

УДК 504.064.49(477+(1-4)(045)

ДОСВІД ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГІДРОФІТНИХ СПОРУД В УКРАЇНІ ТА СВІТІ**С. М. Маджд**, канд. техн. наук, доц.

Національний авіаційний університет

E-mail: madzhd@i.ua

Наведено результати аналізу використання біоінженерних споруд для забезпечення екологічної безпеки гідроєкосистем в Україні та різних країнах світу. Доведено переваги використання методів фітотехнологій відносно традиційних методів відновлення якості водних екосистем. Висвітлено сучасний стан та досвід експлуатації біоінженерних споруд у різних країнах світу для очищення стічних вод у різноманітних галузях виробництва. Розглянуто основні типи інженерно-біологічних споруд на основі закритого біоплато гідропонного типу, що використовуються в Україні. Проаналізовано досвід використання гідробіотехнологічних систем в Україні призначених для глибокого очищення і водовідведення господарсько-побутових, виробничих і дощових вод у потік ґрунтових вод або в поверхневі водойми. Показано, що останнім часом в Україні, біоплато стали широко застосовувати як локальні очисні споруди невеликої потужності для котеджів та будівель, у яких відсутнє підведення до каналізації, для автозаправних станцій, мийок легкового та вантажного транспорту, об'єктів автосервісу.

Ключові слова: екологічна безпека, гідрофітні споруди, якість води, очищення стічних вод, гідроєкосистеми.

The brought results over of analysis of the use of bioengineering building for providing of environmental safety hydroecosystems in Ukraine and different countries of the world. The well-proven advantages of the use of methods of fitotechnologies are in relation to the traditional methods of proceeding in quality of water ecosystems. Lighted up modern state and experience of exploitation of bioengineering building in the different countries of the world for cleaning of effluents in different industries of production. Considered basic types of engineer-biological building on the basis of the closed bioplateau of hydroponnogo type, that used in Ukraine. Experience of the use of the hydrobiotechnological systems is analysed in Ukraine of intended for the deep cleaning and overflow-pipe of service-utility, productive and rain waters in the stream of subsoil waters or in superficial reservoirs. It is shown that lately in our country, bioplateaux began widely to apply as local sewage treatment plants of small power for cottages and building in that absent tricking into to the sewage system, for the filling stations, washings of automobile and freight transport, objects of car-care center.

Keywords: environmental safety, hydrophitic building, quality of water, cleaning of effluents, hydroecosystems.

Вступ

Останнім часом, зростаюче надходження стічних вод у природні водойми набуває характеру глобальної екологічної загрози.

Стоки підприємств містять різні поллютанти, серед яких особливу небезпеку являють собою важкі метали, нафтопродукти, феноли та синтетично поверхнево-активні речовини, які мають мутагенні і канцерогенні властивості та завдають значної, інколи не поправної екологічної шкоди гідроєкосистемам.

Для мінімізації негативного впливу полютантів на водні екосистеми необхідна розробка нових і удосконалення існуючих методів очищення стоків шляхом зниження концентрацій забруднювачів до нормативів вод рибогосподарського призначення. Найбільш ефективними, низькозатратними і екологічними є способи очищення стічних вод, засновані на використанні біоценозів різних видів водяних організмів — вищих водяних рослин (ВВР), бактерій, водоростей, безхребетних, риб, які здатні акумулювати різні забруднюючі речовини [1].

Постановка проблеми

У багатьох країнах світу, в тому числі в Україні, протягом останніх років відмовляються від традиційних методів очищення та знезараження стічних вод через їх ненадійність у роботі, складність в експлуатації та високу енергоємність. Замість традиційних широкого впроваджуваних методів, набувають методи, що базуються на основі фітотехнологій. Фітотехнології це — метод очищення стічних вод, заснований на використанні процесів природного самоочищення водних систем, з використанням ВВР, водної мікрофлори та мікроорганізмів [2].

До переваг методів фітотехнології належить: екологічна безпечність, низька вартість та високий ступінь очищення і низькі витрати на будівництво та видатки при експлуатації.

Окрім цього, при експлуатації гідрофітних систем одночасно збільшується площа покриття зеленими рослинами, а це сприяє поліпшенню екологічного стану та забезпеченню екологічної безпеки навколишнього природного середовища в даних регіонах [1; 2; 3; 4].

Аналіз досліджень і публікацій

Вагоме значення у процесах самоочищення водних екосистем фотосинтезуючих організмів, було відзначено С. М. Строгановим ще у 1914 р.

