

О. Волошкіна, І. Прокопенко, Т. Ткаченко, А. Ковальова (Київ, УКРАЇНА)

ЗМЕНШЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОЩОВУ КАНАЛІЗАЦІЮ МІСТА В УМОВАХ ВПЛИВУ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

*Київський національний університет будівництва та архітектури,
Київ, Повітрофлюський проспект, 31, електронна пошта: e.voloshki@gmail.com*

Серед основних завдань Цілей Сталого Розвитку для України для майбутніх пріоритетних напрямів науково-технологічного розвитку покладено завдання «Зменшити обсяги скидання неочищених стічних вод, насамперед, з використанням інноваційних технологій водоочищення на державному та індивідуальному рівнях» (Ціль 6. Забезпечення наявності та раціонального використання водних ресурсів і санітарії для всіх) [1]. В рамках цього завдання постала необхідність у дослідженнях щодо оцінки та прогнозу змін якості та об'єму дощового стоку та обґрунтування реконструкцій систем дощової каналізації міста.

Останнім часом системи міської дощової каналізації міст України, і в Києві, зокрема, не в змозі затримати поверхневий стік, що провокує затоплення та підтоплення міських територій. Головні механізми атмосферних перетворень на урбанізованих територіях, підвищення середньої температури внаслідок змін клімату, зниження вологості за рахунок не поглинання, а стікання вод природних опадів, зменшення кількості опадів за рахунок пилового збільшення центрів конденсації, збільшення періодів малорухомої атмосфери – це ті основні фактори, що змінюють мікроклімат на забудованих територіях і він стає більш посушливим і теплим. При накопиченні за межами міста потужних атмосферних фронтів, формування теплового та пилового куполів над забудованими ділянками території стає перешкодою просування і фактором випадіння опадів у вигляді злив.

Як показують дослідження авторів, внаслідок забруднення атмосферного повітря великих міст, погіршуються і показники якості дощових стоків, які потрапляють у каналізаційні мережі. Так, на прикладі аналізу моніторингових спостережень в м. Києві, авторами було зроблено аналіз залежності температурного режиму атмосферного повітря від кислотності опадів в розрізі останнього десятиліття за стаціонарними постами спостережень.

В результаті досліджень виявлено, що середньорічний показник кислотності опадів знаходиться в лінійній залежності від середньорічних показників температури повітря з коефіцієнтом кореляції 0,69. Аналіз багаторічних трендів між показниками вторинного забруднення атмосферного повітря та показниками температурного режиму міста демонструє поліноміальні залежності з високим коефіцієнтом кореляції. Як приклад, залежність між вторинним забрудненням формальдегіду над автомобільним шляхопроводом міста в районі Дарницької площі і температурою повітря в розрізі останніх років мають наступні коефіцієнти кореляції: 2013 рік – 0,6424; 2014 рік – 0,8419; 2015 рік – 0,8166; 2016 рік – 0,7306. Авторами отримана лінійна залежність між показниками концентрації формальдегіду в повітрі та РН

атмосферних опадів. Аналогічні залежності були отримані також і для концентрацій NO_x та CO в атмосферному повітрі міста.

Внаслідок забруднення атмосферного повітря, показник кислотності атмосферного повітря незначно, але поступово зазнає зміни в розрізі багаторічних спостережень. Так, в 2000 році цей показник становив 6,96, тоді як в 2017 році – 6,53 відповідно. З цього тренду випадають показники 1990 року (6,37) та 1995 року (6,41), що пояснюється більш інтенсивною роботою підприємств в місті в даний період.

Якісні характеристики атмосферних опадів і їх поступове погіршення детально досліджувалися в роботах [2,3,4,5 та інш.]. Авторами виявлено, що температура повітря та її поступові зміни є вирішальним фактором у формуванні динаміки рН, якісних характеристик повітря, а також частоти на нерівномірності випадіння опадів. Ці дослідження обумовлюють необхідність впровадження інноваційних рішень при реконструкції та будівництві систем дощової каналізації.

В багатьох закордонних країнах в розрізі напрямку «зеленого будівництва» передбачається перехоплення та використання поверхневого стоку за допомогою дахових зелених покрівель. Цей напрямок передбачає зменшення загального тиску на навколишнє середовище протягом всього життєвого циклу будівлі.

Використання технологій «зелених» покрівель для кількісного та якісного регулювання дощових стоків набирає актуальності у багатьох країнах світу: Німеччині, Великобританії, Польщі, Франції, США та інших [6,7,8 та інш.]. Однак в Україні практично відсутні науково-технічні розробки та дослідження щодо «зелених конструкцій» та можливостей регулювання ними дощових стоків, методики щодо розрахунку вторинного використання дощових вод [9].

«Зелена» покрівля забезпечує регулювання стоку за рахунок тих же заходів, що і звичайний водорегулюючий басейн. У порівнянні з подібними способами регулювання дощового стоку, «зелена» покрівля недорога, не вимагає особливого догляду й надійна. «Зелені» покрівлі є єдиним практичним способом контролю стоку в урбанізованих районах, що не вимагають додаткового будівництва. Важливими екологічною і економічною перевагами «зелених покрівель» у сучасних урбоценозах є: зменшення кількості стічних вод за рахунок випаровування і вбирання вологи рослинами; поліпшення якості стічних вод за рахунок природної фільтрації; зменшення навантаження на зливову каналізацію за рахунок зниження швидкості водного потоку.

