

УДК 628

к.т.н., доцент Ніщук В.С.,
к.т.н., доцент Приймаченко О.В., Маляр В.А.,
Київський національний університет будівництва та архітектури

ДО РОЗРАХУНКУ ДОЩОВИХ МЕРЕЖ В УМОВАХ УКРАЇНИ

Виконані дослідження інтенсивності дощу на територіях з різними фізико-географічними характеристиками, розглянуті результати розрахунку максимальних витрат дощових опадів, які наразі використовуються, а також показники по запропонованій методиці розрахунку.

Ключові слова: інтенсивність випадання, максимальні витрати дощових опадів, коефіцієнт стоку.

Розрахунки мереж дощової мережі в населених пунктах мають складний характер, тому що розрахункова витрата дощових вод визначається тривалістю випадання дощу, яка залежить від часу протікання поверхневого стоку по поверхні землі та по трубам, тобто є функцією швидкості течії води. Оскільки ця швидкість на початку розрахунку невідома, розрахункові параметри визначаються методом ітерації.

Для практичних розрахунків важливою характеристикою дощу є середня інтенсивність випадання. При різних фізико-географічних умовах формування процесу випадання дощу його характеристики міняються в часі та просторі і мають випадковий характер, тому використовується середня частота перевищення напротязі року чи період одноразового перевищення в роках. Для випадково розподілених явищ задана забезпеченість чи ймовірність, зв'язана з періодом одноразового перевищення згідно закону розподілу незалежних подій Пуассона:

$$p_b = (1 - e^{-1/p})100 \quad (1)$$

Величини p для різних значень заданої забезпеченості приведені в таблиці.

Забезпеченість p_b , %	5	10	20	39	63	86	95
Середня ймовірність p , рік	19,5	9,5	4,5	2	1	0,5	0,33

Залежність між інтенсивністю та тривалістю згідно результату статистичної обробки дощових опадів визначається за формулою [1]:

$$q = A / (t + b)^n \quad (2)$$

де q – максимальна інтенсивність, л/с на 1 га;

t – тривалість дощу, хв;

A, b, n – параметри кліматичних зон з різною ймовірністю випадання дощів.

Ця емпірична формула при відповідному виборі параметрів дає достатньо точне значення інтенсивності. Найбільш проста і зручна є залежність при $b = 0$:

$$q = A / t^n \quad (3)$$

Параметр A , що виражається через величини добових опадів H_p , мм заданою ймовірністю перевищення та відносною інтенсивністю $q_{20,B}$ з 20-ти хвилинною тривалістю, (л/с га мм) є постійною для визначеного району:

$$A = H_p A_k = 20^n q_{20,B} H_p = 20^n q_{20,P} \quad (4)$$

тут $q_{20,P} = q_{20,B} H_p$ – інтенсивність дощу 20-ти хвилинної тривалості з періодом одноразового перевищення p , л/с на 1 га.

Таким чином, добові опади H_p різною забезпеченістю розраховується за формулою:

$$H_p = H_{cp}(1 + c_v \Phi) \quad (5)$$

де H_{cp} – середнє значення добового шару опадів;

Φ – нормовані відхилення від середнього значення, яке залежить від забезпеченості та коефіцієнта асиметрії;

c_v – коефіцієнт варіації.

Значення Φ при $c_s = 2c_v$ визначається з біноміальної кривої.

Для визначення максимальних розрахункових витрат дощових вод зроблено припущення, що будь-яка площа водозбору має характерний час концентрації стоку, який дорівнює часу добігання води до розрахункового перерізу. Це припущення покладено в основу методу граничної інтенсивності [2]:

$$Q = \varphi_o A F / T^n \quad (6)$$

де A і n – параметри, що залежать від кліматичних умов;

φ_0 – середній коефіцієнт стоку;

F – розрахункова площа стоку, яка забезпечує максимальну витрату стоку, га;

T – розрахункова тривалість дощу, хв.

При відсутності оброблених даних параметр A визначається за формулою:

$$A = 20^n q_{20} (1 + \text{clg} P) \quad (1)$$

Максимальний добовий шар опадів з ймовірністю перевищення $P=1\%$, мм, для територій України наведений на рис. 1 [2].



Рис.1. Максимальний добовий шар опадів ймовірністю перевищення $P=1\%$, мм.

