

УДК 61.615

Ряба Валерія Михайлівна, студент
Гребенюк Тетяна Володимирівна, канд. техн. наук, доцент
Кафедра геоінженерії
КПІ імені Ігоря Сікорського

АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА МЕТОДИ ЇХ ОЧИЩЕННЯ

Розглянуто проблему забруднення стічних вод від фармацевтичних підприємств. Досліджено, які речовини можна виявити в стічних водах. Проаналізовано, які існують технології очищення стічних вод фармацевтичних виробництв.

Ключові слова. *Фармацевтичні підприємства, стічні води, скиди, препарати, сполуки, біологічне очищення, мембрана, термічне знезараження, реактив Фентона, кавітація, окислення.*

The problem of wastewater pollution from pharmaceutical companies is considered. The substances that can be detected in wastewater have been studied. The existing technologies of sewage treatment of pharmaceutical productions are analyzed.

Key words. *Pharmaceutical enterprises, wastewater, discharges, drugs, compounds, biological treatment, membrane, thermal disinfection, Fenton's reagent, cavitation, oxidation.*

Вступ. Останнім часом проблема стічних вод, забруднених лікарськими засобами, стала дуже актуальна у всьому світі. Лікарські препарати є невід'ємною частиною сучасної медицини. Однак нерідко відходи фармацевтичного виробництва скидають в природні водойми, що негативно впливає на навколишнє середовище, в тому числі на людину.

Мета та завдання статті. Проведення аналізу джерел забруднення стічних вод фармацевтичних підприємств та методів їх очищення.

Основний матеріал і результати дослідження. В даний час велика увага приділяється проблемі очищення стічних вод фармацевтичних виробництв, які утворюються на всіх стадіях технології отримання лікарських засобів. Велика розмаїтість компонентів, застосовуваних у різних стадіях технологічного процесу отримання лікарських засобів, періодичність цього процесу призводить до великої нерівномірності надходження стічних вод на очистку, як за складом і витраті стоків, так і за концентраціями забруднюючих речовин.

Залежно від асортименту продукції, що випускається (антибіотики, вітаміни, синтетичні лікарські засоби, фітохімічні препарати і т.д.) рідкі відходи характеризуються високим вмістом зважених речовин, специфічних органічних і неорганічних сполук, а також активних фармацевтичних інгредієнтів, що надають негативний вплив на навколишнє середовище.

У стоках можуть міститися [1]:

- антибіотики;
- протизапальні;
- стероїдні гормони;
- протизапальні засоби;
- серцево-судинні;
- протиепілептичні;
- для зниження ваги і боротьби з ожирінням;
- високотоксичні протипухлинні препарати;
- косметична продукція і парфумерія;
- антидепресанти, психотропні, снодійні;

- контрастні речовини, які використовуються при рентгенодіагностиці;
- протигрибкові засоби.

Органічні розчинники, каталізатори, добавки, субпродукти, вихідна сировина, а також токсичні стійкі до розкладання речовини вимагають попередньої локальної очистки перед скидом в централізовані системи водовідведення або на власні біологічні очисні споруди.

Вибір конкретної технологічного ланцюжка вимагає розгляду, по-перше, особливостей складу стоку, по-друге, вимог і специфіки роботи конкретного виробничого об'єкту.

На практиці використовують такі технології очищення стічних вод фармацевтичних виробництв:

1. Біологічне очищення із застосуванням мембранного біореактора.
2. Термічне знезараження.
3. Обробка реактивом Фентона.
4. Ефект кавітації.
5. Фотокаталітичне окислення.
6. Плазмохімічне окислення.
7. Спільна дія O_3 і H_2O_2 .
8. Окислення вологим повітрям.

Біологічне очищення. Мембранний біореактор

Частою проблемою підприємств фармацевтики є чергування виробництва препаратів з різним складом, що ускладнює підбір схеми очищення. Особливо це впливає на ефективність біологічної очистки, коли відбувається зміна культур мікроорганізмів: одна культура вже гине, а інша не встигають вирости.

