

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/337919488>

Використання протифільтраційних завіс для попередження підтоплення автодоріг

Conference Paper · September 2019

CITATIONS

0

READ

1

3 authors, including:



E. A. Strelnikova

National Academy of Sciences of Ukraine

101 PUBLICATIONS 281 CITATIONS

SEE PROFILE



Elena Serikova

National University of Civil Defence of Ukraine

19 PUBLICATIONS 17 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



BEM and FEM in Fluid structure interaction [View project](#)



Object-oriented computational models-software for prediction of elastic and phononic properties of three-dimensional nanocomposites and metamaterials [View project](#)

Сєрікова О. М., канд. техн. наук,

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна

Пісня Л. А., канд. техн. наук,

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», м. Харків, Україна

Стрельнікова О. О., д-р техн. наук

Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України, м. Харків, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ПРОТИФІЛЬТРАЦІЙНИХ ЗАВІС ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПІДТОПЛЕННЯ АВТОДОРІГ

При прокладанні доріг особлива увага розробників проектів приділяється безпеці руху автомобілів. Прокладання доріг та підтримка їх в робочому задовільному стані займає багато зусиль, часу та фінансування. В Україні проблему бездоріжжя прийнято вирішувати, коли дорожній рух стає вже неможливим, особливо це стосується доріг міжміського сполучення. Майже всі обласні автошляхи стають непридатними для проїзду, особливо ті, що ведуть до віддалених і гірських сіл, де дорога – це єдине, що з'єднує ці населені пункти з районним центром. Дорожню галузь фінансують за залишковим принципом. Проблема бездоріжжя в Україні вже давно ні для кого не є новиною і всі звикли, що дороги кожної весни сходять разом із снігом. Крім природних факторів, що впливають на стійкість автошляхів, є фактори техногенного походження, зокрема підтоплення, викликане порушенням водного балансу підземних вод через зрошення полів, що розташовані вздовж автошляхів [1].

Тому актуальним є вирішення проблеми відведення ґрунтових вод та поверхневого стоку з доріг. Дорожні смуги, які простираються вздовж зрошувальних полів, схильні до локального підтоплення і потребують особливої уваги до себе.

В Україні ремонт та утримання автомобільних доріг здійснюється згідно документу «П-Г.1-218-113:2009. Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України» [2]. Але спеціального документу щодо укріплення узбіч автомобільних доріг, в якому мають бути прописані правила та вказівки із укріплення узбіч та відведення води в Україні, немає. Використовується лише документ 1980 р.: «ВСН 39-79. Технические указания по укреплению обочин автомобильных дорог» [3]. Наприклад, в Росії є «ОДН 218.3.039-2003. Укрепление обочин автомобильных дорог» [4].

Огляд публікацій показав, що в існуючій методології прогнозів підтоплення і дренажування у різних авторів фактично відсутній облік впливу конструкцій і технологій будівництва. З великою часткою умовності до даної тематики можна віднести окремі роботи А.Ж. Муфтахова, В.К. Рудакова, В.П. Пілатовського, В.І. Сологаєва [5-7]. Вони присвячені вивченню неоднорідних в плані водоносних пластів. Існуючі методики фільтраційних розрахунків при малій потужності потоків ґрунтових вод і в спочатку необводнених ґрунтах П.Я. Полубарінова-Кочиної, Г.І. Баренблатта, М.М. Верігіна і ін. Охоплюють не всі важливі випадки підтоплення і дренажування. Наприклад, раніше не було відомо точне рішення при радіальному розтіканню по водоупорах в необводнених ґрунтах, а також інші випадки. Останні публікації про верховодки і потоки ґрунтових вод малої потужності містять рішення в рамках лінеаризованої гідравлічної теорії фільтрації [8] або носять приватний характер з ідеалізованими постановками про нескінченно віддалені кордони впливу, тобто з досить наближеними рішеннями.

