

Т. В. Жидкова, С. М. Чепурна, О. С. Белозьоров

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ НАСЛІДКІВ ЗЛИВОВИХ ДОЩІВ НА МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ

В межах дослідження був проведений аналіз вітчизняних і іноземних досліджень щодо методів використання зеленої інфраструктури міст. Запропоновано розташування в межах зелених смуг міських вулиць біодренажних каналів, для забезпечення утримання, очищення й інфільтрації в ґрунт атмосферних вод. Розроблено каталог рослин для лісостепової зони України, стійких до міського забруднення.

Ключові слова: біодренажні канали, управління зливовими стоками, зелена інфраструктура, міські території.

Постановка проблеми

Останнім часом майже всі країни світу потерпають від наслідків зливових дощів. Протягом 2017 року сильні зливи спричинили повені в великих містах різних країн світу. Найбільш руйнівні повені сталися у лютому в Каліфорнії, у липні – вересні у країнах південної Азії, у Техасі, у жовтні у В'єтнамі, у листопаді в Індії [1].

Стихія не зупинилася й у 2018 році: у липні на південному заході Японії тривалі зливи спровокували повені, яких не було декілька десятиліть [2], у жовтні повені через зливи зруйнували вулиці міст Франції й Італії [3], у листопаді й грудні негода пошкодила інфраструктуру австралійських міст та призвела до загибелі людей [4, 5].

Загальна тенденція не обійшла й міста України. У пресі з'являлись повідомлення щодо руйнівних наслідків злив у Києві, Львові, Рівному, Житомирі. Потужні зливи затопили підземні переходи, вулиці й дороги. Системи зливової каналізації виявились неспроможними поглинати таку кількість води [6,7].

Наслідки зливових дощів, а саме затоплення житлових і громадських будинків, інженерних комунікацій, руйнування дорожньо-транспортної інфраструктури, знищення системи благоустрою, непомірно обтяжують міські бюджети і вимагають шукати шляхи запобігання або хоча б зменшення шкідливих наслідків.

Вулиці нашого міста також час від часу перетворюються на річки. Так, наприклад, 18 травня минулого року за даними інформаційної системи Національного центру управління випробувань космічних засобів у Харкові випало 13,6 мм опадів, що

значно менше, ніж у Закарпатті й на півночі Сумської області, але цього було достатньо, щоб вулиці міста через перевантаження зливової системи вкотре перетворилися на річки [8].

Аналіз останніх публікацій показав, що системи зливової каналізації у містах України часто не спроможні поглинати таку кількість води у період потужних злив. Причиною цього є не тільки зношення системи, а й замулення її брудом міських вулиць.

Надмірне заощення міських територій, знищення зелених насаджень призвело до низки негативних наслідків серед яких є зміна умов поверхневого стоку й, відповідно, зниження дренажної здатності ґрунтів.

Значна кількість потужних злив, за даними вчених, є одним з наслідків глобального потепління й зниження рівноваги екології Земної кулі [9]. Тому сподіватись на тимчасовість руйнівних наслідків стихії не варто. Скоріше людству слід спокутувати свою провину й пристосовуватись до реальності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У містах Сполучених Штатів Америки управління зливовими стоками розглядається як основна проблема у національному масштабі.

Одним з основних заходів вирішення даної проблеми є збереження й розвиток зеленої інфраструктури на міських територіях. Основні функції рослинності в урбоекосистемах давно відомі. Серед них слід виділити такі властивості: зменшення поверхневого стоку, затримання снігового покриву і опадів, а також знезараження опадів.

Протягом останніх років округи, муніципалітети та неприбуткові організації у Сполучених Штатах та

Канаді розробили методичні рекомендації щодо управління зливовими водами. Кожне керівництво містить детальні принципи розробки, адаптовані до кліматичних умов регіону й місцевого ландшафту; підходи до планування та проектування, а також контроль над зливами [10, 11].

Так, наприклад, керівництво лісового господарства США протягом останніх років проводить публічні семінари з метою започаткування зусиль зі зменшення обтяження зливовими водами каналізаційних мереж та очисних споруд.

У 2015 році було започатковано фінансування грантів, для проектів що передбачають інтеграцію зеленої інфраструктури під час реконструкції міських вулиць і доріг [12].

