

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ
з навчальної дисципліни**

**«ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ
ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА»**

*(для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальностями
101 – Екологія, 183 – Технології захисту навколишнього середовища)*

Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2017

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Інженерний захист геологічного середовища» (для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальностями 101 – Екологія, 183 – Технології захисту навколишнього середовища) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад.: Д. В. Дядін. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 10 с.

Укладач Д. В. Дядін

Рецензент д-р техн. наук, проф. Ф. В. Стольберг

Рекомендовано кафедрою міських та регіональних екосистем, протокол № 1 від 31.08.2015 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Загальна характеристика і призначення зворотних фільтрів.....	5
2. Проектування зворотного фільтру	6
2.1 Побудування кривої гранулометричного складу і визначення фільтраційних параметрів ґрунту.....	6
2.2 Визначення гранулометричного складу матеріалу зворотного фільтру та його фільтраційних характеристик	6
3. Зміст курсового проекту і вимоги до оформлення	8
Список джерел	9

ВСТУП

Захист геологічного середовища від небезпечних геологічних процесів є важливою складовою екологічної безпеки територій. Одним з розповсюджених екзогенних небезпечних явищ є суфозійні та карстові процеси природного й техногенного походження, які призводять до змін водопроникності ґрунтів та значному зниженню їхньої міцності та несучої здатності.

Механічною суфозією називають процес винесення фільтраційним потоком із товщі незв'язного ґрунту (піски, супіски) найдрібніших частинок, у той час як великі за розміром частинки залишаються на своїх місцях. Цей процес призводить до зміни гранулометричного складу ґрунту, збільшенню пористості і розмірів пір, що в свою чергу може зумовити виникнення порушення стійкості схилів, особливо на гідротехнічних спорудах (греблі, дамби), обвалення бортів гірничих виробок та інші небезпечні явища.

Фільтраційні деформації будуть розвиватися в незв'язному ґрунті в тому випадку, якщо в ньому є частинки, діаметр яких менше найбільшого фільтраційного ходу, і швидкості фільтраційного потоку достатні для переміщення цих частинок. Швидкість фільтрації, при якій порушується гранична рівновага суфозійних часток у ґрунті, називають критичною швидкістю суфозії.

Несуфозійними називають ґрунти, на яких при будь-яких швидкостях фільтрації винесення дрібних частинок не відбуватиметься. До практично несуфозійних ґрунтів відносять такі, винос частинок з яких не перевищує 3% і при цьому не відбувається порушення міцності ґрунту та його стійкості. У суфозійних ґрунтах винесення частинок фільтраційним потоком перевищує 3 %.

Одним з ефективних інженерних засобів запобігання суфозії є улаштування зворотних фільтрів – шарів крупно- або грубозернистого матеріалу, що перешкоджає винесенню частинок із ґрунту, що захищається.

Метою курсового проекту «Проектування зворотного фільтру для запобігання суфозійних явищ у ґрунті» є ознайомлення з методикою визначення суфозійності незв'язного ґрунту в залежності від його гранулометричного складу, опанування навичок необхідних для цього розрахунків, визначення параметрів зворотного фільтру як засобу запобігання суфозії. Згідно до завдання, робота має містити вихідні дані, опрацьовані для підсумування процентного вмісту кожної фракції, побудовану інтегральну криву гранулометричного складу ґрунту, розрахунки параметрів ґрунту, що визначають наявність у ньому суфозійних явищ, висновки щодо суфозійності ґрунту, розрахунки параметрів гранулометричного складу матеріалу зворотного фільтру, рекомендації щодо запобігання негативних процесів винесення частинок.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА І ПРИЗНАЧЕННЯ ЗВОРОТНИХ ФІЛЬТРІВ

Для запобігання небезпеки механічної суфозії влаштовують проміжні шари, які називають зворотним фільтром. Їх розташовують між дрібнозернистим ґрунтом, який захищається, і грубозернистим матеріалом дренажу. Зворотні фільтри можуть бути самостійними конструкціями або бути частиною дренажів, що влаштовують на гідротехнічних спорудах.

