

МЕТОДИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД

Рибалова Ольга Володимирівна,

канд. техн. наук, доцент, доцент,

Мацак Антон Олександрович

канд. техн. наук, викладач,

Курочка Михайло Олександрович

студент

Національний університет цивільного захисту України,

м. Харків, Україна

Арнаутов Алекс,

студент

Державний університет Іллі, м. Тбілісі, Грузія

Анотація: Стаття присвячена аналізу існуючих методів оброблення осаду стічних вод мулових майданчиків з метою визначення найбільш екологічно ефективних та економічно доцільних засобів знезараження осаду. За хімічним складом осад стічних вод з мулових майданчиків невеликих міст та селищ доцільно використовувати у сільському господарстві або під час виконання лісомеліоративних робіт. Але фактором утилізації осаду, що лімітує, є велика ступінь забруднення патогенною мікрофлорою і яйцями гельмінтів. Надзвичайно важливим питанням є вибір методу знезараження осадів стічних вод. В роботі розглянуто переваги і недоліки використання фізичних і хімічних методів знезараження осадів стічних вод.

Ключові слова: осад, стічні води, мулові майданчики, методи знезараження

Знезараження осадів стічних вод (ОСВ) - це процес знищення присутніх в осадах стічних вод збудників хвороб людей і тварин. Санітарно-гігієнічні показники осаду оцінюють за наявності яєць гельмінтів і патогенних мікроорганізмів.

Знезараження (дезінфекція) осаду міських стічних вод спрямоване на

зниження числа патогенних мікроорганізмів до певного рівня, встановленого санітарними нормами. Необхідність знезараження залежить від методу утилізації осаду, що особливо важливо, якщо осад буде використовуватися в сільському господарстві або для благоустрою територій.

Перед тим як використовуватися в якості добрива, незброжені ОСВ мають проходити етап попередньої детоксикації або знезараження.

Всесвітня організація охорони здоров'я, а також Німеччина й Швеція розробили власні рекомендації відносно знезараження (Umweltbundesamt 2009 р., ВНО, 2003 р.). Для знезараження звичайно застосовуються два методи обробляння:

- нагрівання осаду до температури понад 55–70° С протягом певного періоду часу;
- підвищення величини рН осаду більш ніж 12 протягом певного періоду часу.

Під час обробляння мікроорганізми гинуть, що має підтверджуватися результатами відповідних лабораторних досліджень.

Знезараження осаду традиційно в нашій країні здійснюють одним з наступних методів: термічним, хімічним, термомеханічним, біологічним або комплексним методом [1].

Фізичні методи знезараження

До фізичних методів знезараження ОСВ відносяться: нагрівання, пастеризація, стерилізація. Термофільне збродження, опромінення інфрачервоними променями, радіаційне опромінення. Зміна середовища проживання або опромінення знижують життєздатність патогенної мікрофлори або призводить до їх загибелі.

Мезофільне й термофільне збродження

Засади чинного в Україні СНиП 2.04.03-85 [1] обмежуються вимогами піддавати ОСВ знезараженню в рідкому стані або після підсушування на мулових майданчиках, або після механічного зневоднювання. Знезараження й дегельмінтизацію сирих, мезофільно зброджених і аеробно стабілізованих

осадів слід здійснювати шляхом їхнього прогрівання до 60° С з витримуванням не менш ніж 20 хвилин.

Застосування фізичних методів ускладнюється складними і непостійними властивостями самих осадів. Найбільш жорстким засобом є термічне сушіння при температурі 600-800⁰ С. При цьому досягається повне знезараження, але при значних енерговитратах, а також відбувається більша втрата органічної речовини.

Точка зору щодо ефективності процесів на основі зброджування у різних авторів розходяться. Достоїнством цього методу є повне збереження живильних органічних речовин в ОСВ. Однак, режим процесу сприяє лише частковій загибелі патогенних бактерій і гельмінтів.

