

УДК 625.72

Є.Б.Угненко, Н.І.Сорочук

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
**ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ВІДСТАНИ МІЖ ВОДОВІДВІДНИМИ СПОРУДАМИ
НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ**

У статті проведено порівняльний аналіз методик визначення величини розрахункової витрати поверхневих стоків з подальшим визначенням відстані між водовідвідними спорудами на автомобільних дорогах.

Ключові слова: автомобільна дорога, водовідвідні споруди, гідравлічний розрахунок, поздовжній ухил; поперечний ухил.

Форм 15. Літ 8.

Е.Б.Угненко, Н.И.Сорочук

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ВОДООТВОДНЫМИ
СООРУЖЕНИЯМИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ**

В статье поведен сравнительный анализ методик определения величины расчётного расхода поверхностных стоков, в зависимости от которого определяются расстояния между водоотводными устройствами на автомобильных дорогах.

Ключевые слова: автомобильная дорога, водоотводные сооружения, гидравлический расчет, продольный уклон; поперечный уклон.

E.Ugненко, N. Sorochuk

DEFINITION OPTIMUM DISTANCE BETWEEN DRAINAGE FACILITIES ROAD

In the article the comparative analysis of methods for determinating a value of design flow to determine intervals of collecting systems on highways is conducted. Science-based intervals of collecting systems are got based on the analysis of existent methods of hydraulic calculation of the collecting systems. It will allow to provide the timely discharge of effluents from surfaced portion of highways. Using the adjusted method it is possible to determine the distances between surge facilities on any of two methods at different combinations of head and cross falls as well as the different widths of highways and material of pavement.

Keywords: highway, collecting system, hydraulic calculation, head fall; cross fall.

Постановка проблеми. При проектуванні водостоків особливу увагу слід приділяти розташуванню дощоприймальних споруд, тому що недостатня їх кількість зменшує ефективність збору води з поверхні автомобільної дороги і знижує безпеку руху, а надмірна кількість призводить до збільшення вартості будівництва та експлуатації [1]. У визначенні відстаней між дощеприймальними ґратами, з умови незатоплюваність проїзної частини дорожнього полотна, полягає складова частина гідравлічного розрахунку водовідвідних систем. Для дотримання умови, яка вказана у СНІП 2.04.03-85, що ширина водного потоку в прибордюрному лотку не повинна перевищувати 2 м, необхідно за допомогою дощоприймальних споруд забезпечити таку витрату в прибордюрному лотку.

Аналіз літератури. Регулювання поверхневого стоку на сьогоднішній день стало важливим завданням в таких країнах як США, Канада, Німеччина, Великобританія, Австралія та інші. Дослідженням в цій області приділяється увага в багатьох організаціях України, а саме: компанії «Стандартпарк», Українському державному науково-дослідному інституті «УкрВОДГЕО», Українському проектному науково-дослідному інституті «УкркомунНІІпроект», Українському науково-дослідному інституті екологічних проблем «УкрНДІЕП».

Існують різні рекомендації щодо визначення відстаней між водовідвідними спорудами: ВСН -Е- 63, СНІП -П -32- 74, ТуїН- 1016 (1962), Молоков М.В. (1964), Меркулов Е.А. (1973), Бакутіс В.Е. (1970).

Всі вони відрізняються між собою, але ні в одній рекомендації автори не дають обґрунтування вибору відстані між дощеприймальними спорудами, також не ясно, чому з збільшенням поздовжнього ухилу відстані спочатку збільшуються, а потім зменшуються [1].

Мета статті - на основі аналізу існуючих методик гідравлічного розрахунку водовідвідних систем отримати науково обґрунтовані відстані між водовідвідними спорудами, що дозволить забезпечити своєчасне відведення стоків з проїзної частини автомобільних доріг.

Викладення основного матеріалу. В даний час існують дві основні методики визначення величини розрахункової витрати, залежно від якої визначаються відстані між водовідвідними спорудами: «Методика розрахунку відстаней між дощеприймальними ґратами по СНіП 2.04.03-85» та «Визначення розрахункової витрати за Інструкцією для проектування систем водовідведення на аеродромах» (Аеродромна методика) [7, 8].

Методика розрахунку відстаней між дощеприймальними ґратами по СНіП 2.04.03-85 [4, 5, 7].

Визначаємо Q_0 - витрата в лотку при $B = 2$ м - максимально допустимій прибордюрній витраті [4, 7].

$$Q_0 = 0,315 \frac{1}{n} \cdot i_n^{5/3} \cdot i_0^{0.5} \cdot B^{8/3} \quad (1)$$

Витрату, що формується на водозборі площею F , рекомендується визначати за формулою (2) [5]:

$$Q = \frac{z_{mid} \cdot A^{1.2} \cdot F}{t_r^{1.2n-0.1}}, \text{ л/с} \quad (2)$$

де z_{mid} - середнє значення коефіцієнта, що характеризує поверхню басейну стоку. Для асфальтобетонних покриттів доріг z_{mid} залежить від A і визначається за таблицею [5]; A - параметр, що визначається за результатами обробки багаторічних записів самописних дощомірів, зареєстрованих у даному конкретному пункті.

