

**РОЗРАХУНОК ГОРИЗОНТАЛЬНИХ РОЗПОДІЛЬЧИХ
ДРЕНАЖНИХ ТРУБОПРОВОДІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ ПРИ
НАЯВНОСТІ ПОХИЛУ РІВНЯ ҐРУНТОВИХ ВОД**

**CALCULATION OF HORIZONTAL DISTRIBUTION DRAINAGE
PIPELINES OPERATING IN THE PRESENCE OF
GROUNDWATER LEVEL SLOPE**

Кравчук О.А., к.т.н., доц., Возний О.Т., студент (Київський національний університет будівництва і архітектури)

Kravchuk O.A., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Voznyi O.T., student (Kyiv National University of Construction and Architecture)

На основі аналізу системи диференціальних рівнянь, які описують рух рідини в горизонтальних розподільчих дренажних трубопроводах, що працюють при наявності похилу рівня ґрунтових вод, запропоновані досить прості і зручні для застосування аналітичні залежності для розрахунку їх основних гідравлічних і конструктивних характеристик.

Based on the analysis of the system of differential equations describing the fluid flow in horizontal distribution drainage pipelines operating in the presence of groundwater level slope, fairly simple and convenient analytical dependencies have been proposed for calculating their basic hydraulic and design characteristics.

В даний час у практиці проектування горизонтальних розподільчих дренажних трубопроводів, які роздають воду за своєю довжиною, з нашої точки зору ще недостатньо вивчено питання інженерного розрахунку їх характеристик для випадку, коли вони працюють при наявності похилу рівня ґрунтових вод (РГВ).

Особливістю роботи таких труб є те, що на умови їх експлуатації одночасно впливає як конструкція самих дренажних труб, так і фільтраційні характеристики навколишнього ґрунту, рівень ґрунтових вод, відстань між дренами [1]. Виділити окремо вплив кожного з названих параметрів на інтенсивність розподілу рідини за довжиною дрени складно. Тому, зазвичай, їх враховують комплексно введенням спеціального фільтраційного опору системи «дрена–ґрунт» $\bar{\Phi}$. В інженерних розрахунках цей опір приймається постійним і рівним його осередненому для даних умов значенню. Гідравлічний коефіцієнт тертя розподільчого дренажного трубопроводу λ_p також вважається постійним вздовж шляху, але не рівним його значенню для даного трубопроводу при рівномірному русі рідини λ_0 .

Схема роботи розглядуваного горизонтального дренажного трубопроводу представлена на рис. 1.

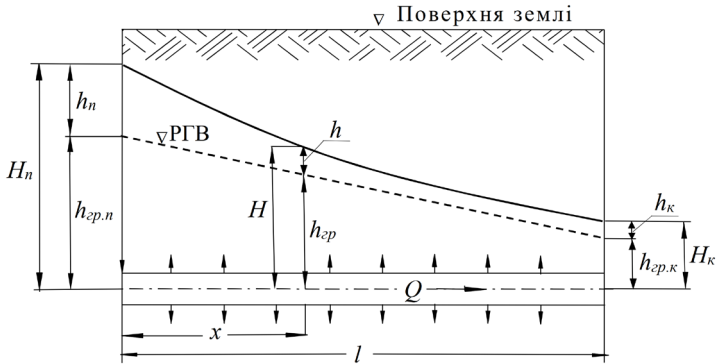


Рисунок 1 – Схема роботи горизонтального розподільчого дренажного трубопроводу при наявності прямого похилу поверхні РГВ

Як відомо, рух рідини в даному випадку описується системою диференціальних рівнянь, яка складається з рівняння гідравліки змінної маси (1) і модифікованого рівняння фільтрації (2) [2]:

$$\frac{dH}{dx} + \frac{2}{g} V \frac{dV}{dx} + \frac{\lambda_p}{2gD} V^2 - I = 0 \quad (1)$$

$$\frac{d(V\Omega)}{dx} = -k_\phi \frac{h}{\bar{\Phi}}, \quad (2)$$

де $\frac{h_{сп,n} - h_{сп,к}}{l} = I$ – геометричний похил рівня поверхні ґрунтових вод

(РГВ); Q , V , D , Ω – відповідно, витрата, середня швидкість, діаметр і площа живого перерізу потоку на відстані x від початку трубопроводу; $\bar{\Phi}$ – фільтраційний опір дрени; k_ϕ – коефіцієнт фільтрації ґрунту навколо труби; λ_p – гідравлічний коефіцієнт тертя розподільчого дренажного трубопроводу; g – прискорення вільного падіння.

Розглядаючи нескінченно довгий дренажний трубопровід, шляхом введення безрозмірних змінних

$$\bar{V} = \frac{V}{\sqrt{gh_n}}, \quad \bar{x} = \frac{k_\phi x}{\Omega \bar{\Phi}} \sqrt{\frac{h_n}{g}}, \quad \bar{h} = \frac{h}{h_n}, \quad (3)$$

відносну швидкість в початковому перерізі $\bar{V}_{n,\infty,l}$ рекомендується визначати з кубічного рівняння виду:

$$\frac{2\zeta_{l_p} A}{3} \bar{V}_{n.\infty.I}^3 - 2B\bar{V}_{n.\infty.I} = 1. \quad (4)$$

де $\zeta_{l_p} = \lambda_p \frac{l}{D}$ – коефіцієнт опору розподільчого дренажного трубопроводу;

$A = \frac{1}{2\bar{x}_k} = \frac{\Omega\Phi}{2k_\phi l} \sqrt{\frac{g}{h_n}}$ – узагальнений параметр розподільчої дрени, який

враховує її конструктивні і фільтраційні характеристики; $B = \frac{2IIA}{h_n}$ –

параметр, який враховує вплив похилу поверхні ґрунтових вод на характеристики потоку в дрени.

В результаті аналізу вихідної системи рівнянь отримано наступні залежності для розрахунку параметрів даних труб в даному випадку:

- зміна відносної витрати за довжиною дрени

$$\bar{V} = \bar{V}_{n.\infty.i} \left[\frac{1}{\left(1 + \frac{x/l}{4A\bar{V}_{n.\infty.i}}\right)^2} - \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{4A\bar{V}_{n.\infty.i}}\right)^2} \right]; \quad (5)$$

- зміна відносного напору

$$\bar{h} = \frac{1}{\left(1 - \frac{\bar{x}}{2\bar{V}_{n.\infty.I}}\right)^3}. \quad (6)$$

Висновки. В роботі на основі аналізу диференціальних рівнянь, що описують рух рідини в розподільчих напірних горизонтальних дренажних трубопроводах, які працюють при наявності похилу рівня ґрунтових вод (I), запропоновано відносно прості аналітичні залежності для їх розрахунку.

Література

1. Кравчук О. А. До гідравлічного розрахунку напірних дренажних трубопроводів, які працюють в режимі роздачі. *Комунальне господарство міст*. 2021. Т. 3, № 163. С. 68–74. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2021-3-163-68-74>

2. Кравчук А., Кравчук О. Розрахунок розподільчих дренажних трубопроводів, прокладених з похилом. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2023. № 42. С. 35–41. <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2023.42.35-41>