

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДОПРОНИКНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ДОЩОВИМИ СТОКАМИ НА ЗАБУДОВАНИХ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ

Ткачук О.А., Шевчук О.В.

Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне

Наведено основні проблеми відведення дощових стоків з міських територій. Обґрунтовано необхідність розробки заходів з регулювання дощового стоку за допомогою фільтраційних методів з застосуванням водопроникних покриттів. Проаналізовано ефективність використання таких покриттів у світі.

Ключові слова: *регулювання дощового стоку, водопроникні покриття.*

Приведены основные проблемы отвода дождевых стоков с городских территорий. Обоснована необходимость разработки мер по регулированию дождевого стока с помощью фильтрационных методов с применением водопроницаемых покрытий. Проанализирована эффективность использования таких покрытий в мире.

Ключевые слова: *регулювання дощового стоку, водопроницаемые покриття.*

The basic problems of stormwater discharge from urban areas are described. There is justified the necessity of developing measures to regulate stormwater using filtration methods by permeable pavements. The effectiveness of using such pavements in the world is analyzed.

Keywords: *stormwater management, permeable pavements.*

В останні роки на території міст не тільки в Україні, але й в усьому світі все частіше спостерігаються затоплення і підтоплення міських територій в результаті атмосферних опадів [1-3].

В Україні підтоплення земель внаслідок випадіння опадів розвинене на території понад 500 великих і малих міст і охоплює площу близько 200 тис. га (11 % від загальної площі цих населених пунктів). У зоні потенційно підтоплених територій знаходиться понад

150 тис. га забудованих територій. У більш ніж 20 великих міст підтоплені території перевищують 1000 га [4].

До основних проблем з відведення дощових стоків з міських територій можна віднести:

1. Збільшення часток територій з водонепроникними покриттями.
2. Відсутність і неналежний технічний стан та очистка існуючої системи дощового водовідведення.
3. Відсутність державної програми по зменшенню об'єму дощових стоків.
4. Нераціональний підхід в питанні відведення дощових стоків, зорієнтований на їх якнайшвидший збір і скид в систему каналізації.

Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України щороку проводить моніторинг та аналіз даних щодо стану зливової системи у населених пунктах. Станом на 12.04.2013 [5] тільки 7,5 тис. км доріг (4% загальної протяжності доріг з твердим покриттям) обладнано закритою дощовою каналізацією. Решта вулиць (169,5 тис. км, або 96% від загальної протяжності вулиць з твердим покриттям) зливовою каналізацією взагалі не обладнані. Крім того не належним чином відбувається очистка і технічний стан існуючих систем водовідведення.

Інтенсивні зміни у благоустрої міських територій приводять до постійного збільшення часток територій із водонепроникними покриттями (дороги, тротуари, майданчики, дахи будинків тощо), а отже, збільшення об'єму дощового стоку (від 10 % об'єму опадів в природному середовищі до 80% на щільно забудованих територіях). Внаслідок цього мають місце суттєві зміни у гідрологічному балансі територій міст, зокрема збільшення об'єму дощового стоку, що формується в понижених місцях міських територій, їх підтоплення та погіршення санітарного стану. Крім того, дощові стоки безпосередньо несуть шкідливі речовини з міських територій, які, не будучи належно очищеними, потрапляють у водойми і тим самим погіршують якість води.

Аналіз зафіксованих та розрахункових даних згідно параметрів випадіння дощу в Рівному та в Рівненській області, проведений Ткачуком О.А. та Сальчук В.Л. [1], показує, що розрахункові граничні інтенсивності дощу для різних періодів одноразового їх перевищення P знаходяться за межами як реально зафіксованих, так і максимально можливих, у Рівненському регіоні. Це, в свою чергу, свідчить про необхідність уточнень нормативних величин з визначення розрахункових витрат дощового стоку на основі статистичного аналізу

фактичних параметрів дощів регіону. Таким чином, виникає проблема у правильному розрахунку об'єму дощового стоку та підбору параметрів системи дощового водовідведення, які мають значні діаметри і більшу частину часу працюють не на повну потужність, є дороговартісними, і які, однак, у періоди сильних злив не можуть прийняти весь об'єм стоку, що приводить до підтоплення територій.

Всі ці фактори викликають необхідність управління дощовими стоками на міських територіях, що включає в себе комплексний підхід до вирішення даної проблеми.

