

УДК 625.72

Угненко Є.Б., д.т.н.

Тимченко О.М.

## МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛОЖЕНЬ ҐРУНТОВИХ ВОД ПРИ ПІДТОПЛЕННІ ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕРИТОРІЙ

**Анотація.** На положення рівнів ґрунтових вод в межах території автомобільної дороги впливає інфільтрація. Мінливість величини інфільтрації в часі пов'язана з кліматичними умовами, із зміною кліматичних і біологічних чинників.

**Ключові слова:** рівень ґрунтових вод, гідрогеологічні умови, інфільтрація, розрахункові схеми.

**Аннотация.** На положение уровней грунтовых вод в границах территории автомобильной дороги влияет инфильтрация. Непостоянство инфильтрации во времени связано с климатическими условиями, с изменением климатических и биологических факторов.

**Ключевые слова:** уровень грунтовых вод, гидрогеологические условия, инфильтрация, расчетные схемы.

**Abstract.** Infiltration affects the location of ground water table within the highway area. Temporal variability of infiltration magnitude is due to climatic conditions as well as to changing climatic and biological factors.

**Keywords:** ground water table, hydro-geological conditions, infiltration, design diagram

Основні методи визначення положень рівнів ґрунтових або міжпластових вод засновані на математичному моделюванні задач фільтрацій шляхом інтеграції повних рівнянь по вертикалі або за допомогою усереднювання функцій і коефіцієнтів, або безпосередньо із застосуванням балансових співвідношень.

В статті достатньо стисло, але докладно викладено розрахунки фільтрацій ґрунтових вод для різних гідрогеологічних умов. Вплив водоймищ, великих каналів, значних опадів, паводків та підтоплень на умови прилеглих територій

відбувається за рахунок підпору існуючих рівнів ґрунтових вод. Типові розрахункові схеми, що використовуються для прогнозу рівнів ґрунтових вод, приведені на рис. 1.

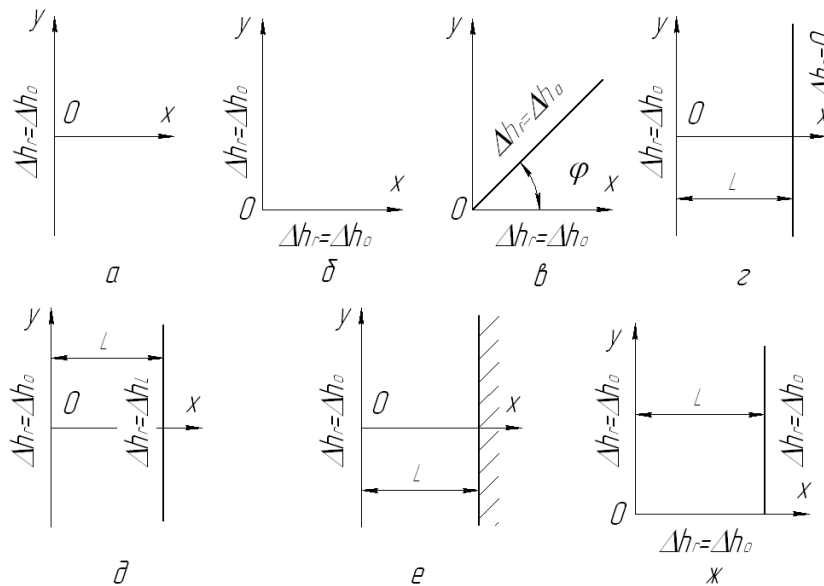


Рис. 1. Розрахункові схеми планової області фільтрації при збільшенні рівнів ґрунтових вод на межі: а - напівобмежений шар; б - квадрант шару; в - кут шару ( $\varphi = \pi/4$ ); г, д, е - смуга шару; ж – півсмуги

Рівні води на межах потоку фільтрації в загальному випадку є мінливими в часі. На положення рівнів ґрунтових вод в межах території, що захищається, робитиме вплив також інфільтрація. Значення інфільтраційного живлення змінюється в часі.

Мінливість величини інфільтрації в часі пов'язана з кліматичними умовами, із зміною кліматичних і біологічних чинників (нерівномірністю випадання атмосферних опадів, сезонними коливаннями випаровування, транспірування і тому подібне).

