

Перспективність застосування УФ опромінення для знезараження питної води на об'єктах комунального господарства.

Виробничо – практичний журнал «Водопостачання та водовідведення» - №1/13 – 2013 - С.22 – 26

С. М. Шаляпін

член – кор. Інженерної Академії України, Харківська електротехнічна компанія, ТОВ

На сьогоднішній день в практиці водопостачання широко застосовуються три метода знезараження води: хлорування, озонування та опромінення води короткохвильовими ультрафіолетовими (УФ) променями. Безумовно, всі три метода забезпечують високу ефективність дезінфекції питної води. Але кожен метод має як свої переваги, так і свої недоліки. Так широко застосовуваний метод дезінфекції води за допомогою хлору приводить до отруєння води токсичними речовинами. Метод обробки питної води озоном виявляється дуже дорогим і складним в експлуатації. Метод знезараження води за допомогою ультрафіолетового опромінення не забезпечує так звану «бактерицидну післядію». Тобто вода, яка була знезаражена УФ променями, при транспортуванні на *значну відстань* по зношених трубопроводах, *може бути* вдруге забруднена мікроорганізмами, які попадають в порожнину трубопроводів через нещільності водопровідної арматури або через тріщини в стінках цих трубопроводів.

Одним з найбільш доцільних рішень цієї проблеми є застосування комбінованого метода знезараження питної води за рахунок спільної дії УФ опромінення і гіпохлориту натрію (УФ + NaOCl). Знезараження води здійснюється за рахунок її УФ опромінювання, а гіпохлорит натрію використовується для створення бактерицидної післядії, тобто для консервування питної води. Застосування такого комбінованого методу знезараження води дозволяє не тільки знешкодити бактерії і віруси, які знаходяться у питній воді, але і забезпечити надійний санітарний бар'єр від вторинного мікробіологічного забруднення води при її транспортуванні по зношених трубопроводах. При такому методі знезараження води концентрація гіпохлориту натрію, який вводять у воду, може бути зменшена у кілька разів, що істотно покращує органолептичні показники води і робить питну воду безпечною для подальшого вживання.

Вибір типу УФ установок для знезаражування питної води.

Для знезараження води використовуються два типи УФ установок. До першого з них відносяться установки з УФ лампами середнього тиску з широким спектром випромінювання (наприклад, з лампами ДРТ, ДРТБ, НОК та інші). Ці УФ лампи характеризуються високою інтенсивністю випромінювання, що дозволяє робити компактні знезаражуючі установки з великою продуктивністю. Але вони мають відносно невеликий ресурс роботи, який складає 2000 – 3500 годин, та низький вихід бактерицидної енергії (коефіцієнт перетворення електричної енергії в бактерицидну складає 4 – 7%). Ці УФ установки споживають відносно

велику кількість електроенергії, питомі витрати якої складають 20 – 40 Вт/м³ знезараженої води.



Рис.1. УФ установка з УФ лампами середнього тиску. Продуктивність 200 м³/годину, потужність 8 кВт. Питомі витрати електроенергії – 40 Вт/м³. Насосна станція «Ленінська», КП «Кривбасводопостач», м. Кривий Ріг.

До другого типу УФ установок, які широко використовуються для знезараження питної води, відносяться установки з ультрафіолетовими лампами низького тиску, (так звані бактерицидні лампи ДБ, ДРБ, LTC, HNS, TUV та інші), які випромінюють в основному на довжині хвилі 253,7 нм. УФ лампи низького тиску мають меншу інтенсивність випромінювання, однак їх коефіцієнт перевтілення електричної енергії в бактерицидну складає 35 – 40%. Питомі витрати електроенергії для знезараження води складають 4 – 10 Вт/м³. Що робить використання УФ ламп низького тиску в установках для знезаражування питної води економічно більш доцільним. Крім того, ресурс УФ ламп низького тиску складає від 8000 до 9000 годин роботи. До окремої категорії можна віднести амальгамні УФ лампи низького тиску типу GPHNA та GPHNVA, ресурс яких перевищує 16 000 годин.

