УДК 628.35

Филипчук В. Л., д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Бондар О. І., д.б.н., професор** (Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ), **Курилюк М. С., інженер** (НВП-Фірма «АКВА-U» Ltd, м. Рівне), **Айайа Анієфіок, д.б.н., професор** («AQUA technologies limited liability company», Нігерія), **Кривошей П. П., інженер** («Chandwin Project Pte» Ltd, Сінгапур, yahohol@gmail.com), **Курилюк О. М., магістр** («АКВА-Волинь» Ltd, м. Ківерці), **Почтар О. В., магістр** («АКВА-АС» Ltd, м. Київ)

ОЧИЩЕННЯ ВОДИ У ФІЛЬТРАЦІЙНО-РЕГЕНЕРАЦІЙНИХ БІОПЛАТО

Наведено порівняльний аналіз результатів дослідження ефективності глибокого доочищення води у фільтраційно-регенераційних біоплато гідропонного типу та біоплато інших конструкцій. Показано, що застосування середнього дренажу для постійної промивки циркуляційно-промивними водами фільтрувальної засипки, біоплівки, кореневої системи рослин і дренажу біоплато та гідроавтоматичного очищення циркуляційно-промивних вод дозволяє забезпечити самовідновлювальний режим роботи комплексу очисних споруд. Фільтраційно-регенераційні біоплато надають можливість незалежно від їх продуктивності і кліматичних умов використання досягти більш високої якості та стабільності очищення води.
Ключові слова: **очищення води, біофітотехнологія, вищі водні рослини, біоплато, фільтрування, самопромивні фільтри.**

Фільтраційні біоплато, як споруди для очищення та доочищення господарсько-побутових, виробничих стічних вод, поверхневого стоку в останні роки набувають значного поширення. Їх перевагою є те, що вони практично не потребують витрат електроенергії та хімічних реагентів, значного експлуатаційного обслуговування і забезпечують високу якість очищення води від широкого спектру забруднюючих речовин органічного та мінерального характеру.

У системі біоплато протікають складні взаємопов'язані аеробно-анаеробні процеси, які супроводжуються фільтрацією, сорбцією, поглинанням та трасформацією рослинами та мікроорганізмами різних сполук та елементів. Основний механізм очищення води на біоп-

лато полягає в життєдіяльності гетеро і автотрофних організмів. Гетеротрофи, що представлені в першу чергу бактеріями, найпростішими, поглинають з водного середовища неорганічні та органічні речовини і розкладають їх до найпростіших сполук (вуглекислоти, води, біогенних речовин тощо). Автотрофи, що представлені вищими водними рослинами і водоростями (ВВР), поглинають з води ряд неорганічних елементів, біогенні речовини, вуглекислоту і використовують їх при побудові власного тіла, створюючи з них органічну речовину шляхом фотосинтезу.

У якості вищої водної рослинності-макрофітів використовують рогоз широколистий, комиш озерний, сусак, стрілолист, елодея, лілія водяна, аїр болотний, вольфія безкоренева, рдест та інші, які можуть плавати на поверхні та у товщі води, або можуть бути занурені у ґрунт водойми.

Позитивним чинником, що суттєво впливає на очищення, є утворення на поверхні фільтрувальної засипки біоплато й кореневій системі рослин біоплівки, де розвиваються різні мікроорганізми у вигляді іммобілізованого бактеріального середовища, завдяки діяльності якого ефективно розкладаються та вилучаються органічні речовини та різні токсичні сполуки [1; 2; 3].

Такі фільтрувальні біофітотехнології дозволяють вилучати з води біогенні та неорганічні елементи (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірку), важкі метали (кадмій, мідь, свинець, цинк), аніони солей (хлориди, сульфати, нітрати), різноманітні органічні речовини (феноли, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини (ПАР), продукти життєдіяльності живих організмів, рослин тощо), бактеріологічні забруднення.