Як матеріал для влаштування зворотних фільтрів використовують незв'язні природні або штучні ґрунти, одержувані з твердих гірських порід, що не містять водорозчинні солі і не піддаються вивітрюванню. До таких ґрунтів належать піщані, гравійно-галькові породи, щебінь, відходи каменедробильних заводів тощо.

При проектуванні зворотного фільтра вирішують наступні завдання:

- встановлюють розрахункові параметри ґрунтів, що захищаються зворотними фільтрами: гранулометричний склад, пористість, щільність всього ґрунту і частинок ґрунту, коефіцієнт фільтрації;
- дають оцінку суфозійності ґрунтів;
- визначають гранулометричний склад першого і наступного шарів зворотного фільтра;
- визначають водопроникність ґрунтів запроєктованих зворотних фільтрів;
- встановлюють товщину і кількість шарів зворотних фільтрів.

Проектований гранулометричний склад зворотних фільтрів має забезпечити виконання наступних умов:

- частинки ґрунту, що захищається, не повинні просипатися до фільтра, а частинки самого фільтра до дренажу або кам'яну накидку. Ця умова забезпечується в тому випадку, якщо в контактній області між ними утворюються стійкі склепіння з дрібних частинок (рис. 1.1).

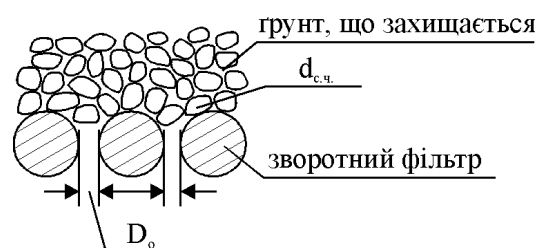


Рисунок 1.1 – Схема контактної області дрібнозернистого ґрунту і фільтра:
 D_0 – середній діаметр пор у шарі фільтра, $d_{c.ч}$ – діаметр склепіннеутворюючих частинок в області контакту ґрунту з фільтром

- запобігання явищ механічної суфозії в ґрунті, що захищається;
- відсутність кольматації фільтра дрібними частинками в разі їх виноса фільтраційним потоком з ґрунту, захищається. Такі частинки в кількості не більше 3% повинні проноситься через фільтр фільтраційним потоком.

Кольматація (кольматаж) – відкладення в порах ґрунту дрібних частинок, які переносяться фільтраційним потоком.

Для несупозійного ґрунту, що захищається, достатньо забезпечити умову непросипності частинок ґрунту до фільтру.

2 ПРОЕКТУВАННЯ ЗВОТНОГО ФІЛЬТРУ

Проектування зворотного фільтру є визначенням його гранулометричного складу і фільтраційних параметрів. Методика проектування передбачає два етапи – 1) побудування кривої гранулометричного складу і визначення фільтраційних параметрів ґрунту; 2) розрахунки гранулометричного складу і товщини шару зворотного фільтру.

2.1 Побудування кривої гранулометричного складу і визначення фільтраційних параметрів ґрунту

Методика побудування інтегральної кривої гранулометричного складу ґрунту за результатами ситового аналізу (розсіву) наведена у методичних вказівках до практичних робіт до даної навчальної дисципліни.

Використовуючи вихідні дані та криву гранулометричного складу, необхідно оцінити супозійність ґрунту і визначити такі параметри ґрунту:

- коефіцієнт неоднорідності ґрунту;
- максимальний діаметр порового каналу,
- коефіцієнт локальності супозії,
- максимальний діаметр і відсотковий вміст супозійних частинок,
- коефіцієнт фільтрації ґрунту,
- критична швидкість супозії,
- максимальний діаметр і відсотковий вміст супозійних частинок, для яких фактична швидкість фільтрації буде критичною.

Методика визначення і формули для розрахунку вищезазначених параметрів ґрунту також наведені у методичних вказівках до відповідних практичних робіт до даної навчальної дисципліни.

