

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2021-43-22>

УДК 614.7

Савченко Людмила Григорівна, кандидат історичних наук доцент
<https://orcid.org/0000-0002-7689-4982>**Савченко Василь Миколайович**, кандидат технічних наук, доцент,
<https://orcid.org/0000-0002-0921-1424>**Міненко Сергій Вікторович**, кандидат технічних наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0003-0327-0017>

Поліський національний університет, м.Житомир

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ СТІЧНИХ ВОД

Савченко Л. Г., Савченко В. М, Міненко С. В. Використання сучасних електротехнічних засобів та способів УФ знезараження стічних вод. Вагомою проблемою у галузі водопідготовки є якісна обробка стічних вод. Ультрафіолетове бактерицидне випромінювання вже більше 20 років широко застосовується для знезараження води. Нині УФ-технології динамічно впроваджуються в різні сфери сільського господарства, промисловості, медицини. Ознайомлення фахівців із можливостями використання сучасних електротехнічних засобів для знезараження стічних вод визначено метою статті. Автор, у статті детально описує технології та конкретні електротехнічні вироби для знезараження стічних вод.

Ключові слова: знезараження, електротехнічні методи й способи, УФ-обробка, стічні води.

Савченко Л. Г., Савченко В. М, Міненко С. В. Применение современных электротехнических средств и способов УФ- обезвреживания сточных вод. Весомой проблемой в области водоподготовки является качественная обработка сточных вод. Ультрафиолетовое бактерицидное излучение уже более 20 лет широко применяется для обеззараживания воды. Сейчас УФ-технологии динамично внедряются в различные сферы сельского хозяйства, промышленности, медицины. Ознакомление специалистов с возможностями использования современных электротехнических средств для обеззараживания сточных вод определено целью статьи. Автор, в статье подробно описывает технологии и конкретные электротехнические изделия для обеззараживания сточных вод.

Ключевые слова: Ключевые слова: обеззараживание, электротехнические методы и способы, УФ-обработка, сточные воды

Savchenko Liudmyla, Savchenko Vasyl, Minenko Serhii. The use of modern electrical equipment and methods of ultraviolet wastewater disposal. A significant problem in the field of water treatment is high-quality wastewater treatment. Ultraviolet bactericidal radiation has been widely used for water disinfection for more than 20 years. Now UV technologies are being dynamically implemented in various areas of agriculture, industry, and medicine. Familiarization of specialists with the possibilities of using modern electrical means for wastewater disinfection is determined by the purpose of the article. The author, in the article, describes in detail technologies and specific electrical products for wastewater disinfection.

Key words: neutralization, electrical methods and methods, UV treatment, waste water.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Вагомою проблемою у галузі водопідготовки є якісна обробка стічних вод. Усі забруднені води очищаються різними методами, залежно від тих або інших забруднювачів; стічні ж Застосування сучасного методу ультрафіолетового очищення (УФ-очищення), найбільш ефективно із висвітлених у літературі нині. Останній, значно відрізняється від традиційних методів очищення - хлору або озону. Нині відомі ефективні установки, що створюють УФ-випромінювання різного ступеня інтенсивності. Останні придатні для очищення різноманітних джерел біологічного забруднення стічних вод.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні методи знезараження стічних вод детально досліджував Іванько О. М. [4; 5]. Ми погоджуємося із автором, що проблема охорони джерел централізованого господарсько-питного водопостачання від забруднення, зокрема поверхневих водойм та підземних джерел, є вагомою дилемою, адже потреба населення в достатній кількості питної води придатної для вживання є спряженою із існування людини на планеті загалом [4]. Костюченко С. В. та ін. наголошують про ефективність УФ-знезараження щодо найширшого спектра мікробіологічних забруднювачів, так як у клітин немає механізму, який би гарантовано захищав їх від бактерицидного випромінювання. Важливо відзначити, що різноманітні мікроорганізми володіють різною чутливістю до УФ-впливу і також, що в світовій практиці використовується поняття-термін «поверхнева бактерицидна доза» або «флуенс» для знезараження води у об'ємі. Воробйов Є.О, наголошує, що знезараження вод яке здійснюється в основному хлором, є високотоксичним фактором по відношенню до рибного господарства і всього біоценозу водоймищ [1] І також при виборі УФ