Найчастіше використовуються біоплато з відкритим дзеркалом води в країнах з теплим та помірним кліматом. В залежності від регіону та виду рослин ступінь очищення води від забруднень може складати значну величину. Зокрема, за даними досліджень у Великій Британії середнє процентне зменшення концентрацій забруднюючих речовин у господарсько-побутових стічних водах складає 48% для БПК, 83% для завислих речовин, 51% для загального азоту, 13% для фосфору, більше 99% для патогенних мікроорганізмів. У США ступінь очищення побутових стічних вод з використанням водного гіацинту по $БПК_5$ досягає 97–98%. У Китаї ефективність очищення води від срібла, завислих речовин, сполук фосфору й азоту, відповідно складала 100%, 91%, 54% та 93%, при цьому БПК і ХПК зменшувались на 98% та 91%. Дещо менше знижувалась концентрація хло-

ридів та сульфатів (до 60%), а також солей жорсткості та важких металів (до 37%). Біоплато ефективно використовуються для очищення господарсько-побутових стічних вод та поверхневого стоку в Нідерландах, Японії, Норвегії, Австралії та інших країнах [4; 5; 6; 7; 8].

Однак в регіонах з теплим кліматом у відкритій воді біоплато можуть розмножуватись шкідливі комахи (включаючи личинки малярійного комара). При потраплянні нафтопродуктів відкрите дзеркало води блокується плівкою, що перешкоджає процесам біологічного очищення і аерації водойм. У таких біоплато не забезпечується ефективне видалення важких металів, миш'яку, діоксинів, залишків ліків, пестицидів, ПАР, оскільки вони тільки частково накопичуються в біомасі ВВР. Наявність відкритого дзеркала води на біоплато також є причиною утворення шкідливих аерозолів і неприємних запахів. При наявності у відкритих біоплато патогенних мікроорганізмів вони можуть розноситися водоплаваючими птахами, комахами, водними тваринами.

У відкритих біоплато не забезпечується регулювання процесів масообміну, газонасичення і аерації води, не видаляються мінералізований мул і осад. Це призводить до кольматації систем дренажу, фільтрувальної засипки, накопичення мулу в донній частині споруд, розвитку анаеробних процесів, що стає причиною вторинного забруднення води та значного зниження ефективності очищення від забруднень. Крім того, у регіонах з помірним кліматом у осінньо-зимовий період внаслідок зниження температури ефективність роботи відкритих біоплато знижується в середньому на 30-40% .

В Інституті гідробіології НАН України досліджено відкриті біоплато різних конструкцій для очищення води, які показали високу ефективність. Зокрема, як споруди для доочищення води, були використані канали, по яких транспортується вода з Дніпра для водозабезпечення таких регіонів, як Крим, Донбас [9]. Широке дослідження та впровадження таких споруд виконується в Інституті екологічних проблем (м. Харків) [10]. В Державній екологічній академії післядипломної освіти та управління (м. Київ), розроблено біоплато з плаваючою засипкою у вигляді спеціальних плотів з висадженими в них ВВР, зокрема, рогозом широколистим і аїром болотним, які дозволяють досить ефективно очищати воду від нафтопродуктів, жирів, ПАР, біогенних сполук азоту і фосфору, зважених речовин [11]. В цих спорудах застосовано комбінований горизонтально-вертикальний рух води, що надає можливість регулювати швидкість фільтрування, збільшити тривалість контакту забруднень із кореневою системою

ВВР та покращити сорбцію різноманітних забруднень.

В науково-інженерному центрі «Потенціал-4» (м. Київ) запропоновано закриті фільтраційні біоплато гідропонного типу (ЗБГТ) [12]. В них рівень води знаходиться нижче верхнього рівня засипки, в якій висаджені ВВР, і їх коренева система постійно омивається водою, що рухається вертикально зверху-вниз або знизу вверх.