Розрахункові схеми геометричної форми шару в плані приймаються такими, як на рис. 1: напівобмежений шар, кут шару, квадрант шару, смуга шару, півсмуги. Крім того, вводяться ще дві схеми: необмежений шар і прямокутник шару.

Запропоновано рішення для простих розрахункових схем з урахуванням основних типів граничних умов: першого, другого і третього роду.

У шаруватому інженерно-геологічному розрізі визначається шар з мінімальним коефіцієнтом фільтрації. З ним порівнюються коефіцієнти фільтрації кожного шару.

Якщо для шарів співвідношення коефіцієнтів фільтрації складає  $\leq 10$ , то водоносна товща вважається порівняно однорідною. Розрахункова схема підтоплення схилу показана на рис. 2.

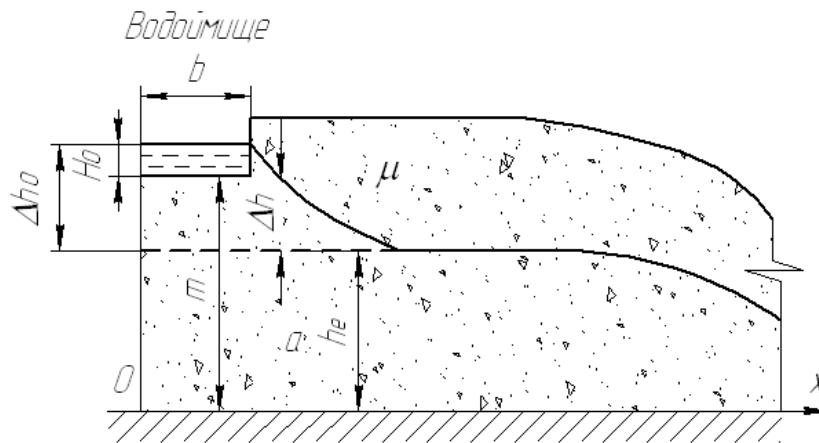


Рис. 2. Розрахункова схема підтоплення від водоймища

Для кожної товщі визначають сумарні потужності  $h$ , провідність  $T$  і середньозважані значення коефіцієнта фільтрації  $K_i$ :

$$h = \sum_{i=1}^n h_i, \quad K = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}, \quad T = \sum_{i=1}^n K_i \cdot h_i. \quad (1)$$

Якщо водоймище досконале і прорізає водоносний шар або розкриває його в межах 0,5-0,7 потужності водоносної товщі, а в плані є прямою лінією з постійним граничним підпором  $\Delta h_0$ , то вказана величина приймається для прогнозу і підставляється у формулу (2). Для недосконалого водоймища величина  $\Delta h_0$  уточнюється по методу опорів фільтрацій, розробленому В.М. Шестаковим.

Формула М.М. Верігіна для прогнозних розрахунків підпору (підвищення) рівня ґрунтових вод має вигляд

$$\Delta h(x,t) = \Delta h_0 \operatorname{erfc}(\lambda), \quad \operatorname{erfc}(\lambda) = 1 - \operatorname{erf}(\lambda), \quad \lambda = \frac{x}{2\sqrt{at}}, \quad (2)$$

де  $\operatorname{erf}(\lambda)$  - інтеграл вірогідності;  $x$  - координата розрахункової точки, що відраховується від межі області фільтрації, м;  $a$  - коефіцієнт рівня провідності шару, м<sup>2</sup>/добу;  $t$  - час процесу формування підпору після наповнення водоймища, доба.

Якщо на межі потоку фільтрації вздовж граничного контура  $x = L$  зберігається рівень височування (наприклад, на схил, в глибоку балку і тому подібне), то розрахунок прогнозного підняття рівня ґрунтових вод  $h(x, t)$  під впливом підпору від водоймища виконується по формулі

$$\Delta h(x,t) = \Delta h_0 \left[ 1 - \bar{x} - S(\bar{x}, \tau) \right], \quad (3)$$

де  $\bar{x} = \frac{x}{L}$ ,  $\tau = \frac{at}{L^2}$ ,  $S(\bar{x}, \tau)$  - функція, графік якої для практичних розрахунків приведений на рис. 3;  $x$  - відстань розрахункової точки від урізання водоймища, м.