Одним з перших регіонів Південної Каліфорнії, де керівництво усвідомило й прийняло переваги зеленої інфраструктури на відміну від традиційних підходів до управління зливовими водами при проектуванні міських вулиць став округ Сан-Дієго. Програма «Зелені вулиці» округу Сан-Дієго включає в себе численні елементи дизайну зеленої інфраструктури, у тому числі біофільтраційні дощові сади, альпінарії і проникний тротуар.

WSP USA спільно з округом Сан-Дієго розробили технічний керівний документ і деталі стандартних креслень, а також використали їх при розробці проекту реконструкції дороги Коул Грэйд. Роботи з реконструкції цієї дороги планується завершити у 2020 році [13].

Схему управління за принципом максимального збереження й подальшого використання зливових вод було детально опрацьовано китайськими вченими. У Китаї було розроблено Концепцію "Губка-місто" (SPC), в основі якої лежить зміна традиційних методів швидкого відведення зливових вод з вулиць у дощову каналізацію на заходи щодо інфільтрації, зберігання, використання та дренажу до 70% зливових вод. Наприкінці 2013 року Уряд Китайської Народної Республіки підтримав впровадження Концепції "Губка-місто" (SPC) у міській інфраструктурі як підхід до сприяння сталій урбанізації. Повністю відповідати вимогам концепції з 2015 року повинні всі проекти нової забудови міських територій, до 2020 року понад 20%, а до 2030 року більш, ніж 80% забудованої території міст [14].

В останні роки і у містах Німеччини започаткували кардинальний перегляду підходу щодо дощової води: кущі, дерева і газони на міських територіях, дахах і фасадах будинків мають зберігати дощову воду і використовувати її для охолодження міста в спеку, що зменшує ймовірність затоплення

міських територій. Стратегію «Міста-губки» (Sponge City) розробила група архітекторів Берліну під керівництвом Карла Бекера [15].

Метою цієї статті є інформація щодо проведення дослідження і пропозицій щодо зменшення шкідливих наслідків зливових дощів на міських територіях.

Серед основних завдань є виявлення причин і наслідків підвищення кількості й інтенсивності зливових дощів; аналіз основних принципів концепції «Sponge City» і перспективи їхнього застосування у містах України, а також розробка пропозицій щодо корегування поперечних профілів міських вулиць.

Виклад основного матеріалу

В межах даного дослідження був проведений аналіз вітчизняних і іноземних досліджень щодо методів використання зеленої інфраструктури міст; методів утримання, збереження й подальшого використання атмосферних вод; методів запобігання шкідливих наслідків зливових дощів.

У нещодавно затверджених ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» [16] наведено найбільш поширені типи поперечних профілів міських вулиць і доріг. Майже на усіх вулицях передбачено улаштування смуг зелених насаджень, насамперед це дерева й чагарники, які призначені для виконання певних функцій.

Існуюча схема водовідведення передбачає водовідведення з міських територій, в тому числі з тротуарів на проїзну частину вулиць, з житлових вулиць на магістральні, де влаштуванні зливоприймальні решітки біля бортового каменю проїзної частини. Системи зливової каналізації мають забезпечити подальше водовідведенням за межі міста (рис. 1а).

Таким чином на ділянку зелених насаджень потрапляє кількість атмосферних вод пропорційна їхньої площини у межах вулиці.

Окремо використовують системи поливу смуг зелених насаджень господарчою, а інколи й питною водою. Виходить парадоксальна ситуація, з одного боку зливі води не тільки марно витрачаються, а ще й сприяють підтопленню, а часто й затопленню міських територій, з іншого боку підтримка у належному стані зелених насаджень вимагає значних витрат водних ресурсів міста.