Дослідженнями вчених встановлено, що значний ефект знезараження може бути досягнутим в умовах мезофільного зброджування осаду в діапазоні температур 38-42° С. Температурні режими зброджування осаду необхідно витримувати у межах, з одного боку, - що перевищують верхню граничну температуру розвитку яєць гельмінтів (36⁰ С), а з іншого - максимально наближених до неї. Отримані результати порівнювалися з результатами роботи контрольного метантенка при температурі 33⁰ С. Було встановлено, що на яйця аскарид у метантенку впливає не тільки температурний фактор, але й перебування в анаеробному середовищі, в якому виділяються метан, сірководень і сірковуглець, що згубно діє на яйця гельмінтів. Це підтверджувалося тим, що розвиток яєць в осадах, зброджених при t = 33° С, відбувалося в інтервалі 20-30 діб, а в сирих осадах - 10-14 діб. За температурою 38°С повна дегельмінтизація відбулася за 7-10 діб, а за температурою 40-42°С - через 5-7 діб. У всіх випадках найбільший відсоток аскарид гине за перші 3 доби зброджування. Далі процес трохи вповільнюється. Більш ефективним визнано режим зброджування при температурі 42° С, оскільки при цьому вже на п'яту добу зброджування залишаються життєздатними 2,2 % аскарид, а при температурі 40° С - 5,3 %.

Необхідно відзначити, що методи мезофільної (анаеробної і аеробної) стабілізації не забезпечують необхідного зниження патогенних бактерій і яєць

гельмінтів. Про це ж свідчать і зарубіжні дані. Так, дослідження, проведені у Швеції, показали, що сальмонели присутні в 74 % проб сирого осаду, в 70 % проб надлишкового активного мулу й в 20 % проб збродженого у мезофільних умовах осаду (число проб кожного осаду дорівнює 190). Таким чином, при мезофільному збродженню кількість сальмонелл знижується на 70 %.

Мікробіологічними аналізами осадів 25 очисних споруджень Швейцарії встановлене, що в умовах мезофільного збродженню відсоток висівання сальмонелл більший і становить біля 90, у сирому осаді – 43%. У разі мезофільного збродженню кількість патогенних ентеробактерій може навіть збільшуватися, отже після 4-тижневого збродженню осад був заражений сальмонеллами в 2 рази більше, ніж сирій (вони виявлялися в 90 % проб збродженого осаду, тоді як у сирому - у 45 % проб).

Більш ефективним процесом вважається термофільне збродженню [2], яке здійснюється в аеротенках, в аеробних або анаеробних умовах, за температурою 60⁰ С. Ця технологія знайшла застосування у розвинених країнах. Так, за [2] найкращим режимом нагрівання є температура 70° С протягом 25 хвилин. Прогрівання рідкого осаду недоцільно, тому що не досягається стабільний ефект знезараження, а під час зберігання такого осаду без зневоднювання можливо вторинний розвиток мікроорганізмів.

До анаеробних споруджень відносяться септики, двох'ярусні відстійники, метантенки. Перші два типи споруджень виконують одночасно два завдання: 1) виділення зі стічних вод нерозчинених речовин шляхом відстоювання; 2) збродженню осаду, що утворюється. Метантенки призначають переважно для збродженню осаду; рідше вони застосовуються для попереднього анаеробного очищення висококонцентрованих стічних вод [1]. Ефективним може виявитися попереднє роздрібнення часток осаду до розміру 5 мм.

Необхідна для інактивації сальмонел тривалість прогріву осаду пов'язана зі значенням рН середовища. При рН = 8,7 потрібно 48 годин за температурою 40° С, а при рН = 8,5 - 10 годин за температурою 45° С. Тифозна сальмонела (*S. typhimurium*) повністю інактивується при нагріванні до 50° С протягом 54

годин, якщо рН = 8,7; при рН = 6,3, - нагрівання до 51 °С протягом 116 годин не забезпечує інактивацію. Під час використання цього методу потрібен ретельний контроль температури та рН у двох-трьох контрольних точках реактора.

