

6. Hassan S.H.A., Koutb M., Nafady N.A., Hassan E.A. Potentiality of *Neopestalotiopsis clavispora* ASU1 in biosorption of cadmium and zinc. *Chemosphere*. 2018. №202. P. 750–756.

7. Hassan T.U., Bano A., Naz I. Alleviation of heavy metals toxicity by the application of plant growth promoting rhizobacteria and effects on wheat grown in saline sodic field. *Int. J. Phytoremediation*. 2017. № 19. P. 522–529.

8. O'Brien S., Hodgson D. J., Buckling A. Social evolution of toxic metal bioremediation in *Pseudomonas aeruginosa*. *Proceedings. Biological sciences*. 2014. Vol. 281, № 1787. P. 20140858.

9. Ojuederie O.B., Babalola O.O. Microbial and Plant-Assisted Bioremediation of Heavy Metal Polluted Environments: A Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2017. Vol.14, № 12. P. 1504.

10. Tiwari S., Lata C. Heavy Metal Stress, Signaling, and Tolerance Due to Plant-Associated Microbes: An Overview. *Front. Plant. Sci*. 2018. №9. P. 452.

11. Braud A., Jézéquel K., Bazot S., Lebeau T. Enhanced phytoextraction of an agricultural Cr-, Hg- and Pb-contaminated soil by bioaugmentation with siderophore-producing bacteria. *Chemosphere*. 2009. № 74. P. 280–286.

12. Rajkumar M., Ae N., Prasad M.N.V., Freitas H. Potential of siderophore-producing bacteria for improving heavy metal phytoextraction. *Trends in Biotechnology*. 2010. Vol. 28, № 3. P. 142–149.

13. Tkachuk N., Zelena L., Lukash O., Mazur P. Microbiological and genetic characteristics of *Bacillus velezensis* bacillibactin-producing strains and their effect on the sulfate-reducing bacteria biofilms on the poly(ethylene terephthalate) surface. *Ecological Questions*. 2021. Vol. 32, Issue 2. P.119-129.

МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Гош Т.В.,

здобувач вищої освіти

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кожного року техногенне навантаження на навколишнє природне середовище тільки зростає. Однією з причин такого навантаження є зростання чисельності промислових та побутових викидів, які вимагають своєї утилізації та захоронення. Для вирішення проблеми утилізації та захоронення будують очисні споруди та фабрики для переробки сміття. Порівняно з побутовими викидами, промислові є більш шкідливими і чинять більш негативний вплив на довкілля. Особливо небезпечний вплив на екологічну систему здійснює забруднення водою важкими металами.

Важкі метали – природні компоненти Земної кори. У невеликих кількостях вони потрапляють в людський організм з їжею, питною водою й повітрям. Деякі важкі метали (наприклад, Мідь, Селен, Цинк) необхідні для підтримки метаболізму людського організму. Однак, при більш високих концентраціях вони можуть призвести до отруєння.

Важкі метали дуже небезпечні, тому що вони мають схильність до біоаккумуляції. Біоаккумуляція означає збільшення концентрації хімічного елемента в біологічному організмі, через деякий час, порівняно з концентрацією цього елемента в навколишньому середовищі. Сполуки накопичуються в живих істотах швидше, ніж руйнуються чи перетворюються. Тому необхідно розуміти, які існують методи очищення вод і які з них найбільш підходящі.

Токсичні метали можуть бути присутніми в промислових, муніципальних та міських стоках, і зазвичай є шкідливими для людини та водної флори і фауни. Підвищеному вмісту важких металів у водоймах сприяє стрімка урбанізація та індустріалізація. Згідно з однією класифікацією [1], до групи важких металів належить більше 40 елементів з високою відносною атомною масою й густиною більшою 6 г/см³, а 17 з них вважаються дуже токсичними.

Джерела надходження важких металів у воду можна розділити на дві групи: природні та техногенні. Важкі метали можуть потрапити у воду через вивітрювання гірських порід, вулканічні процеси, ерозію ґрунту тощо. Але частіше забруднення води важкими металами є результатом діяльності людини. До техногенних джерел забруднення вод належать: викиди промислових підприємств; відходи металургійних виробництв; міські побутові стоки; деякі види добрив; спалювання палива.

Також важкі метали можуть потрапляти у воду з дощем або снігом. Причинами потрапляння токсичних речовин до атмосфери зазвичай є: вихлопні гази і викиди підприємств.

Розрізняють два види впливу важких металів на організм людини:

- специфічний, що приводить до виникнення певних захворювань в результаті вибіркового впливу на органи і системи організму;
- неспецифічний, при якому дія елементів сприяє зростанню хвороб, пов'язаних з іншими факторами [2].