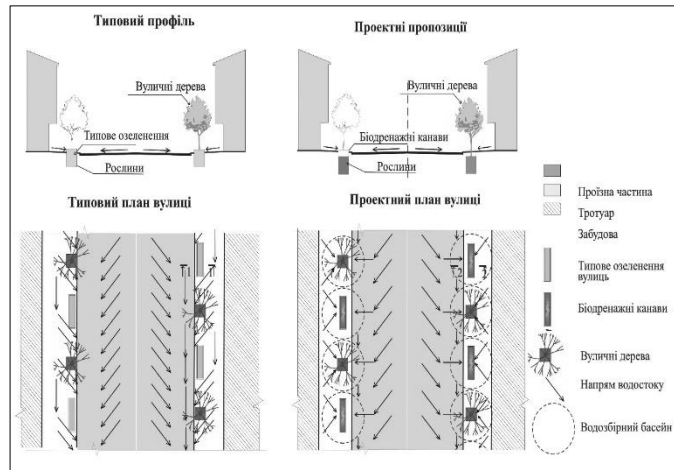


Рис. 1. Поперечні профілі й плани житлових вулиць: а) типовий, б) проектний

Рівень посадки рослин вище, ніж рівень тротуару. Смуги зелених насаджень відокремлені бортовим каменем або поребриком від площини проїзної частини і тротуарів, що виключає потрапляння зовні зливових вод (рис. 2).

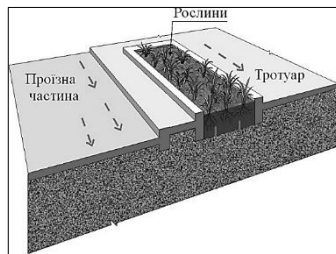


Рис. 2. Фрагмент стандартного поперечного профілю житлової вулиці

Принципова відмінність корегування поперечного профілю у порівнянні з традиційним полягає у тому, що рослини висаджують не у звичайний ґрунт, а до біодренажних каналів (рис. 1б).

Біодренажні канали розміщують нижче рівня проїзної частини вулиці і, відповідно, нижче рівня тротуарів. Завдяки цьому змінюється система водозбору. Значна частина зливових вод потрапляє до біодренажних каналів, що сприяє зменшенню навантаження на зливу каналізацію, до рослин надходить у кілька разів більше дощової води, ніж при існуючих методах озеленення вулиць (рис. 1б).

Цей дуже простий метод забезпечує достатній полив рослин у певний період року, і, відповідно, економію водних ресурсів міста, а, головне, значно зменшує шкідливі наслідки зливових дощів – затоплення й підтоплення міських територій

У бортових каменях і поребрику, що відокремлюють ці смуги влаштовують отвори, які

мають бути перекриті решітками для запобігання потраплянню вуличного сміття (пляшки, папір, різні речі із пластику), який злива змиває з тротуарів і проїзної частини вулиць (рис. 3).

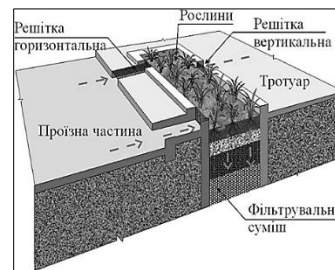


Рис. 3. Фрагмент поперечного профілю житлової вулиці з організацією біодренажної системи

Біодренажні канали є інфільтраційними пристроями, які використовують рослини і ґрунтову суміш щодо уповільнення, фільтрації та очищення стічних вод з міських вулиць. Функцію очищення поверхневих вод виконують спеціальні фільтруючі шари (ґрунтова суміш, щебінь тощо).

Частина води затримується у біодренажних каналах, решта фільтрується і повільно інфільтрується у ґрунт. У разі наявності непроникних глинистих ґрунтів або інших обмежень щодо інфільтрації, біодренажні канали можуть бути спроектовані з непроникною основою й стоком у дренажні труби або у мережу зливової каналізації.

Розмір біодренажних каналів, висота вертикальних стінок, склад фільтрувальної суміші, види рослин залежать від кліматичного регіону, частоти та інтенсивності опадів, складу й дренажності спроможності ґрунтів, навантаження забруднювачами, тому розраховується у кожному конкретному проекті.

У межах дослідження для лісостепової зони України розроблено каталог рослин, придатних для використання у біодренажних системах. Під час вибору рослин враховувалась їхня здатність витримувати режими вологості, толерантність щодо забруднення стоків міських вулиць, до соляної суміші, що використовується у зимовий період, а також мати естетичні властивості.

Висновки

Однією з основних причин затоплення міських територій є порушення умов поверхневого стоку при забудові й замощенні.

Альтернативою традиційних методів водовідведення є повернення на міські елементи зеленої інфраструктури й впровадження додаткових методів забезпечення накопичування й подальшого використання цінного природного ресурсу – дощової води.