2.2 Визначення гранулометричного складу матеріалу зворотного фільтру та його фільтраційних характеристик

Першим етапом у визначенні характеристик зворотного фільтру є розрахунок d_{17} – діаметру частинок, менше якого міститься 17 % частинок за масою, що забезпечує непросипність ґрунту, що захищається:

$$d_{17} = \frac{1}{0,252 \cdot \sqrt[6]{\eta_{\phi}}} \cdot \frac{1 - n_{\phi}}{n_{\phi}} \cdot d_{c.ч.} \quad [cm] \quad (1)$$

де η_{ϕ} – коефіцієнт неоднорідності матеріалу фільтру,

n_{ϕ} – пористість матеріалу фільтру,

$d_{c.ч.}$ – діаметр склепіннеутворюючих частинок в контактній області, см.

Значення коефіцієнтів неоднорідності ґрунтів зворотних фільтрів призначають з наступних умов:

для несуюфозійних ґрунтів

$$\eta_{\phi} \leq \frac{d_{60}}{d_{10}} \leq 25 \quad (2)$$

для суюфозійних ґрунтів

$$\eta_{\phi} \leq \frac{d_{60}}{d_{10}} \leq 15 \quad (3)$$

Пористість матеріалу приймають, виходячи із залежності:

$$n_{\phi} = n_0 - 0,1 \lg \eta_{\phi} \quad (4)$$

де для щебенивих ґрунтів $n_0 = 0,45$, для піщано-гравійно-галечникових – $0,40$.

Розрахункове значення діаметра склепіннеутворюючих частинок для суюфозійного ґрунту визначають за формулою:

$$d_{с.ч.}^{розрах.} = B \cdot d_3, \text{ [мм]} \quad (5)$$

де для щебеневого матеріалу фільтра $B = 3 \dots 8$, для піщано-гравійного матеріалу $B = 3 \dots 5$,

d_3 – діаметр частинок, менше якого міститься 3% частинок за масою, мм.

Гранулометричний склад зворотного фільтру знаходять за такими експериментальними залежностями, використовуючи значення d_{17} :

$$d_{\min} = \frac{d_{17}}{1 + (0,1P_{17})^{\chi} \cdot \frac{\eta_{\phi}^{-1}}{5\eta_{\phi}}}, \text{ [мм]} \quad (6)$$

$$d_i = d_{\min} + d_{\min} \cdot (0,1P_i)^{\chi} \cdot \frac{\eta_{\phi}^{-1}}{5\eta_{\phi}}, \text{ [мм]} \quad (7)$$

де d_{\min} , d_i – відповідно мінімальний та i -й діаметр частинок ґрунту зворотного фільтру;

d_{17} – діаметр частинок зворотного фільтру, менше якого в ґрунті міститься 17% за масою, мм;

η_{ϕ} – коефіцієнт неоднорідності матеріалу фільтра;

P_i – процентний вміст в ґрунті часток, що мають діаметр менше d_i ; $P_{17} = 17$; для $d_{10} - P_{10} = 10$; для $d_{20} - P_{20} = 20$ і т. д.;

$\chi = 1 + 1,28 \lg \eta_{\phi}$.

Задаючи різні значення P_i , знаходять відповідні значення d_i . За значеннями d_{\min} , d_{10} , $d_{20} \dots d_{100}$ будують розрахункову криву гранулометричного складу першого шару зворотного фільтру.

Коефіцієнт фільтрації зворотного фільтру визначають, використовуючи залежність М. П. Павчича:

$$K = \frac{3,99\varphi_1}{v} \cdot \sqrt[3]{\eta} \frac{n^3}{(1-n)^2} \cdot d_{17}^2, \text{ [см/сек]} \quad (8)$$

де φ_1 – коефіцієнт, який враховує форму і шорсткість частинок; для піщано-гравелістичних ґрунтів $\varphi_1 = 1,0$; для щебених ґрунтів $\varphi_1 = 0,35 \dots 0,40$; ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості ($\text{см}^2/\text{с}$); n – ефективна пористість ґрунту; η – коефіцієнт неоднорідності матеріалу фільтру; d_{17} – діаметр частинок, менше якого у ґрунті міститься 17 % за масою, см.

Товщину шару зворотного фільтру знаходять за умовами фільтрації зі співвідношення:

$$T_{\min} \geq 5 \dots 7 d_{85} \quad (9)$$

де T_{\min} – мінімальна товщина шару зворотного фільтру за фільтраційними умовами, d_{85} – розмір частинок, менше яких в ґрунті фільтру міститься 85% за масою.