Крім того, надходять в стоки з'єднання, які мають високу стійкість до біорозкладання. Антибіотики, які навіть в малих дозах надходять в стоки, є токсичними для мікрофлори активного мулу, а тетрациклін може адсорбуватися на поверхні завантаження і, тим самим, впливати на роботу всієї технологічної схеми очисних споруд. Внаслідок чого біологічне очищення стоків стає неефективною [2].

Поєднання біологічного очищення з ультрафільтрацією дає найкращий ефект. В даному випадку застосовуються мембранні біореактори, які створюють нездоланну перешкоду не тільки для забруднюючих речовин, але і самого активного мулу.

Принцип роботи полягає при надходженні стічних вод після механічного очищення в аеротенки і проходженні розчину через мембранні модулі. При цьому зважені речовини і колоїдні частинки затримуються на ультрамембранах. Для подальшого очищення мембран проводиться їх промивання зворотним струмом рідини і аерація повітрям [3].

До переваг такого методу очищення стоків фармацевтичних підприємств слід віднести:

- відсутність в технологічній схемі вторинних відстійників і фільтрів, що дозволяє скоротити площі під очисні споруди;
- накопичення великої кількості активного мулу, близько 25 мг/л, що підвищує якість і швидкість очищення;
- мікроскопічний розмір мембран дозволяє очистити воду від мікроорганізмів та інших біологічних домішок;
- повна автоматизація процесу.

Термічне знезараження.

При виробництві вакцин та інших препаратів, які містять в своєму складі біологічні матеріали, найбільш підходящим методом очищення стічних вод слід вважати термічне знезараження або стерилізація стоків.

Суть методу полягає у упорскуванні в струмінь гострого пара розчину і витримка його при заданій температурі $121^{\circ} - 134^{\circ} C$ протягом 15 - 20 хвилин. У деяких випадках час збільшується до 120 хвилин [4].

Після термічного знезараження очищені води фармацевтики проходять доочистку і

можуть бути скинуті в міську мережу каналізації.

Застосування реактиву Фентона

До складу реактиву Фентона входять пероксид водню і Fe^{2+} .

Суть методу полягає у відновленні заліза (III) до заліза (II) за участю перекису водню. Утворилися окислювальні радикали, які нейтралізують забруднюючі речовини в розчині. Додавання ароматичних з'єднань прискорює процес відновлення заліза (III) і знижує його вміст у реакційному середовищі [4].

Реактив Фентона використовується для [5]:

- видалення біонерозкладних з'єднань після біологічної очистки;
- очищення поверхневих вод від мікро забруднень лікарськими препаратами;
- очищення стоків від антибіотиків, зокрема, від амоксициліну, ампіциліну і

кловасциліну.

Ефект кавітації

Під час кавітації відбувається утворення, зростання і руйнування пухирців в рідині з підвищенням температури. Молекули води руйнуються і утворюють гідроксильні і пергідроксильні радикали, які окислюють домішки в розчинах стічних вод.

За способом виникнення кавітація ділиться на дві групи:

- Акустична. Виникає при проходженні через розчин стічних вод високочастотних звукових сигналів.
- Гідродинамічна. Настає при перепаді тисків в потоці рідини.

Кожен із способів окремо не дає достатній мірі очищення стоків, тоді як при застосуванні обох способів одночасно приводить до найкращого ефекту. Ще більший ефект виникає при використанні додаткового окислювача (озону, перекису водню або їх спільного застосування) разом з кавітацією [6].

Фотокаталітичне окислення

Фотокаталітичне окислення полягає в окисненні забруднюючих речовин при дії УФ-випромінювання за участю каталізатора - діоксиду титану. Застосування даного каталізатора має ряд переваг:

- невисокі матеріальні витрати;
- хороша фізико-хімічна стійкість;
- висока каталітична активність.