Регулювання дощового стоку сьогодні стало важливим завданням у багатьох розвинених країнах світу. Проте аналіз чинних нормативних документів [6,79] показує, що в Україні цим питанням наразі приділено мало уваги. У нормативному документі [6] зазначено лише, що при реконструкції існуючої та проектуванні нової системи дощового водовідведення необхідно передбачати низку способів з регулювання дощового стоку). Однак відсутні рекомендації, особливості розрахунку, проектування, влаштування та застосування цих методів.

Питанням досліджень формування та регулювання стоку дощових вод міських територій присвячені роботи багатьох вітчизняних і закордонних вчених (Большаков В.О., Жук В.М., Константинов Ю.М., Корінько І.В., Пантелят Г.С., Ткачук С.Г., Абрамов Л.Т., Алексєєв М.І., Белов Н.Н., Горбачев П.Ф., Дикаревський В.С., Курганов А.М., Молоков М.В., Адамс Б., Джеймс В., Дзьопак Й., Майс Л., Россман Л., Хортон Р., Хубер В., Шулер Т., Фергюсон Б., та ін.) [2, 8].

На сьогодні відомо біля двох десятків експлуатаційних практик у сфері дощового водовідведення, з яких найпоширенішими є: встановлення накопичувальних та регулювальних резервуарів дощових стічних вод(РДСВ); будівництво ексфільтраційних споруд(ям, траншей, басейнів тощо); влаштування пористого удосконаленого покриття і зелених дахів, спеціальних ставків, штучних мочар тощо. Залежно від принципу роботи методи управління дощовим стоком можуть використовуватись для накопичення, затримання і фільтрації дощових стоків [2, 9]. Деякі методи передбачають комплексне застосування всіх трьох принципів в одній споруді.

Методи регулювання дощовим стоком, принцип роботи яких полягає у фільтрації, найбільше сприяють підтриманню рівня водного балансу.

До методів управління дощовим стоком, принцип роботи яких полягає у затриманні і фільтрації дощових стоків, належать:

- а) ексфільтраційні споруди;
- б) зелені дахи;
- в) пористі удосконалені покриття;
- г) відкриті території та газони, рослинні смуги.

Децентралізована інфільтрація опадів виключає збір і очистку стічних вод безпосередньо в місцях випадіння і сприяє зниженню ризиків виникнення повеней. Використання різноманітних видів водопроникних покриттів (рис.1) дозволяє значно збільшити площу таких територій. Крім того водопроникні покриття мають і ряд інших переваг, як екологічність(не виділяє шкідливих випарів у спеку у порівнянні з асфальтовими покриттями); зменшення рівня автомобільного шуму; зростання привабливості територій.

Конструкція водопроникного покриття включає в себе кілька шарів (рис. 2) [8, 10]: вид покриття (пластикові чи бетонні газонні решітки з заповнювачем), підготовчий шар з піску, основний шар з суміші щебеню та ґрунту, шарів геотекстилю та за необхідності додатковий акумулюючий шар зі щебеню з дренажною трубою для відведення надлишкового об'єму стоків.



Рис. 1. Приклад влаштування водопроникних покриттів

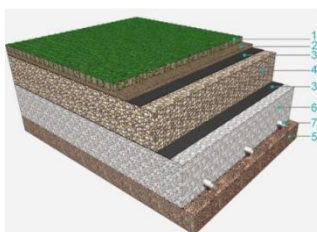


Рис. 2. Тип конструкції водопроникного покриття: 1 – вид покриття; 2 – підготовчий шар; 3 – геотекстиль; 4 – несучий шар; 5 – основа; 6 – акумулюючий шар; 7 – дренажна труба.

В процесі проектування водопроникних покриттів необхідно враховувати такі чинники:

1. Закономірності, що впливають на формування стоку (розрахункові параметри дощу, характер території тощо)

2. Процес поглинання та затримання дощового стоку;
3. Процес спорожнення даних споруд
4. Взаємодія з іншими спорудами і елементами системи водовідведення.

Спорожнення даних споруд може відбуватись шляхом поступової фільтрації, скидом по трубах малого діаметру у систему зливної каналізації або скидом у спеціальні відстійники чи резервуари з повторним використанням стоку у господарсько-побутових цілях.

