

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО СТУПЕНЯ ПЕРФОРАЦІЇ РОЗПОДІЛЬЧИХ ДРЕНАЖНИЙ ТРУБ

КРАВЧУК О.А.

КРАВЧУК А.М.

*Київський національний університет будівництва і архітектури,
м. Київ, Україна*

Зазвичай, при конструюванні розподільчих дренажних трубопроводів, інтенсивність подачі води до розрахункової земельної ділянки, при якій на ній буде забезпечений необхідний рівень підйому ґрунтових вод у заданий термін, повинна бути відома. Вона визначається в основному гідрогеологічними і меліоративними характеристиками ділянки і виражається через модуль подачі q_m (л/с·га), який представляє собою витрату води, що подається на один гектар площі за одиницю часу.

Мінімально допустима витрата води, що розподіляється через одиницю довжини труби, при якій будуть забезпечені необхідні умови підйому рівня ґрунтових вод, може бути визначена через модуль подачі [1, с. 103]:

$$q_{\min} = -\left(\frac{dQ}{dx}\right)_{\min} = q_m E, \quad (1)$$

де E – відстань між дренами.

Розглядаючи особливості роботи напірних розподільчих дренажних трубопроводів необхідно відмітити, що за конструкцією вони складаються з труб, які в своїх стінках мають отвори або щілини перфорації і додатково обгорнуті спеціальним рулонним фільтруючим матеріалом. Навколо дренажних труб також, як правило, передбачено улаштування фільтруючого шару з подрібненого матеріалу (щебінь, гравій тощо).

Таким чином, вода виливаючись з напірного дренажного трубопроводу, послідовно проходить через отвори перфорації, потім через фільтруючий рулонний матеріал і нарешті через шар фільтруючої засипки. Очевидно, що витрата рідини при цьому залишається постійною за величиною. Так, розподіл (витрата) води через отвори перфорації одним погонним метром дренажної труби може бути визначена за відомою з гідравліки формулою [2, с. 10]:

$$q = -\frac{dQ}{dx} = -\mu_p \alpha_n \sqrt{2gh}, \quad (2)$$

де μ_p – коефіцієнт витрати отворів перфорації; $\alpha_n = \sum \omega_o / l$ – площа отворів перфорації (щілин) на одиницю довжини труби; h – напір в дрені під дією якого здійснюється витікання води з отворів дрени.

При цьому в роботі [3, с. 335] показано, що витрата рідини, яка надходить в навколишній ґрунт з одиниці довжини напірного розподільного дренажного трубопроводу через шар фільтруючого матеріалу розраховується за модифікованою формулою фільтрації:

$$q = -\frac{dQ}{dx} = -k_{\phi} \frac{h}{\bar{\Phi}}, \quad (3)$$

де k_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації навколишнього ґрунту; $\bar{\Phi}$ – фільтраційний опір дрени.

У даному випадку приймається, що коефіцієнт фільтрації бічної поверхні дренажного трубопроводу є на порядок більшим за коефіцієнт фільтрації навколишнього ґрунту, і його впливом можна знехтувати [4, с. 239].

Для варіанту, коли інтенсивність розподілу рідини в обох випадках однакова, можна записати рівність:

$$\mu_p \alpha_n \sqrt{2gh} = k_{\phi} \frac{h}{\bar{\Phi}}. \quad (4)$$

Звідки слідує, що безрозбірний фільтраційний опір дренажного трубопроводу можна розраховувати за залежністю:

$$\bar{\Phi} = \frac{k_{\phi} \sqrt{h}}{\mu_p \alpha_n \sqrt{2g}}. \quad (5)$$

З (5) після нескладних перетворень легко отримати:

$$\bar{\Phi} = \frac{k_{\phi} \sqrt{h}}{\mu_p \pi D S \sqrt{2g}}, \quad (6)$$

де l , D – відповідно довжина і діаметр трубопроводу; $S = \frac{\sum \omega_o}{\pi D l}$ – відношення сумарної площі отворів перфорації в дренажному трубопроводі до загальної площі бічної поверхні дрени (при рівномірній перфорації стінок трубопроводу – те ж саме на одиниці довжини труби).

Прийнявши в середньому для всієї труби $\mu_p = 0,62$ і $h = h_{сер}$, з виразу (6) легко визначити величину відносної перфорації стінок дренажного трубопроводу, яка буде забезпечувати розподіл необхідної витрати за його довжиною:

$$S = 0,36 \frac{k_{\phi}}{D \bar{\Phi}} \sqrt{\frac{h_{сер}}{g}}. \quad (7)$$

В загальному випадку, при проектуванні дренажних трубопроводів інженерних систем, в залежності від завдання, вирішуються різні задачі. Зазвичай при цьому відомими є: необхідна швидкість V_n (витрата Q_n) на початку труби; довжина трубопроводу l ; його діаметр D .

Тоді, для трубопроводів з ефективними конструктивними характеристиками, відносний ступінь перфорації бічних стінок трубопроводу рекомендується визначати зв формулою:

$$S = 0,14 \frac{D}{A_p l}, \quad (8)$$

де $A_p = \frac{\Omega \bar{\Phi}}{2k_\phi l} \sqrt{\frac{g}{h_n}}$ – узагальнений параметр розподільчої дрени, який враховує її

конструктивні і фільтраційні характеристики; Ω – площа перерізу розподільчого трубопроводу; h_n – напір в початковому перерізі розподільчого трубопроводу.

Загальна площа отворів (щілин) у бічних стінках розподільчого дренажного трубопроводу складе (m^2):

$$\sum \omega_o = S \cdot \pi \cdot D \cdot l = 0,14 \frac{\pi D^2}{A_p}. \quad (9)$$

Задавшись діаметром одного отвору d_o , визначаємо їх загальну кількість на всій довжині дренажного трубопроводу:

$$N = 0,56 \frac{D^2}{d_o^2 A_p}. \quad (10)$$

Тоді, за умови прийняття рівномірної перфорації вздовж шляху, кількість отворів на одному погонному метрі труби складе:

$$n = \frac{N}{l}. \quad (11)$$

Отже, на основі використання представлених залежностей розроблено надійну методику визначення ступеня перфорації бічних стінок розподільчого дренажного трубопроводу та отримано досить прості розрахункові залежності.

Література

1. Олійник О.Я. Геодинаміка дренажу. Київ: Наукова думка, 1981. – 283 с.
2. Кравчук А.М., Кравчук О.А. Спеціальні питання гідравліки систем водопостачання та водовідведення: навчальний посібник. Київ: КНУБА, 2020. – 175 с.
3. Kravchuk A., Kravchuk O., Velychko S., Airapetian T. Calculation of effective parameters of distribution drainage pipelines. Proceedings of EcoComfort 2024. Lecture Notes in Civil Engineering, 2024. Vol. 604. P. 331–340. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67576-8_29
4. Кравчук О. Розрахунок необхідної інтенсивності перфорації бічної поверхні розподільчих дренажних трубопроводів. Комунальне господарство міст, 2025. Т. 1, № 189, С. 238-242. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2025-1-189-238-242>