Специфічна дія проявляється при значних дозах важких металів, неспецифічне - при низьких. Специфічна дія характерно для більшості важких металів, в тому числі ртуті, кадмію, свинцю, миш'яку.

Загальнотоксична дія високих доз важких металів на людину або тварин призводить до ураження або зміни діяльності таких важливих систем організму, як центральна і периферична нервова система, кровотворення, внутрішня секреція. Важкі метали поряд із загальним токсичним впливом володіють специфічним впливом на репродуктивну функцію, сприяють виникненню злоякісних новоутворень, порушенню апарату спадковості. Кадмій, хром, нікель, свинець, ртуть впливають на статеві клітини, специфічну канцерогенну дію надає миш'як, кобальт, кадмій, хром, нікель.

Важкі метали вибірково накопичуються в різних органах і тканинах людини і тварин [3,4]. Зазвичай вони акумулюються в органах з інтенсивними біохімічними процесами - в печінці, нирках, ендокринних залозах. Найбільшу загрозу надає можливість прояву негативного впливу на організм через багато років і в наступних поколіннях, тому очищення стічних вод грає для життєвого середовища людини важливу роль.

Методи очищення стічних вод можна умовно поділити на деструктивні і регенеративні. Деструктивні методи очищення зводяться до руйнування забруднюючих воду речовин шляхом їх окислення або відновлення. Утворені при цьому продукти розпаду видаляються з води у вигляді осадів або газів, або залишаються в ній у формі розчинних мінеральних солей.

Регенеративні методи дозволяють витягати і утилізувати цінні речовини, що містяться у воді. Регенеративні методи далеко не завжди очищують воду до такого стану, в якому її можна скидати у водоймище. У цих випадках воду доочищують деструктивними методами.

Механічне очищення стоків призначається для підготовки виробничих стічних вод перед наступним хімічним, фізико-хімічним або біологічним методам більш глибокого очищення.

1. Хімічні методи. Складаються з двох підметодів: нейтралізації і окислення. Цей метод застосовується як самостійний в поєднанні з механічним і іншими методами:

- попередній метод перед фізико-хімічним або біологічним очищенням;
- метод глибокого очищення виробничих стічних вод з метою дезінфекції, знебарвлення або вилучення з них різних компонентів.

2. Фізико-хімічні методи. На даний момент відомо більш ніж двадцять способів очищення стоків від важких металів. Вибір відповідного методу очищення залежить від багатьох факторів. Найбільш широке застосування на практиці, знайшли такі методи, як реагентний, сорбційний, електрохімічний.

Суть реагентного методу полягає в трансформації розчинних у воді речовин на нерозчинні з додаванням різних реагентів з наступним відділенням їх від води у вигляді осаду. В якості реагентів для очищення стічних вод від іонів важких металів використовують гідроксиди кальцію і натрію, карбонат натрію, сульфід натрію, різні відходи, наприклад феррохромовий шлак та ін. Найбільш широко використовують гідроксид кальцію. Осадження металів здійснюється у вигляді гідроксидів. Процес проводять за різних значень рН. Недоліком реагентного методу є втрата цінних речовин разом із осадом, утворення великих об'ємів обводнених осадів, які потребують утилізації, в результаті чого зростають експлуатаційні витрати.

Метод сорбції, як природний сорбент використовують бентонітову глину. Відомий аналог - спосіб адсорбції важких металів зі стічних вод методом сорбційного концентрування на природних цеолітах. Суть способу полягає в тому, що в розчин, що вміщує іони сорбованого металу, додають сорбент у співвідношенні між твердою і рідкою фазами не менш ніж 1:50. Як адсорбент використовують глиноподібний мінерал, представлений каолінітом, монтморилонітом та гідрослюдою. Процес відбувається за нормальної температури та періодичного перемішування, тривалість контакту - 8 год. Недоліком такого методу є недостатня якість очищення у кислому і нейтральному середовищах ($\text{pH} \leq 7$). Крім цього, значне набухання мінералу ускладнює його видалення та регенерацію після використання. При використанні як природного сорбенту бентонітової глини досягається вилучення важких металів у певному інтервалі рН, що призводить до підвищення ступеня очищення стічних вод.

Електрохімічне очищення води являє собою комбінацію хімічних перетворень, що супроводжуються впливом постійного електричного струму. Вони дозволяють по-

долати сили міжмолекулярної взаємодії і перевести колоїдні розчини в форму, зручну для видалення.

Недолік електрохімічного методу полягає у високому споживанні електроенергії, використанні листового металу. До переваг відносяться: менша потреба в виробничих площах, автоматизація технологічного процесу, витяг зі стоків багатьох цінних продуктів, доочищення для створення оборотного циклу, значне спрощення схеми і експлуатації установок, не збільшує сольовий склад очищених стічних вод [6].

