- Oleynik, Yu Kalugin, T. Airapetian// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Kharkiv, 2017. – 6/10 (90). – P.17-23.
18. Mann A.T. Modelling aerated filters for waster water treatment/ A.T. Mann, T. Sterhenson // Wastewater Research. – Boca Raton, 1997. – Vol.31, №10. – P.2443-2448.
19. Peres J. Modeling biofilm and floc diffusion processes based on analytical solution of reaction – diffusion equations/ J. Peres, C. Picioreanu, M. van Loosdrecht // Water Research. – London, 2005. – Vol.39. – P. 1311-1323.
20. Олійник О.Я. Моделювання і розрахунки біологічної очистки стічних вод на краплинних біофільтрах/ О.Я. Олійник, О.А. Колпакова // Екологічна безпека та природокористування. – К., 2014. – Вип.16. – С.68-86.

Олейник А.Я., Айрапетян Т.С. РЕКОМЕНДАЦИИ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ РАСЧЕТА КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА В АЭРОТЕНКАХ С ПРИКРЕПЛЕННЫМ БИОЦЕНОЗОМ. Для аэротенков с прикрепленным и взвешенным биоценозом представлены рекомендации для определения параметров и коэффициентов для расчета процесса окисления органических загрязнений с

учетом кислородного режима. Данные рекомендации позволяют пользоваться разработанной инженерной методикой для расчета аэротенков усовершенствованной конструкции и определять лимитирующие факторы.

Ключевые слова: кислородный режим, аэротенк, активный ил, прикрепленная биомасса (био пленка), концентрация загрязнений и кислорода, исходные параметры, расчет, оценка, анализ.

Oleynik A.Ya., Airapetian T.S. RECOMMENDATIONS FOR THE DETERMINATION OF PARAMETERS FOR THE CALCULATION OF THE OXYGEN REGIME IN AERO-TANK-MIXERS WITH ATTACHED AND SUSPENDED BIOCENOSIS. For aerotanks with an attached and suspended biocenosis, recommendations are given for determining the parameters and coefficients for calculating the process of oxidation organic pollutants including the oxygen regime. These recommendations allow you to use the developed engineering methodology for the calculation of aerotanks of an improved design and to determine the limiting factors.

Keywords: oxygen regime, aerotank, activated sludge, attached biomass (biofilm), concentration of pollution and oxygen, initial parameters, calculation, assessment, analysis.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-95-1-204-211
УДК 628.221.2

Ткачук О.А., Ярута Я.В.

*Національний університет водного господарства та природокористування
(вул. Соборна, 11, Рівне, 33028, Україна; e-mail: o.a.tkachuk@nuwm.edu.ua;
<https://orcid.org/0000-0002-3036-0010>; <https://orcid.org/0000-0001-9291-7710>)*

ОЧИЩЕНИЯ ДОЩОВОГО СТОКУ ПРИ ЙОГО РЕГУЛЮВАННІ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФІЛЬТРАЦІЙНИХ БАСЕЙНІВ

В статті проаналізовано умови формування дощових стоків на територіях сучасних населених пунктів України. Наведено основні показники забруднення дощового стоку на міській території. Наведено результати досліджень очищення забруднених дощових вод з міських територій у верхніх (рослинних) шарах інфільтраційних басейнів. Обґрунтовано доцільність очищення дощового стоку за допомогою інфільтраційних басейнів.

Ключові слова: регулювання дощового стоку, очищення дощового стоку, завислі речовини, інфільтраційний басейн, коефіцієнт фільтрації.

Вступ. В останні роки в результаті випадіння тривалих та інтенсивних дощів у населених пунктах не тільки в Україні, але й майже у кожній країні світу, набувають масового характеру підтоплення, затоплення та

санітарні забруднення міських територій. Мають місце значні порушення екологічної рівноваги водойм у результаті їх забруднення неочищеними поверхневими стоками,

