

Т.М. ТКАЧЕНКО кандидат біологічних наук  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## ЗЕЛЕНІ ПОКРІВЛІ ЯК РЕСУРС ДОЩОВОЇ ВОДИ В СУЧАСНОМУ УРБОЦЕНОЗІ

*Важливими екологічним і економічним перевагами зелених покрівель в 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 зливові каналізації за рахунок зниження швидкості водного потоку. Очищена дощова вода з зелених покрівель може збиратися в резервуари і використовуватися для технічних потреб. Наведено розрахунок обсягу резервуара для зберігання дощової води, зібраної з інтенсивної плоскої покрівлі на південному сході України за німецькою методикою Wilo.*

**Ключові слова:** зелена покрівля, стічні води, очищена дощова вода, розрахунок об'єму резервуара.

*Важными экологическим и экономическим преимуществами зеленых кровель в современных урбоценозах является: уменьшение количества сточных вод за счет испарения и впитывания влаги растениями; улучшение качества сточных вод за счет естественной фильтрации; уменьшение нагрузки на ливневые канализации за счет снижения скорости водного потока. Очищенная дождевая вода с зеленых кровель может собираться в резервуары и использоваться для технических нужд. Приведен расчет объема резервуара для хранения дождевой воды, собранной с интенсивной плоской кровли на юго-востоке Украины по немецкой методике Wilo.*

**Ключевые слова:** зеленая кровля, сточные воды, очищенная дождевая вода, расчет объема резервуара.

*Important environmental and economic advantages of green roofs in the modern urbocenosis is: reduction the amount of waste water due to evaporation and absorption of water plants; improving wastewater quality through natural filtration; decrease the load on storm water drain by reducing the water flow rate. Purified rainwater from green roofs can be collected in tanks and used for technical purposes. The calculation of the volume of the tank for storing rainwater, a collection of intensive flat roof on the south-eastern Ukraine, according to the German Wilo procedure.*

**Key words:** green roofing, waste water, purified rainwater, the calculation of the volume of the tank.

**Літературний огляд.** Покрівельне озеленення вже давно успішно використовується у Європі, Канаді, США, Китаї[1, 47]. Воно вважається пріоритетним через низку екологічних та економічних переваг.

Екологічні переваги:

- поліпшення мікроклімату приміщень (ефект кондиціонування);
- очищення повітря, поглинання пилу і шкідливих речовин; виділення фітонцидів;
- звукоізоляція (завдяки рослинному покриттю зелених покрівель збільшується на 8 ДБ);
- збереження флори і фауни (є альтернативою природних ландшафтів для життя комах, птахів та інших мешканців антропогенних зон);
- використання перероблених матеріалів (для виробництва дренажної системи широко застосовуються і використовуються отримані шляхом утилізації відходів гума, поліетилен і пінополістирол).

Економічні переваги:

- скорочення витрат на реконструкцію покрівель (рослинний шар ефективно захищає покрівлю від ультрафіолетових променів, граду і перепаду температур, озеленення покрівлі веде до значного збільшення терміну служби покрівельної гідроізоляції (до 40 років));
- збільшення теплоізоляції (озеленення покрівлі покращує її теплозахисні властивості, що дозволяє власникові такої покрівлі скоротити витрати енергоносія на обігрів приміщення; завдяки випаровуванню вологи відбувається зниження температури);
- ефект вологозатримання (дозволяє скоротити кошти, які витрачаються на встановлення трубопроводів і водовідводів великих розмірів);
- перспективи використання вільного простору (нові можливості використання поверхні покрівлі від галявини і саду до кафе, ігрових та спортивних майданчиків, що компенсує ділянки землі зайняті під забудову) [2,257; 3,159].

**Актуальність досліджень.** Однак, однією з найважливіших екологічних переваг зелених покрівель для сучасних урбоценозів є зменшення кількості стічних вод. Швидкий стік значної кількості зливової води з незамощених мостових і дахів має негативні наслідки. Зокрема, він викликає руйнівні повені, ерозію, забруднення і руйнування середовища перебування тварин. Здатність зелених покрівель зменшувати цей стік частково за рахунок його уповільнення, частково за рахунок накопичення в ґрунті давно і добре відома. 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 і надійна. Зелені покрівлі є єдиним практичним способом контролю стоку в урбанізованих районах, що не вимагають додаткового будівництва. Рослинні покриття даху особливо ефективні в регулюванні швидкості стоку з великих дахів, таких як типові дахи

комерційних або освітніх будівель. Вони можуть бути спроектовані так, щоб забезпечувати заданий рівень контролю зливого стоку, включаючи як зменшення загального річного обсягу стоку (50-60% є звичайною величиною), так і швидкості пікового стоку.