Використання в установках знезаражування питної води того або іншого типу УФ ламп обумовлено у першу чергу економічними, ресурсними та габаритними показниками. Так, у випадку коли необхідно вибрати УФ установку з малими габаритами та великою продуктивністю використовують УФ установки з лампами середнього тиску. Коли необхідно проводити знезаражування води з малими витратами енергії, а габарити УФ установки не мають особливого значення, використовують установку з УФ лампами низького тиску. *Питомі витрати електричної енергії для УФ установок з лампами низького тиску в 3 – 5 разів менше ніж у УФ установок з лампами середнього тиску.*



Рис. 2. УФ установка з лампами низького тиску та вбудованою автоматичною системою очищення кварцових чохлаів. Продуктивність 10 м³/годину, потужність 0,12 кВт. Питомі витрати електроенергії – 12 Вт/м³.

Слід зауважити, що ефективність знезараження води залежить від спектральних характеристик УФ ламп (рис. 3), кількості бактерицидної енергії, яка поглинута водою, тобто від величини дози УФ опромінювання (рис. 4) та від коефіцієнту поглинання водою УФ випромінювання α .

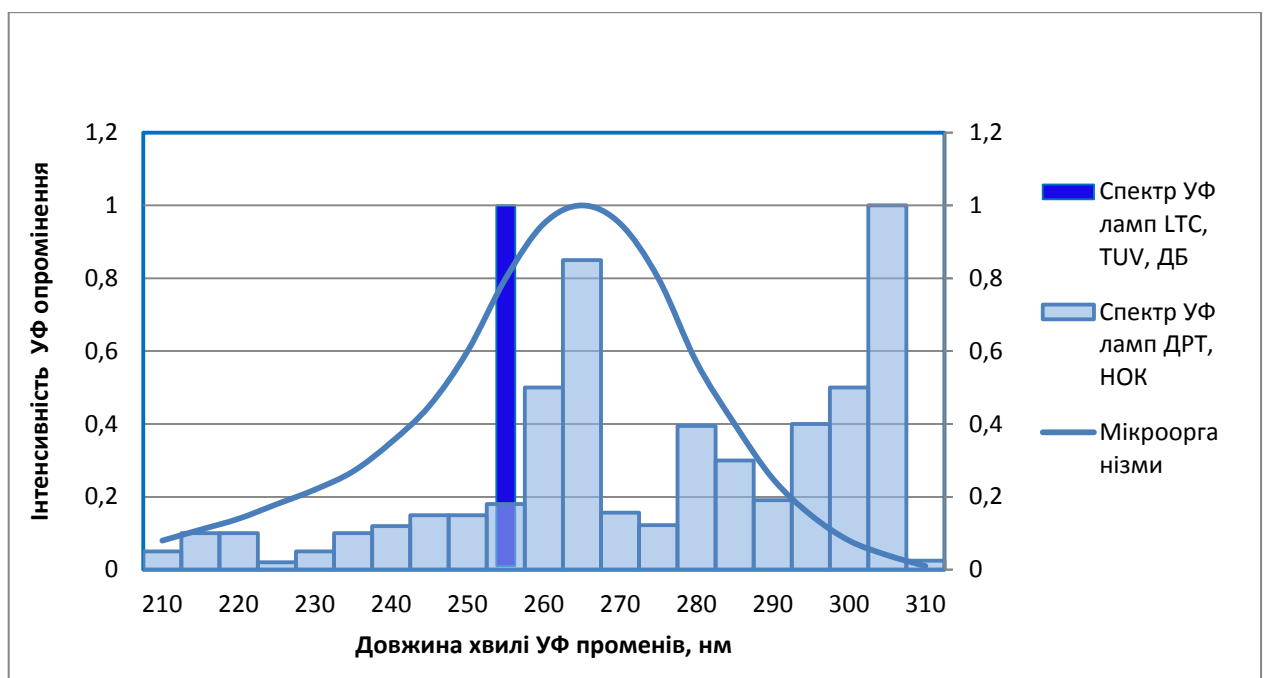


Рис. 3. Чутливість мікроорганізмів до дії УФ променів в залежності від довжини хвилі випромінювання.