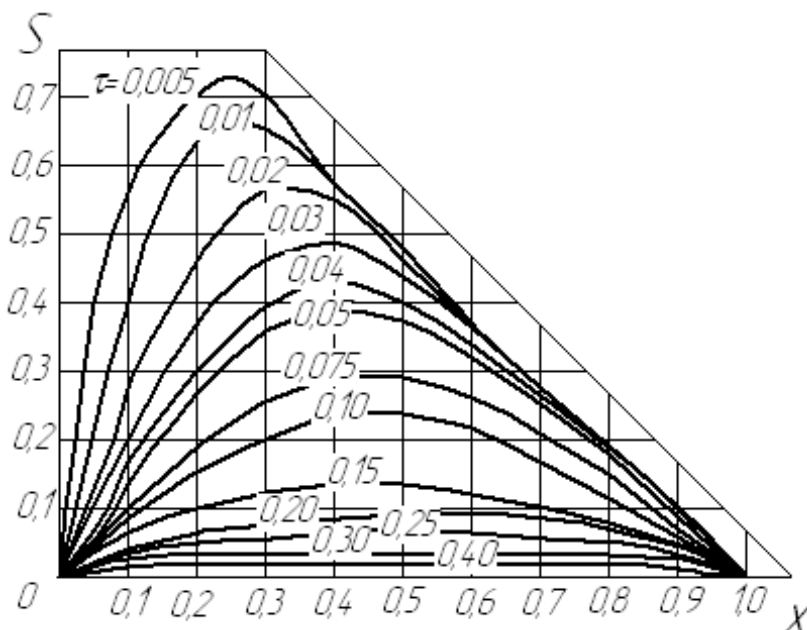


Рис. 3. Графік функції  $S(\bar{x}, \tau)$

При певних умовах підняття рівнів ґрунтових вод супроводжується набуханням ґрунтів, зміною їх міцності, зсувними процесами. Прогнозне підвищення рівня ґрунтових вод  $\Delta h$  при  $\varepsilon = \text{const}$  обчислюється за допомогою рівняння

$$\Delta h(x, y, t) = 0,25 \frac{\varepsilon t}{\mu} [I(\eta_x, m_1) - I(\eta_x, m_2) - I(\xi_x, m_3) + I(\xi_x, m_4)], \quad (4)$$

$$\text{де } \eta_x = \frac{x+b}{2\sqrt{at}}; \quad \xi_x = \frac{x-b}{2\sqrt{at}}; \quad m_{1,2} = \frac{y \pm l}{x+b}; \quad m_{3,4} = \frac{y \pm 1}{x-b}; \quad x, y - \text{координати}$$

розрахункової точки планової області, м;  $\varepsilon$  - розрахункова інтенсивність інфільтрації, м/добу;  $t$  - тривалість прогнозного періоду, доба;  $\mu$  - коефіцієнт водовіддачі ґрунту в зоні аерації;  $b$  і  $l$  - геометричні параметри ділянки інфільтрації, м;  $a$  - коефіцієнт рівня провідності шару, м<sup>2</sup>/добу.

Основним критерієм визначення ступеню підтоплення території є порівняння існуючих  $H_i$  і прогнозних  $H_{np}$  положень рівнів ґрунтових вод з критичними значеннями  $H_{кр}$ , при яких можливо утворення на схилах зсувних явищ.

### Висновок

Проектні рішення по улаштуванню дренажу повинні бути вибрані і запроектовані так, щоб можна було консервувати або покращувати ґрунти підстав споруд і схилів і не допускати розвитку несприятливих інженерно-геологічних процесів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Білеуш А.І. Інженерний захист та освоєння територій. Довідник / А.І. Білеуш, В.С. Ніщук, А.С. Штекель. – К.: Основа, 2000. – 329 с.
2. Олейник А.Я. Математическое моделирование экологических катастроф, связанных с изменением режима грунтовых вод / А.Я. Олейник, В.С. Кремез, А.А. Добронравов // Вісник Української державної академії водного господарства. – Рівне. – 1998. – С.113-118.
3. Gasmu J.M. Infiltration effects on stability of a residual soil slope / J.M. Gasmu, H. Rahardjo, E.C. Leong // Computers and Geotechnics. – 2000. – 26, N2. – P. 45-65.