Використання ВВР для поліпшення якості води в 1960-х роках ХХ ст. пропонували С. Н. Скадовський, М. А. Мессінева, В. І. Успенська, М. М. Телітченко та інші дослідники [5], у тому числі українські гідробіологи й фахівці з охорони навколишнього середовища [6].

Ідею застосування ВВР для поліпшення якості забруднених вод та вагомий внесок у теорію та практику застосування біоплато зробив А. В. Францев, а піонерами застосування повітряно-водних макрофітів для очищення стічних вод стали дослідники з Інституту Макса Планка (Німеччина) [7]. У Східній Європі цей метод отримав назву «Constructed wetlands» і набув широкого застосування в Франції, Данії, Великій Британії, Польщі, США та в інших країнах світу [8].

Найпростішими спорудженнями цього типу, що використовуються людиною вже більше п'яти століть, є поля зрошування і фільтрації. На території країн СНД поля зрошування вперше з'явилися в Одесі (1887), потім в Києві (1894) і в Москві — Люблінські поля зрошування (1898).

На сьогодні, вже відомо понад 2,5 тис. експлуатуючих біоінженерних споруд у різних країнах світу, включаючи Україну. В Данії, Німеччині, Англії вже успішно діють понад 200 біоінженерних споруд. У США лише за період 1988–1993 рр. було побудовано кілька сотень гідрофітних споруд і спеціально розроблені технологічні регламенти очищення стічних вод для спорудження типу біоплато «Constructed wetland» [8].

У 1986 р. було створено групу експертів з очищення забруднених вод гідрофітами, в яку ввійшли представники 11 європейських країн. Позитивні результати використання ВВР отримано в багатьох країнах світу, але, не зважаючи на це, гідрофітний метод достатньо широко почали використовувати лише у 80-х роках ХХ ст [1].

З 1998 р. в Україні діє найбільша в Європі біоінженерна споруда типу Constructed Wetlands [2; 4].

Мета роботи — проаналізувати досвід застосування біоінженерних споруд для очищення гідроекосистем в Україні та різних країнах світі.

Застосування гідрофітних інженерних споруд в різних країнах

Здатність ВВР видаляти з води забруднюючі речовини — біогенні елементи (азот, фосфор), калій, кальцій, магній, сірку, важкі метали, сульфати — і зменшувати забрудненість нафтопродуктами, фенолами, синтетичними поверхнево-

активними речовинами, що контролюється такими показниками органічного забруднення середовища, як БСК і ХСК, дозволила використовувати їх в практиці очищення і доочищення промислових, господарсько-побутових стічних вод і поверхневого стоку як в Україні, так і в усьому світі.

У доступній літературі описані гідрофітні споруди які успішно використовують для очищення господарсько-побутових стічних вод в Росії, Нідерландах, Японії, Китаї, Італії, США, Норвегії, Австралії, Франції.

У різних країнах активно ведуть дослідження можливості очищення та видалення важких металів із води металургійної промисловості [1].

У США досить широко використовують систему очищення шахтних вод на плантаціях очерету [4].

Стійкість очерету до дії високих концентрацій забруднюючих речовин дозволила успішно використовувати його для очищення стічних вод від комплексів для вирощування свиней у Великій Британії [4,9].

У Росії також була проведена експериментальна робота з очищення стічних вод комплексу для вирощування свиней. Інститутом цитології і генетики розроблена технологія очищення забруднених вод з використанням водного гіацинту. Очищення здійснювалося в біоставках.

Концентрація азоту амонійного знижувалась від 30–50 мг/л до 4–5 мг/л, БСК₅ — від 150 мг/л до 20–30 мг/л, ХСК — від 300 мг/л до 25–30 мг/л. Концентрація розчиненого кисню зростала від 0,5 мг/л до 2–5 мг/л [5; 7].

Вищі водяні рослини використовуються також в Росії для очищення стічних вод, харчової промисловості та стічних вод від миття автомобілів [6; 8]. У Франції ВВР також успішно використовуються для потреб харчової промисловості, зокрема, молокозаводів [6].

У Китаї водяний гіацинт використовували для очищення стічних вод кінофабрики від срібла. Встановлено, що ступінь очищення становив: срібло — 100 %, завислі речовини — 91 %, сполуки фосфору — 53,9 %, сполуки азоту — 92,9 %, БСК — 98,6 %, ХСК — 91 % [1; 7].