ЗБГТ об'єднує основні елементи очищення з використанням імобілізованої мікрофлори на інертній засипці і вищих водних рослинах з водовідведенням зворотних доочищених вод у водойму безпосередньо або через потік ґрунтових вод. Особливістю ЗБГТ є регулювання якості води за допомогою штучно створеного гідробіоценозу, характеристики компонентів якого формуються під безпосередньою дією ВВР без відкритого дзеркала води. Одним із варіантів ЗБГТ такого типу є утеплені біоплато, в зоні дзеркала води або під/над засипкою яких розміщуються термоізоляційні волокнисті матеріали. Це дозволяє рекуперувати тепло стічних вод і використовувати ЗБГТ в регіонах з помірним кліматом та в зимовий період.

В той же час, в таких ЗБГТ відбувається поступова кольматація кореневої системи ВВР, порового простору фільтрувальної засипки та дренажу біоплівкою і мінералізованим осадом, накопичення мулу в донній частині споруд, зниження надходження кисню і поживних речовин до кореневої системи ВВР, що може призводити до зниження ефективності роботи споруд, пептизації осаду і вторинного забруднення води. Оскільки в ЗБГТ не забезпечується видалення осаду, то по мірі його ущільнення в засипці починають протікати анаеробні біологічні процеси, внаслідок чого зменшується сорбція та детоксикація токсичних домішок. Для відновлення роботи біоплато необхідна періодична їх зупинка на ремонтно-відновлювальні роботи, пов'язані з регенераційною промивкою фільтрувальної засипки, кореневої системи ВВР та дренажу.

Метою даної роботи є розробка та дослідження фільтраційно-регенераційних біоплато гідропонного типу (ФРБГТ), в яких реалізується постійна промивка та регенерація фільтрувальної засипки, кореневої системи ВВР і дренажу, що забезпечує глибоке вилучення різноманітних забруднень з вод багатокомпонентного складу, покращення масообміну і аерації кореневої системи ВВР, стабільну і безперервну роботу комплексу споруд та підвищення надійності їх функціонування у різних кліматичних умовах.

Фільтраційно-регенераційні біоплато гідропонного типу (ФРБГТ-1), в яких рівень води знаходиться нижче верхнього рівня

фільтраційної засипки, досліджувались на спорудах очищення комунальних стічних вод м. Ківерці і в м. Кам'янка-Бузька. Усереднений склад вихідної стічної води перед біофітоочищенням наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Усереднений склад вихідної стічної води перед біофітоочищенням

№ з/п	Найменування показника	Розрахункова концентрація на вході у ФРБГТ-1, мг/дм^3	
		Після відстоювання	Після очищення в аеротенках та відстоювання
1	Завислі речовини	60	15
2	$БСК_5$	65	15
3	ХСК	180	60
4	Нафтопродукти	2,5	0,5
5	Азот амонійний	6,5	2,5
6	Фосфати	15	4,0
7	СПАР	4,0	1,5

Принципова схема ФРБГТ-1, що досліджувався в м. Ківерці, наведена на рисунку.

Біоплато (ФРБГТ-1) складалось з прямокутного залізобетонного резервуару (1) шириною 13 м, довжиною 50 м і глибиною 2,6 м, в якому були розміщена двошарова фільтрувальна засипка (2, 15). Верхній шар фільтрувальної засипки (2) складався з митого гранітно-базальтового щебеню фракції 35-50 мм, нижній шар (15) із митого гранітно-базальтового щебеню фракції 10-25 мм. Товщина всіх пластів фільтрувальної засипки складала 2100 мм, в якій верхній фільтрувальний гранітно-базальтовий шар складав 1400 мм.