Застосування діоксиду титану в якості каталізатора дозволяє очистити стоки від більшості забруднюючих речовин фармацевтичного виробництва.

Спільна дія O_3 і H_2O_2

Використання тільки озону в якості окислювача не дає відчутних результатів при очищенні стічних вод підприємств фармацевтики. Деякі речовини стійкі до впливу озону, а для видалення інших необхідні високі концентрації O_3 .

Додавання в реакційне середовище перекису водню помітно підвищує якість очищення стоків завдяки освіті гідроксильних радикалів, які є сильними окислювачами органічних сполук.

Кількісні показники озону і перекису водню підбираються експериментальним шляхом і залежать від складу стоків і їх концентрації.

Окислення вологим повітрям

Метод окислення вологим повітрям добре зарекомендував себе при концентрації забруднюючих органічних речовин до 20% мас. Процес окислення йде при температурі 200° - 400°C і тиску 3 - 30 МПа, тривалістю від 15 хв до 2 годин [4].

Метод має ряд недоліків, зокрема, освіту летючих органічних кислот, зміна кольоровості стічних вод і збільшення їх токсичності. Тому даний метод застосовують в сукупності з біологічним очищенням.

Висновки. В даній роботі було проаналізовано проблему забруднення стічних вод від

фармацевтичних підприємств. Визначено якими препаратами забруднюють води, а саме: антибіотики, протизапальні, стероїдні гормони, протизаплідні засоби, серцево-судинні, протиепілептичні, для зниження ваги і боротьби з ожирінням, високотоксичні протипухлинні препарати, антидепресанти, психотропні, снодійні і т.д.

Встановлено, які існують методи очистки стічних вод фармацевтичних підприємств.

З дослідних методів очищення води від ліків найбільш перспективними є: хімічні, деякі фізико-хімічні і комбіновані. Обробка води новими методами озонування або УФ-променями практично повністю витіснила хлорування на станціях очистки вод у багатьох країнах. В Україні застосування цих екологічно ефективних технологій обмежено через високу вартість переобладнання і реконструкції водоочисних станцій.

В останні роки з'явилися нові процеси на основі окисних технологій: озонування при УФ-опроміненні, озонування при УФ-опроміненні в присутності пероксиду водню, плазмохімічне окислення процес Фентона, процес кавітації, фотокаталітичні процеси і ін. З фізико-хімічних і комбінованих методів очистки вод від ліків можуть бути рекомендовані наступні:

- електрохімічні (мембранний електродіаліз, електроактивації, електрохімічна очищення при подачі кисню);
- адсорбція на основі активованого вугілля;
- мембранні (нанофільтрація + зворотний осмос та ін.);
- ультразвукова обробка в присутності каталізаторів;

Крім того, для усунення забруднення води фармацевтичними препаратами необхідно переходити на виробництво екологічно безпечних ліків.

Список використаних джерел

1. Очистка вод от остатков лекарственных препаратов/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://stp.diit.edu.ua/article/download/134675/148789?inline=1>
2. Перспективи мікробіологічного способу очищення стічних вод від біорезистентної фармацевтичної продукції/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://193.178.34.32/index.php/SBT/article/viewFile/12375/17378>
3. Мембранний біореактор/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.vvikipedla.com/wiki/Membrane_bioreactor
4. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисциплін «Очистка побутових стічних вод» та «Споруди та обладнання водовідведення» (Модуль 2. Очистка стічних вод) (для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання напрямів підготовки 6.060101 «Будівництво» (спеціальність «Водопостачання та водовідведення») та 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)»)/ Т. С. Айрапетян; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 121 с.
5. Застосування реактиву Фентона та його модифікацій для очищення/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pratsi.opu.ua/app/webroot/articles/1312453981.pdf>
6. Кавітація/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://barb.ua/info/kavitacziya>