устаткування важливим є визначення ефективної дози УФ випромінювання, достатньої для знезараження конкретних стічних вод до мікробіологічних показників якості, які чітко встановлені нормативами СанПіН 2.1.5.980-00 «Гігієнічні вимоги до охорони поверхневих вод» [1]. Ультрафіолетові установки для знезараження стічних вод та шляхи їх вдосконалення, а саме пошук заміни сполук хлору в практиці водовідведення на більш екологічні знезаражувальні способи здійснили Елоян С. М., та ін. [2; 3]. Авторами доведено, що використання для знезараження стічних вод технології та сучасного обладнання для ультрафіолетового (УФ) опромінювання забезпечує високу ефективність, достатньо низьку собівартість та характеризується значним рівнем екологічної безпеки [2]. Про важливість гігієнічної оцінки ефективності знезараження осадів стічних вод промислового міста за санітарно-вірусологічними, санітарно-мікробіологічними та санітарно-паразитологічними критеріями стверджує Крамарьова Ю. С [6]. Досліджувані автором існуючі технології очищення стоків на станціях аерації м. Дніпра на її думку є недосконалими, адже відсутні важливі етапи очищення стічних вод, а останнє у свою чергу сприяє стрімкому зростанню об'ємів осадів міських стічних вод, підвищенню їх епідемічної небезпеки та значно знижує техніко-економічні показники очисних споруд [6]. Здійснено декілька повторюваних експериментів, останні продемонстрували, що застосування НВЧ дозволяє знизити рівень споруутворюючої флори у стічній рідині більш ніж у три рази, а загальну мікробну контамінацію більш ніж на три порядки, при зниженні вмісту коліформних бактерій та колифагів на два порядки [7]. Водночас при використанні даного методу знезараження Левковська В.Ю. рекомендує враховувати відносно невелику продуктивність досліджуваного методу який є придатним переважно для знезараження невеликих обсягів стічних вод, таких як, наприклад, водовідведення у лікувально-профілактичних установах [7]. Відомо, що проблема енергопостачання каналізаційних очисних споруд, є надзвичайно актуальною для підвищення екологічної надійності та ефективної роботи каналізаційних очисних споруд. Штонда І.Ю. вважає, що забезпечення необхідної кількості електроенергії для ефективного знезараження стічних вод, при комплексному використанні вітроенергетичних установок і сонячних електростанцій, дозволить повністю забезпечити електроенергією роботу обладнання для знезараження очищених стічних вод [12]. Нині гостро постало питання відмови від хлорування стічних вод при їх очищенні. Відповідно використання ефективних технологій, зокрема, застосування УФ опромінювання для стійкого знезараження дозволить ефективно дезінфікувати очищені стічні води. У зв'язку з цим, вважаємо за доцільне розглянути більш детально охарактеризувати використання сучасних електротехнічних засобів і способів ультрафіолетового знезараження стічних вод з метою виявлення найбільш поширених проблемних питань, що виникають на практиці, та пропозицій щодо їх вирішення.

Мета дослідження. Дослідження існуючих методів знезараження стічних вод ознайомлення фахівців водних господарств із можливостями сучасної промисловості у створенні устаткування знезараження стічних вод. Інформування про сучасні технології й конкретних електротехнічних виробів для знезараження стічних воді відповідно ґрунтовий аналіз їх санітарно-гігієнічної ефективності.

Матеріали та методи. Об'єкт досліджень – якість стічних вод. Висвітлені результати наукових розвідок слугували матеріалами дослідження. Методами дослідження: бібліографічний, аналітичний.