У товщі фільтрувальної засипки (2 і 15) було змонтовано верхній (6), середній (5) і нижній (4) дренажі, які розміщувались рівномірно по всій площі резервуару. Верхній дренаж (6) розподілення вихідної води розміщався в прикореневій системі вищих водних рослин-макрофітів і вологолюбивих дерев (ВВР) (8) і підключався до трубопроводу подачі води на очищення (1), а також до трубопроводу циркуляційно-промивних вод і колектору (трубопроводу) прояснених промивних вод самопромивного пінополістирольного фільтра. Нижній дренаж (4) для збору і відведення очищеної води розміщався на дні резервуару у нижній частині фільтрувальної засипки. Середній дренаж (5) для збору і відведення циркуляційно-промивних вод розміщався у фільтрувальній засипці між верхнім і нижнім дренажами.

В якості ВВР використовувались верба енергетичних порід (40-45%), очерет (30-35%), рогоз широколистий (15-10%), міскантус (10-5%), аїр і інші вищі водні рослини-самосіви (5%), коренева система яких утримувалась у верхній частині фільтрувальної засипки (2).

Самопромивний пінополістирольний фільтр (11) для фільтрувального очищення циркуляційно-промивних вод був виконаний у вигляді циліндричної сталевої ємкості діаметром 2800 м, висотою 5800 мм, в якій розміщувалась фільтрувальна засипка з гранул спіненого полістиролу товщиною 1300 мм. Фільтр обладнаний пристроєм (12) для гідроавтоматичної промивки фільтрувальної засипки. Промивна вода фільтра накопичувалась та відстоювалась в двох прояснювачах (13) діаметром 2000 мм загальним об'ємом 13 м^3.

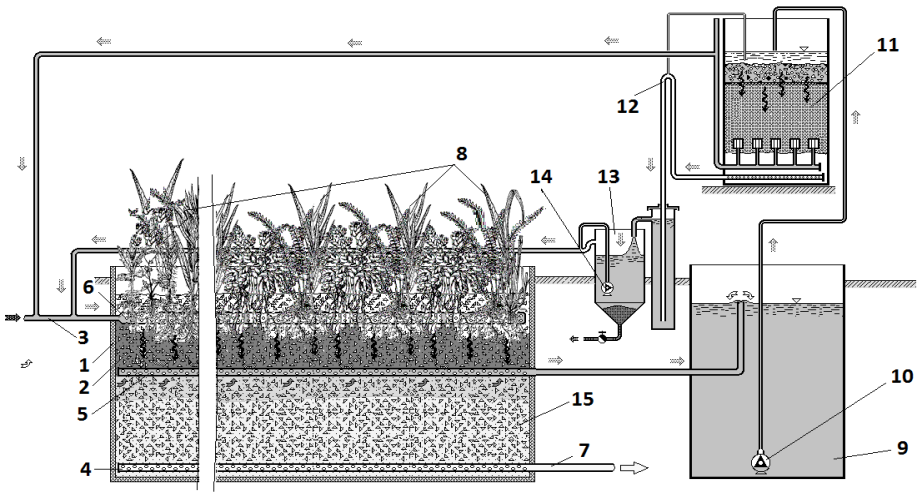

Рисунок. Принципова схема ФРБГТ-1:
1 – корпус біоплато, 2 – верхній шар фільтрувальної засипки, 3 – колектор подачі води на очищення, 4 – нижній дренаж відведення очищеної води, 5 – середній дренаж збору і відведення циркуляційно-промивних вод, 6 – верхній дренаж розподілення води в міжкореневій системі ВВР, 7 – колектор відведення очищеної води (фільтрату), 8 – вищі водні рослини і/або вологолюбиві дерева (ВВР), 9 – накопичувач циркуляційно-промивних вод, 10 – насос, 11 – самопромивний пінополістирольний фільтр, 12 – пристрій гідроавтоматичної промивки фільтра, 13 – збірник-прояснювач промивних вод фільтра, 14 – насос прояснених промивних вод, 15 – нижній шар фільтрувальної засипки

ФРБГТ-1 працює таким чином. Вода на очищення подається по колектору (3) у верхню частину корпусу біоплато (1), розподіляється по його площі і фільтрується зверху вниз через верхній шар фільтрувальної засипки (2). Оскільки в ФРБГТ-1 рівень води знаходиться

нижче верхнього рівня засипки, в якій висаджені ВВР, то їх коренева система постійно омивається водою, що рухається вертикально зверху-вниз.

