УДК [606:628.3+614.777/.778] (477.54)

Л.С.МАХОТА, Н.І.НОВІЦЬКА, С.Ю.ПІВНЕНКО,
Т.Б.ЧЕРВЯКОВА, канд. мед. наук
ДУ «Харківський лабораторний центр Держсанепідслужби України»
Ф.В.СТОЛЬБЕРГ, д-р техн. наук, Ю.І.ВЕРГЕЛЕС, А.В.ІЩЕНКО,
І.О.РИБАЛКА
Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова

ГІГІЄНІЧНІ АСПЕКТИ ОЧИЩЕННЯ ТА БЕЗРЕАГЕНТНОГО ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ГОСПОДАРСЬКО-ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ФІТОТЕХНОЛОГІЇ «БІОПЛАТО»

Досліджено ефективність очищення та знезаражування господарсько-побутових стічних вод із застосуванням фітотехнології «біоплато» порівняльно із традиційними технологіями біологічного очищення на двох об'єктах в Харківській області. Показано, що після впровадження фітотехнології очисні споруди працюють із ефективністю 90-99,9% за більшістю контрольованих хімічних та бактеріологічних показників і забезпечують нормативну якість стічних вод для їх подальшого скиду у поверхневі водойми.

Исследовалась эффективность очистки и обеззараживания хозяйственно-бытовых сточных вод с применением фитотехнологии «биоплато» по сравнению с традиционными технологиями биологической очистки на двух объектах в Харьковской области (Украина). Показано, что после внедрения фитотехнологии очистные сооружения стали работать с эффективностью 90-99,9% по большинству контролируемых химических и бактериологических показателей, что обеспечивает нормативное качество сточных вод для их последующего сброса в поверхностные водоёмы.

Performance efficiency of the treatment wetlands receiving domestic wastewater in 2 facilities in the Kharkiv region, Ukraine, has been evaluated comparing to conventional systems of biologic wastewater treatment at the same facilities before implementation of the phytotechnology. It has been shown that implemented constructed wetlands significantly improved overall treatment efficiency, – to 90-99,9% on the most of chemical and microbiological indexes, – meeting the national regulations for wastewater quality before discharging to natural surface waters.

Ключові слова: господарсько-побутові стічні води, очищення та знезараження, фітотехнології, гігієнічні аспекти, Харківська область.

На теперішній час гострою проблемою є забруднення поверхневих вод господарсько-побутовими стічними водами та поверхневим стоком малих міст, сільських поселень та окремих об'єктів [1].

В багатьох країнах протягом останніх років відмовляються від традиційних методів очистки та знезараження стічних вод через їх ненадійність в роботі, складність в експлуатації та високу енергоємність. Негативні наслідки знезараження стічних вод хлоруванням, УФ-опромінюванням, озонуванням тощо, проявляються цілою низкою проблем: забруднення поверхневих вод хлорорганічними сполуками,

порушення процесів самоочищення у поверхневих водоймах, вже не кажучи про значні матеріало- та енергоємність традиційних технологій очищення стічних вод [2].

Замість традиційних широке впровадження отримують очисні споруди, які працюють на основі фітотехнологій із застосуванням рослинних компонентів та сонячного випромінювання в якості енергетичного джерела. Розташуванням споруд, які складаються із кількох послідовно чи паралельно працюючих блоків, на рельєфі з ухилом місцевості досягається самопливний перетік води з одного блоку до іншого. В цих спорудах використовуються та інтенсифікуються природні процеси самоочищення поверхневих вод за участю мікроорганізмів та вищої водної рослинності. Загальне найменування таких споруд в Україні – біоплато. Фітотехнології очищення та доочищення стічних вод, які застосовуються на біоплато, є дружніми до довкілля, не потребують електроенергії, забезпечують деструкцію органічних речовин, поглинання азоту та фосфору, зниження кількості завислих речовин та СПАР, знебарвлення стічних вод. Вищі водні рослини, якими засаджені очисні споруди біоплато, сприяють розвитку процесів самоочищення води від різноманітних забруднень, зокрема патогенних бактерій [3-5].

Метою роботи було наукове обґрунтування можливості впровадження очисних споруд «біоплато» для очищення та безреагентного знезараження господарсько-побутових стічних вод малих міст, сільських поселень, окремих адміністративно-громадських будівель.

Дослідження з ефективності очищення та безреагентного знезараження стічних вод проводились на двох очисних спорудах типу «біоплато», які були збудовані за межами сільських поселень Харківської області – с. Жовтневе Балаклійського району (об'єкт № 1) та смт. Краснопавлівка Лозівського району (об'єкт № 2).

