

УДК 574.4:504.455

ГЛИБОКЕ ДООЧИЩЕННЯ КОМУНАЛЬНИХ І ЗЛИВОВИХ СТІЧНИХ ВОД УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ (огляд)

О. В. Руднік

здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, група ВБА-21,

І. О. Шерінга

здобувачка вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, група ВБА-11,

навчально-науковий інститут агроєкології та землеустрою

Науковий керівник – д.б.н., професор Й. В. Гриб

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

Урбанізація викликає нові проблеми у забезпеченні ефективного очищення побутових і зливових стічних вод при застарілих системах біологічного очищення стоків. Згідно вимог повинно утримуватись до 100% домішок, однак до природних водойм скидається до 20% домішок (біологічно активні сполуки органічного вуглецю, мінеральні форми азоту і фосфору, зависі, а також бактеріальні гельмінти забруднення, токсичні домішки). Виникає проблема реконструкції існуючих споруд біологічного очищення комунальних стічних вод, та використання екотонів додаткової мережі для їх доочищення або створення штучних систем очищення стоків.

Ключові слова: біогенні домішки, умовно очищенні стоки, зливові води, додаткова річкова мережа, екотони.

Urbanization causes new problems in ensuring the effective treatment of domestic and stormwater with outdated biological sewage treatment systems. According to the requirements, up to 100% of impurities should be contained, but up to 20% of impurities are discharged into natural water bodies (biologically active compounds of organic carbon, mineral forms of nitrogen and phosphorus, suspensions, as well as bacterial helminthic pollution, toxic impurities). There is a problem of reconstruction of existing facilities for biological treatment of communal wastewater, and the use of ecotones of the additional network for their further purification or creation of artificial systems of sewage treatment.

Keywoprds: biogenic impurities, conditionally treated effluents, stormwater, additional river network, ecotones.

Процеси урбанізації і концентрування населення у міських територіях (до 55% чисельності населення країни) викликає нові проблеми у забезпеченні очищення побутових і зливових стічних вод при застарілих системах біологічного очищення стоків. Системи очищення поверхневих стічних вод, які існують на сьогоднішній день в Україні, в переважній більшості використовують лише механічні методи обробки та не забезпечують повне видалення біогенних елементів. Тому захист природних водойм від емісії біогенних елементів, що надходять зі стічними водами залишається актуальним природоохоронним завданням.

У зв'язку із зростанням антропогенного навантаження та впливу парникового ефекту виникає проблема зниження навантаження на річкову мережу, підвищення природної самоочисної здатності водного середовища і збереження видового різноманіття аборигенної іхтіофауни та рибопродуктивності. Із стічними водами після споруд біологічного очищення у річкову мережу постійно надходять домішки органічного вуглецю, мінеральних форм азоту і

фосфору, зависі, токсиканти, що викликають зміну якості води, споживчих характеристик, «цвітіння» води руслових водосховищ, активізують розвиток вищої водної рослинності на мілководдях та формують дефіцит розчиненого кисню.

Стан річкової мережі регіону, зокрема басейну р. Горинь, та напрямки їх оздоровлення вивчали: д.б.н. Гриб Й. В., к.с.-г.н. Чорнявська А. П., к.геогр.н. Залеський І. І., д.геогр.н. Барановський В. А. та д.геогр.н. Шищенко П. Г. Науковцями вивчалась стійкість природного середовища до технічних навантажень, що стало підґрунтям для складання відповідної мапи. Однак дослідження, хоча й мали наукову цінність, стосувалися реперних характеристик якості води річкової мережі.

Метою статті є розгляд існуючих третинних методів доочищення стічних вод урбанізованих територій, порівняння ефективності їх застосування та розгляд можливості самоочисної здатності водойм.

Існують та набули широкого застосування наступні методи третинного доочищення стічних вод після урбанізованих територій, такі як природні (поля фільтрації, біологічні стави, ветленди, руслові та берегові біоплато); технічні біологічні: водорослево-річкові стави, аеробіофільтри на штучному синтетичному волокні, відстійники стічних вод з віями штучного волокна на водній поверхні, піщано-гравійні фільтри [1–3].

До комплексних систем глибокого водоочищення стічних вод відносять водорослево-рачкові стави з водоймою накопичувачем очищених стоків та годівлею молоді коропових риб за рахунок мікрородоростей та зоопланктону, а також використання очищених вод для поливу сільськогосподарських угідь і полів фільтрацій з інокуляцією мікрородоростей хлорелли та розвитком дафній [1–3].