Запровадження в Україні концепції «Місто-губка» буде сприяти запобіганню затопленню й підтопленню території внаслідок зливових дощів, поліпшенню екологічного стану міст, зниженню навантаження на зливову каналізацію.

В рамках дослідження авторами розроблені схеми розташування у межах зелених смуг міських вулиць біодренажних каналів для забезпечення утримання, очищення й інфільтрації у ґрунт атмосферних вод, розроблено каталог рослин для лісостепової зони України, щодо стійкості до міського забруднення.

Література

1. Катаклизмы и катастрофы 2017 года. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://loveopium.ru/katastrofy/katakлизмы-i-katastrofy-2017-goda.html>
2. Earthquakes, rains, heatwave, typhoon: Japan's brutal summer of 2018. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.straitstimes.com/asia/east-asia/earthquakes-rains-heatwave-typhoon-japans-brutal-summer-2018>
3. Города под водой: топ самых ужасных наводнений в 2018 году. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://politeka.net/news/incidents/852164-goroda-pod-vodoj-top-samyh-uzhasnyh-navodnenij-v-2018-godu/>
4. Sydney storms: Two killed amid flash-flooding chaos. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bbc.com/news/world-australia-46366961>
5. Південь Австралії оговтується від масштабної зливи. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://tsn.ua/video/video-novini/pivden-avstraliyi-ogovtuetsya-vid-masshtabnoyi-zlivi.html?_ga=2.52289257.1974964537.1547064267-469696168.1520955608

6. Негода в Києві: дощі затопили вулиці та розмили опори іляхопроводу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zik.ua/zmi/dw/2018/07/25/negoda_v_kyievi_doshchi_zatopyly_vulytsi_ta_rozmyly_opory_shlyahoprovodu_42591
7. Негода нанесла значної шкоди кільком регіонам України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tsn.ua/video/video-novini/negoda-nanesla-znachnoyi-shkodi-kilkom-regionam-ukrayini.html>
8. Геоортал Дистанційного зондування Землі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://portal.dzz.gov.ua/geoportal/>
9. Вчені назвали причину екстремальних злив по всій планеті. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dt.ua/TECHNOLOGIES/vcheni-nazvali-prichinu-ekstremalnih-zliv-po-vsiy-planeti-247167_.html
10. Green Infrastructure for Southwestern Neighborhoods [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://wrrc.arizona.edu/sites/wrrc.arizona.edu/files/WMG_Green%20Infrastructure%20for%20Southwestern%20Neighborhoods.pdf
11. Sarasota County Low Impact Development Guidance Document. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.scgov.net/home/showdocument?id=33258>
12. U.S. Forest Service Urban Tree Planting for Stormwater. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.pvpc.org/projects/us-forest-service-urban-tree-planting-stormwater>
13. Providing guidance for green infrastructure in southern California. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.wsp.com/en-US/insights/providing-guidance-for-green-infrastructure-in-southern-california>
14. General Office of the State Council (GOSC). Guideline to Promote Building Sponge Cities. Available online. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-10/16/content_10228.htm
15. Город-губка. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://green-city.su/gorod-gubka>
16. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів [Текст]. – Офіційне видання. Чинний від 01.09.18 – Київ.: Мінрегіон. 2018. – с. 55

References

1. Cataclysms and disasters of 2017. Retrieved from: <http://loveopium.ru/katastrofy/katakлизмы-i-katastrofy-2017-goda.html>
2. Earthquakes, rains, heatwave, typhoon: Japan's brutal summer of 2018. Retrieved from: <https://www.straitstimes.com/asia/east-asia/earthquakes-rains-heatwave-typhoon-japans-brutal-summer-2018>
3. Cities under water: the top of the worst floods in 2018. Retrieved from: <https://politeka.net/news/incidents/852164-goroda-pod-vodoj-top-samyh-uzhasnyh-navodnenij-v-2018-godu/>
4. Sydney storms: Two killed amid flash-flooding chaos Retrieved from: <https://www.bbc.com/news/world-australia-46366961>
5. South Australia is recovering from a large shower. Retrieved from: https://tsn.ua/video/video-novini/pivden-avstraliyi-ogovtuetsya-vid-masshtabnoyi-zlivi.html?_ga=2.52289257.1974964537.1547064267-469696168.1520955608

ogovtuyetsya-vid-masshtabnoyi-zlivi.html?_ga=2.52289257.1974964537.1547064267-469696168.1520955608