В верхньому шарі засипки (2), де розміщена коренева система ВВР (8), відбувається всмоктування та транспортування води і мінеральних речовин кореневою системою вищих водних рослин, синтез біологічно-активних речовин, накопичення в зеленій біомасі продуктів живлення, вилучених з води, розмноження ВВР та взаємодія розчинених домішок, що видаляються з води, з різноманітними водними організмами (бактеріями, актиноміцетами, грибами, найпростішими, одноклітинними водоростями тощо), які присутні в воді і в поровому просторі засипки. Далі вода фільтрується через нижній шар засипки (15). Очищена вода (фільтрат) збирається нижньою дренажною системою (4), відводиться колектором (7) в контактний резервуар і далі скидається у водойму або направляється споживачеві після додаткового доочищення і знезараження.

Оскільки під час фільтрування води відбувається накопичення в фільтрувальній засипці плівки активного мулу, завислих мінеральних і органічних домішок, то створено такі умови, що частина фільтрованої води постійно відводиться з нижньої зони кореневої системи ВВР середнім дренажем (5) у накопичувач (9) і далі періодично, або постійно насосом (10) подається для доочищення від зависі на самопромивний пінополістирольний фільтр (11). В результаті цього відбувається інтенсивний масообмін в коренево-фільтрувальній засипці і промивка міжкореневого простору ВВР (8). Очищена циркуляційно-промивна вода повертається на вхід біоплато через колектор (3). Фільтр (11) періодично промивається за допомогою пристрою для гідроавтоматичної промивки (12). Промивна вода скидається у прояснювач промивної води фільтра (13), звідки після відстоювання насосом (14) направляється до колектору (3). Осад і мінералізований мул із прояснювача (13) періодично видаляється на мулово-компостні майданчики.

Тривалість досліджень складала 3 етапи по 12-30 діб протягом 18 місяців виробничої експлуатації біоплато. Досліджувалось такі основні варіанти роботи біоплато: 1 – без використання середнього дренажу у біоплато та пінополістирольного фільтра (досліджувалось біоплато – аналог ЗБГТ конструкції «Потенціал-4»); 2 – при циклічній (періодичній) промивці фільтрувальної засипки біоплато з використанням самопромивного пінополістирольного фільтра; 3 – при постійній промивці фільтрувальної засипки біо-плато з використанням

самопромивного пінополістирольного фільтра.

Результати експлуатації біоплато у різних варіантах показали наступне. При роботі біоплато по першому варіанту, при якому у ручному режимі здійснювалось періодичне промивання фільтрувальної засипки шляхом зупинки роботи споруд протягом 40-90 хвилин і відведення промивних вод 6 раз за період дослідження і 3 рази за період наладки роботи біоплато дозволяє отримати достатньо стабільні результати очищення води.

Однак суттєвими недоліками такого біофітоочищення води є необхідність періодичних зупинок роботи біоплато на регенерацію фільтрувальної засипки та постійного контролю за роботою споруд кваліфікованим обслуговуючим персоналом. Такі споруди після запуску протягом тривалого терміну «виходять» на режим роботи згідно проектних параметрів, в тому числі по якості очищеної води. При підвищеному вмісті завислих речовин у вихідній воді відбувається швидка і неконтрольована кольматація кореневої системи ВВР, дренажу і фільтрувальної засипки біоплато, що призводить до погіршення якості очищення води внаслідок розвитку анаеробних процесів, погіршення масообміну кореневої системи з «сирою» водою, значного ускладнення контролю за роботою комплексу споруд в нічний період часу і особливо в періоди тривалого випадання дощів, раннього снігопаду, повені.