Ця карта побудована згідно матеріалів спостережень за максимальними добовими опадами протязі 15-50 років по 984 метеопунктам. Для визначення добових величин опадів різної ймовірності перевищення використовувались емпіричні криві розподілу, які екстрапольовані за логарифмічними, а частково, біноміальними, кривими. Згідно цих даних робимо висновок, що процес формування дощових опадів майже на всій території України однаковий і

параметри, які входять у розрахункові формули визначення максимальної витрати дощових опадів, мало відрізняються.

В цьому випадку параметр A слід записати:

$$A = 20^{0,75} q_{20} (1 + 0.85 \lg P) = K_p q_{20} \quad (7)$$

де K_p – параметр, який залежить від періоду одноразового перевищення та умов розташування колектора, приведений в таблиці.

Параметр K_p для населених пунктів

Умови розташування колекторів				
На магістральних вулицях	сприятливі	середні	несприятливі	Особливо несприятливі
На проїздах місцевого значення		сприятливі та середні		
	7-10	10-12	13-15	15-18

Сприятливі умови розташування колекторів:

- площа басейну не більше 150 га має плоский рельєф з уклоном 0,005 та менше;
- колектор прокладений по водорозділу чи на відстані не більше 400 м.

Середні умови розташування колекторів:

- площа басейну більше 150 га має плоский рельєф з уклоном 0,005 та менше;
- колектор прокладений в нижній частині тальвегу з уклоном 0,02 та менше, при цьому площа басейну не перевищує 150 га.

Несприятливі умови розташування колекторів:

- колектор прокладений в нижній частині схилу, площа басейну перевищує 150 га;
- колектор прокладений по тальвегу з крутими схилами з уклоном більше 0,02.

Особливо несприятливі умови розташування колекторів:

- колектор відводить воду із замкнутої пониженої ділянки.

Для визначення параметру q_{20} за даними натурних обстежень пропонується карта (Рис. 2) території України.

Коефіцієнтом стоку ϕ_o враховуються витрати від акумуляції в нерівностях поверхні, від інфільтрації, а також гідродинаміка процесу надходження води з

водозбору до розрахункового перерізу. Приблизні значення постійного коефіцієнта стоку наведені в таблиці.

Значення постійного коефіцієнта стоку φ для різної поверхні

Вид поверхні	коефіцієнт стоку, φ
Покрівля будинків та асфальтобетонні покриття доріг	0,95
Брущаті мостові та чорні щебеневі покриття доріг	0,6
Булижникові мостові	0,45
Щебеневі покриття, що необроблені в'язучим	0,4
Гравійні садово-паркові доріжки	0,3
Сплановані ґрунтові покриття	0,2
Газони	0,1



Рис.2. Значення величин інтенсивності q_{20}

Таким чином максимальні витрати дощових вод визначаються за формулою:

$$Q = K_p q_{20} \varphi_o F / T^{0,75} \quad (8)$$

де T – розрахунковий час потоку дощових вод до розрахункового перерізу, хв., що складається із часу поверхневої концентрації $T_{кон}$, та часу потоку води по лоткам $T_{л}$ та по трубах $T_{тр}$:

$$T = T_{кон} + T_{л} + T_{тр}. \quad (9)$$

Ці параметри розраховуються згідно [2].

Наведемо результати розрахунку максимальних витрат дощових вод в колекторній мережі з трьох ділянок міської території, який виконаний по вище приведеній методиці та згідно зі СНіП 2.04.03-85:

$$\begin{aligned} Q_{0-1} &= 512 \text{ л/с}; & Q_{1-2} &= 2059 \text{ л/с}; & Q_{2-3} &= 3479 \text{ л/с}; \\ Q_{0-1} &= 479 \text{ л/с}; & Q_{1-2} &= 1981 \text{ л/с}; & Q_{2-3} &= 3370 \text{ л/с}. \end{aligned}$$

Література

1. Карагодин В.А., Молоков М.В. Отвод поверхностных вод с городской территории. М.: Стройиздат, 1974. 215 с.
2. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения.
3. Справочник по водным ресурсам. –К.: Урожай, 1987.-304 с.

Аннотация

В работе использованы исследования интенсивности дождя на территориях с разными физико-географическими характеристиками, рассмотрены результаты расчета максимальных расходов дождевых осадков, которые ныне используются, а также показатели по предложенной методике расчета.

Ключевые слова: интенсивность выпадения, максимальные расходы дождевых осадков, коэффициент стока.

Annotation

We used research of the intensity of rainfall in areas with different physical and geographical characteristics, consider the results of the calculation of maximum spending rainwater, which are now used, and indicators of proposed method of calculation.

Keywords: intensity of rainfall, maximum spending rainwater, runoff coefficient.