Було розглянуто одну з найгостріших проблем забезпечення безпеки транспортного руху – захист дорожнього полотна від шкідливої дії ґрунтових вод. Запропоновано розташування протифільтраційної завіси (рис. 1.) вздовж автошляху. Протифільтраційні завіси можуть влаштовуватися у вигляді як самостійних конструкцій, так і в поєднанні з водозниженням і дренажами [9].

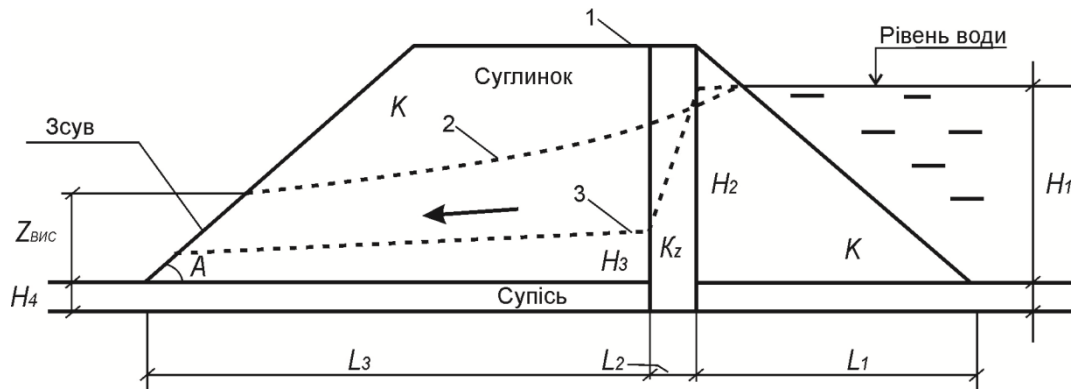


Рисунок 1 – Схема поперечного перерізу ґрунтового насипу
1 – протифільтраційна завіса; 2 – крива депресії без завіси; 3 – те ж із завісою

Використані формули для послідовного розрахунку напорів на стінках завіси:

$$H_2 = \sqrt{\frac{H_4^2 + \frac{H_4^2 \cdot L_3}{L_1} \cdot \left(1 + \frac{K \cdot L_2}{K_z \cdot L_3}\right)}{1 + \frac{L_3}{L_1} \left(1 + \frac{K \cdot L_2}{K_z \cdot L_3}\right)}}; \quad (1)$$

$$H_3 = \sqrt{H_4^2 + \left(H_1^2 - H_2^2 \cdot \frac{L_3}{L_1}\right)}; \quad (2)$$

де H_2 і H_3 , – напори на стінках завіси, м; H_1 і H_4 , – напори без завіси, м; L_2 – довжина завіси, м; L_1 , L_3 – зона впливу дренажу, м, K_z – коефіцієнт фільтрації завіси, K – коефіцієнт фільтрації зони дренажу. Спочатку визначені H_2 , а потім H_3 . Далі знаходиться фільтраційна витрата за Дюпюї:

а) крізь завісу:

$$Q_z = \frac{K_z \cdot (H_2^2 - H_3^2)}{2L_2}; \quad (3)$$

б) крізь насип без завіси:

$$Q = \frac{K \cdot (H_1^2 - H_4^2)}{2(L_1 + L_2 + L_3)}; \quad (4)$$

Таким чином, стаціонарну задачу визначення витрати води крізь протифільтраційну завісу розв'язано.

Досліджено глибину протифільтраційної завіси при різних параметрах (рис. 2.):

При різних коефіцієнтах фільтрації $K_f=0,1; 0,2; 0,3$ $L_1=L_2=L_3=1$; $H_1=1$, $H_4=10$.

При $K_f > 0,3$ м/доб, в протифільтраційній завіси значно знижується ефективність, при цьому її глибина стає несуттєвим параметром.

2. У другому варіанті розрахунків було подовжено довжину завіси до 10 м (рис. 3.) при $L_1=1$; $L_2=0,1$; $L_3=1$; $H_1=10$; $H_4=1$.

Таким чином, з рис. 5 видно, що, чим довша завіса, тим менше необхідно її заглиблювати. Досліджено прямопропорційну залежність глибини завіси від її довжини.

