

**АЕРОПОРТИ ТА ЇХ ІНФРАСТРУКТУРА**

УДК 625.72

<sup>1</sup>А.О. Белятинський, д.т.н., проф.  
<sup>2</sup>Є.Б. Угненко, д.т.н., проф.  
<sup>3</sup>Н.І. Сорочук, асп.

**ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ ПІДХІД  
ДО ПРОЕКТУВАННЯ ТРАС ВОДОСТОКІВ**

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет  
<sup>2,3</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
<sup>1</sup>E-mail: beljatynskij@mail.ru  
<sup>2</sup>E-mail: j.ugnenko@mail.ru  
<sup>3</sup>E-mail: nat.sorochuk@yandex.ru

*Обґрунтовано техніко-економічний підхід до проектування трас водостоків. Показано, що під час проектування водостоків на широких вулицях необхідно робити техніко-економічне порівняння варіантів трас методом порівняння економічної доцільності будівництва поодинокого або двох незалежних колекторів. Доведено доцільність проектування водостічної мережі з двох незалежних колекторів із короткими бічними відгалуженнями. Використання запропонованого методу для вибору варіантів трас колекторів дозволить більш економічно будувати водостічну мережу на міських вулицях.*

**Ключові слова:** бічні відгалуження, глибина прокладання, водостічний колектор, водостічна система.

**Постановка проблеми**

Відведення води з дорожньої смуги в умовах міста значно ускладнюється порівняно з позаміськими ділянками автомобільних доріг, оскільки проїзна частина міської вулиці становить собою своєрідний резервуар для збирання води з дорожньої смуги і прилеглих до неї територій.

На міських магістральних вулицях будуватиметься складна мережа підземних споруд для відведення води за межі забудови.

Кількість водостічних колекторів, які прокладаються вздовж вулиці, залежить від ширини вулиці та розміру прилеглих до неї водозбірних басейнів.

**Аналіз досліджень**

Відведення поверхневих вод у містах здійснюється відкритими, змішаними і закритими водостічними системами.

Відкрита система водостоку складається з:

- лотоків;
- водовідвідних каналів;
- труб;
- містків на переїздах.

У більшості випадків як лоток для відведення води на вулицях використовують крайню смугу проїзної частини, обмежену бортом. Дещо рідше для відведення води влаштовують відкриті лотки різної форми.

Відкрита система водовідводу не відповідає сучасним вимогам благоустрою міст (канави швидко замулюються і потребують регулярного очищення).

Змішана система водостоків складається з закритої системи (переважно в гирлі) і відкритої на більшій частині водостічного басейну.

Підземна система водовідводу поділяється на загально сплавну, напівроздільну й роздільну.

У першому випадку поверхневі води відводяться разом з побутовими й виробничими стоками в одній загальній системі споруд.

Якщо система напівроздільна, приєднання водостоків до загального колектора побутових вод здійснюється у спеціальних розподільних камерах.

При дощах малої інтенсивності вода з розподільної камери спрямовується в загальний колектор і відводиться до очисних споруд.

При інтенсивних дощах умовно чисті поверхневі води з розподільної камери – інтерцептора, обминаючи колектор побутової води, відводяться у водоймища без очищення.

Якщо система роздільна, побутові й дощові стоки відводяться окремо самостійними спорудами. Роздільні системи водовідведення застосовують переважно в містах.

Трубопроводи великих діаметрів, призначені для транспортування великих обсягів води, називають колекторами. Інколи головний колектор з'єднують зі струмком чи з невеликою річкою. Сукупність усіх трубопроводів, оглядових колодязів і камер складає водостічну мережу міста.

Для приймання поверхневої води влаштовують водоприймальні колодязі, закриті водоприймальними решітками. Водоприймальні колодязі на вулицях розміщують:

- у понижених місцях вулиці;
- у лотках проїзної частини вздовж вулиці на визначеній відстані один від одного;
- на перехрестях вулиць;
- навпроти в'їздів до кварталів.

Зливові води з водостічної мережі випускаються в річку, яри, балки тощо.

