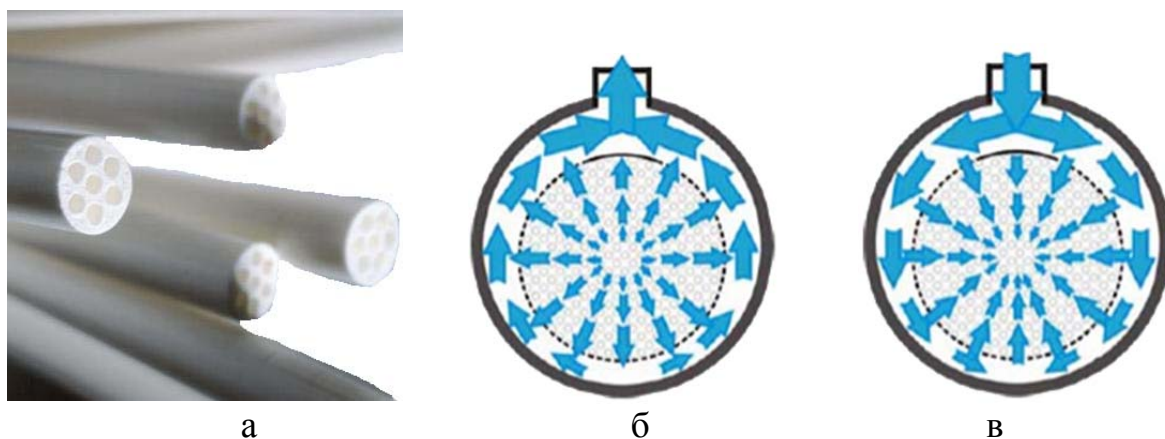


Рис. 3. Пори волокон модуля ультрафільтрації (а), поперечний переріз – режим фільтрування (б) і режим зворотного промивання (в)

УФ-знезараження стічних вод отримало широке поширення не тільки через свою високу ефективність, але й з причини порівняно низьких витрат на устаткування і його експлуатацію. Конструктивна простота УФ-знезаражувачів забезпечує йому тривалу роботу без поломок.

Для оцінювання собівартості процесу знезараження стічних вод необхідно оцінити питомі витрати, які необхідно понести для здійснення знезараження 1 м³ стоків. Згідно з діючими нормами витрата хлору для знезараження 1 дм³ стічних вод становлять 10 мг активного хлору. Тобто питома витрата активного хлору для знезараження 1 м³ стоків складають 10 г/м³. Враховуючи, що ціна 1 тонни хлору становить 6500 грн. Вартість хлору, який необхідно затратити для знезараження 1 м³ стоків, складе 0,065 грн/м³.

При знезараженні стічних вод ультрафіолетовим опроміненням основними факторами, які впливають на собівартість процесу знезараження, є питомі витрати електроенергії, ресурс УФ-ламп, їх вартість і витрати, пов'язані з безпосередньою експлуатацією УФ-обладнання. Враховуючи, що питомі витрати електроенергії для знезараження 1 м³ попередньо очищених стоків складають від 20 до 30 Вт/м³, вартість витраченої на знезараження 1 м³ стічних вод електроенергії складе 0,024 – 0,036 грн/м³. Враховуючи ціни на УФ-лампи, їх ресурс (9000 – 16000 годин), а також середню питому продуктивність УФ-ламп, яка при знезараженні очищених стічних вод складає 0,04 – 0,05 м³/(Вт·год.), стає можливим оцінити питому вартість УФ-ламп, яка становить 0,017 – 0,024 грн/м³. Також враховуючи, що сучасні УФ-установки практично не вимагають обслуговування, експлуатаційними витратами, які пов'язані з їх технічним обслуговуванням, можна знехтувати.

Підраховуючи питомі витрати, пов'язані з витратами на використовувану електроенергію і закупівлю УФ-ламп, можна зробити висновок, що питомі витрати на УФ-знезараження попередньо очищених стічних вод становлять 0,041 грн/м³, що практично збігається з питомими витратами знезараження очищених стічних вод хлором. Отже, враховуючи екологічні, експлуатаційні та економічні аспекти знезараження стічних вод різними методами можна зробити висновок про перспективність застосуванні методу знезараження стічних вод ультрафіолетовим опроміненням.

Науковий керівник докт. техн. наук Новіков Ф.В.