Виклад основного матеріалу дослідження. Обробка стічної води з метою знищення або видалення із останньої забруднюючих речовин різного походження й стану, є першоосною очищення стічних вод. Методи очищення стічних вод розділяють на механічні методи: відбувається затримка нерозчинних домішок, фізико-хімічні методи: використовуються для очищення від розчинених домішок; біологічні методи: забезпечують деградацію органічної складової забруднення стічних вод мікроорганізмами. Найчастіше використовуються комбінації наведених методів. Застосування того або іншого методу очищення в кожному конкретному випадку визначається характером забруднень і вимогами до очищеної води. У разі біологічної обробки стічних вод, навіть якщо вона доповнюється системами посвітління та фільтрації, не забезпечується знешкодження патогенних бактерій, вірусів, паразитів. Також не відбувається видалення мікрозабруднювачів; тобто не виконується все те, що необхідно для здоров'я людей та навколишнього середовища. Також це стосується остаточного знезараження стічних вод, які призначені для скидання. Для цих об'єктів також застосовують установки ультрафіолетового опромінювання. У світовій практиці для використання в технології очищення води з метою знезараження повсюдно використовують біоцидні полімери, які є майже нетоксичними для теплокровних і їх негативні властивості як реагенти окислювальної дії досить незначні. Біоцидні

полімери добре розчинні у воді. Їх розчини не мають запаху та забарвлення, нелеткі, стабільні і безпечні при застосуванні, зберіганні і транспортуванні, не агресивні по відношенню до різноманітних матеріалів

Метод УФ-очищення стічних вод одержав широке поширення за останні 20 років в усьому світі. Важливим фактором застосування цього методу є той виявлений факт, що хлорування води спричиняє вивільнення та накопичення небезпечних побічних продуктів. Аналіз альтернативних методів дезінфекції води продемонстрував, що всі окисні методи й технології знезаражування зумовлюють формування тих або інших побічних продуктів, більшість із яких становлять небезпеку для здоров'я людей. Наступним важливим фактором у просуванні УФ-технології стала недостатня ефективність хлорування відносно ряду мікроорганізмів. УФ-очищення є ідеальним розв'язком обох цих проблем, що й стало причиною бурхливого розвитку УФ-технологій в усьому світі.

Замкнена камера є фізичною основою УФ-випромінювача. Всередині цієї камери в спеціальних кварцових чохлах розташовуються бактерицидні УФ-лампи. Таким чином, вода не потрапляє безпосередньо на лампи, але є під впливом УФ-випромінювання й зазнає знезаражування й очищення. Крім цих ламп, що очищають, корпус обладнання має датчик виміру щільності УФ-випромінювання, спеціальні компоненти для впуску води в корпус і випуску очищеної води. Також є засоби для одержання зразків очищеної води й інші деталі, характерні для аналогічних пристроїв водопідготовки. Також в УФ-установках наявний блок для промивання камери очищення води. УФ очищення застосовується після видалення з води заліза. Контроль якості очищеної води проходить із розрахунків числа бактерій на 1 кубічний сантиметр очищеної рідини, а також кількості *E. coli* в одному літрі обробленої води. Основними перевагами застосування методу УФ-випромінювання знезаражування води є те, що очищення відбувається у результаті проходження УФ і фотохімічних реакцій у клітинах організмів і такий вплив не впливає на якість води; у результаті впливу УФ на стоки відсутні сполуки, що чинять згубний вплив шкідливих для біоти водойм; УФ діє тільки у випадку короткого впливу УФ і це може здійснюватися в проточному режимі; метод УФ економічний, на відміну від хлорування або озонування; УФ установка досить компактна, може бути встановлена на незначній площі; відсутні реагенти та витрата води та необхідності в складах для зберігання небезпечних реагентів. Також до істотних переваг можемо віднести те, що легкою є заміна змінного елемента - УФ-лампи; і що, часто є визначальним для українського споживача- тривалий термін експлуатації.

Стосовно недоліків, налогосимо, УФ-очищення води, зазвичай є частиною цілого комплексу дій методів. Істотним недоліком є те, що очищена вода може знову забруднитися при її транспортуванні або на наступних етапах використання.

УФ класифікуються згідно певних чітко регламентованих ознак, а саме: потужність; принцип роботи (відкритий, закритий, спеціальний); склад випромінюваного спектру; габарити; термін експлуатації; спосіб установки (стаціонарний або переносний); спосіб створення УФ-випромінювання (високого та низького тиску); спосіб створення утвору озону (безозоновий і озоновий); спосіб установки (настінний, напольний, настільний).