Знешкодження й знезаражування осаду стічних вод може бути здійснено одним з наступних способів:

- термофільним зброджуванням у метантенках або термосушкою;
- інфрачервоним опроміненням (камера дегельмінтизації);
- пастеризацією при температурі 70° С и часу теплового впливу не менш ніж 20 хвилин;
- аеробною стабілізацією з попереднім нагріванням суміші сирого осаду з активним мулом при температурі 60-65° С протягом 2-х годин;
- компостуванням (з ошурками, сухими листами, соломною та торфом, іншими засобами водопоглинання) протягом 4-5 місяців, з яких 1-2 місяці повинні припадати на теплу пору року, за умови досягнення у всіх частинах компосту температури не менш +60° С.

Перевагою цих методів є повне збереження біогенних речовин в ОСВ, але знезараження відбувається недостатньо. Тому, ці методи вважаються недоцільними за умови використання ОСВ як добриво, а кращі результати дає застосування комбінації з декількох прийомів знезараження, що включають аеробну стабілізацію - механічне зневоднювання сирого осаду й дегельмінтизація - теплове безреагентне оброблення осадів з наступним ущільненням і зневоднюванням на вакуум-фільтрах, фільтр-пресах або центрифугах - термооброблення сирих і зневоднених осадів і надлишкового мулу в розпилювально - киплячих сушарках.

У кожному окремому випадку оптимальні рішення та схеми повинні розроблятися на підставі ретельного техніко-економічного обґрунтування.

Радіаційне знезаражування ОСВ.

Спосіб заснований на оброблянні ОСВ радіоактивними ізотопами ¹³⁶Cs ⁶⁰Co. За результатом оброблення в ОСВ відсутні бактерії групи кишкової палички й сальмонели, але загальна кількість бактерій знижується недостатньо.

До недоліку відносять наявність в ОСВ радіоактивних елементів.

Знезаражування ОСВ інфрачервоними променями

Інфрачервоне опромінення здійснюється на станціях аерації після механічного зневоднення в камерах дегельмінтизації.

Правильно підібраний режим процесу дозволяє знезаразити ОСВ і одержати органо-мінеральну суміш, у якій зберігається активна біомаса мікроорганізмів і органіки.

До недоліків методу відносяться енерговитратність, жорсткі вимоги до ретельного відпрацьовування параметрів процесу, оскільки ефективність знезаражування залежить від товщини шару оброблюваної поверхні та перебуває в обернено пропорційній залежності від нього.

Пастеризація ОСВ

Пастеризація проводиться при 60-70⁰ С і часу теплового впливу 20 хвилин.

До недоліків фізичних методів знезараження відносяться їхня висока енергоємність, значні витрати на устаткування, вибірковий вплив на групи мікроорганізмів, неглибоке проникнення в шар оброблюваного ОСВ.

Хімічні методи знезараження

Хімічні методи знезараження ґрунтуються на використанні хімічних реагентів, які змінюють склад середовища існування і є депресантами щодо патогенної мікрофлори та гельмінтів. Найчастіше використовуються такі хімічні реагенти: негашене вапно, аміачна вода, рідкий аміак, пестициди і тіазон.

Негашене вапно є найбільш поширеним агентом знезараження. Доза вапна має забезпечити підвищення рН середовища до 11-12. Осади, що мають значення реакції середовища (рН) не більше 8,5, можуть використовуватися на кислих ґрунтах як добриво. Деформація і загибель яєць гельмінтів відбуваються при введенні у осад негашеного вапна, яке поряд з підвищенням лужності середовища ОСВ забезпечує в процесі гасіння підвищення температури осаду. Потрібну дозу негашеного вапна розраховують за необхідності підвищення

температури осаду до 60°C і більше.