що завдає значних економічних та екологічних збитків. Це пов'язано як з природними (зміни у кліматі, які призводять до більш інтенсивних, тривалих та повторюваних опадів), так і техногенними (інтенсивна забудова територій міст, зменшення площ зелених насаджень, зношеність комунальних інженерних мереж тощо) факторами, які ведуть за собою зміни у гідрологічному балансі урбанізованих територій. В українських містах ще однією причиною підтоплення територій є недостатня розвиненість та недосконалість мереж дощового водовідведення [8, 14, 15]. Обумовлено це тим, що у більшості міст системи водовідведення є загальносплавними, а розвиток сучасних роздільних та напівроздільних систем водовідведення [3, пп. 5.11, 6.1] із очисними спорудами для дощових вод значно відстає від темпів забудови сучасних міст та кліматичних змін [8, 9, 14]. При дощах великої інтенсивності, коли мережі працюють у напірному режимі, затоплення територій часто здійснюється через дощоприймальні та оглядові колодязі [14-20].

При таких умовах роботи міських мереж водовідведення відбувається скид неочищених дощових вод та їх суміші із побутовими стоками у водойми, що призводить до значних забруднень останніх. Це відбувається всупереч чинному з 2014 року ДБН В.2.5-75 [3], за яким поверхневі стічні води з найбільш забруднених сельбищних і виробничих територій (автобусні станції, торгові центри, автостоянки, буд майданчики тощо) перед скиданням у міські водовідвідні мережі повинні очищатися на локальних очисних спорудах [3, п. 5.10], а для кожного водозбірного басейну, який має випуск у водойму, необхідно влаштовувати очисні споруди поверхневих стічних вод [3, п. 5.11].

Джерелами забруднення у міському поверхневому стоці є: автомобільний транспорт (важкі метали, масла), тварини (екскременти, бактерії), зелені насадження (гілки, листя), ґрунти (продукти ерозії, добрива, пестициди), атмосферне забруднення (горіння, промисловість) тощо [5, 17, 22]. Зменшення рівня забруднення поверхневого стоку може бути досягнуто його очисткою на локальних очисних спорудах [2, 7, 10-13].

Проблеми збору, відведення та очистки дощового стоку в багатьох країнах світу (Франція, США, Японія та ін.) вирішують різними методами [10, 22]. Серед них особливої уваги заслуговують методи регулювання дощового стоку, що базуються на затриманні дощових вод безпосередньо у місцях їх випадіння (зелені дахи, удосконалені покриття, фільтраційні траншеї, накопичувальні резервуари та ємкості тощо). При цьому однією з основних функцій регулювання дощового стоку є його очищення від основних забруднень (завислих речовин, нафтопродуктів, БСК₅, ХСК тощо) [20, 21].

Аналіз попередніх досліджень. Проблемами очищення дощового стоку займалися такі провідні науковці як Алексєєв М.І., Дікаревський В.С., Діренко Г.О., Курганов А.М., Нечаєв А.П., Удод В.М., Юрченко В.О та інші [1, 2, 4, 5, 14, 17, 19]. Ці вчені зробили значний внесок у визначення якісних показників дощового стоку на урбанізованих територіях. Однак, на даний час ці дані є застарілими [4, 6, 11]. Так, в нормативі ДСТУ 3013-95 [6], де наведено дані показників забруднення дощового стоку, статистика забруднень дощових стоків на урбанізованих територіях практично відсутня. Крім того, питанням ефективності затримання забруднень спорудами регулювання дощового стоку увага не приділялась.

У ДСТУ 8691:2016 [7, табл. 6.1] наведені узагальнені показники забруднення стічної води (дощової чи талої) з територій груп І-ІІІ. Це групи, які класифікують залежно від функціонального призначення території, характеристики її забудови, рівня благоустрою та умов формування стічної води. Одним з показників є кількість завислих речовин, які коливаються від 200-300 мг/дм³ (чисті ділянки територій, до яких входять зелені насадження і зони відпочинку) до 1200-1800 мг/дм³ (центральні вулиці, площі, ділянки громадських будинків та споруд) (табл.1). Крім того, даний норматив наводить рекомендації технології регулювання та очищення стічної води [7, п. 9]. Вони базуються на локальному затриманні та очищенні стічної води з використанням простих акумулювальних та фільтраційних споруд.