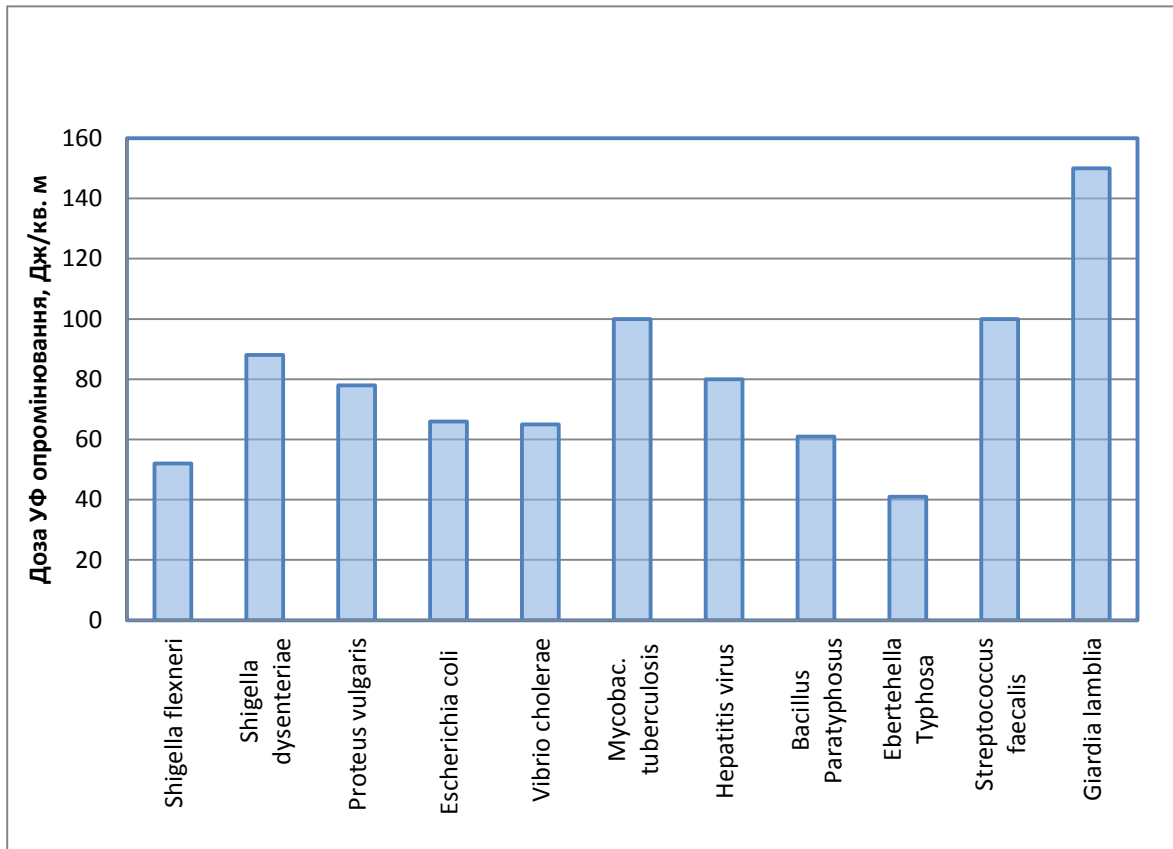


Рис. 4. Чутливість деяких мікроорганізмів до дії УФ променів в залежності від дози УФ опромінювання. Ефективність знезараження 99,9% [1].