Під час оброблення вапном важливо дотримуватися оптимального режиму його внесення в ОСВ, оскільки, зниження дози вапна не забезпечить достатньої дегельмінтизації, а збільшення його дози понад норму призводить до зміни мінералізації осаду, втрати загального і нітратного азоту, зниження доступності ряду мікроелементів (фосфор, бор, мідь, цинк) у зв'язку з утворенням нерозчинних солей. З іншого боку, оброблення вапном ОСВ сприяє зв'язуванню важких металів, що попереджує їх надходженню у ґрунт. Спосіб знезараження осадів стічних вод негашеним вапном застосовують на деяких очисних спорудах у Фінляндії, Німеччині, Швеції, США та інших країнах. Для перемішування осаду з вапном використовують шнекові насоси з плунжерними змішувачами, лопатеві змішувачі та ін. обладнання.

Якщо знезаражують невелику кількість осаду застосовують хлорне вапно, хлороформ, ефір, фенол та інші речовини, що розчиняють ліпідну оболонку яєць гельмінтів. Однак застосування зазначених реагентів пов'язано з високими витратами. Для ОСВ використовують хімічні речовини, які застосовують для удобрення ґрунту і знищення шкідливих ґрунтових мікроорганізмів або бур'янів. До таких речовин відносяться аміак (аміачна вода), тіозон, карбонат, формальдегід тощо. Застосування безводного аміаку більш ефективно, тому що для ОСВ потрібна менша витрата аміаку, що пов'язано з екзотермічною реакцією при його розчиненні. Застосування безводного аміаку дозволяє отримувати знезараження осаду меншої вологості. Знезараження ОСВ безводним аміаком досягається при дозі 3% (за аміаком) маси осаду і експозиції 10 діб.

Для запобігання забруднення ґрунту і ґрунтових вод азотом необхідно встановлювати дозу внесення знезараженого осаду в ґрунт. Доза внесення осадів, оброблених іншими речовинами, також повинна встановлюватися з урахуванням їх дії. Для зниження дози реагентів можуть застосовуватися термохімічні або термомеханічні методи.

Для знезараження ОСВ використовують пестициди, або засоби хімічного

захисту. Кращими з них вважаються фосфорорганічні препарати. Вони є дуже токсичними для біоти, тому що повністю інгібують процеси обміну речовин.

Препарат тіазон - є препаратом комплексної дії на мікроскопічні гриби, нематоди, комах. Тіазон важко розчиняється у воді, утворюючи в ній стійку емульсію. При взаємодії з ОСВ тіазон гідролізується і продукти цієї реакції є токсичними для біоти. Тіазон в дозі 0,2-2% загальної маси осаду і експозиції 3-10 діб згубно діє не тільки на яйця гельмінтів, але й на патогенні бактерії, у тому числі, туберкульозу, на яйця і личинки мух. Це забезпечує отримання епідемічне безпечного, придатного для добрива осаду, внесення якого в ґрунт дозволяє додатково здійснювати основну функцію тіазона, тобто знищувати в ґрунті збудників інфекцій, цвілі, фітонематоди і бур'яни, Овоцидна дія тіазону заснована на блокуванні дихальних ферментів зародків яєць гельмінтів продуктами розкладу, одержуваними в процесі гідролізу тіазону. Доза тіазону, що забезпечує дегельмінтизацію осаду станцій аерації, становить 0,25-0,3% маси осаду.

Препарат пуралат-бингсти - рослинний овоцидний препарат призначений для дезінвазії (зnezараження від гельмінтів) стічних вод та їх осадів. Дія препарату базується на принципі біологічного інгібування і викликає природну загибель яєць гельмінтів, при цьому не впливає на метаболізм біоценозу активного мулу, ґрунтів, на здоров'я людини. Позбавлені інвазійних властивостей яйця гельмінтів не становлять епідеміологічну небезпеку і не здатні викликати зараження гельмінтозами людей і тварин. При контакті препарату з оброблюваним субстратом (неочищені стічні води+осад) процес дезінвазії стає незворотнім. Повна дезінвазія відбувається в період 6-12 годин, ефект зnezараження 96-99,9%. Дія препарату триває до зниження вологості осаду стічних вод до 70%, що перешкоджає його вторинного зараження гельмінтами.