На рис. 4. наведено графіки витрат із завісою та без неї.

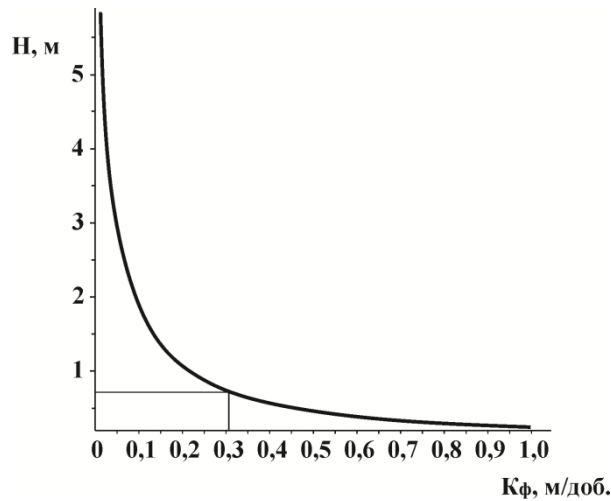


Рисунок 2 – Глибина протифільтраційної завіси при різних коефіцієнтах фільтрації: H – глибина завіси, м; K_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації, м/доб

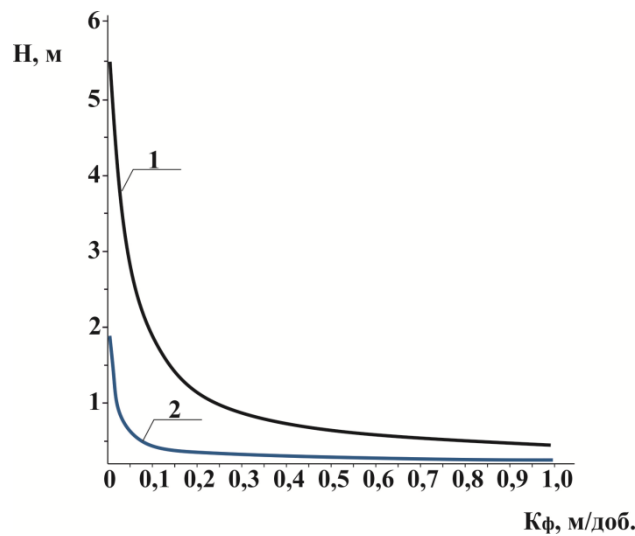


Рисунок 3 – Глибина протифільтраційної завіси при різних коефіцієнтах фільтрації та довжині: H – глибина завіси, м; K_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації, м/доб; 1 – вихідний варіант розрахунку (рис. 5); 2 – подовжено довжину завіси

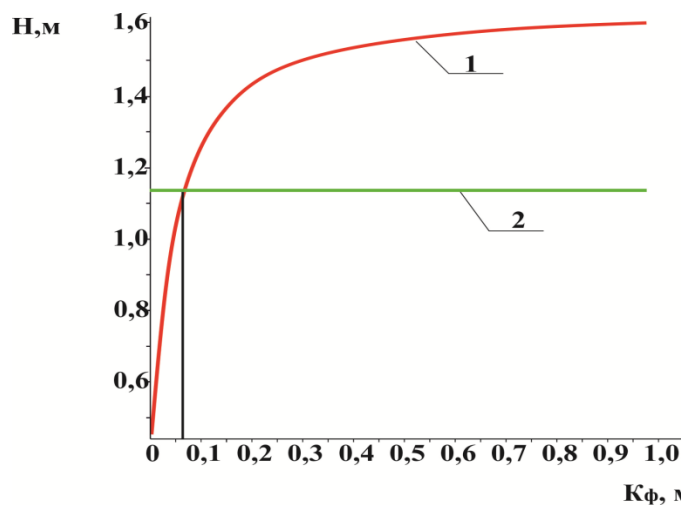


Рисунок 4 – Графік витрат із завісою та без неї: Q – витрата води, м³/с; K_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації, м/доб; 1 – витрата води із завісою; 2 – витрата води без завіси
 З рис. 4. бачимо, що завіса ефективна при $K_{\phi} < 0,1$ м/доб.
 На рис. 5. представлений випадок, коли було збільшено довжину завіси до 10 м.

