

УДК 625.745.2.3

к.т.н., доцент Чернишев Д.О.,  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ГІДРАВЛІЧНОМУ РОЗРАХУНКУ І ПРОЕКТУВАННЮ ВОДОВІДВЕДЕННЯ З ПОВЕРХНІ ДОРІГ

*В статті запропоновано методику гідравлічного розрахунку і рекомендації по проектуванню споруд водовідведення дощових вод з автомобільних доріг.*

Поверхневий водовідвід являє собою конструкцію призначену для усунення вологи з поверхні дорожніх та тротуарних покриттів. Якісна організація поверхневого водовідводу з проїжджої частини автомобільних доріг призводить до підвищення міцності дорожніх одеж, збереження стійкості земляного полотна, збільшення міжремонтних термінів доріг і штучних споруд, підвищення рівня безпеки та зручності транспортних засобів і зниженню забруднення навколишнього середовища.

Гарною поверхнею вважається та що має значну шорсткість та швидко сохне. Цього можна досягнути, створивши прониклу поверхню, крізь верхній шар якої буде просочуватись вода. Зазвичай будують дороги з випуклим профілем чи поперечним ухилом. В число факторів, визначаючих допустиму висоту шару води на дорозі, входять: швидкість руху, стійкість протектора шин, маса автомобіля, матеріал дорожнього покриття та шин, поперечний похил дороги, наявність масляного бруду на дорозі, швидкість течії води. Водяна плівка може сильно впливати на щеплення коліс с дорогою. При великій товщині шару швидкість руху обмежується умовами відомості і навіть стає небезпечною для життя.

Для проектування споруд водовідведення дощових вод необхідно визначити як витрату, що буде надходити на ці споруди з поверхні дороги, так і пропускну здатність самих споруд.

Поперечний профіль дороги може бути прийняти виходячи з деякої висоти шару води. Наряду з облаштуванням кювета, прилеглого до бордюру, дорозі можна придати такий профіль, при якому висота шару поперек дорозі буде однаковою. Розглянемо дорогу, зображену на рис. 1. Стік води відбувається в бічному напрямі до обох боків дороги, тобто її центр піднятий. Будемо вважати, що інтенсивність опадів рівномірна і втрат немає, шар води досяг рівноваги і однаковий в усіх точках. Витрата на одиницю довжини дороги складе ( $m^2/c$ )

$$q = i_{\partial} \cdot x, \quad (1)$$

де  $i_{\partial}$  - інтенсивність опадів, м/с;  $x$  - відстань від верхньої точки профілю дороги, м.

Виразив швидкість руху за формулою Шезі ( $V = C\sqrt{R \cdot i}$ ), а коефіцієнт Шезі – за формулою Менінга отримаємо витрату

$$q = \frac{h^{5/3} \cdot \sqrt{i_n}}{n}, \quad (2)$$

де  $i_n$  - поперечний ухил;  $h$  - висота шару води, м;  $n$  - коефіцієнт шорсткості (табл. 1).

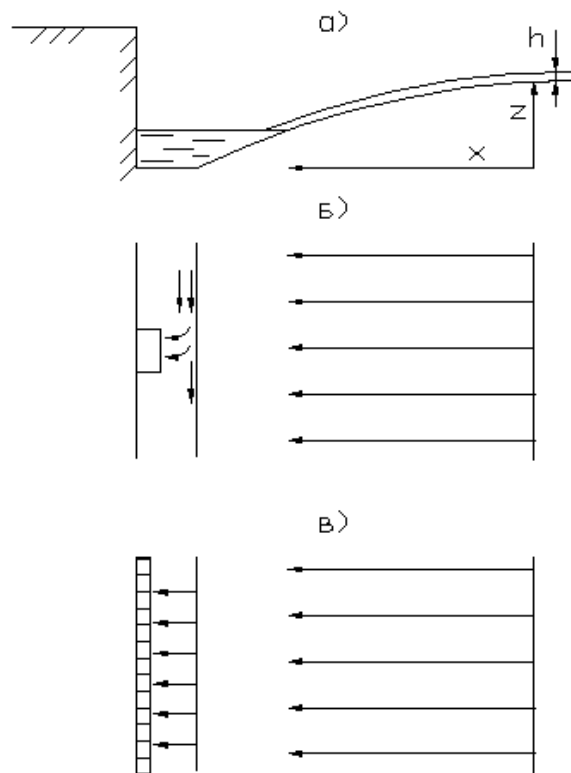


Рис.5.1. Відвід води з поверхні дороги.