Натурні та лабораторні дослідження свідчать про ефективність використання даних видів покриттів. Так, у Великобританії було проведено дослідження [8] на моделі водонепроникного покриття, що складалось з бетонних решіток, заповнених щебенем дрібної фракції, на яку імітувався дощ з інтенсивністю 0,6-1,2 дюйма за годину, що відповідає 15-30 мм на год. Згідно цих досліджень, як видно з рис. 3 протягом перших 25 хв відбувалось змочування та насичення поверхні покриття, після цього почався стік, але його інтенсивність була набагато нижчою за інтенсивність модельного дощу і за годину після його закінчення припинилась. Ці дослідження показали, що 55% об'єму опадів можуть затриматись структурою самого покриття у сухому стані і до 30% у вологому.

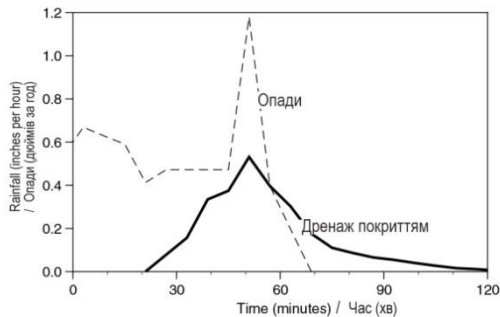


Рис. 3 Результати досліджень, проведених у Великобританії у 1999 р., по випаданню опадів і їх поглинання водонепроникним покриттям, згідно [8]

Інші дослідження у місті Рентон (США) [87] були проведені на існуючій парковці, покриття якої складалось з бетонних решіток, заповнених ґрунтовим субстратом з травою. На рис. 4 зображено динаміку наповнення такого покриття дощем з максимальною інтенсивністю 0,16 дюйма або 4 мм за годину або 4 мм в осінній період, коли випаровування було незначне. Як видно, при незначних опадах стоку взагалі не спостерігалось, при цьому на сусідній ділянці з асфальтовим покриттям коефіцієнт стоку був близьким до одиниці.

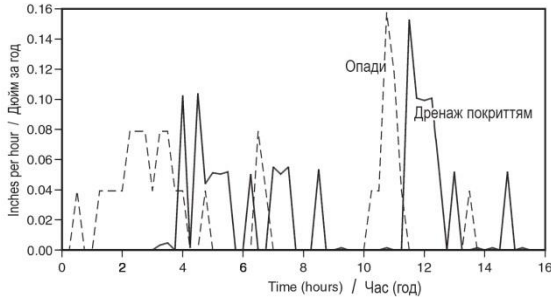


Рис. 4 Результати досліджень, проведених на парковці у м. Рентон (США) у листопаді 2001 р., по випаданню опадів і їх поглинання водопроникним покриттям, згідно [87]

Нами у березні 2015 року також були проведені лабораторні дослідження покриття з використанням газонних решіток. Конструкція дослідного покриття складалась з модуля газонної решітки, заповненого ґрунтовим субстратом з трав'яними насадженнями висотою 50 мм, підготовчого шару із суміші дрібного щебеню та ґрунту висотою 30мм, геотекстилю товщиною 3 мм, несучого фільтраційного шару висотою 200 мм, геотекстилю товщиною 3 мм, акумулюючого шару висотою 150 мм та дренажного шару висотою 20 мм, відокремленого дрібновічковою сіткою для відведення води у дренажну трубку. В ході експерименту на дослідне покриття імітувався дощ інтенсивністю 2 мм/хв, що відповідає витраті $q=480$ мл/хв. Результати досліджень показали (рис. 5), що протягом перших 8 хв стоку взагалі не було, при цьому покриття до проведення експерименту не було в абсолютно сухому стані. Лише після 32 хв витрата стоку відповідала витраті модельного дощу і після припинення дощу стік спостерігався ще протягом 12 хв.

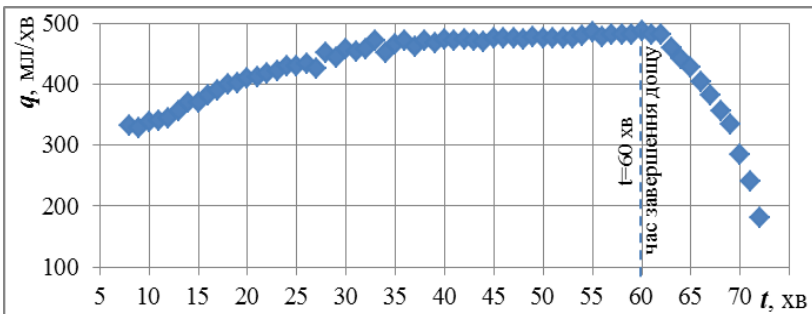


Рис. 5 Графік залежності витрати дощового стоку від тривалості дощу при дощі інтенсивністю 2 мм/хв.