Таблиця 1 - Показники забруднення дощового стоку за різними нормативами, мг/дм³

Водозбірний басейн	Завислі речовини	БСК ₅	ХСК	Нафто-продукти
Сучасна житлова забудова (упорядковані території з одно- та багатоповерховими будинками і дорогами місцевого значення, що мають організоване водовідведення)	1400-1500 [6] 400-1000 [7] 650 [11]	50-100 [6] 30-50 [7] 60 [11]	400-600 [6] 150-300 [7] [11]	10-15 [6] 5-10 [7] 12 [11]
Центральні райони міста (торгівельні центри, ринки, площі тощо)	1700-2200 [6] 1200-1800 [7]	50-100 [6] 60-100 [7]	400-600 [6] 200-800 [7]	10-15 [6] 10-15 [7]

Останнім часом для очищення дощового стоку запроваджують біоплато – біологічні споруди, технології яких базуються на природній здатності екосистем до самоочищення [2, 10-13, 17, 21, 22]. Але, основним їх недоліком є потреба у великих заболочених площах, що у сучасних містах є неможливим.

Ефективними вирішеннями проблем збору, відведення та очистки дощового стоку з міських територій є методи орієнтовані на тимчасове затримання дощових вод з поступовим дренажуванням їх до споруд систем водовідведення. Одним з таких методів, є влаштування інфільтраційних басейнів, які є важливими елементами не тільки систем дощового водовідведення, але й благоустрою міських територій та екосистем. Вони дозволяють зменшити навантаження на водовідвідні колектори і проводити попереднє очищення дощового стоку. Перетворення зелених зон у місті в зони регулювання дощового стоку дозволить не тільки тимчасово затримати об'єми дощового стоку, але й покращить ландшафтну територію у більш привабливу та багатофункціональну [15, 20].

Інфільтраційні басейни – заповнені пористим матеріалом підземні простори, бічні сторони яких захищені гідроупорами, що унеможливує підтоплення територій, верхніми фільтрувальними шарами і з дренажами для відведення накопиченого дощового

стоку у систему водовідведення [15, 18, 20]. Інфільтраційні басейни мають різне конструктивне виконання [7, 15, 20-22], від якого залежить не тільки об'єм акумульованого дощового стоку, але і поглинальна здатність покриттів басейнів, ступінь очищення вод від забруднень тощо. Проведеними раніше дослідженнями встановлено, що і поглинальна здатність, і ефективність затримання забруднень залежить, в основному, від фільтраційних властивостей покриттів (верхніх шарів) інфільтраційних басейнів [15, 18]. Однак, вплив фільтрувальних процесів у покриттях інфільтраційних басейнів на їхні конструктивні параметри ще потребують детального вивчення та наукового обґрунтування.

Метою даної роботи є визначення фільтраційної та очищувальної здатності покриття інфільтраційного басейну з типовим рослинним верхнім шаром.

Методика дослідження. Для досягнення поставленої мети було змонтовано установку, основою якої є фрагмент покриття інфільтраційного басейну з рослинним верхнім шаром завантаження (рис. 1). Цей шар містить трав'янисті рослини з розвинутою кореневою системою, що сприяє відновленню його поглинальної здатності.

Поглиналина здатність інфільтраційних басейнів залежить від коефіцієнта фільтрації верхнього шару його завантаження [18], який визначали за формулою

$$K_{\phi} = \frac{Q \cdot H}{F \cdot h}, \quad (1)$$

де Q – витрата води, см³/хв (мл/хв); H – висота (товщина) верхнього шару (рослинний шар, пісок, геотекстиль) см; F – площа верхнього шару в установці, см²; h – втрати напору у верхньому шарі, яка дорівнює різниці рівнів води над (Z_1) і під (Z_2) покриттям, см.

Досліди проводили на 5 зразках завантаження, основні розміри яких: 1-й: висота верхнього шару – 6 см; площа покриття – 195,00 см²; 2-й, відповідно: 8,5 см і 222,93 см²; 3-й: 6,8 см і 230,24 см²; 4-й: 5,5 см і 230,24 см²; 5-й: 5,8 см і 264,19 см².