Надійна методика передбачення швидкості і кількості зливових стоків з рослинних покрівель була успішно використана в Німеччині, де вже існують великі системи з нульовим стоком. Ці системи в великій мірі засновані на зелених дахах. Наприклад, на будівлях Bondorftransportationcenter в Зінгельфінгене (рис.1) досягнуто повна відсутність скидання зливових стоків, в основному за рахунок використання 46000 м<sup>2</sup> зелених покрівель.



Рис.1. Будівлі Bondorftransportationcenter в Зінгельфінгене

Озеленені покрівлі поглинають опади і, якщо води мало, вони повертають її в природний колообіг шляхом випаровування, минаючи міську зливу каналізацію. Цей процес імітує природний спосіб поглинання і віддачі води лісами, який допомагає запобігти повені вниз за течією. Будь-яка, навіть найменша зелена покрівля в змозі повністю увібрати шар води завтовшки близько 2,54 см.

Якщо ж площа покрівлі не дозволяє повністю увібрати дощову воду - наприклад, під час затяжних зливових дощів, то вона все одно фільтрує воду, очищає її і затримує на своїй поверхні. Воді потрібно більше часу, щоб дістатися до водостічних труб, в порівнянні з неозеленою покрівлею. Швидкий сход великих обсягів води небезпечний для районів розташованих нижче, де зливу каналізація може не впоратися з підвищеним навантаженням.

Зелені покрівлі захищають інші системи будівлі від впливу води. У більшості приватних володінь дах займає близько 40% плями забудови, а значить, за допомогою озеленої покрівлі є можливість затримати більшу частину падаючої на ділянку води і запобігти пошкодженню саду або мощених доріжок.

Поверхня неозеленої покрівлі далека від ідеальної чистоти, так як на ній осідає абсолютна більшість забруднювачів з атмосфери. При сильному зливні потік брудної води спрямовується вниз, накопичуючись в найнижчих

точках ландшафту. Зелені покрівлі частково можуть нейтралізувати шкідливі викиди.

В районі Берліна Potsdamer Platz для зменшення забруднення річки Шпрее були масштабна використані екстенсивні зелені покрівлі. Ця програма продемонструвала, що екстенсивні зелені покрівлі можуть значно зменшувати кількість органіки, яка змивається з дахів, але, разом з тим, показала і важливість правильного вибору рослинного середовища і рослин [4,95].

Перевага зелених покрівель в урбоценозах не тільки в зменшенні навантаження на зливову каналізацію і фільтрації стічних вод. Очищена дощова вода з зелених покрівель може збиратися в резервуари і використовуватися для технічних потреб (змив туалетів, роботи пральних машин, садове використання, миття машин тощо). У зв'язку із зростанням тарифів на водопостачання, використання дощової води стає все більш виправданим. Німці вважають, що незабаром застосування дощової води буде таким же звичайним явищем, як сортування відходів, 60% питної води можна заощадити, застосовуючи дощову воду. Ці кошти можуть бути використані на інші цілі. Але більш важливим є збереження води, найбільш цінного ресурсу. Екологічні технології німецької компанії Wilo мають найкращу в світі репутацію в області застосування дощової води. Дана компанія розробила довідковий посібник з використання дощової води. У цьому посібнику наведено приклади розрахунків припливу дощової води, визначення потреб у воді, розрахунок обсягу бака для зберігання дощової води і вибір системи водопостачання. Крім того, цікавим і цінним є введення коефіцієнта стоку (с) для різних типів поверхонь покрівель, в тому числі для інтенсивних і екстенсивних зелених покрівель [5,48]. В українському ДБН 2.6-14-97 така методика відсутня[6].

**Мета.** В завдання наших досліджень входило розрахунок резервуара для зберігання дощової води з інтенсивної покрівлі зі степовим типом озеленення, зробленої нами на південно-сході України.

**Об'єкт і методи дослідження.** Об'єктом наших досліджень була плоска покрівля приватного будинку, піднята над поверхнею землі на висоту 12 м. Загальна площа покрівлі становить 1443, 75 м<sup>2</sup>. При цьому площа озелененої території становить 200 м<sup>2</sup>. Було зроблено інтенсивне озеленення покрівлі (передбачається можливість виходу людей на дах) зі степовим типом озеленення. Даний тип озеленення (рис.2) найбільш прийнятний для посушливих кліматичних умов регіону. У нашому випадку створення зеленої покрівлі здійснювалося спільно з архітекторами і будівельниками, використовувалося 9 підготовчих шарів. Шар ґрунтового субстрату робився на основі ґрунту, піску, керамзиту, перліту, торфу, глини і подрібненої кори. Товщина шару – 0,80 м (з урахуванням ущільнення). Для додаткового зволоження ґрунту на даху був встановлений автополив. З метою дотримання техніки безпеки, вся поверхня даху була обнесена парашетом заввишки близько 1 м. В межах композиційної частини даху для полегшення ходіння і поливу були прокладені спеціальні доріжки з кераміки, що нагадують

деревні спилати. Згідно з даними ДБН 2.6-14-97 річна кількість опадів для даного регіону – 524 мм/рік [6, 56].