Проектна потужність об'єкту № 1 – 700 м^3/добу, кількість блоків із горизонтальною фільтрацією – 2, експлуатація – з 2004 р.

Проектна потужність об'єкту № 2 – 120 м^3/добу, фактична потужність – 60 м^3/добу, кількість фільтруючих блоків (із вертикальною та горизонтальною фільтрацією) – 2, експлуатація – з 2008 р.

При підготовці цієї роботи використані дані лабораторних досліджень установ Державної санепідслужби в Харківській області за 2001-2012 рр.

В табл. 1 надані результати хімічних та мікробіологічних досліджень стічних вод об'єкту № 1 до будівництва біоплато. Господарсько-побутові стічні води з об'єкту № 1 скидаються після очищення у балку, поступово перетікають у 3 ставки, зарослі вищою водною рос-

линністю, і переходять до заростей очерету у струмку, що впадає у малу річку (р. Балаклійка). В результаті природних процесів самоочищення відмічаються позитивні зміни стосовно показників хімічного забруднення, зокрема зменшення $БСК_5$ – у 6 разів, аміаку – у 60 разів, СПАР – у 1,9 рази. Після очищення у системі природних боліт, що використовувалися як очисні споруди до будівництва біоплато, вміст окремих хімічних речовин та значення показників не перевищували нормативи, визначені СанПіН 4630-88 [6] – pH, розчинений кисень, ХСК, вміст хлоридів та сульфатів. За показниками вмісту сухого залишку, завислих речовин спостерігалось перевищення граничних значень, навіть відбувались процеси вторинного забруднення, що свідчило про неефективність очищення.

Динаміка мікробіологічних показників на об'єкті № 1 до будівництва біоплато показує, що індекси ЛКП, E. coli, колі-фагів також поступово зменшувались при проходженні через систему природних очисних споруд. Але рівень остаточного забруднення за цими показниками не відповідав вимогам санітарних норм і правил, що також свідчило про недостатню ефективність знезараження стічних вод.

Разом із тим, зменшення хімічного та мікробіологічного забруднення господарсько-побутових стічних вод, яке спостерігалось при проходження стічних вод через систему природної вищої водної рослинності, підтверджує принципову можливість застосування технології біоплато для очищення стічних вод за умов інженерно-технічного впорядкування існуючих природних систем для інтенсифікації вказаних процесів.

Внаслідок будівництва та введення в експлуатацію споруд біоплато зазначена система природного очищення стічних вод на об'єкті № 1 була доповнена 2 інфільтраційними блоками. Динаміка хімічних показників стічної води після очищення на біоплато надані в табл. 2. В процесі очищення на біоплато спостерігається зменшення вмісту завислих речовин на 99,4%, сухого залишку на 40%, ХСК на 90%, до показників, що є нижчими за гранично допустимі.

Відмічено також позитивну динаміку мікробіологічних показників – зменшення індексів ЛКП та ентерококу в теплий період року на 99,9% до нижчих за гранично допустимі нормативами значення (табл. 3).

Достатньо висока ефективність очищення стічних вод за хімічними показниками спостерігалась і на об'єкті № 2: завислі речовини – 97,4%, $БСК_5$ – 98,4%, ХСК – 98,6%, аміак – 98,5%, СПАР – 96,2% (табл. 2).

Таблиця 3 – Динаміка мікробіологічних показників стічної води на очисних спорудах біоплато в с. Жовтневе Балаклійського району та в смт. Краснопавлівка Лозівського району, БУО/дм^3 (серпень-жовтень 2012 р.)

Місце відбору проби	Дата відбору проби	Індекс ЛКП		Індекс ентерококу	
		Вхід	Вихід	Вхід	Вихід
с. Жовтневе Балаклійського району	01.08.2012	$7*10^7$	<500	$2*10^5$	<500
	17.10.12	$>2,4*10^8$	<500	$>2,4*10^8$	<500
смт. Краснопавлівка Лозівського району	09.08.12	$2,4*10^8$	<500	<500	<500

Стосовно знезараження стічних вод на об'єкті № 2 після будівництва та введення в експлуатацію біоплато треба відзначити достатньо високу ефективність на рівні більше ніж 99,9% в теплий період року (табл. 3), але в холодний період року споруди біоплато можуть демонструвати певну нестабільність в ефективності знезараження стічних вод (табл. 4).

Таблиця 4 – Динаміка мікробіологічних показників стічної води на очисних спорудах біоплато в смт. Краснопавлівка Лозівського району, БУО/дм^3 (серпень-грудень 2012 р.)