Використання проміжних екотонів у доочищенні стічних і зливових вод у всіх згаданих випадках має позитивний результат, разом з тим має непередбачувані емерджентні наслідки, зокрема можливість використання водних об'єктів у рибництві.

За наявності резервних територій можливе використання для очищення стоків біологічних ставів, де внаслідок очищення домішок, переробної здатності бактеріопланктону та природної аерації підвищується якість водного середовища.

Значно підвищує доочищення стоків використання пересувних локальних аеробіофільтрів на штучній волокнистій насадці, як основа для нарощування перифітону.

Розсіювання стислого повітря посилює окислювальну здатність водного середовища, яка вища від біологічних ставів на цілий порядок. Аеробіофільтри рекомендовано також встановлювати на водне дзеркало біологічних ставів з аерацією до 10% поверхні водного дзеркала (рисунок).

Цікавим є досвід використання біоплато, яке являє собою сплановану територію з заростями очерету (щільністю посадки до 100 стебел на поверхні водного дзеркала, швидкістю потоку очищуваної води 0,05 м/с, де вода очищується залежно від інтенсивності окисних процесів, утилізації домішок гідробіонтами, осадження, засвоюються фітомасою очерету та перифітоном. Розрахунок площі біоплато ведеться за окисним потенціалом, який складає $1,9 \times \text{г} / \text{с}$ [5].

За нашими розрахунками, при поступленні 100 м^3 очищуваної води загальна ємність біоплато складатиме $0,174 : (9 \cdot 10^{-4}) = 0,1 \cdot 10^{-4}$ або 100 м^3 при глибинах $0,5 \text{ м} = 2000 \text{ м}^2 = 0,2 \text{ га}$.

За ефективністю доочищення комунальних стічних вод можливе використання водорослево-рачкових ставів, які влаштовуються після основних споруд біологічного очищення комунальних стоків. За літературними даними такі стави ефективно працюють на очисних спорудах м. Умані та Калитянському свинокомплексі. Вони складаються з приймальної камери, маточних ставів для розведення водоростей хлорелли, рачкових ставів та ставу накопичувача очищених стоків як рибоводної водойми. Очищена вода може використовуватися для поливу сільськогосподарських угідь та скидатися в річкову мережу. Для активації доочищення стічних вод частина очищеної води подається в голову очисних

споруд, а також влаштування маточних ставів для розвитку мікробіоти та зоопланктону.