Як можна бачити, для знезараження практично всіх патогенних мікроорганізмів величина дози УФ опромінювання не повинна бути меншою 150 Дж/м². На практиці для забезпечення надійного знезараження питної води дозу УФ опромінювання вибирають рівною 250 Дж/м² [2]. Така величина УФ дози забезпечує ефективне пригнічення життєдіяльності всіх наявних у питній воді бактерій, вірусів і найпростіших мікроорганізмів та робить воду безпечною для подальшого вживання.

Слід зауважити, що величина УФ дози залежить від прозорості води в УФ діапазоні. Тому при виборі УФ установки необхідно звертати увагу на поглинання водою УФ променів (величину коефіцієнту поглинання) або на прозорість води в УФ діапазоні. Величина УФ дози суттєво змінюється при проходженні УФ променів через шар води завтовшки h :

$$D = D_0 \cdot \exp(-\alpha \cdot h),$$

де D_0 – величина дози УФ опромінювання ($D = E \cdot t$) до проходження шару води завтовшки h (см);

α – коефіцієнт поглинання УФ променів (см⁻¹);

E – інтенсивність УФ випромінювання, яке падає на поверхню шару води, Вт/м²;

t – тривалість опромінювання води, с.

Величина коефіцієнта поглинання α *приблизно* складає [3]:

- для чистої артезіанської води $\alpha = 0,05 - 0,1 \text{ см}^{-1}$;
- для води з джерел та колодязів $\alpha = 0,15 \text{ см}^{-1}$;
- для води з поверхневих джерел після її очищення на фільтрах $\alpha = 0,25 \text{ см}^{-1}$;
- для неочищеної води з річок $\alpha = 0,35 - 0,5 \text{ см}^{-1}$.

У технічних параметрах УФ установок для знезаражування води повинно бути вказано якому коефіцієнту поглинання α (або якій прозорості води $A = (1 - \alpha) \cdot 100\%$) відповідає вказана УФ доза. Тобто при виборі УФ установки слід звертати увагу на те, якому коефіцієнту поглинання відповідає вказана УФ доза. Наприклад, коли величина УФ дози, яку забезпечують УФ установка, відповідає прозорості 90 – 95% (коефіцієнту поглинання $\alpha = 0,1 - 0,05 \text{ см}^{-1}$), то таку установку можна використовувати тільки для знезаражування чистої води з артезіанських джерел, або питної води яка пройшла глибоке очищення на фільтрах зворотного осмосу, або при використанні такої УФ установки необхідно зменшити проток води через її камеру знезаражування.

Конструктивні особливості УФ установок для знезараження питної води.

УФ установки для знезараження питної води складаються з камери знезаражування та шафи управління. Камера знезаражування, як правило, має циліндричний корпус, до якого приварені вхідний та вихідний патрубки, через які забезпечується надходження води до камери знезараження та виток з неї знезараженої води. Корпус камери знезаражування виконується з нержавіючої сталі. На зовнішній поверхні камери знезаражування можуть розташуватись датчики контролю основних параметрів УФ установки, які забезпечують її надійну експлуатацію. Наприклад, датчик контролю інтенсивності УФ випромінювання, датчик наявності води у камері знезаражування, датчик температури води. Крім того на корпусі камери знезаражування можуть бути розташовані клапан для випуску повітря, патрубки для відбору проб води та ін. В порожнині камери знезаражування розташовуються бактерицидні УФ лампи, які для забезпечення нормальних умов роботи УФ ламп та виключення прямого контакту з водою поміщені в трубчаті чохла з спеціального кварцового скла. Крім того в порожнині камери знезаражування може бути розташований механізм очищення кварцових чохла. Цей механізм забезпечує очищення зовнішньої поверхні кварцових чохла від налипання на них органічних та мінеральних речовин, які утворюють щільну плівку. Ця плівка сильно поглинає УФ випромінювання, в результаті чого різко знижується ефективність знезаражування води. В деяких УФ установках замість механізму очищення кварцових чохла застосовується зовнішній блок промивки, який забезпечує очищення кварцових чохла шляхом їх промивання спеціальними розчинами.