Так, в дослідженнях, які були проведені фахівцями Київського національного університету будівництва та архітектури спільно з компанією ZinCo по утриманню та вторинному використанню поверхневого стоку, «зелена» покрівля здатна утримати 7950 л дощової води і цим самим зменшити поверхневий стік розвантаживши злизові колодязі. Ефективність покрівлі для зменшення поверхневого стоку сягає 21,2%, що є дуже хорошим показником.

Ефективність покрівлі для зменшення поверхневого стоку сягає 21,2% що є дуже хорошим показником. Очищена дощова вода з «зелених покрівель» може збиратися в резервуари і використовуватися для технічних потреб. Для збору дощової води з інтенсивної плоскої покрівлі площею 150 м² для офісного колективу з 8 осіб необхідний резервуар об'ємом 4 м³ [10].

Підрахунки за пропонованою методикою показали, що для всього проспекту Лобановського потрібно приблизно 4 об'єкти «зеленого» будівництва з площею «зеленої» покрівлі не менше 100м² для врегулювання поверхневого стоку. Це кардинально не вирішить проблему у всьому Києві, але якщо збільшувати кількість таких об'єктів «зеленого» будівництва, - є шанс зовсім забути про затоплення вулиць у м.Київ.

На мапі м.Києва позначені 208 проблемних місць, де постійно накопичуються великі об'єми води, таким чином було прораховано щоб якось мінімізувати критичну ситуацію із підтопленням вулиць Києву потрібно близько 500 об'єктів зеленого будівництва площею 100 і більше м².

Проведені дослідження дозволили зробити наступні висновки:

- враховуючи глобальні зміни клімату, їх вплив на поступове підвищення середньомісячної температури, частоти та нерівномірності випадіння опадів, тенденції до поступового збільшення концентрації забруднення атмосферного повітря і зменшення показника рН буде зберігатися;
- для попередження подальшого забруднення дощових вод на вході в системи каналізації та їх розвантаження, необхідно в стратегічних планах забудови та реконструкції міста при впровадженні «зелених» покрівель дахів передбачити системи очищення та збору дощової води з їх подальшим використанням.

Список використаних джерел

- [1]. Цілі сталого розвитку: Україна. Національна доповідь України, 2017 - Міністерство економічного розвитку і торгівлі України - С.175 (http://un.org.ua/images/SDGs_NationalReport_UA_Web_1.pdf)
- [2]. Г.М.Герещун. Аналіз забруднення атмосферних опадів домішками на вулицях міста/ Г.М.Герещун, Ю.Г.Масікевич, Р.А.Гольонко//Науковий вісник НЛТУ України, 2019, т.29,№1 –.66-69 С. <http://nv.nltu.edu.ua>
- [3]. Yang, F., Tan1, J., Shi, Z. B., et al. (2012). Five-year record of atmosphericprecipitation chemistry in urban Beijing, China. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12, 2025–2035.
- [4]. Rao, P. S. P., Tiwari, S., Matwale, J. L., et al. (2016). Sources of chemical species in rainwater during monsoon and non-monsoon periods over two mega cities in India and dominant source region of secondary aerosols. *Atmospheric Environment*, 146, 90–99.
- [5]. Качановский, Ф.В. Связь кислотности атмосферных осадков, выпадающих в Твери, с температурой воздуха / Ф.В. Качановский // Вестник Тверского государственного технического университета. Тверь: ТвГТУ. 2013. Вып. 2(24). С. 28–31.
- [6]. Effect of Green Roof Configuration and Hydrological Variables on Runoff Water Quantity and Quality / P. Ferrans, C. V. Rey, G. Pérez, J. P. Rodríguez, M. Díaz-Granados // *Water*. – 2018. – № 10. – P. 960-977. – DOI:10.3390/w10070960.
- [7]. Liesecke H-J. Extensive Begrünung bei 5o Dachneigung // *Stadt Und Grun*. – 48 (5), 1999. – P. 337-346.
- [8]. Baryła A. Role of Substrates Used for Green Roofs in Limiting Rainwater Runoff / A. Baryła, A. Karczmarczyk, A. Bus // *Journal of Ecological Engineering*. – 2018. – Vol. 19(5). – P86-92; DOI: 10.12911/22989993/91268.
- [9]. Ткаченко Т.М. Зелені покрівлі як ресурс дощової води в сучасному урбоценозі // *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: Науково-технічний збірник. Випуск 27*. – К.: КНУБА, 2016. – С.364-369.
- [10]. Tkachenko T. The reuse of rainwater drains by using «green roofs» // *USEFUL*. – Vol. 3., Issue 1, 2019. - P. 01-05.

НАУКОВЕ ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ НА DVD

УДК 591.663

Сталий розвиток – стан та перспективи: Матеріали II Міжнародного наукового симпозіуму SDEV'2020 (12-15 лютого 2020 року, Львів-Славське, Україна). – Львів, 2020. – 1 електрон. опт. диск (DVD).

Sustainable Development – state and prospects: Proceedings of the 2nd International Scientific Symposium SDEV'2020 (12-15 February 2020, Lviv-Slavske, Ukraine). – Lviv, 2020. – 1 electronic optical disk (DVD).

Матеріали подано в авторській редакції.

Комп'ютерне складання І. Казимира
Дизайн обкладинки А. Махняк

ISBN 978-617-655-191-1