УФ-лампу обирають із урахуванням типу використовуваного скла, складу випромінюваного спектра, електричної потужності, при цьому її якісні й експлуатаційні характеристики багато в чому залежать від виготовлювача [11]. УФ-обладнання для очищення води прийнято називати УФ-фільтрами (рис. 1) [8].



Рис. 1 Зовнішній вигляд з УФ-фільтра з розрізом корпусу [8]

Принцип роботи подібних УФ-фільтрів досить простий: зовні фільтр є судиною має два фланцеві приєднання для впуску забрудненої стічної води й випуску очищеної води. Усередині корпусу знаходиться кварцевий чохол, у якому знаходиться УФ-лампа. Лампа та її складові ізолювані як усередині чохла, так і при введенні в корпус. Вода, проходячи через корпус УФ-фільтра, обмиває кварцевий чохол і одержує необхідну дозу УФ-випромінювання. Кварцевий чохол є необхідним заходом для запобігання влучення води в корпус самої лампи. Технічні способи обладнання устаткування та приклад УФ-очищення в складі технологічної установки наведені на рис. 2 [9].

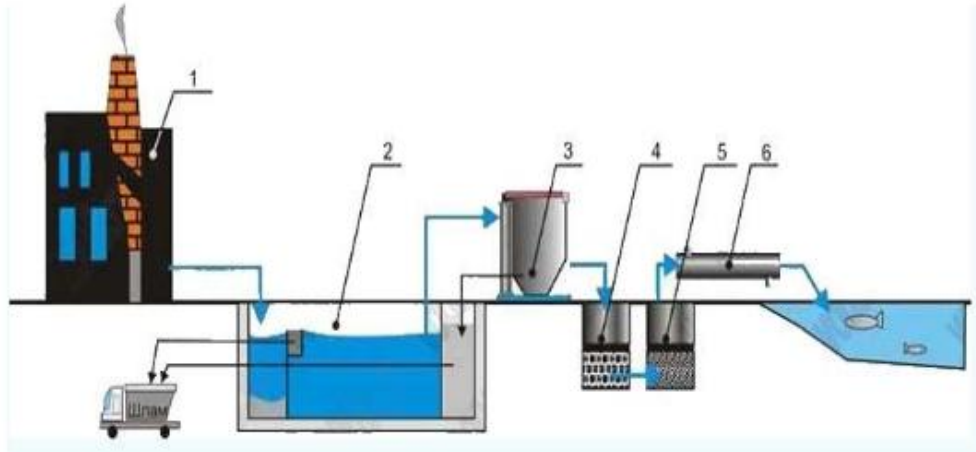


Рис.2. Принципова схема очищення стоків із присутністю нафти [9]

1. Виробничі об'єкти (АЗС, нафтобази, транспортні підприємства); 2. Приймний резервуар (залежить від площі водозбору й типу покриття); 3. Флотаційно-фільтраційна установка; 4. Фільтр 1-го ступеню; 5. Фільтр 2-го ступеню; 6. Знезаражування стічної води.

Процес полягає у тому, що стічна вода, яка надходить накопичується у резервуарі (2). Потім вона за допомогою насоса подається на флотаційно-фільтраційну установку (3). І вже потім стоки надходять на перший ступінь фільтра глибокого очищення; фільтрувальний матеріал, - мінеральна вата (4), матеріал другого ступеню - активоване вугілля (5). Знезаражування (6) стічних вод є остаточним етапом їх обробки перед скиданням у водойму [9]. УФ дозволяє інактивувати в стічній воді всі патогенні мікроорганізми і знизити загальну мікробну забрудненість до мінімального рівня. Відповідно таку стічну воду можна використовувати для поливу навіть сільськогосподарських культур [9].