За результатами експериментальних досліджень процесу очищення побутових стічних вод з використанням водяного гіацинту в США ступінь очищення за БСК₅ досягає 97–98 % [7]. До того ж автори стверджують, що запропонований метод повністю дозволить відмовитися від використання сорбційних методів очищення [8].

В Ірландії успішно експлуатується система сумісного очищення господарсько-побутових стічних вод (72 %) і поверхневого стоку (28 %), сконструйована у вигляді трьох мілководних ла-

гун, дві з яких засаджуються очеретом і рогазом, а третя являє собою біоставок з плаваючими водними рослинами — лілією і ряскою.

Після очищення на цій системі вода має такі показники: БСК — 9 мг/л, завислі речовини — 9 мг/л, загальний азот — 14,2 мг/л, аміак — 0,8 мг/л, нітрати — 9,2 мг/л, загальний фосфор — 4,45 мг/л, ортфосфати — 3,15 мг/л.

Середнє відсоткове зменшення концентрацій забруднюючих речовин у системі за дворічний період вивчення становить: БСК — 48 %, завислі речовини — 83 %, азот — 51 %, фосфор — 13 %, видалення патогенних організмів — 99,77 % [2].

Очисні системи вторинного та третинного очищення господарсько-побутових стічних вод, засновані на використанні елодеї, придатні для застосування на спорудах цілорічного функціонування у теплому кліматі.

У Норвегії (40 км від м. Осло) для очищення сільськогосподарського поверхневого стоку побудоване експериментальне біоплато площею 1200 м² [9], яке являє собою сконструйований з 8 паралельних смуг (кожна розміром 3×40 м) фільтр, глибиною 0,5 м. Площа водозбору становить 0,8 км² (рис. 1).



Рис. 1. Експериментальне біоплато в Норвегії

Попередні дослідження показали ефективність у видаленні завислих речовин — 45–75 %, фосфору 21–44 %, азоту — 15 %, проте, це не остаточні результати, оскільки дослідження тривають до сьогодні [9].

Австралійськими вченими [10] розроблено спосіб очищення поверхневого стоку від автомагістралей (рис. 2).



Рис. 2. Біофільтраційна система в Австралії

Для функціонування цього біоплато дороги не облаштовуються бордюрами, збір стоку здійснюється фільтраційними траншеями, заповненими на глибину 0,8 м гравієм. На дні траншеї прокладаються збірні трубопроводи діаметром 150 мм, які транспортують поверхневий стік на подальше очищення в біоплато [10].

Застосування гідрофітних споруд в Україні

Гідрофітні споруди з ВВР широко використовують і в Україні, переважно, це інженерно-біологічної споруди на основі закритого біоплато гідропонного типу.

В Україні фахівцями науково-інженерного центру «Потенціал-4» разом із співробітниками Інституту гідробіології НАН України запропоновано різні типи інженерно-біологічних споруд на основі закритого біоплато гідропонного типу, що знайшли широкого застосування в різних галузях виробництва для очищення та доочищення стічних вод. Ці гідрофітні споруди Інституту гігієни та медичної екології визнані як такі, що забезпечують нормативну якість зворотних вод для вододом господарсько-питного та рибогосподарського використання [1; 2; 4].

Класична схема закритого біоплато гідропонного типу показана на рис. 3.

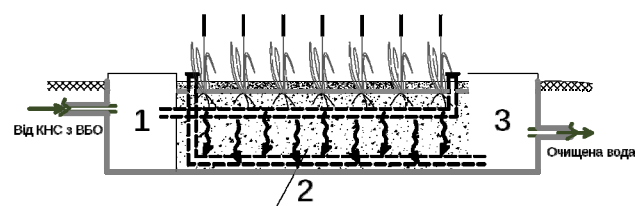


Рис. 3. Типова схематична конструкція закритого біоплато гідропонного типу:

- 1 — розподільчий колодязь, 2 — закрите біоплато гідропонного типу з вищою водною рослинністю та препаратом-біодеструктором,
- 3 — контрольний колодязь для відбору проб

В основу технології закритого біоплато гідропонного типу покладено використання як природних процесів самоочищення, властивих водним та околководним екосистемам, так і управління цими процесами на основі розрахунків, що базуються на обліку зовнішніх чинників (температури води і повітря, рН і Eh середовища, періоду року, гідралічного навантаження на споруди, початкової концентрації розчиненого у воді кисню і забруднюючих речовин), а також технологічних параметрів біоплато (площі та матеріалу ефективних поверхонь як субстрату прикріплення для різноманітних водних організмів — бактерій, актиноміцетів, грибів, найпростіших і одноклітинних водоростей, ракоподібних, черв'яків, комах; внесення в період запуску біо-

препаратів з селективно підібраними гідробіонтами-біодеструкторами) [1].