Висновки У світовій практиці основними напрямками зnezараження осаду є фізичні методи (термічне сушіння, оброблення опроміненням, кавітація, озонування тощо), хімічні методи (використання хімічних реагентів) та

біотермічні методи або компостування (біохімічна екзогенна трансформація осаду).

У разі оброблення ОСВ методами кавітації та озонування в обраних режимах вміст патогенних бактерій зменшується у 5 разів. Але отримані показники не відповідають нормативним значенням внаслідок присутності бактерії р. *Salmonella* та гельмінтів.

Недостатній бактерицидний ефект фізичних методів, пов'язан з високою в'язкістю осаду та присутністю завислих речовин, що ускладнює проникнення у шар осаду знезаражуючих агентів.

Оброблення зразків осаду негашеним вапном забезпечує загибель патогенних бактерій та часткову дегельмінтизацію. Позитивним аспектом є відсутність неприємного запаху та зниження вологості осаду, також значне підвищення величини рН суміші до 11-12, що у разі необхідності, дозволить використовувати осад для кислих ґрунтів.

До недоліків методу можна віднести неповне знезараження осаду, що спостерігається за паразитологічними показниками, збільшення маси сухої речовини обробленого осаду та можливість пиловиділення або затвердіння реагенту під час зберігання. Актуальність і перспективність використання негашеного вапна для знезараження ОСВ потребує доопрацювання технології його використання.

Оброблення зразків осаду стічних вод рідким аміаком забезпечує загибель патогенних бактерій та гельмінтів при величині рН середовища 9 - 10, що сприятливо під час використання осаду на кислих ґрунтах. Але застосування рідкого аміаку має суттєві недоліки: значно збільшує вміст сполук азоту, супроводжується інтенсивним аміачним запахом, що створює небезпечні умови зберігання та використання осаду.

Таким чином, вибір методу знезаражування осадів стічних вод потребує подальших досліджень перспективності їх використання з екологічної та економічної точок зору. Необхідність знезаражування осадів стічних вод обумовлена перспективністю їх використання в сільському господарстві,

лісомеліорації та звільнення великих площ земель, які використовують для мулових майданчиків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Поправка. Державний інститут «УкрНДІводоканалпроект» Наказ від 25.09.2018 № 253 Про затвердження Зміни № 1 ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування
2. Регламент по удобрениям /Регламент (ЕС) Европейского парламента и Совета (№2003/2003)

SCI-CONF.COM.UA

**INNOVATIVE DEVELOPMENT
OF SCIENCE, TECHNOLOGY
AND EDUCATION**



**PROCEEDINGS OF VI INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
MARCH 14-16, 2024**

**VANCOUVER
2024**

INNOVATIVE DEVELOPMENT OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND EDUCATION

Proceedings of VI International Scientific and Practical Conference

Vancouver, Canada

14-16 March 2024

Vancouver, Canada

2024

UDC 001.1

The 6th International scientific and practical conference “Innovative development of science, technology and education” (March 14-16, 2024) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2024. 445 p.

ISBN 978-1-4879-3792-8

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Innovative development of science, technology and education. Proceedings of the 6th International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2024. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-innovative-development-of-science-technology-and-education-14-16-03-2024-vankuver-kanada-arhiv/>.

Editor

Komarytsky M.L.

Ph.D. in Economics, Associate Professor

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: vancouver@sci-conf.com.ua

homepage: <https://sci-conf.com.ua/>

©2024 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2024 Perfect Publishing ®

©2024 Authors of the articles