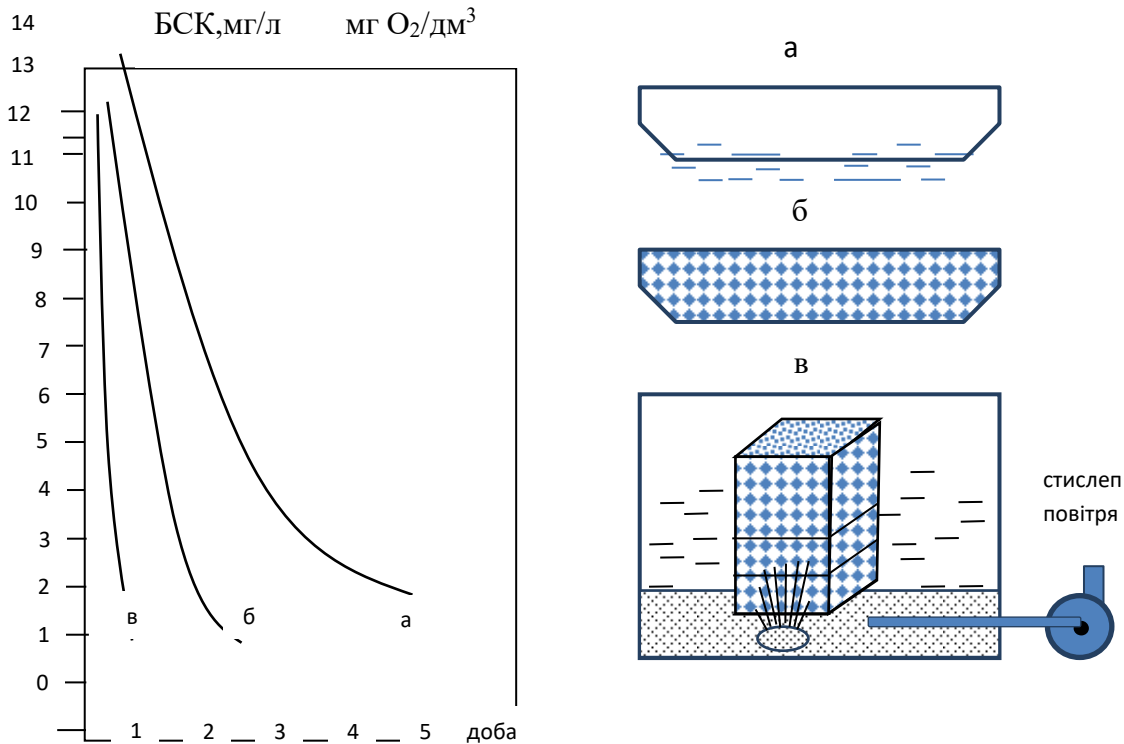


Рисунок. Порівняння ефективності систем біологічного доочищення стічних вод:
а – біологічний став; б – біоплато; в – пересувні аерофільтри з насадкою із штучного волокна

Маточні стави для інокуляції водоростей складають 0,6 га, рачкові стави складають 0,5 га. Якщо проаналізувати процес споживання розчинного кисню водною біотою, то він проходить за двома етапами: вилучення біогенних елементів та твердого стоку. Мул споживає від 30–60% розчиненого у воді кисню, лише 20%, споживає вища водна рослинність. Однак тут основним споживачем кисню є локалізація фітомаси вищої водної рослинності – у парцелах ВВР, що поширена на замуленій частині водойми, яка і формує локальний дефіцит кисню від темного дихання рослинності. Щороку від розкладу фітомаси ВВР приріст дна складає до 2 см, а при цвітінні водойми додатковий приріст становить 0,2 см щорічно.

В озерах за тисячоліття їх існування лише від мікробіоти та фітобіоти товщина мулових відкладень складає 2 м. Фактично товщина сапропелевих відкладів у деяких озерах Західного Полісся складає до 10 м, що вказує на тривалість їх існування.

Отже, при глибокому доочищенні стічних вод необхідно звертати увагу не тільки на біогенні елементи, але і на зависі, що проникають з поверхневим стоком у русло річки. Для прикладу наведемо динаміку самоочищення р. Устя нижче м. Рівного за рахунок ставу у створі с. Зозів, який функціонує як відстійник і біоплато (див. таблицю).

Нижче м. Рівне стік р. Устя містить органічні домішки, біогенні та мінеральні сполуки, низький вміст розчиненого кисню. У русловому ставу знижується вміст органічного забруднення, підвищується вміст кисню (крім зони впливу темного дихання вищих водних рослин у верхів'ях водосховища), формується джерело забруднення у заплавах внаслідок застоювання води та відмічається слабкий процес нітрифікації.

Гідрохімічна характеристика якості води річки Устя, нижче руслового водосховища у створі с. Зозів

Характеристика Фізико-хімічні	Розмірність	Вище с. Зозів, верхів'я водосховища	Гирло р. Устя, с. Оржів
pH	од	[6,6]	6,8
Прозорість	см	[10,0]	30,0
Запах	бали	3,0	2,0
Зависі	мг/дм ³	[40,0]	12,0
Колірність	градуси	30	20
Сольовий фон Гідрокарбонати, HCO ₃ ⁻	мг/дм ³	475,0	415,0
Ca ²⁺	мг/дм ³	72,0	81,0
Mg ²⁺	мг/дм ³	46,0	36,0
Cl ⁻	мг/дм ³	80,0	90,0
SO ²⁻⁴	мг/дм ³	55,0	60,0
K ⁺ + Na ⁺	мг/дм ³	95,0	28,0
Мінералізація	мг/дм ³	825,0	715,0
Сухий залишок	мг/дм ³	600,0	508,0
Газовий режим, органічна речовина. Окисненість перманганатна	мг O/дм ³	[32,0]	16,7
Розчинений кисень	мг O ₂ /дм ³	[1,4]	8,6
Насичення	%	[16,0]	94,0
БСК ₅	мг O ₂ /дм ³	[36,0]	5,8
NH ₄ ⁺	мг N(дм ³)	[9,0]	5,2
NO ₂	мг N(дм ³)	[0,07]	[0,04]
NO ₃	мг N(дм ³)	0,2	0,4
PO ₄ ³⁻	мг P /дм ³	[0,2]	0,3

Аналогічна ситуація складається у Млинівському русловому водосховищі на р. Іква. Нижче м. Дубно стічні води скидаються з значним вмістом органічних домішок та зависів, формуючи зони замулення та заростання вищою водною рослинністю, що веде до постійного замулення, обміління заплави і розвитку парцел вищої водної рослинності. На сьогодні заростання водного дзеркала складає до 40%.