Вихідні ділянки водостоків роблять, як правило, незатоплюваними, тобто вище рівня води у водоймищі. Затоплені випуски передбачають тоді, коли треба зупинити швидкість течії води при виході з водостоку.

Глибину затопленого випуску призначають з умов забезпечення виходу води під лід максимальної товщини [1].

**Мета** роботи – обґрунтування техніко-економічного підходу до проектування трас водостоків.

Можна запропонувати два варіанти трас водостоків:

- будівництво одного водостічного колектора з підведенням до нього необхідної довжини бічних відгалужень від зливоприймальних колодязів;

- будівництво двох незалежних водостічних колекторів, які прокладаються по обидві сторони вулиці з підведенням до них бічних відгалужень невеликої довжини.

Довжина бічних відгалужень залежить від відстані між лотками проїзної частини вулиці, в якій устанавлюються зливоприймальні колодязі.

### Обґрунтування економічної доцільності проектування водостоків

Для будівництва поодинокого колектора, як правило, потрібні труби більшого діаметра на відміну від колектора, який складається з двох паралельних водостоків з однаковою пропускною спроможністю. Звичайно, що вартість будівництва поодинокого колектора з труб більшого діаметра буде меншою. Це порівняння більш наочне, якщо користуватися не загальною, а питомою вартістю 1 пог. м колектора, тобто вартістю колектора відносно його пропускної спроможності.

Питома вартість поодинокого колектора менше питомої вартості двох паралельних колекторів із труб меншого діаметра:

$$\frac{S_1}{Q_1} < \frac{S_2}{Q_2},$$

де  $S_1, S_2$  – вартість 1 пог. м водостоку, складеного відповідно з одного та двох колекторів:

$Q_1, Q_2$  – пропускна спроможність одного та двох колекторів.

Із рис. 1 видно, що зі збільшенням діаметра труб питома вартість колектора зменшується, чим підтверджується доцільність будівництва колекторів із труб великого діаметра.

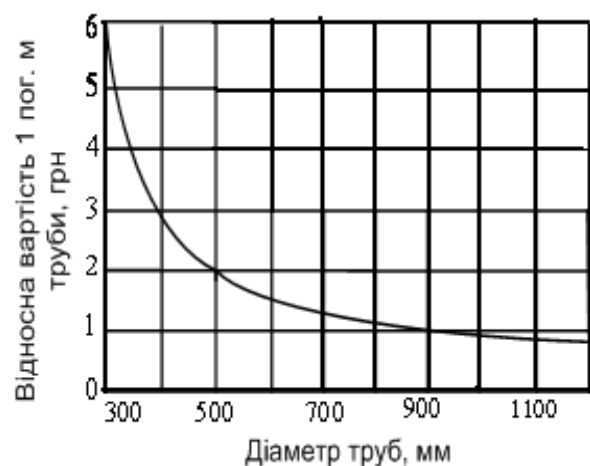


Рис. 1. Залежність між пропускною здатністю і вартістю 1 пог.м колектора різного діаметра

Однак у процесі прокладання водостічних колекторів на широких магістральних вулицях, коли до колектора необхідно підводити бічні відгалуження великої довжини, будівництво водостоку з одного колектора може бути економічно невигідним.

При підведенні до поодинокого колектора довгих відгалужень вартість такої водостічної системи перевищуватиме вартість системи з двох незалежних колекторів меншого діаметра і з короткими відгалуженнями.

Крім того, за наявності таких підведень ускладнюється експлуатація бокових відгалужень унаслідок їх великої довжини та малих діаметрів. Тому в ході проектування водостоків на широких вулицях необхідно робити техніко-економічне порівняння варіантів їхніх трас.

Показником для порівняння може бути вартість 1 пог. м водостічної системи, яка включає в себе вартість:

- будівництва колектора;
- бічних відгалужень;
- зливоприймальних та оглядових колодязів;
- витрати, пов'язані з експлуатацією всієї мережі водостоків.