Експлуатація ФРБГТ-1 по другому варіанту здійснювалась без припиненням подачі води на очищення та з періодичною промивкою фільтрувальної засипки біоплато. Цей варіант дозволяє отримати більш стабільні результати очищення води у порівнянні з першим варіантом. Ефективність очищення води даним способом по окремих параметрах в порівнянні з попереднім варіантом була в середньому на 20-30% вище.

Недоліками другого варіанту очищення води є необхідність ручного встановлення режимів і зміни періодичності промивних циклів фільтрувальної засипки біоплато та постійного контролю за роботою комплексу споруд при коливаннях показників якості води на вході перед біоплато.

Фільтраційно-регенераційні біоплато після запуску без суб'єктивного втручання виходять на робочий режим згідно проектних параметрів, однак є необхідність додаткового і постійного контролю за процесом промивки фільтрувальної засипки для забезпечення стабільного очищення води. При подачі на вхід біоплато води з підвищеним вмістом завислих речовин може відбуватися коротко-

часна кольматація дренажу, кореневої системи ВВР і фільтрувальної засипки біоплато з погіршенням контрольних параметрів забруднюючих речовин у фільтраті.

Експлуатація ФРБГТ-1 по третьому варіанту здійснювалась шляхом постійної промивки фільтрувальної засипки біоплато без впливу суб'єктивного фактору та припинення подачі води на очищення і зупинки його роботи. Цей варіант показав стабільні і найкращі результати. У порівнянні з попередніми варіантами він дозволив покращити ступінь очищення води по окремих контрольних параметрах на 50-70%, особливо при подачі води з більш високим вмістом завислих речовин та біогенних сполук азоту і фосфору за рахунок покращення процесів масообміну в прикореневій системі фільтрувальної засипки та постійного змиву мінералізованої плівки активного мулу. Він забезпечує глибоке очищення води в автоматичному саморегульованому режимі і дозволяє очищати воду без вимушених технологічних зупинок на промивку засипки біоплато та відмовитись від обслуговуючого персоналу протягом всього періоду роботи комплексу споруд ФРБГТ-1.

Ступінь очищення стічної води при роботі біоплато у різних варіантах показана у таблиці 2. Як видно з результатів досліджень, найбільш високий ступінь очищення спостерігався при очищенні стічних вод по третьому варіанту з використанням середнього дренажу і постійній автоматичній промивці фільтрувальної засипки біоплато циркуляційно-промивними водами та їх очищенням на самопромивному пінополістирольному фільтрі. На підставі досліджень розроблено ряд способів очищення води і конструкцій ФРБГТ-1, які захищені патентами України [13; 14].

Таким чином, результати досліджень показали, що використання фільтраційно-регенераційного біоплато гідропонного типу (ФРБГТ-1) у порівнянні з відомими технологічними схемами біофітоочищення води та конструкціями біоплато дозволяє, за рахунок постійної автоматичної промивки циркуляційно-промивними водами фільтрувальної засипки, кореневої системи ВВР і дренажів біоплато та гідроавтоматичного очищення циркуляційно-промивних вод забезпечити самовідновлювальний режим роботи комплексу очисних споруд. ФРБГТ-1 надають можливість, незалежно від розмірів і продуктивності біоплато, циклічності подачі води, кліматичних умов, досягти більш високої якості та стабільності безреагентного очищення води, відмовитись від обслуговуючого персоналу та постійного контролю за роботою комплексу водоочисних біофітоспоруд.