Найбільш важливими характеристиками штучно сформованого біоценозу макрофітів і мікроорганізмів в біоплато є загальна площа біоплато, яку займають рослини, їх видовий склад і чисельність на 1 м²; час контакту потоку води з біоценозом, режим експлуатації біоплато.

В основу аквафітодезактиваційного способу очищення стічних вод положено біохімічні процеси окиснення, фільтрування, поглинання, накопичення органічних і неорганічних речовин, мінералізації, детоксикації, адсорбції, хемосорбції [5; 6].

Високий очисний ефект ВВР досягається там, де вода протікає через співтовариство напівзанурених, плаваючих та занурених у воду рослин [10].

При виборі ВВР для використання її в подальшому, необхідно враховувати властивості очищення води від існуючих забруднювачів, присутніх у стоках, і умов їх зростання. Необхідно використовувати занурену у воду рослину, що не вимагає для свого росту і розвитку ґрунт. Ці умови виконуються для того, щоб здійснювалось очищення води від розчинених у ній забруднювачів, і не відбувалося забруднення завислими речовинами.

Гідробіотехнологічні системи в Україні в основному призначені для глибокого очищення і водовідведення заздалегідь очищених господарсько-побутових, виробничих і дощових вод в потік ґрунтових вод або в поверхневі водойми.

Окрім цього, останнім часом в Україні, біоплато стали широко застосовувати як локальні очисні споруди невеликої потужності для котеджів та будівель, у яких відсутнє підведення до каналізації, для автозаправних станцій, мийок легкового та вантажного транспорту, об'єктів автосервісу [2].

Висновки

Розкриті механізми дезактивації забруднювачів в біоінженерних спорудах для різних галузей виробництва в Україні та різних країнах світу.

Аналіз досвіду застосування гідрофітних систем дає можливість стверджувати, що найбільш раціональними способами очищення стічних вод є біологічні, з використанням фітотехнологій,

заснованих на процесах природного самоочищення водних об'єктів, за рахунок ВВР, водної мікрофлори і мікроорганізмів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Романенко В. Д., Крот Ю. Г., Киризіт Т. Я., Коваль І. М., Кіпніс Л. С., Потрохов О. С., Зінковський О. Г., Леконцева Т. І. Природні і штучні біоплато // Фундаментальні та практичні аспекти. — К. : Наук. думка, 2012. — 110 с.
2. Будьоний О. П., Аврамішина К. В. Біоплато як перспективний спосіб очищення стічних вод / О. П. Будьоний, К. В. Аврамішина. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.essuir.sumdu.edu.ua>.
3. Маджд С. М. Удосконалення контролю технічної сфери сучасними біологічними методами / С. М. Маджд // Екологічна безпека та природокористування : зб. наук. праць. — К. : КНУБА, 2015. — Вип.19. — С. 19–26.
4. Стольберг В. Ф. Биоплато — эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод / В. Ф. Стольберг, В. Н. Ладъженский, А. И. Спирин // Экология довкілля та безпека життєдіяльності. — 2003. — №3. — С. 32–34.
5. Використання вищих водних рослин у практиці очищення стічних вод. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.potential14.com.ua>.
6. Вепрев С. Г. Использование растений водяного гиацинта (*Eschhornia crassipes*) для очистки техногенных стоков / С. Г. Вепрев, Н. Н. Нечипоренко, С. Б. Бортникова // Научные аспекты экологических проблем России: Всероссийская конф., 13–16 июня, 2001, Москва. — СПб.: Гидрометеоздат, 2010. — С. 281.
7. Kickuth R. Wurzelraumverfahren in der Praxis // Landschaft und Stadt. — 1984. — 16. — S. 145–153.
8. Yammer D. A. Designing constructed wetlands system to treat agricultural nonpointsource pollution // Ecol. Eng. — 1992. — № 1. — P. 49–82.
9. Blankenberg A.B. «Lierdammen» — a wetland testfield in Norway. Retention of nutrients, pesticides and sediments from a agriculture runoff. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ucd.ie>.
10. Lloyd S.D. The planning and construction of an urban stormwater management scheme. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.lequia.udg.es>.

Стаття надійшла до редакції 18.04.2016