Рис. 1. Схема установки для визначення фільтраційної та очищувальної здатності покриття
1 – ємкість з дощовою водою; 2 – сифон; 3 – регульовальна ємкість; 4 – трубка подачі води на фільтрацію; 5 – контейнер-імітатор дощу; 6 – корпус з фільтрувальним завантаженням; 7 – верхній рослинний шар завантаження; 8 – шар піску; 9 – геотекстиль; 10 – щебінь (акумуляуючий шар); 11 – отвори; 12 – тренога; 13 – водозливна ємкість; 14 – патрубок для виліву води; 15 – п'єзометрична трубка; 16 – шкала п'єзометрів; 17 – переливна трубка

На установку подавали модельний розчин дощової води з концентрацією завислих речовин $1,5 \text{ г/дм}^3$. Для цього у водопровідній воді розчиняли відповідну кількість осаду дощового стоку, зібраного на узбіччях міських вулиць. Модельний розчин подавали у ємкість 1 (рис. 1) з постійним перемішуванням, не допускаючи коливання рівня води в ній більше 5 см.

Значення рівнів води в установці визначали за допомогою шкали п'єзометрів, а витрати води – об'ємним способом. Їх вимірювання проводили після встановлення стабільного режиму подачі води на установку, що досягали встановленням постійного рівня води Z_6 у регульовальній ємкості 3 (рис. 1), забезпечуючи перелив через трубку 17 надлишку води, поданої сифоном 2. При цьому рівні води Z_2 і Z_3 не змінювались, а рівень Z_1 – зростав через кольматацію верхнього шару завантаження.

Для оцінки відновлення поглинальної здатності верхнього шару завантаження після дослідів з забрудненою водою з інтервалом у кілька діб для кожного зразка проводили досліди на чистій воді і визначали їхні коефіцієнти фільтрації.

Оцінку ефективності затримання забруднень дощового стоку в інфільтраційних басейнах проводили на основі аналізів його якості. Проби забрудненого дощового стоку для дослідів відбирали в трьох різних частинах житлової забудови перед дощоприймачами на вулицях м. Рівного. Аналізи якості стоку проводили за стандартними методиками у спеціалізованих лабораторіях (НУВГП та ДУ «Рівненський обласний лабораторний центр МОЗ України»). Проби для аналізів відбирали до і після очистки. Для кожного із трьох дослідів визначали показники якості, що наведені у табл. 1 (завислі речовини, БСК₅, ХСК, наявність нафтопродуктів), а для окремих – рН, розчинений кисень O_2 та окиснюваність.

Результати досліджень зміни коефіцієнтів фільтрації верхніх шарів завантаження наведені у табл. 2 та на рис. 2, а показники якості дощового стоку – у табл. 3.

Таблиця 2 - Зведена таблиця зміни коефіцієнтів фільтрації верхніх шарів завантаження при поглинанні забрудненого дощового стоку

№ зразка	Коефіцієнти фільтрації K_f , см/хв					
	До кольматації	Після кольматації	Після природнього відновлення			
			через 1 добу	через 2 добу	через 6 добу	через 7 діб
1	7,18	1,72	2,35	3,00	3,45	3,79
2	0,77	0,63	1,32	1,62	1,93	2,28
3	4,45	2,22	-	3,12	4,06	4,54
4	5,22	2,05	-	2,79	3,15	3,55
5	-	1,50	1,56	2,19	3,4	3,26
Ср. зн.	4,41	1,62	1,74	2,54	3,20	3,48

Отримані значення коефіцієнтів фільтрації показують, що в результаті фільтрування забрудненого дощового стоку через верхні шари завантаження відбувається їхня кольматація. При цьому ефект кольматації більший для зразків з більшими початковими

коефіцієнтами фільтрації (зразки 1 і 3). Для зразків із малими початковими коефіцієнтами фільтрації (зразок 2) ефект кольтатації – не значний. Однак, їхнє відновлення (регенерація за рахунок життєдіяльності трав'янистих рослин) є більш ефективним, так як з часом коефіцієнти фільтрації перевищують початкові значення. Це наглядно видно на рис. 2, де для зразка 1 з високим початковим коефіцієнтом фільтрації, їх значення після відновлення хоч і є вищими за K_{ϕ} після кольтатації, але не перевищують початкові. Для зразка 2 значення K_{ϕ} після відновлення – вищі за початкові і після кольтатації. З часом (в результаті відновлення) коефіцієнти фільтрації всіх зразків набувають стабільного характеру.