Саме руслове водосховище слугує як відстійник, а також як біоплато. Це підвищує якість води, формує обростання поверхні водної рослинності, збагачує кормову базу аборигенної іхтіофауни. Однак в нічний період, внаслідок темного дихання фіто маси ВВР різко знижується вміст розчиненого кисню водного середовища і спостерігається задуха риб.

Ще одним від'ємним фактором є фактором замулення водосховища і формування сірководневої зони на межі між водним середовищем і донними відкладами, що є значно токсичним для іхтіофауни, особливо для ікри та молоді риб.

Для оздоровлення екосистеми водосховища необхідне викошування фітомаси ВВР нижче рівня дзеркала води та підвищення ефективності очищення стічних та зливових вод м. Дубно.

Одним з основних засобів у попередженні замулення русел і руслових водосховищ є влаштування прибережних захисних смуг водоохоронних зон. Згідно з вказівками [4] щодо влаштування таких смуг, її ширина при довжині русла річки 100 км має становити 50 м та бути фізично відгородженою від основної площі водоохоронних зон. При зростанні довжини русла на кожні 100 км додається ще 5 м прибережної смуги. Для розрахунку її ширини може бути використана формула:

$$b = 50,0 \sqrt{Lm}, \quad (1)$$

де b – ширина прибережних смуг, L – довжина русла.

Зрозуміло, що у прибережній смузі повинно бути заборонено розорювання, випасання худоби, паркування машин і забудова.

При існуючій системі біологічного очищення комунальних стічних і зливових вод з урбанізованих територій необхідна сувора регламентація якісних характеристик стоків з метою забезпечення використання річкової води у побуті та виробництві [4; 6].

На жаль, частина гідрографічної мережі використовується як система третинного доочищення забруднених стічних вод, що містять біогенні елементи, бактеріальні, вірусні і гельмінти забруднення, а також активний мул. Крім існуючих локальних джерел та комунальних стоків, які забезпечують очищення 75% забруднень, існують численні неочищені точкові забруднення від індивідуальної забудови, малих фермерських господарств, для яких необхідна централізована система очищення.

Розглянуті локальні системи доочищення стоків, можуть стати у пригоді для сільських громад з метою дотримання правил використання і охорони природних водних об'єктів в межах їх території.

Висновки:

1. На сьогодні вода є найціннішим скарбом довкілля і суспільства, яке повинно використовувати всі можливі засоби (природні та технічні) для збереження її чистоти.
2. Існуючі системи очищення природних і зливових стічних вод не забезпечують їх ефективність, що викликає забруднення поверхневих вод. В той же час існують потенційні можливості їх доочищення за рахунок заплавних екотонів: біоплато, біологічні стави, поля фільтрації, піщано-гравійні фільтри.
3. Держава не може забезпечити необхідну якість доочищення локальних систем очищення стоків, тому на місцевому рівні ці проблеми мають вирішувати місцеві громади в процесі самоврядування.
4. Для вирішення питання охорони поверхневих вод на майбутнє слід провести переорієнтацію хутірської системи забудови на централізовану з відповідними системами каналізації та очищення стоків.

1. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В. Відновна гідроекологія порушення річкових та озерних систем. Рівне : Волинські обереги, 1999. Т. 1. 2. Відновна іхтіоекологія / за редакцією Гриба Й. В., Сондака В. В. Рівне : Волинські обереги, 2007. 630 с. 3. Відродження екосистем трансформованих басейнів річок та озер : монографія / колектив авторів за редакцією д.б.н. Гриба Й. В. Рівне, 2012. 245 с. 4. Вказівки з розробки технічної документації при встановленні водоохоронних зон їх прибережних смуг малих річок і водойм. К. : Мінекології, 1980. 5. Оксіюк О. П. Структурно-функціональна організація екосистем водотоків і екологічна система управління якістю води в них. *Розвиток гідробіологічних досліджень в Україні*. К.-Ж. : Наукова думка, 1993. С. 9–26. 6. Правила охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами. К. : Мінводгосп України, 1990. 40 с.