3. Біологічний метод. Завданням біологічного очищення стічних вод, що містять солі важких металів, є виведення активних штамів бактерій, здатних окислювати іони важких металів у воді [7]. На жаль, біологічний метод очищення виробничих стічних вод від іонів важких металів не знайшов широкого застосування на практиці, він має обмежене застосування.

Одним з найефективніших методів очищення води від важких металів є фізико-хімічний, а саме, застосування реагентів. Використання реагентного методу очищення виробничих стічних вод не залежить від токсичності присутніх домішок, що в порівнянні зі способом біохімічної очищення має істотне значення.

Отже, збільшення обсягів промислових стоків та викидів спричиняє зростання техногенного тиску на навколишнє середовище. Деякі органічні та неорганічні речовини значно змінюють органолептичні властивості води або роблять її абсолютно непридатною для споживання та використання у промислових цілях.

Захист водних ресурсів від виснаження і забруднення та їх раціонального використання для потреб народного господарства - одна з найважливіших проблем, що вимагає невідкладного рішення. Зараз для очищення стічних вод використовують різноманітні методи: реагентний, сорбційний, електрохімічний та інші. Істотний вплив на підвищення використання водних ресурсів може надати впровадження вискоелективних методів очищення стічних вод, зокрема фізико-хімічних, з яких одним з найбільш ефективних є застосування реагентів. Таким чином, охорона і раціональне використання водних ресурсів - це одна з ланок комплексної світової проблеми охорони природи.

Список використаних джерел:

1. Ритчи Г.М., Эшбрук А.В. "Экстракция: принципы и применение в металлургии." Пер. с англ. - М.:Металлургия, 1983.
2. Запольский А. К., Образцов В.В. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства. – К.: Техника, 1989. - 199 с.
3. Кораблева А. Н. Введение в экологическую токсикологию / А. Н. Кораблева, Л. Г. Чесанов, А. Г. Шапарь. – Д.: Центр экономического образования, 2001. – 308 с.
4. Долина Л. Ф. Сточные воды предприятий горной промышленности и методы их очистки. Справочное пособие. – Д.: УЭА "Зеленийсвіт", 2000.-44 с.
5. Долина Л.Ф. Современная технология и сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод: Монография. – Д.: Континент, 2005. - 296 с.
6. Химия радионуклидов и металл-ионов в природных объектах. Тезисы докладов Межгосударственной конференции. АН Беларусь. – Минск., 1992. - 158 с.

7. Юрьев Б. Т. Аппараты и установки для аэрирования и очистки сточных вод. – Рига, Информагпропром, 1991.-234.

*Науковий керівник: П.Г. Кирієнко канд. техн. наук, доцент
Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

БЕЗПЕКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ. ТРЕНДИ І ВИКЛИКИ

Іваненко П.В.,

*здобувач вищої освіти спеціальності 121
«Інженерія програмного забезпечення»,
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова*

Савіна О.Ю.,

*канд.техн.наук, доцент кафедри техногенної та цивільної безпеки
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова*

За оцінками ООН 420тис. людей у всьому світі щороку помирають після вживання зараженої їжі, а діти віком до 5 років несуть 40% тягаря від харчових захворювань [1]. небезпечні харчові продукти, що містять хвороботворні бактерії, віруси, паразити або шкідливі хімічні речовини, є причиною більш як 200 різноманітних хвороб - від діареї до онкологічних захворювань.

Безпека харчових продуктів важлива на всіх етапах від виробництва та збору врожаю, перероблення, зберігання, розподілу, аж до приготування та споживання їжі [2]. Виробники й реалізатори продуктів харчування мають дотримуватися низки правил, щоб уникнути потенційно серйозних небезпек для здоров'я.

Безпека харчових продуктів – це поняття, що включає в себе обробку, підготовку та зберігання харчових продуктів таким чином, щоб запобігти хворобам харчового походження [2]. Мається на увазі, що виробники та реалізатори продуктів харчування повинні дотримуватися низки процедур, щоб уникнути потенційно серйозних небезпек для здоров'я. Як відзначає ВООЗ, достатня кількість безпечного та збалансованого харчування є важливим фактором для підтримки життя та укріплення здоров'я.

В Україні діє Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [3], основні поняття якого описуються як:

- пріоритетність збереження і зміцнення здоров'я людини та визначення її права на якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини;
- державний контроль і нагляд за їх виробництвом, переробкою, транспортуванням, зберіганням, реалізацією, використанням, утилізацією або знищенням, ввезенням в Україну;
- створення гарантій безпеки для здоров'я людини під час виготовлення, ввезення, транспортування, зберігання, реалізації, використання, споживання, утилізації або знищення харчових продуктів і продовольчої сировини;