Порівняти ці витрати і вибрати варіант з мінімальною вартістю будівництва та експлуатації мережі водостоків можна за формулою

$$S = \frac{C_B + E_B}{L} = \min,$$

де  $S$  – вартість 1 пог. м водостічної системи;

$C_B$  – загальна вартість будівництва водостічної системи;

$E_B$  – витрати на експлуатацію та ремонт водостічної системи за розрахунковий період;

$L$  – довжина водостоку.

На основі таких порівнянь можна розробити графіки економічної доцільності будівництва поодинокого або двох незалежних колекторів.

Так, у роботі [2] розроблено графік для знаходження зони вигідності будівництва водостічної системи при двох незалежних колекторах (рис. 2).

Вихідні дані для розробки графіка прийнято такі:

- глибина прокладання водостоку 2,0 м;
- поздовжній похил водостоку 0,01 м;
- відстань між зливоприймальними колодязями 50 м.

Як видно з рис. 2, вартість будівництва двох незалежних колекторів із короткими відгалуженнями не залежить від ширини вулиці та є постійною величиною.

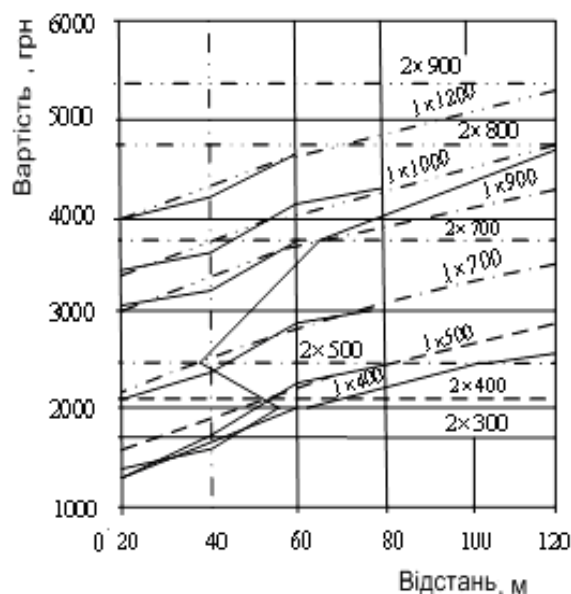


Рис. 2. Визначення доцільності будівництва одного або двох колекторів

Вартість поодинокого колектора в разі збільшення відстані між лотками проїзної частини вулиці збільшується за рахунок подовження бокових відгалужень від колектора до зливоприймальних колодязів.

Вартість поодинокого колектора можна подати у вигляді криволінійної залежності.

Точка перетину горизонтальної лінії з кривою для різних діаметрів колектора при однаковій пропускній спроможності є межею вигідності будівництва водостоку за будь-якою схемою розміщення трас водостічних колекторів.

З'єднуючи точки перетину кривих, одержимо межу вигідності будівництва водостоку з одним колектором.

Межа в цьому випадку – це ломана лінія через нерівнозначну пропускну спроможність стандартних труб дворядного та поодинокого колекторів. У разі довжини відгалужень, які попадають у праву частину графіка, доцільно будувати водостічну мережу з двох незалежних колекторів із короткими бічними відгалуженнями.

### **Висновки**

Використання запропонованого методу для вибору варіантів трас колекторів дозволить економічніше будувати водостічну мережу на міських вулицях.

Для розрахунку водостоків із різною довжиною водозбірного басейну критичними можуть бути довготривалі й інтенсивні дощі.

Максимальний стік із визначної площі басейну буде тоді, коли довготривалість зливи дорівнюватиме часу, потрібному для притікання води з найбільш віддаленої точки басейну до розрахункового перерізу водостоку.

### **Література**

1. *Білятинський О.А.* Проектування автомобільних доріг: підруч. У 2 ч. Ч.2 / О.А. Білятинський, В.П. Старовойда, Я.В. Хом'яка. – К.: Вища шк., 1998. – 416 с.
2. *Новгородцев М.В.* Проектування трас водостоків / М.В. Новгородцев. – Ужгород: Тиса, 2001. – 213 с.

Стаття надійшла до редакції 08.07.2011.