Дата відбору	Стічна вода, вхід біоплато		Стічна вода, вихід з першої секції біоплато		Стічна вода, вихід з біоплато		Вода річкова, Лозівський район, р. Попільна, 500 м вище «Біоплато»		Вода річкова, Лозівський район, р. Попільна, 500 м нижче «Біоплато	
	Індекс ЛКП, $*10^6$	Індекс колі-фагів, $*10^4$	Індекс ЛКП, $*10^6$	Індекс колі-фагів, $*10^4$	Індекс ЛКП, $*10^3$	Індекс колі-фагів, $*10^3$	Індекс ЛКП, $*10^3$	Індекс колі-фагів, $*10^3$	Індекс ЛКП, $*10^3$	Індекс колі-фагів, $*10^3$
15.08.12	0,7	12,5	7	6,5	<0,5	0,0	<0,5	0,0	<0,5	0,0
18.08.12	0,01	4,4	2,4	3,4	0,0	0,0	2,3	0,0	2,3	0,0
11.10.12	0,02	2,4	0,24	1,0	6,2	0	2,5	0,0	6,2	0,0
08.11.12	2,4	1,5	0,7	0,6	<0,5	6,0	<0,5	1,0	<0,5	0,0
20.11.12	2,4	8,0	0,03	1,8	<0,5	0,0	<0,5	0,0	<0,5	0,0
27.11.12	2,4	13,0	0,02	11,0	<0,5	13,5	<0,5	0,0	<0,5	0,0
14.12.12	2,4	8,0	0,03	1,8	<0,5	0	<0,5	0,0	<0,5	0,0

Істотні коливання показників ефективності знезараження стічних вод від патогенних бактерій на біоплато в зонах помірного, суббореа-

льного та бореального клімату в холодний період року відзначаються багатьма дослідниками [5, 7].

В цілому можна зробити висновок, що впровадження фітотехнології «біоплато» при реконструкції очисних споруд на досліджених об'єктах у Харківській області сприяло покращенню ефективності очищення господарсько-побутових стічних вод від хімічних та бактеріологічних забруднень. Споруди біоплато можна пропонувати як альтернативну екологічну технологію для очищення та безреагентного знезараження господарсько-побутових стічних вод малих міст, сільських поселень, окремих адміністративно-громадських будівель. У випадках, коли очисні споруди традиційного біологічного очищення господарсько-побутових стічних вод в обсягах більше 1000 м^3/добу є придатними для подальшої експлуатації, але не забезпечують нормативної якості очищення, споруди біоплато бажано включати до таких комплексів біологічної очистки як стадію доочищення. Подальшого дослідження потребує питання управління процесами безреагентного знезараження стічних вод на біоплато в холодний період року для забезпечення стабільно високої ефективності очищення за показниками патогенної бактеріолфлори.

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2012 році. – Харків, 2013: [Електон. ресурс]. – Режим доступу: http://www.menr.gov.ua/index.php/dopovidi/regionalni/1124-rehionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnoho-pryrodnoho-seredovyshcha-u-2012-rotsi

2. Кравець В.В. Доочищення та безреагентне знезаражування стічних вод у біоставку, засадженому вищими водяними рослинами / В.В. Кравець, О.Є. Шаповал, В.М. Попенко, С.І. Гаркавий, І.І, Бойко, І.В. Дзюблик, В.Г. Гузь // Довкілля та здоров'я. – 2005. – № 2 (33). – С. 13-18.

3. Стольберг Ф.В. Исследование эффективности работы экспериментального комплекса очистных сооружений биоплато в пос. Б. Проходы. / Ф.В. Стольберг, В.Н. Ладыженский, Ю.И. Вергелес, Г.П. Евтухова, И.С. Кратенко, А.Л. Спектор, Г.А. Ниязова // Эпидемиология, экология и гигиена: сборн. материалов итоговой регион. науч.-практ. конф., посв. 75-летию санэпидслужбы Украины. / Редкол.: Кривоносов М. В. (гл. ред.) и др. – Х., 1998. – С. 92-99.

4. Стольберг Ф.В. Низкозатратная эффективная технология для очистки природных и сточных вод. / Ф.В. Стольберг, В.Н. Ладыженский, Ю.И. Вергелес, Г.П. Евтухова // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 1998. – Вип. 16. – С. 55-63.

5. Brix H. (1994) Constructed wetlands for municipal wastewater treatment in Europe. In: Global Wetland: Old World and New / W.J. Mitsch (ed.). – Elsevier Science B.V. – PP. 325-333.

6. Охрана поверхностных вод от загрязнения: СанПиН 4630-88.

7. Verhoeven J.T.A. and Meuleman A.F.M. (1999) Wetlands for water treatment: Opportunities and limitations. *Ecological Engineering*, 12 (1-2): 5-12.

Отримано 25.12.2013