За умовами проведення робіт при механізованому укладанні товщина фільтру повинна бути не менше 20 см. При відсипанні в воду для одношарового фільтру товщина не менше 75 см, для багатошарового – 50 см.

Число шарів зворотного фільтру визначають в кожному конкретному випадку з умови непросипності частинок першого шару в другий і матеріалу фільтру в дренаж або кам'яну накидку.

3 ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ І ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ

Курсовий проект «Проектування зворотного фільтру для запобігання суфозійних явищ у ґрунті» виконується за індивідуальним завданням, яке видається викладачем. Рекомендований зміст курсового проекту є таким:

- вступ, в якому викладають мету та завдання проекту, обґрунтовують актуальність питань, що вирішуються у роботі;
- вихідні дані, які включають гранулометричний склад ґрунту, що захищається, та його деякі фільтраційні властивості;
- основна частина проекту, яка складається з двох розділів: 1) побудування кривої гранулометричного складу і фільтраційних параметрів ґрунту, що захищається; 2) визначення гранулометричного складу матеріалу зворотного фільтру;
- висновки щодо отриманих результатів;
- перелік використаних джерел.

Основна частина проекту має містити всі необхідні розрахунки з використанням відповідних формул, графіки інтегральних кривих ґрунту, що захищається, та зворотного фільтру, пояснюючі коментарі до кожного розрахунку.

Курсовий проект оформлюється згідно стандартних вимог щодо написання й оформлення друкованих звітів (згідно вимог ДСТУ 3008-95). Обсяг роботи в аркушах не регламентовано, але за умов висвітлення всіх вище наведених пунктів завдання робота включатиме близько 8-10 стандартних аркушів А4, написаних шрифтом Times New Roman кегль 12 інтервал 1,5. Нумерація сторінок наскрізна, для заголовків бажано використовувати вбудовані стилі Word і ство-

рити автоматичний зміст у документі. Всі формули мають бути написані за допомогою редактору формул Word з використанням необхідних символів і знаків. Для створення графіків кривих гранулометричного складу рекомендується використовувати вбудовані інструменти Word або Excel.

Курсовий проект представляється студентом до захисту у встановлений термін у роздрукованому вигляді та в електронному форматі .pdf. Виконаний проект оцінюється за стандартною шкалою ECTS за таким розподілом балів – основна частина – 60% (1 розділ – 30%, 2 розділ – 30%), відповідність оформлення пояснювальної записки встановленим вимогам – 10%, правильність і наочність ілюстративної частини – 10%, захист проекту – 20%.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 3008-95 Документація. Звіти у сфері науки і техніки: Структура і правила оформлення. – [Чинний від 1996-01-01]. – Київ : Держстандарт України, 1996. – 39 с.

2. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти : підручник / М. Л. Зоценко та ін. – Полтава : ПНТУ, 2003. – 446 с.

3. Ананьев В. П. Инженерная геология : учеб. для строит. спец. вузов / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов. – Москва: Высш. школа, 2005. – 575 с.

4. Інженерно-геологічні властивості гірських порід та штучних ґрунтів/ Навчально-методичний посібник з дисципліни «Прикладна літоекологія і радіоекологія» (для студентів 3 курсу денної і 4 курсу заочної форми навчання спеціальності 6.070800 «Екологія та охорона навколишнього середовища») / Уклад. Л. П. Свіренко, К. Д. Бригінець, Д. В. Дядін. – Харків: ХНАМГ, 2004. – 58 с.

5. Швецов Г. И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты : учебник / Г. И. Швецов. – Москва : Высш. школа, 1987.

Навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання курсового проекту
з навчальної дисципліни

«ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА»
(для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальностями
101 – Екологія, 183 – Технології захисту навколишнього середовища)

Укладач **ДЯДІН** Дмитро Володимирович

Відповідальний за випуск *Т. В. Дмитренко*

За авторською редакцією

Комп'ютерний набір *Д. В. Дядін*

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2016, поз. 507М

Підп. до друку 30.06.2016
Друк на різнографі
Зам. №

Формат 60×84/16
Ум. друк. арк. 0,35
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017 р.