Таблиця 2

Ступінь очищення стічної води при різних варіантах використання ФРБГТ

№ з/п	Найменування показника	Середня ефективність очищення стічних вод		
		Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
1	Завислі речовини	60-80	65-90	85-95
2	$БСК_5$	65-80	70-90	85-95
3	ХСК	50-75	55-80	70-90
4	Азот амонійний	75-80	80-87	95-99
5	Фосфати	55-65	63-72	70-85
6	Нафтопродукти	80-85	85-90	95-99
7	СПАР	75-80	79-85	90-97

Примітка: параметри вихідної води наведено у таблиці 1

1. Стольберг В. Ф. Биоплато – эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод / Стольберг В. Ф., Ладыженский В. Н., Спирин А. И. // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – № 3. – С. 32–34. **2**. Дикиева Д. М. Химический состав макрофитов и факторы, определяющие концентрацию минеральных веществ в высших водных растениях. Гидробиологические процессы в водоемах / Дикиева Д. М., Петрова И. А. ; под ред. И. М. Распопова. – Л. : Наука, 1983. – С. 107–213. **3.** Диренко А. А. Использование высших водных растений в практике очистки сточных вод и поверхностного стока / Диренко А. А., Коцарь Е. М. // Сантехніка, опалення, кондиціювання. № 4. 2006. – С. 12–15. **4.** Healy A. Nutrient Processing Capacity of a Constructed Wetland inWestern Ireland. / Healy A., Cawleyb M. // J. Environ. Quality. 2002. – P. 1739–1747. **5.** Чен Юаньгао. Исследование условий роста водного гиацинта в серебросодержащих сточных водах и определение предела безвредного для него содержания серебра в таких водах / Чен Юаньгао, Дай Цюаньюй, Пи Юй, Чжан Хан. // J. Ecol. 11, № 2, 1992. – P. 39–35. **6.** Gleichman-Verheyc E. G., Putten W. H., Vander L. // Alvalwaterzuvering met helofytenfilters, een haalbaarheidsstudie. – Tijdschr. watervoorz. en. afvalwater. 25, № 3. 1992. – P. 56–60. **7.** Hosokova Yasuschi. Характеристика процесса очистки прибрежних вод тростниковыми зарослями / Hosokova Yasuschi, Miyoshi Eiich, Fukukawa Keita // Rept. Part and Harbour. Res. Inat. 30, № 11, 1991. – P. 206–257. **8.** Blankenberg A.-G.B., Braskerud B. C. «LIERDAMMEN» – a wetland testfield in Norway. Retention of nutrients, pesticides and sediments from a agriculture runoff: Diffuse Pollut. Conf. : Dublin, 2003. – P. 128–130. **9**. Волга А. С. Очистка и обессоливание воды в гидромелиоративном канале при момощи высшей водной растительности в условиях поливного хозяйства / Волга А. С., Кравец В. В. // Сб. тр. всесоюзн. конф. по ВВР и прибрежным растениям. – Борок, 1977. – С. 107–109. **10.** Ладыженский В. Н. Защита водных объектов от загрязнения поверхностным стоком с территории полигонов ТБО / Ладыженский В. Н., Саратов И. Е. // I Конференция с международным участием «Сотрудничество

для решения проблемы отходов», 6 февраля 2004, г. Харьков, Украина. – С. 6–7. **11.** Кравець В. В. Використання біологічних ставків з вищими водяними рослинами в практиці очищення стічних вод / Кравець В. В., Остапенко Н. В. // Інформаційний бюлетень Держбуду. – Київ, 2002. – № 4. – С. 38. **12.** Коцарь Е. М. Инженерные сооружения типа «биоплато» как блок доочистки и водоотведения с неканализованных территорий / Коцарь Е. М. // Тез. докл. междунар. конф. «Aquaterra». Санкт-Петербург, 1999. – С. 72–73. **13.** Синергетичний комплекс очищення води AQUA-U-ELION.174. Патент № 95617 / Курилюк О. М., Курилюк М. С., Филипчук В. Л. та ін. // Промислова власність. – 2014. – № 24. – 10 с. **14.** Фітобіоплато з підземним біореактором-фільтром AQUA-123U. Патент № 97064 / Курилюк О. М., Курилюк М. С., Базурін С. О. та ін. // Промислова власність. – 2015. – № 4. – 13 с.