Рис. 2. Залежність коефіцієнтів фільтрації від тривалості фільтрування:

а) для зразка 1; б) для зразка 2; 1 – при подачі забрудненого стоку; 2 – після тривалості регенерації верхнього шару – 1 доба; 3 – теж, 2 доби; 4 – 6 діб; 5 – 7 діб

Наведені дані показують, що у міждощовий період відбувається практично повне відновлення поглинальної здатності покриття інфільтраційних басейнів з рослинним верхнім шаром. Зміни коефіцієнтів фільтрації кожного дослідного зразка нанесені на рис. 3а. Вони вказують на тенденційну залежність відновлення фільтраційної властивості рослинного шару в часі. Ефективність такого відновлення показана на рис. 3б, яку розраховано за формулою

$$E_{\phi} = \left(\frac{K_{\phi, \phi}}{K_{\phi, \kappa}} - 1 \right) \cdot 100\%, \quad (2)$$

де $K_{\phi, \phi}$ і $K_{\phi, \kappa}$ – коефіцієнти фільтрації, відповідно, після відновлення і після кольтатації, см/хв.

Рис. 3. Відновлення коефіцієнтів фільтрації дослідних зразків (позначення 1 – 5): а) зміни коефіцієнтів фільтрації від тривалості відновлення; б) ефективність відновлення

Як видно з рис. 3б ефективність відновлення поглинальної здатності за 5-7 діб для більшості зразків становить 50-120 %, а для зразка № 2, що мав найменше значення початкового коефіцієнта фільтрації, понад 200%. Це вказує на те, що покриття інфільтраційних басейнів з типовим рослинним шаром, є саморегенеративними і їх доцільно застосовувати для затримання забруднень дощового стоку. Ефективність такого очищення дощового стоку підтверджують показники його якості до та після фільтрації через фрагмент інфільтраційного басейну, які наведені у табл. 3, а наочний ефект очищення – на рис. 4.

Таблиця 3 - Результати визначення показників якості дощового стоку до та після фільтрації через шари завантаження

№ зразка	Завислі речовини, мг/дм ³	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	ХСК, мгО ₂ /дм ³	Нафтопродукти, мг/дм ³	Розчинений кисень, мг/дм ³	Окиснюваність, мг О ₂ /дм ³	pH
До фільтрації							
1	356	3,6	170	< 0,3	3,6	36	6,7
2	231	3,5	100	< 0,3	3,5	76	7,1
3	324	3,2	130	< 0,3	3,2	66	7,3
Після фільтрації							
1	110	2,3	370	< 0,3	2,4	36	6,95
2	26,8	2,2	375	< 0,3	2,3	40	7,0
3	49	2,4	375	< 0,3	2,5	32	6,85
Показники якості очищеної стічної води за [7]							
-	50-100	20-25	60-90	1-2	-	-	-

Дані табл. 3 вказують на значний ефект затримання рослинними шарами завантаження інфільтраційних басейнів завислих речовин, значення яких відповідають технологічним нормативам [7, табл. 11.1] очищення дощового стоку в акумулювальних спорудах контактним способом. За значеннями БСК₅ має незначний ефект очищення. Їхні показники, як і наявність нафтопродуктів, у дощовому стоці до і після очистки менше вказаних технологічних нормативів. Однак, показники ХСК після фільтрації є вищими ніж вхідні. Це пояснюється тим, що під час росту трави здійснювалося підживлення кореневої системи спеціальними добавками (стимуляторами росту коріння). Це свідчать про те, що внесення хімічних добавок чи пестицидів для росту рослин негативно впливає на якість дощового стоку. Отже, для рослинних шарів інфільтраційних басейнів не слід рекомендувати застосування хімічних добавок.

Рис. 4. Ефект очищення дощового стоку до та після фільтрування через завантаження шарів: а) 1 – вхідна дощова вода; 2 – перша порція відфільтрованої води; 3 – остання порція відфільтрованої води; б) проби води до (1, 3, 5) та після (2, 4, 6) очищення

Висновки. Найбільш продуктивним способом регулювання дощового стоку є влаштування інфільтраційних басейнів, які є

свого роду акумуляторами дощових вод, затримуючи їх під час дощу і повертаючи очищені від забруднень води у систему водовідведення після його закінчення. Крім того, накопичення дощових вод у інфільтраційних басейнах дозволить використовувати їх для господарських цілей (поливу насаджень, миття територій тощо), відповідно до вимог [3, п.5.1]. Вони можуть розміщуватись на різних ділянках міської території: пішохідні доріжки, газони, автопарковки, розподільчі чи технічні смуги вулиць тощо.