а. – частина поперечного перерізу дороги; б. - дорога в плані з дощоприймачем; в. - дорога в плані з лотком.

З рівняння (1) і (2) і врахувавши  $dz/dx = i_n$  отримаємо поперечний ухил в залежності від допустимій висоти шару води  $h$ :

$$z = i_{\partial}^2 \cdot x^3 \cdot n^2 / 3h^{10/3}. \quad (3)$$

Таким чином, якщо  $n = 0,02$ ,  $h = 1$  мм розрахункова інтенсивність опадів  $i_0 = 1,67$  мм/хв, то  $z = x^3 \cdot 10^{-3}$ . Відповідно, при ширині дороги 6 м  $x = 3$  мм, і підйом дороги  $z$  на поперечному профілі складе 25 мм.

Дощові води стікають до країв дороги в кювети (лотки), утворені випуклим профілем дороги і бордюру, і далі по ним поступають до дощоприймача, розташованих через певну відстань друг від друга.

Розрахунок дощоприймача полягає в підборі решітки за її пропускної здатності. Існують ГОСТи на дощоприймальні решітки, які можуть бути круглі діаметром 0,675 м і прямокутні двох марок: ДБ (велика решітка) - 0,80 х 0,40 м і ДМ (мала) - розміром 0,58 х 0,30 м.

Пропускна здатність решітки залежить від схеми розташування їх у вуличному лотку. Розрізняють два принципово різних варіанти розміщення:

1. Установка решіток у знижених місцях. Дощоприймачі в цьому випадку беруть весь обсяг стічних вод. Зазвичай ця схема застосовується в містах з плоским рельєфом.

2. Встановлення решітки на ділянках з поздовжнім ухилом одного знака, тобто, Наприклад, на ділянці затяжного спуску або підйому. При цьому в одному лотку розташовується послідовно кілька решіток. Частина водного потоку, яка проскакує повз першої решітки, вловлюється наступними. За цією схемою працює велика частина решіток в містах з пересіченим рельєфом.

При установці решітки за першим варіантом вона не покривається шаром води і працює як водозлив в широкому порогом - вода переливається по периметру решітки. У цьому випадку пропускна здатність визначається за формулою:

$$Q_{\text{реш}} = 1,55 \cdot l_{\text{реш}} \cdot H^{1,5}, \quad (4)$$

де  $l_{\text{реш}}$  - довжина периметра решітки;  $H$  - глибина води в лотку.

При розташуванні решітки за другим варіантом, коли вона вся покрита шаром води, її пропускна здатність розраховується за формулою витікання з отвору:

$$Q_{\text{реш}} = 2\omega_{\text{реш}} \cdot \sqrt{H}, \quad (5)$$

де  $\omega_{\text{реш}}$  - площа отворів у решітки.

При порівнянні решіток рекомендується вибирати ґрати типу ДМ при плоскому рельєфі місцевості (ухил  $< 0,005$ ), а ґрати ДБ - у містах з пересіченим рельєфом.

Вода, що стікає з поверхні дороги до її країв, може розливатися на прилеглу місцевість, відводиться в бічну канаву чи збирати в кювети і лотки, прокладені біля обочини дороги. Кювети і лотки прокладають в стороні від дороги, або розташовуються між похилою поверхнею дороги і майже вертикальним бордюром. Лотки представляють з себе трапецеїдальні, прямокутні, напівкруглі канали перекриті або ні зверху решіткою. Вода буде текти по ним в повздовжньому напрямі, поки не потрапить крізь впускний отвір у дощову каналізацію. Таким чином, на стік в кюветі і лотку буду впливати і повздовжній і поперечний ухил дороги.

Витрата води в каналі:

$$Q = \omega \cdot R^{2/3} \sqrt{i_n} / n, \quad (6)$$

де  $i_n$  - повздовжній ухил;  $R = \omega / \chi$  - гідравлічний радіус;  
 для трапецеїдального перерізу  $\omega = \frac{h^2}{2} \left( \frac{2b}{h} + m_1 + m_2 \right)$ ,  
 $\chi = b + h(\sqrt{1+m_1} + \sqrt{1+m_2})$ ;  $m_1$  і  $m_2$  - коефіцієнти закладання укосів, яке виражається через котангенс кута нахилу укосів до горизонтальної площини.

Закладання укосів призначається в залежності від ґрунту та типу кріплення. Для напівкруглого каналу  $\omega = b \cdot h - \left( r \cdot b - \frac{\pi \cdot r^2}{2} \right)$ ,  $\chi = \pi r + 2h$ .