6. *Weather in Kiev: rains flooded the streets and blurred the overpass bridge.* Retrieved from: https://zik.ua/zmi/dw/2018/07/25/negoda_v_kyievi_doshchi_zat_opyly_vulytsi_ta_rozmyly_opory_shlyahoprovodu_42591

7. *Nehoda nanesla znachnoi shkody kilkom rehionam Ukrainy.* Retrieved from: <https://tsn.ua/video/video-novini/negoda-nanesla-znachnoyi-shkodi-kilkom-regionam-ukrayini.html>

8. *Geoportal of Earth remote sensing.* Retrieved from: <http://portal.dzz.gov.ua/geoportal/>

9. *Scientists have called the cause of extreme showers throughout the planet.* Retrieved from: https://dt.ua/TECHNOLOGIES/vcheni-nazvali-prichinu-ekstremalnih-zliv-po-vsiv-planeti-247167_.html

10. *Green Infrastructure for Southwestern Neighborhoods* Retrieved from: https://wrrc.arizona.edu/sites/wrrc.arizona.edu/files/WMG_Green%20Infrastructure%20for%20Southwestern%20Neighborhood.s.pdf

11. *Sarasota County Low Impact Development Guidance Document.* Retrieved from: <https://www.scgov.net/home/showdocument?id=3325810>.

12. *U.S. Forest Service Urban Tree Planting for Stormwater.* Retrieved from: <http://www.pvpc.org/projects/us-forest-service-urban-tree-planting-stormwater>

13. *Providing guidance for green infrastructure in southern California.* Retrieved from: <https://www.wsp.com/en-US/insights/providing-guidance-for-green-infrastructure-in-southern-california>

14. *General Office of the State Council (GOSC). Guideline to Promote Building Sponge Cities.* Available online. Retrieved from: http://www.gov.cn/zhengce/content/2015/10/16/content_10228.htm

15. *Sponge City.* Retrieved from: <http://green-city.su/gorod-gubka>

16. DBN V.2.3-5: 2018. *Streets and roads of settlements.* Official edition. Effective from 01.09.18. - Kyiv.: Minregion. 2018, 55

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О. В. Нижник, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна.

Автор: ЖИДКОВА Тетяна Володимирівна
кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail - tavlz@ukr.net
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7903-7073>

Автор: ЧЕПУРНА Світлана Миколаївна
кандидат технічних наук, ст. викладач.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail - s.chepurna0274@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1991-7391>

Автор: БЄЛОЗЬОРОВ Олег Сергійович
студент 4 курсу спеціальності Міське будівництво та господарство
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail - bjelozorov@gmail.com

PROPOSITIONS ABOUT REDUCING STORMWATER IN URBAN AREAS

T.V. Zhydkova, S.N. Chepurna, O.S. Belozorov

O. M. Beketov National University of Urban Ecnjmy in Kharkov, Ukraine

The article includes domestic and foreign researches about using green infrastructure in cities; methods of conservation and further using atmospheric water; methods of prevention harmful effects of heavy rain. The consequences of heavy rains, namely flooding residential and public buildings, engineering communications, the destruction of road transport infrastructure, the destruction of improvement system, exorbitantly burden city budgets and require to searching ways to prevent or at least reducing the harmful effects. Excessive paving of urban areas, the destruction of green space led to a number of negative consequences, including changing in surface runoff conditions and, accordingly, decrease drainage ability of the soil. The existing drainage scheme provides tap of storm water from urban areas, including tap from sidewalks to residential and main streets, where arrange rain intake grates on the side stone of the roadway. To provision enough watering of plants during a certain period of the year, saving city water resources, reducing load on storm sewers, and, most importantly, to reduce the harmful effects of heavy rains like flooding urban areas use method of creating biodraining ditches.

Authors developed schemes of the location of bio-drainage ditches within the green lanes of city streets for cleaning and infiltration of atmospheric water into the ground. A catalog of plants for the forest-steppe zone of Ukraine has been developed. During choosing plants, their ability to withstand moisture and having aesthetic properties, the ratio of km of contamination of storm runoffs of city streets to the salt mixture that used in winter, was taken into consideration

Keywords: biodraining ditches, stormwater management, green infrastructure, urban areas.