Проведені дослідження показують, що використання інфільтраційних басейнів на урбанізованих територіях, дозволить не тільки проводити регулювання дощового стоку, але й здійснювати його очистку. Затримання забруднень при фільтруванні дощового стоку через верхній рослинний шар інфільтраційних басейнів є циклічним саморегулювальним процесом: кольтатація – регенерація. При цьому завдяки природним властивостям рослинного шару його поглинальна здатність відновлюється практично повністю за 6-7 діб міждощового періоду.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алексеев М.И., Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий. Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ. Москва, 2000. С. 352.
2. Будьоний О. П., Аврамшина К. В. Біоплато як перспективний спосіб очищення стічних вод. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.essuir.sumdu.edu.ua>.

3. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 211 с.
4. Дикаревский В.С., Курганов А.М., Нечаев А.П., Алексеев М.И. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. Стройиздат. Ленинград, 1990. - С. 224.
5. Діренко Г.О. Визначення нормативних якісних і кількісних характеристик поверхневого стоку при проектуванні очисних споруд. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://potential4.com.ua/ua/statti/viznachennya-normativnih-yakisnih-i-kilkisnih-harakteristik-1.html>
6. ДСТУ 3013-95. Гідросфера. Правила контролю за відведенням дощових і снігових стічних вод з територій міст і промислових підприємств. [Чинний від 1996-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт, 14 с.
7. ДСТУ 8691:2016. Настанови щодо встановлення технологічних нормативів відведення дощових стічних вод у водні об'єкти. [Чинний від 2017-11-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 28 с.
8. Ігнатенко О.П. Стан зливової каналізації в Україні та нормативно-правове забезпечення з питань облаштування поверхневого водовідведення. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки: Науково-технічний збірник. Київ, 2011. - №17. - с. 7-9.
9. Концепція загальнодержавної програми розвитку та реконструкції централізованих систем водовідведення населених пунктів України на 2012 – 2020 роки, від 22 серпня 2011 р. № 1004-р.
10. Маджд С. М. Досвід експлуатації гідрофітних споруд в Україні та світі. Наукоємні технології, 2016. - № 2 (30). - С. 228-231.
11. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. – Москва, ФГУП «НИИ ВОДГЕО», 2006. - С. 61.
12. Романенко В. Д., Крот Ю. Г., Киризі́й Т. Я. та інші. Природні і штучні біоплато. Фундаментальні та практичні аспекти. Наук. думка. Київ, 2012. - С. 110.
13. Стольберг В. Ф., Ладыженский В. Н., Спирин А. И. Биоплато – эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод. Экология довкілля та безпека життєдіяльності. 2003. №3. - С. 32-34.
14. Ткачук О.А., Сальчук В.Л. Проблемы регулирования стоку дождевых вод при благоустройі міських територій. Науковий вісник будівництва: ХНУБА, ХОТВ АБУ. Харків, 2013. - Вип. 72. - С. 345-350.
15. Ткачук О.А., Шевчук О.В. Інфільтраційні майданчики як сучасний метод регулювання дощового стоку при благоустройі міських територій. Науково-технічний збірник «Містобудування та територіальне планування»: КНУБА. Київ, 2016. - Вип. №59. - С. 437-442.
16. Ткачук О.А., Ярута Я.В. Оцінка ефективності роботи мереж дощового водовідведення у містах України. Матеріали VIII Всеукраїнського наукового семінару «Методи підвищення ресурсу міських інженерних інфраструктур»: ХНУБА, (09-10 жовтня 2018 р.). Харків, 2018. - С. 63-65.
17. Удод В.М., Діренко Г.О. Вирішення проблеми екологічної безпеки навколишнього середовища при очистці поверхневого стоку з урбанізованих територій. Зб. наукових праць КНУБА «Екологічна безпека та природокористування». Київ, 2008. - Вип. 1. - С. 86-97.
18. Шевчук О.В. Обґрунтування розрахункових параметрів інфільтраційних майданчиків у міських системах дощового водовідведення: дисер. ... канд. техн. наук: 05.23.04: Рівне, 2017. - 200 с.
19. Юрченко В.О., Коротченко М.В., Бригада О.В., Михайлова Л.С. Дослідження технологічних характеристик поверхневого стоку з автомобільних доріг. Автошляховик України: Наук.-виробн. журнал, №4 (228). ДП “ДержавтотрансНДІпроект”. Київ, 2012. - С. 44-47.
20. Ярута Я.В. Використання інфільтраційних методів регулювання дощового стоку на міських територіях в сучасних умовах. Містобудування та територіальне планування. Наук. техн. зб.: КНУБА. Київ, 2018. - Вип. 67. - С. 539-545.
21. Lloyd S.D., Fletcher T.D., Wong T.H.F., Wootton R.M. (Australia). Assessment of Pollutant Removal Performance in a Bio-filtration System: Preliminary Results, 2nd South Pacific Stormwater Conf.; Rain the Forgotten Resource, 27-29 June 2001, Auckland, New Zealand. - P. 20-30.
22. Ecological Engineering. The journal of Ecosystem Restoration. Volume 73. ISSN 0925-8574, December 2014. - P. 724-751.