За відсутності оброблених даних допускається параметр A визначати за формулою (3) [5]:

$$A = q_{20} 20^n \cdot \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r} \right)^\gamma \quad (3)$$

де q_{20} - інтенсивність дощу, л/с на 1га, для даної місцевості тривалістю 20 хв. при $P = 1$ рік, яка визначається за кресленням 1[5]; m_r - середня кількість дощів за рік, що приймається за табл.4, P - період однократного перевищення розрахункової інтенсивності дощу, який приймається за табл.5, γ - показник ступеня, що приймається за табл.4 [5].

У формулі (2) t_r - розрахункова тривалість дощу, хв. $t_r = t_n + t_d$; t_n - час поверхневої концентрації та стікання води по поверхні дороги, яке визначається, виходячи з умови змочування поверхні водозбору попередніми дощами:

$$t_n = \frac{0,0167 \cdot B_{расч.}}{v \cdot \cos \varphi} \quad (4)$$

де 0,0167 - перехідний коефіцієнт від секунд у хвилини [4, 5]; $B_{расч.}$ - фактична відстань скидання від водороздільної точки поперечного перерізу автодороги до осі поздовжнього водоскидного лотка; $\cos \varphi$ - коефіцієнт, що враховує уповільнення швидкості стікання за рахунок розтікання води під кутом до нормального напрямку поперечного ухилу проїзної частини. Кут φ залежить від поздовжнього i_0 та поперечного i_n ухилів дороги і змінюється в залежності від їх різного поєднання в межах 45-60°. Визначаючи швидкість стікання, як розрахункову потрібно

застосовувати ухил у напрямку розрахункового кута розтікання, який дорівнює $i_p = \sqrt{i_0^2 + i_n^2}$; v - швидкість стікання води з поверхні дороги, м/с, визначається за формулою (5) [4].

$$v = \frac{h_{1\%}^{2/3} \cdot \sqrt{i_n}}{n^*} \quad (5)$$

де n^* - коефіцієнт шорсткості для асфальтобетону; i_n - поперечний ухил; $h_{1\%}$ - максимальний шар одночасного стоку при дощі розрахункової повторюваності; t_d - час добігання по лотку до перетину, який розраховується, хв., визначається за формулою (6) [5]:

$$t_d = \frac{0,0167 \cdot L}{h_0^{2/3} \cdot m \cdot i_0^{1/2}} \quad (6)$$

де m - зворотна величина коефіцієнта шорсткості; L - відстань між розрахунковими перетинами; h_0 - максимальна глибина води в лотку, [4]; 0,0167 - перевідний коефіцієнт з секунд в хвилини.

Визначення розрахункової витрати за Інструкцією для проектування систем водовідведення на аеродромах (Аеродромна методика) [1, 4].

Розрахунок водовідвідних систем на дощовий стік слід виконувати за методом граничних інтенсивностей [2, 3]. За цим методом розрахункова витрата Q визначається за формулою:

$$Q = S \cdot F \quad (7)$$

де S - величина стоку, л/с з 1 га; яка визначається по залежності:

$$S = \frac{166,7 \Delta \psi}{t^n} \quad (8)$$

де ψ - коефіцієнт стоку, визначається за рекомендаціями [3] в залежності від матеріалу покриття, $\psi = 0,95$ для асфальтобетону; Δ - параметр, рівний інтенсивності однохвилинного дощу прийнятої повторюваності, мм/хв; t - тривалість дощу, рівна часу добігання води до перетину, який розраховується, хв.:

$$t = t_{скл.} + t_{лот.} \quad (9)$$

$t_{скл.}$ - час добігання води по схилу (час поверхневої концентрації), хв; $t_{лот.}$ - час добігання води по лотку, хв; n - показник ступеня, який характеризує зміну розрахункових інтенсивностей дощів в часі.

Значення параметра Δ визначається по залежності:

$$\Delta = \frac{20^n \cdot q_{20} \cdot (1 + C \cdot \lg P)}{166,7} \quad (10)$$

де q_{20} - параметр, рівний інтенсивності дощу тривалістю 20 хв при $P = 1$ рік., л/с на 1 га; C - коефіцієнт, що враховує кліматичні особливості районів; P - період повторюваності розрахункових інтенсивностей дощів в роках.

Величини q_{20} , n , C визначаються за картограми, наведеними на рис. 1-5 в [3], а період повторюваності розрахункових інтенсивностей дощів P приймається рівним 1 року [7]; F - площа водозбору для перетину, який розраховується, га. $F = L \times B / 10000$, де L - довжина водозбору, м; в наших розрахунках $L = L_0$; B - ширина водозбору, м.