Живлення УФ ламп та управління роботою УФ установки, як правило, здійснюється за допомогою шафи управління.

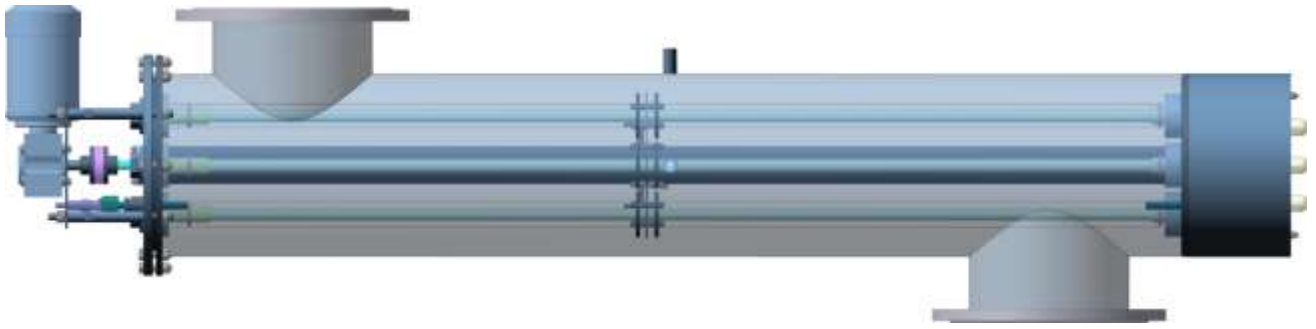


Рис. 5. Камера знезаражування з вбудованою автоматичною системою очищення кварцових чохлів з електричним приводом.

Метод знезараження води, який засновано на дії УФ випромінювання, вже довів на практиці свою високу ефективність. Він може застосовуватись як самостійно, так і спільно з консервантом, наприклад з гіпохлоритом натрію. Так, на насосних станціях снятинського, красилівського, надвірнянського та інших водоканалів для знезараження води використовується метод знезаражування води за допомогою УФ випромінювання. На станції водопостачання у м. Вознесеньк (Миколаївська обл.) дня знезараження питної води вже кілька років успішно використовуються УФ установки, продуктивністю понад 200 м³/годину, які знезаражують воду за допомогою спільної дії УФ випромінювання і гіпохлориту натрію.

Використання в УФ установках новітніх енергозберігаючих бактерицидних ламп низького тиску з великим ресурсом роботи, дозволяє знизити собівартість знезараження 1000 м³ питної води до 10 – 20 гривень, що робить застосування технології УФ знезараження води доцільним та економічно обґрунтованим.

Знезараження води за допомогою ультрафіолетового опромінювання дозволяє не тільки забезпечити високу ефективність знищення присутніх у воді бактерій і вірусів, але і виключити забруднення питної води токсичними хлорорганічними сполуками, які утворюються при знезараженні води хлором. Інститут гігієни та медичної екології АМН України ім. О. М. Марзєєва вважає доцільним впровадження технології УФ знезараження як альтернативного метода знезаражування питної води з метою підвищення її безпеки та якості.

Метод УФ знезараження питних та стічних вод рекомендовано Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово – комунального господарства України до широкого застосування на об'єктах водопостачання та водовідведення.

Література.

1. А. Л. Вассерман. Ультрафиолетовые бактерицидные установки для обеззараживания воздушной среды помещений. Новости светотехники. Вып. 8 (20) под. ред. Ю. Б. Айзенберга. М.: Дом света, 1999.
2. МУ 2.1.4.719-98. Методические указания по применению УФ обеззараживания в технологии подготовки питьевой воды. Минздрав РФ.
3. В. Ф. Соколов. Обеззараживание воды бактерицидными лучами. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. – М.: Изд. Литературы по строительству, 1964.