Рецензент: д.т.н., професор Ткачук О. А. (НУВГП)

Fylypchuk V. L., Doctor of Engineering, Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne),
Bondar O. I., Doctor of Biological Sciences, Professor (State Environmental Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv), **Kuryliuk M. S., Engineer** («AQUA-U» Ltd, Kyiv), **Ayaya Aniyefiok, Dr.** («AQUA technologies limited liability company», Nigeria), **Kryvoshei P. P., Engineer** («Chandwin Project Pte.» Ltd, Singapore), **Kuryliuk O. M., Master's-degree Student** ("AQUA-Volyn» Ltd, Kivertsy), **Pochtar O. V., Master's-degree Student** ("AQUA-AS» Ltd, Kyiv)

CLEANING WATER ON THE FILTRATION-REGENERATION BIOPLATO

The essence of bioplato functioning is in the water treatment due to higher aquatic vegetation action. This does not practically require electric power and chemical reagents costsand substantial servicing maintenance. It provides for the high quality water purification from a wide range of pollutants of organic and mineral character. Most efficient is to offer the filtration-regeneration biopato of hydroponic type where water is cleansed moving in a vertical direction. The difference of filtration-fregeneration bioplato from existing designs is the availability of medium drainage located in the filtration filling thickness and in self-cleaning foam polystyrene filters. Due to such structural elements the removal of filtered water part is ensured from the root zone of higher aquatic plants and from bioplato filtration filling. This also provides for the automatic cleaning at self-washing foam polystyrene filters.It permits to continually wash out the root

system of higher water plants and filtration fillings. This results in the substantial improvement of the water treatment degree in control parameters by 50-70%, especially in the burst and irregulat water supply with the high content of suspended substabces on account of the improved processes of mass transfer in root system, in filtration filling, on bioplato surface. Filtration-regeneration bioplatos give the possibility irrespective of climatic conditions of their application to achieve the higher quality and stability of cleaning, to give up the permanent control over facilities operation and servicing staff.
Keywords: **water treatment, biophytotechnology, higher aquatic plants, bioplato, filtering, self-cleaning filters.**

Филипчук В. Л., д.т.н., профессор (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), **Бондарь А. И., д.б.н., профессор** (Государственная экологическая академия последипломного образования и управления, г. Киев), **Курилюк Н. С., инженер** (НПП-ФИРМА «АКВА-U» Ltd, г. Киев)**, Айайа Аниефиок, д.б.н.** (**«**AQUA technologies limited liability company», Нигерия)**, Кривошей П. П., инженер** («Chandwin Project Pte.» Ltd, Сингапур), **Курилюк А. Н., магистр** («АКВА-ВОЛЫНЬ» Ltd, г. Киверцы), **Почтар А. В., магистр** («АКВА-АС», Ltd, г. Киев)

ОЧИСТКА ВОДЫ В ФИЛЬТРАЦИОННО-РЕГЕНЕРАЦИОННЫХ БИОПЛАТО

Приведен сравнительный анализ результатов исследований эффективности очистки воды в фильтрационно-регенерационных биоплато гидропонного типа и биоплато различных конструкций. Показано, что использование среднего дренажа для постоянной промывки циркуляционно-промывными водами фильтрующей загрузки, биопленки, корневой системы растений и дренажа биоплато и гидроавтоматической очистки циркуляционно-промывных вод позволяет обеспечить самовосстанавливаемый режим работы комплекса очистных сооружений. Фильтрационно-регенерационные биоплато дают возможность независимо от их производительности и климатических условий использования достичь более высокого качества и стабильности очистки воды.
Ключевые слова: **очистка воды, биофитотехнология, высшие водные растения, биоплато, фильтрование, самопромывные фильтры.**