Час добігання води по схилу (час поверхневої концентрації) визначається за формулою (11) [3]:

$$t_{\text{скл.}} = \frac{2,41 \cdot n^* \cdot V_{\text{расч.}}}{\left(\Delta^{0,72} \cdot \psi^{0,72} \cdot I_{\text{расч.}}^{0,5}\right) \frac{1}{1,72-0,72 \cdot n}} \quad (11)$$

де $V_{\text{расч.}}$ - розрахункова ширина схилу стоку, м; $I_{\text{расч.}}$ - розрахунковий ухил схилу; n^* - коефіцієнт шорсткості (СНІП 2.05.02-85), в різних джерелах подаються різні значення для асфальтобетону [6].

При співвідношенні поздовжніх і поперечних ухилів схилу $I_{\text{прод.}}/I_{\text{попер.}} \geq 0,5$ розрахункові величини ухилу і довжини схилу приймаються по лінії найбільшого скату і визначаються за формулами (12) і (13):

$$I_{\text{расч.}} = \sqrt{I_{\text{прод.}}^2 + I_{\text{попер.}}^2} \quad (12)$$

$$V_{\text{расч.}} = \frac{B}{I_{\text{попер.}}} \sqrt{I_{\text{прод.}}^2 + I_{\text{попер.}}^2} \quad (13)$$

де $I_{\text{прод.}}$ - поздовжній ухил; $I_{\text{попер.}}$ - поперечний ухил; B - фактична ширина схилу. При співвідношенні $I_{\text{прод.}}/I_{\text{попер.}} < 0,5$ $I_{\text{расч.}} = I_{\text{попер.}}$, а $V_{\text{расч.}} = B$ [3]. Час добігання води по лотку $t_{\text{лот.}}$ визначається за формулою (14) або по номограмі [3]:

$$t_{\text{лот.}} = \frac{l_{\text{лот.}}}{60 \cdot v_{\text{лот.}}} \quad (14)$$

де $l_{\text{лот.}}$ - довжина ділянки лотка (дороги), м; $v_{\text{лот.}}$ - швидкість руху дощових вод в кінці лотка, м/с.

Значення $v_{\text{лот.}}$ визначається за формулою (15)

$$v_{\text{лот.}} = \frac{1}{n^*} \cdot \left(\frac{h_{\text{л}}}{2}\right)^{2/3} \cdot I_{\text{прод.}}^{1/2} \quad (15)$$

де $h_{\text{л}}$ - глибина потоку в лотку в низовому перерізі розрахункових ділянок [3, 8]; $I_{\text{прод.}}$ - поздовжній ухил прибордюрного лотка.

Висновки.

Провівши порівняльний аналіз двох методик можна зробити наступні висновки :

- час добігання води по лотку однаково при рівних відстанях в обох методиках, відмінності спостерігаються лише в значеннях часу поверхневої концентрації стоку ($t_{\text{скл.}}$);
- величини $t_{\text{лот.}}$ і $v_{\text{лот.}}$ при заданих однакових відстанях збігаються, розходження в часі відбувається через різні значення гідрологічного параметра n ;
- обидві методики дають однакове значення відстані від водорозділу до першої дощоприймальної споруди;
- із збільшенням поздовжнього ухилу відстані між дощоприймальними спорудами спочатку збільшуються, а потім зменшуються, причина цього явища ще не з'ясована;
- користуючись скоригованою методикою, можна визначати відстані між дощеприймальними спорудами по кожній із двох методик при різних поєднаннях поздовжніх і поперечних ухилів, а також для різної ширини автомобільних доріг і матеріалу покриття.

1. Карагодин В.Л. Отвод поверхностной воды с городской территории / Карагодин В.Л., Молоков М.В. – М.: Стройиздат, 1974.
2. Овчинников И.Г. Проезжая часть автодорожных мостов (Дорожная одежда, гидроизоляция, водоотвод). – Саратов, 2003.
3. Инструкция по проектированию систем водоотвода на аэродромах. – М., 1982.
4. Ильина А.А. Методика расчёта и проектирования водоотвода с поверхности автомагистралей. Автореф. дис....канд. техн. наук. – М.: МАДИ, 1999.
5. СНИП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения.
6. СНИП 2.05.02-85. Автомобильные дороги.
7. Отчёт о НИР 3. «Разработка усовершенствованных конструкций и методик расчета сооружений для отвода и очистки вод поверхностного стока с покрытий дорог и мостов с составлением рекомендаций». – М.: МГУП, 2004.
8. М.В. Беспрозванный Сравнение методик расчета расстояний между дождеприемными устройствами / М.В. Беспрозванный, Н.В. Ханов.- Материалы международной научно-практической конференции "Роль природообустройства в обеспечении устойчивого функционирования и развития экосистем " - М.: 2006.

Стаття надійшла до редакції 04.04.2014