Ткачук А.А., Ярута Я.В. ОЧИСТКА ДОЖДЕВЫХ СТОКОВ ПРИ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИИ ПОСРЕДСТВОМ ИНФИЛЬТРАЦИОННЫХ БАСЕЙНОВ. В статье проанализированы условия формирования дождевых стоков на территориях современных населенных пунктов Украины. Приведены основные показатели загрязнения дождевого стока на городской территории. Приведены результаты исследований очистки загрязненных дождевых вод с городских территорий в верхних (растительных) слоях инфильтрационных бассейнов. Обоснована целесообразность очистки дождевого стока с помощью инфильтрационных бассейнов.

Ключевые слова: регулирование дождевого стока, очистка дождевого стока, взвешенные

вещества, инфильтрационный бассейн, коэффициент фильтрации.

Tkachuk O.A., Yaruta Ya. THE TREATMENT OF STORMWATER AT REGULATION BY INFILTRATION BASINS. The processes of stormwater formation on urban areas of Ukraine is analyzed. The main indexes of stormwater pollution on urban area are given. The results of research of the treatment of polluted stormwater from urban areas in the upper (vegetable) layers of infiltration basins are presented. The expediency of treating the stormwater through infiltration basins is grounded.

Key words: regulation of stormwater, treatment of stormwater, suspended solids, infiltration basin, coefficient of filtration.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-95-1-211-220

УДК 697.4

Болотских Н.Н.

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
(ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина; e-mail: tgvtver@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7756-6550)*

КЕРАМИЧЕСКИЕ ИНФРАКРАСНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАНЕЛЬНЫЕ ОБОГРЕВАТЕЛИ ПОМЕЩЕНИЙ

Приведены описание и технические характеристики энергоэффективных инфракрасных керамических панельных электрических обогревателей помещений, даны рекомендации по их выбору и расчету.

Ключевые слова: инфракрасный обогреватель, керамический панельный обогреватель, инфракрасные излучатели.

Введение. В мировой практике обогрева помещений различного назначения широко используются децентрализованные инфракрасные электрические системы [1]. Из-за экономичности и высокого качества инфракрасные электрические обогреватели очень быстро набирают популярность. В сравнении с другими типами отопительных приборов электрические не только экономно расходуют электроэнергию, но и стоят недорого. Кроме того, их достоинствами являются также: комфортное обеспечение теплом; возможность создания сразу нескольких тепловых зон на территории одного помещения; безшумная работа; простота монтажа; высокая степень безопасности; отсутствие сжигания кислорода в помещении при их эксплуатации и др.

При обогреве помещений широкое распространение получили различные типы и конструкции панельных инфракрасных электрических обогревателей. Их классификация приведена на рис. 1.

Рис. 1. Классификация панельных инфракрасных электрических обогревателей