Висновки. Отже, ультрафіолетове бактерицидне випромінювання вже більше 20 років широко застосовується для знезараження води. Нині УФ-технології динамічно впроваджуються в різні сфери сільського господарства, промисловості, медицини, енергетики та ін. Так як УФ-знезараження ніяк не змінює властивостей води під час і після процесу опромінення, метод знайшов широке застосування в знезараженні стічних вод. Класичне хлорування стічних вод завдає значної шкоди біоценозам водойм, а хлорорганічні сполуки, що утворюються у результаті, часто є канцерогенами. Нині, сучасні нормативи віддають перевагу УФ-обробці. Використання на очисних спорудах для стійкого знезараження стічних вод обладнання, для утримання ультрафіолетового опромінення, збільшує їх енергоспоживання. Як рекомендують дослідники, і ми з ними цілком погоджуємося, поетапне будівництво сонячних акумулюючих електростанцій та вітроенергетичних установок дозволить компенсувати збільшення енергоспоживання. Що і предметом наших подальших розвідок.

Список бібліографічного опису.

1. Воробйов Є. О., Петрова О. Л. Знезараження стічних вод з автомобільних доріг ультрафіолетовим випромінюванням. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 2012. Вип. 83. С. 30-34.
2. Епоян С. М. Ультрафіолетові установки для знезараження стічних вод та шляхи їх вдосконалення. *Науковий вісник будівництва*. 2015. № 1. С. 237-241.
3. Епоян С. М., Шаляпіна Т. С. УФ установки лоткового типу для знезараження стічних вод на локальних очисних спорудах. *Науковий вісник будівництва*. 2020. Т. 100, № 2. С. 225-230.
4. Іванько О. М., Бабієнко В. В., Кримець Г. В. Знезараження стічних вод - сучасний погляд на проблему. *Актуальні проблеми транспортної медицини: навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія*. 2013. № 2. С. 54-63.
5. Іванько О. М., Бідненко Л. І. Сучасні методи знезараження стічних вод (огляд літератури). *Проблеми військової охорони здоров'я*. 2012. Вип. 33. С. 137-150.

6. Крамарьова Ю. С. Гігієнічна оцінка ефективності знезараження осадів стічних вод промислового міста. *Вісник проблем біології і медицини*. 2016. Вип. 1(2). С. 53-56.
7. Левковська В. Ю. Ефективність застосування НВЧ-опромінення для знезараження стічних вод *Український медичний альманах*. 2013. Т. 16, № 3. С. 79-81.
8. Обеззараживание воды ультрафиолетовым излучением. *Гидросистемы*. 2014. URL: <http://www.ecodoma.ru/catalog/disinfection/ultraviolet/> (дата обращения: 24.05.2021).
9. Очистные сооружения для очистки нефтесодержащих стоков. URL: <http://www.voda2000.ru/promstok/oil> (дата обращения: 24.05.2021).
10. Применение ультрафиолетового излучения для обеззараживания воды. Оборудование для обработки воды озоном и ультрафиолетом. URL: <http://wedeco.su/tehnologii/uf-tehnologii.html> (дата обращения: 24.05.2021).
11. Ульянов А.Н. Обеззараживание питьевой воды и сточных вод ультрафиолетовым излучением и ультразвуком. Технология «ЛАЗУРЬ». URL: http://www.svarog-uv.ru/tech_lazur.htm (дата обращения: 24.05.2021).
12. Штонда І. Ю. Знезараження стічних вод на каналізаційних очисних спорудах з використанням альтернативних джерел енергопостачання. Містобудування та територіальне планування. 2018. Вип. 67. С. 616-619.

References.

1. Eroyan SM, Shalyapina TS UV tray-type installations for wastewater disinfection at local treatment plants. *Scientific Bulletin of Construction*. 2020. Т. 100, № 2. S. 225-230.
2. Ivanko OM, Babienko VV, Krymets GV Disinfection of wastewater - a modern view of the problem. *Current problems of transport medicine: environment; occupational health; pathology*. 2013. № 2. pp. 54-63.
3. Ivanko OM, Bidnenko LI Modern methods of wastewater disinfection (literature review). *Military health problems*. 2012. Vip. 33. pp. 137-150.
4. Kramaryova YS Hygienic assessment of the effectiveness of decontamination of sewage sludge in an industrial city. *Bulletin of problems of biology and medicine*. 2016. Vip. 1 (2). Pp. 53-56.