Також були проведені дослідження водопоглинання при дощах різної інтенсивності (5, 10 мм/хв), спорожнення та заповнення даної моделі покриття. Результати досліджень дали змогу оцінити витрату дощового стоку, яка може бути затримана даними видами покриття, а отже, визначити коефіцієнт їх поглинальної здатності.

Заходи зі зменшення дощового стоку повинні передбачати пріоритет у використанні водопроникних покриттів над непроникними, якщо це можливо. Дані види покриття можна використовувати як покриття стоянок, майданчиків, велосипедних та пішохідних доріжок, проїздів тощо. Прикладом ефективного їх застосування служить вивчений зарубіжний досвід. Так у Німеччині із близько 1150 км трамвайних колій 425 км влаштовано з зеленими трав'яними водопроникними покриттями, що відповідає площі 106 га, і вони здатні затримати 560 000 м³ опадів [11]. У США Агенцією Захисту Довкілля (EPA) у 2011 році для федеральних проектів було прийнято програму з управління дощовими стоками [3]. Із 479 проектів по регулюванню їх об'єму 47,3% передбачали використання пористих покриттів, більша частина з яких – це модернізація існуючих покриттів, таких як стоянки, тротуари, доріжки тощо.

Висновки

Таким чином, проблема відводу дощових стоків з міських територій набула важливого значення. Актуальною є зміна підходу на користь регулювання дощовими стоками. Методи, принцип роботи яких полягає у фільтрації, дозволяють зменшувати об'єм стоку безпосередньо в місцях випадання опадів та підтримувати постійний водний баланс територій. Одним з таких способів є використання водопроникних покриттів. Зарубіжний досвід свідчить, що дані види покриття за умови комплексної програми по управлінню дощовими стоками можуть стати ефективними у зменшенні їх об'єму. Отримані результати досліджень дозволяють визначити коефіцієнт поглинальної здатності таких покриттів. Пропонується розробити нову методику з розрахунку водопроникних покриттів з врахуванням їх сумісної роботи в системі водовідведення. Крім цього, необхідні зміни у підході до вирішення проблеми відведення дощового стоку на користь його регулювання, в тому числі з наданням пріоритету у використанні водопроникних покриттів над непроникними, якщо це не обмежується певними умовами.

1. Ткачук О. А. Нові підходи до визначення розрахункових параметрів стоку дощових вод при його регулюванні на міських територіях/ О. А. Ткачук, В. Л. Сальчук, // Вісник НУВГП. Технічні

науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2015. – Вип. 1(69). – С. 132-140.

2. Ткачук С.Г. Регулювання дощового стоку в системах водовідведення: монографія/ С.Г. Ткачук, В.М. Жук. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 216 с..

3. United States Environmental Protection Agency (EPA). Green Infrastructure [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://water.epa.gov/infrastructure/greeninfrastructure/index.cfm>.

4. Сай В.М. Дослідження процесу підтоплення земель з врахуванням соціально-економічних збитків.// Геодезія, картографія і аерофотознімання. Вип. 75, 2011. – с. 127-134.

5. Інформація щодо результатів моніторингу стану проведення ремонтних робіт вулиць і доріг у регіонах станом на 12.04.2013 [Електронний ресурс]: звітність Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Режим доступу: <http://minregion.gov.ua/zhkh/Blahoustri-terytoriy/informaczija-shhodo-rezultativ-monitoringu-stanu-provedennja-remontnih-robit-vulicz-i-dorig-u-regionah-stanom-na-12042013/>

6. Настанова з улаштування систем поверхневого водовідведення: ДСТУ-Н Б В.2.5-61:2012. –К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 33 с.

7. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування : ДБН В.2.5-75:2013. – К.: Мінрегіонбуд та ЖКГ України, 2012. – 211 с.

8. Ferguson В. К. Porous Pavement: Integrative studies in water management and land development / by В. К. Ferguson. – Boca Raton: CRC Press, 2005. – 600 p. ISBN 0-8493-2670-2.

9. DWA-A 138 Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation of Precipitation Water. – DWA German Association for Water:Hennef, 2005. – 58 p.

10. Справочник по проектированию для проектирования, строительства и эксплуатации водопроницаемых систем укрепления грунта из элементов ТТЕ® производства компании HÜBNER-LEE. – М., 2013. – 27 с.

11. Schreiter Н. Effect and Function of Green Tracks : Network Management // by Schreiter Н., Kappis С. – Berlin, 2013. – 15 p.