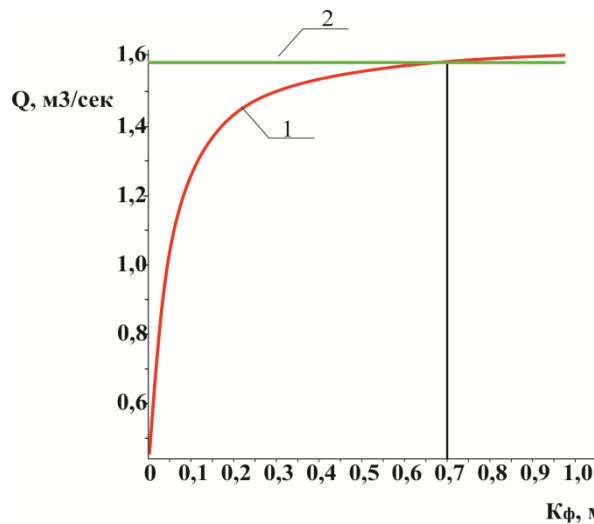


Рисунок 5 – Графік витрат із завісою та без неї з довжиною завіси $L=10$ м: Q – витрата води, м³/с; K_f – коефіцієнт фільтрації, м/доб; 1 – витрата води із завісою; 2 – витрата води без завіси

З рис. 5. бачимо, що навіть з $K_f \leq 0,7$ м/доб та подовженій довжині завіси, її використання є ефективним.

З рівняння руху рідкого середовища Полубарінової-Кочіної [8], було отримано рівняння Дюпюї, яке використано для рішення стаціонарної задачі визначення витрати води крізь протифільтраційну завісу. Далі, згідно формул (1)–(4) [6], було розв'язано стаціонарну задачу визначення витрати води крізь протифільтраційну завісу. Встановлено, що використання протифільтраційної завіси є ефективним навіть при $K_f \leq 0,7$ м/доб, та при більшій довжині та меншому заглибленні самої завіси. Отримані розрахунки параметрів дозволять використовувати протифільтраційні завіси в проектах захисту автошляху від експлуатаційно та екологічно небезпечної дії ґрунтових вод.

Література

1. Серікова, О.М. Прогнозування і управління рівнем ґрунтових вод для підвищення екологічної безпеки забудованих територій України: дисертація канд. техн. наук, спец.: 21.06.01 – екологічна безпека / О.М. Серікова; наук. кер. В.В. Яковлев. - Х.: Харківський нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова, 2019. - 166 с.
2. Правила №190 від 1997-09-26 Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України П-Г.1-218-113-97.
3. РСФСР. 20.03,79 г. Технические указания по укреплению обочин автомобильных дорог. ВСН 39-79.
4. ОДН 218.3.039-2003 (утв. распоряжением Минтранса РФ от 23.05.2003 N ОС-461-р).
5. Сологаев В. И. О моделировании геофильтрационных задач при проектировании автомобильных дорог. Вестник СибАДИ, выпуск 2 (24), 2011. – сс. 64-69.
6. Золотарев Н. В. Моделирование подтопления и дренирования мелиорируемых ландшафтов методом электронных таблиц с целью прогнозирования их состояния: автореф. дис. Омск, 2013. 22 с.
7. Serikova E., Strelnikova E., Yakovlev V. The Programme of Measures to Prevent Flooding on the Built-up Areas on Example of Kharkiv City. *International Journal of Development Research*. 2015. Vol. 5, Issue 12. P. 6236–6240.
8. Полубаринова-Кочина П. Я. Теория движения грунтовых вод. М.: Наука, 1977. 664 с.
9. Serikova E., Strelnikova E., Pisia L. Mathematical modeling of curtain grouting parameters for the roadways flooding prevention. *Журнал "Технологический аудит и резервы производства"*. 2018. №5. С. 25–30.