Якщо один борт каналу утворений бордюром дороги, а інший – випуклою поверхнею дороги з ухилом  $i$ , рівняння для визначення витрати буде мати вигляд

$$Q = 0,32h^{8/3} \cdot \sqrt{i_n} / (i \cdot n). \quad (7)$$

Табл. 1

Коефіцієнта шорсткості  $n$  для різних типів матеріалів проїзної частини.

Вид матеріалу	Коефіцієнта шорсткості $n$
Бетон	0,13
Полімер бетон	0,011
Пластик	0,009

На стадії розробки проектів автомобільних доріг і мостових переходів поверхневі стоки з проїзної частини дорожньо-мостових споруд не завжди розглядаються як основне джерело забруднення прилеглої території та водних об'єктів. При цьому річний екологічний ущерб від транспортного комплексу складає близько 1,5% валового національного продукту, а доля екологічного ущербу від автомобільних доріг і автомобільного транспорту – 63%.

Через це проектування водовідвідних систем і споруд необхідно проводити виходячи з місцевих природних, архітектурно-планувальних і санітарно-гігієнічних умов.

Для вирішення проблеми водовідведення з поверхні території доріг передбачають конструктивне розміщення зливоприймальних споруд, які розміщують у лотках проїжджої частини за такими принципами:

встановлюються дощоприймачі у самих низьких місцях проїзної частини; необхідно забезпечити перехоплення поверхневого стоку, який буде надходити з проїжджої частини та тротуарів магістралей та доріг, що перетинаються, до початку перехрестя.

Середню довжину вільного пробігу води від водорозділу басейну збору до першого дощоприймача слід приймати, м:

Магістральні вулиці і дороги:

безперервний рух 100-150

регулюємий рух 150-200

Вулиці та дороги місцевого значення 200-250

Проїзди 150.

При визначенні довжини вільного пробігу необхідно враховувати допустиму висоту наповнення лотків та особливості даної вулиці. Наповнення лотків проїзної частини вулиць та доріг дощовим стоком повторюваністю один раз на рік не повинно бути більшим 5 см.

Найменші розміри кюветів і каналів рекомендується приймати по дну 0,3м, глибиною – 0,4м. Максимальна глибина потоку в них не більше 1,0м.

Дотримання вимог до найменших величин поздовжніх уклонів лотків проїзної частини, кюветів і каналів забезпечить необхідний водостік уздовж доріг та з'їздів (див. табл. 2).

Бровка каналу повинна возвишатися над розрахунковим рівнем води не менше ніж на 0,2м. Швидкість течії дощових вод в кюветах і каналах не повинна перевищувати найбільші швидкості, величина яких при глибині від 0,4 до 1,0 м приймається рівною:

Табл. 2

Лотки, кювети, канали	Найменший ухил
Лотки проїжджої частини при: покриті асфальтобетоном	0,003
брущатому або щебеновому покритті	0,004
бруківка	0,005
Окремі лотки та кювети	0,005
Водовідвідні канали	0,003

При глибинах потоку менше 0,4м значення найбільших швидкостей слід брати с коефіцієнтом 0,85; при глибинах вище 1,0м – з коефіцієнтом 1,25.

Підсумовуючи вище викладене можна зробити висновок, що лише проведення в комплексі гідравлічного розрахунку та проектування дорожнього полотна призведе до підвищення термінів експлуатації доріг, а також зменшення забруднення прилеглої території та водних об'єктів.

### **Література:**

1. ДБН В.2.3-4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007 – 91с.
2. ДБН В.2.3-5-2001 Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів – К.: Мінрегіонбуд України, 2001 – 42с.
3. Дикаревский В.С. и др. Отведение и очистка поверхностных вод с городской территории. – Л.: Стройиздат, 1990 – 224с.
4. Константинов Ю.М., Василенко А.А., Сапухин А.А., Батченко Б.Ф.. Гидравлический расчет сетей водоотведения. Расчетные таблицы. – К.: Будівельник, 1987г.
5. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. Нормы проектирования. – М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1986 - 83с.
6. СНиП 3.05.04-85. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. Нормы проектирования. – М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1990г.

### **Аннотация**

В статье предложено методику гидравлического расчета и рекомендации по проектированию сооружений водоотведения дождевых вод с автомобильных дорог.

### **Annotation**

The article it is offered a technique of hydraulic calculation and the recommendation about designing of constructions of water removal from highways.