Рис. 2. Інтенсивна зелена покрівля зі степовим типом озеленення

Розрахунок обсягу резервуара за методикою Wilo [5,48].

1. Розрахунок кількості опадів

Кількість опадів на рік: 524 л/м<sup>2</sup>;

Площа збору: 200 м<sup>2</sup>;

Коефіцієнт стоку (с): 0,5

$$524 \text{ л/м}^2 \cdot 200 \text{ м}^2 \cdot 0,5 = 52400 \text{ л/рік}$$

$$52400 \text{ л/рік} / 365 \text{ дн.} \approx 144 \text{ л/день}$$

2. Розрахунок потреб в дощовій воді на одну людину

Зливний бак без економної кнопки: 14 м<sup>3</sup>/рік;

Пральна машина: 6 м<sup>3</sup>/рік;

Кран для миття (прибирання): 1 м<sup>3</sup>/рік;

Кількість проживаючих в будинку людей: 4 людини;

$$4 \text{ люд.} \cdot 21 \text{ м}^3/\text{рік} = 84 \text{ м}^3/\text{рік};$$

Потреби на полив саду (на кожні 100 м<sup>2</sup>): 6 м<sup>3</sup>/рік

Сад площею 250 м<sup>2</sup>:

$$250 \text{ м}^2 \cdot 6 \text{ м}^3/\text{рік} / 100 \text{ м}^2 = 15 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Сумарні потреби на будинок і полив саду:

$$84 \text{ м}^3/\text{рік} + 15 \text{ м}^3/\text{рік} = 99 \text{ м}^3/\text{рік};$$

Щоденні потреби: сумарні потреби / 365 дн.;

$$99 \text{ м}^3/\text{рік} / 365 \text{ дн.} = 0,271 \text{ м}^3/\text{день}$$

3. Розрахунок резервуара

Досвід показує, що об'єм резервуара для зберігання 2-3 тижневого запасу води є оптимальним. Більший обсяг призводить до погіршення якості води, менший – до більшого використання питної води.

Щоденні потреби м<sup>3</sup> x 15 днів = потрібний об'єм резервуара, м<sup>3</sup>

$$0,271 \text{ м}^3/\text{день} \times 15 \text{ днів} = 4 \text{ м}^3 \text{ обсяг накопичувального}$$

резервуара.

**Висновки.** Таким чином, важливими екологічним і економічним перевагами зелених покрівель в 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 зливові каналізації за рахунок зниження швидкості водного потоку. Очищена дощова вода з зелених покрівель може збиратися в резервуари і використовуватися для технічних потреб. Для збору дощової води з інтенсивної плоскої покрівлі площею 200 м<sup>2</sup> для сім'ї з 4 осіб необхідний резервуар об'ємом 4м<sup>3</sup>(річна кількість опадів для даного регіону – 524 мм/рік). При цьому сумарні потреби на будинок і полив саду складають 99 м<sup>3</sup>/рік, а щоденні потреби - 0,271 м<sup>3</sup>/день.

### Список літератури

1. *Титова Н.П.* Сады на крышах. М.: «ОлмапрессГранд», 2003. 112 с.
2. *Ткаченко Т.Н.* Возможность создания энергоэффективных экологически чистых зеленых технологий в условиях Украины // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. трудов. Вып. 81. Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры. Днепропетровск, 2015. С. 256-260.
3. *Плоский В.О., Ткаченко Т.М., Мілейковський В.О., Дзюбенко В.Г.* Моделирование термического опору трав'яного шару зеленої покрівлі // Вісник національного університету «Львівська політехніка», серія: «Теорія і практика будівництва». № 844. С.158-163.
4. *Кордюков П.С.* Сад на крыше. Инновационный метод воздействия на экологическое состояние окружающей среды города // Наука о земле. № 2, 2012. С.93-97.
5. *Wilo* – Использование дождевой воды. Справочное пособие, 04/2016. 50 с.
6. *ДБН В.2.6-14-97* (с поправкой, опубликованной в журнале «Будівництво України», 2002, № 4, с.42). К,1998. 108 с.

*Надійшло до редакції 22.11.2016*