

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. - К.:Вища школа, 2005. – 671 с.
2. Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике. / Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф.- М.: Изд-У МЭИ, 2003. – 309 с.
3. Душкин С.С., Сорокіна Е.Б., Благодарна Г.І. Водопостачання й каналізація: конспект лекцій. - Х.: ХГАГХ, 2001. – 185с.
4. Водоподготовка: справочник. / Под ред. С.Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
5. Водопостачання (Навчальний посібник) // Найманов А.Я., Никиша С.Б., Насонкіна Н.Г., Омельченко Н.П., Маслак В.Н., Зотов Н.И., Найманова А.А.-Донецьк: Норд-комп'ютер, 2006 – 654 с.
6. Когановский А.М. Адсорбция й ионный обмен у процессах водоподготовки й очищения стічних вод/ А. М. Когановский - К. : Наукова думка, 1983. – 240 с.
7. Процеси й апарати хімічної технології: [підручник в 2-х частинах]. / Л.Л. Товажнянський, А. П. Готлинская. - Харків. : НТУ, «ХПИ», 2005. – 532 с.
8. Лапотышкина Н.П., Сазонов Р.П. Водоподготовка и водно-химический режим тепловых сетей. – М.: Энергоиздат, 1982. – 200с.

УДК 69.001.5;624.1

**Менейлюк О.І., Петровський А.Ф., Борисов О.О.**  
*Одеська державна академія будівництва і архітектури*

### **ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УЛАШТУВАННЯ ЗАХИСНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЕКРАНУ В ҐРУНТІ**

**Вступ:** важливою народногосподарською проблемою є захист ґрунтів і ґрунтових вод від фільтраційних стоків з різного роду відстійників, накопичувачів, сховищ. Підтоплення експлуатованих об'єктів і територій може бути викликано пошкодженням ізоляції каналів зрошувальних систем, аварійними ситуаціями на зношених водопровідних і каналізаційних мережах, і цілим рядом інших техногенних чи інших причин [1]. Крім ліквідації причин підтоплення часто виникають завдання локального захисту експлуатованих об'єктів від підтоплення. Також актуальним є питання захисту ґрунтів та підземних вод від радіоактивних відходів [2,3].

Під захисним екраном мається на увазі підземна конструкція, що має на меті перешкоджати вступу забруднених вод в підземні джерела, і складається з ґрунту основи, що здобуває внаслідок ін'єкції протифільтраційні властивості.

Як показав огляд [4-7], існуючі технології не завжди дозволяють влаштувати ефективний та недорогий захист підземного простору від забруднення шкідливими речовинами і підтоплення ґрунтовими водами.

Тому створення економічних інноваційних технологій, що дозволяють ефективно захистити підземний простір від забруднень, а також підтоплення, є актуальним завданням.

Попередні дослідження авторів дозволи-

ли визначити основний показник ефективності захисного екрану побудованого за ін'єкційної технології. Їм є коефіцієнт фільтрації. Існуючі методики визначення даного коефіцієнта не завжди застосовні для поставлених в дослідженнях завдань. Відповідно в даній роботі необхідно вирішити проблему коректного визначення коефіцієнта фільтрації в розробленому лабораторному стенді.

**Мета і завдання дослідження.** Метою даного дослідження є розробка методики визначення коефіцієнта фільтрації захисного екрану в лабораторній установці. До завдань, які необхідно вирішити, можна віднести вимір коефіцієнта фільтрації різних зразків екрану за стандартною методикою. Також необхідно визначити технологічну послідовність проведення випробувань в розробленому стенді. Після проведення серії експериментів, необхідно виконати, випробування коефіцієнта фільтрації захисного екрану в лабораторній установці і обчислити перехідний коефіцієнт для зіставлення результатів двох методик, методики по ДСТУ і розробленої для експериментального обладнання.

**Об'єкт і методи досліджень.** Створення всередині піщаного масиву водонепроникного горизонтального екрану в умовах, коли змінюються технологічні параметри. Метод проведення технологічних досліджень: експериментально - аналітичний.

**Результати дослідження.** Так як основною властивістю проти фільтраційного екрана є його гідрофобність, тобто здатність не пропускати підземні води, було вирішено вибрати основним показником таку фізичну характеристику ґрунту, як коефіцієнт фільтрації. Цей показник являє собою швидкість фільтрації при напірному градієнті, рівному одиниці, і виражається в м/доб. або см/сек.

Даний показник в роботі вимірювався приладом СПЕЦГЕО згідно нормативного документа [8]. Визначення коефіцієнта фільтрації також здійснювалося на лабораторному стенді, за розробленою методикою і через перехідний коефіцієнт наводилося до методики, згідно нормативного документа [8].

Згідно нормативного документа [8] були встановлені мінімальні допуски значення коефіцієнта фільтрації, при яких надійність протифільтраційних властивостей ґрунту можна вважати достатньою. Захисний екран має надійні протифільтраційні властивості при значенні коефіцієнта фільтрації менше або дорівнює 0,005 м/доб.

Лабораторний стенд (рис.1) являє собою металеву трубу довжиною 1,5 м. У дослідженнях використані міксер (для приготування розчину), лабораторні електронні ваги (точність  $\pm 1$ г), таймер, вискозиметр воронка Маршу, набір ключів для збирання і розбирання стенда, пристосування для ущільнення піщаного ґрунту.

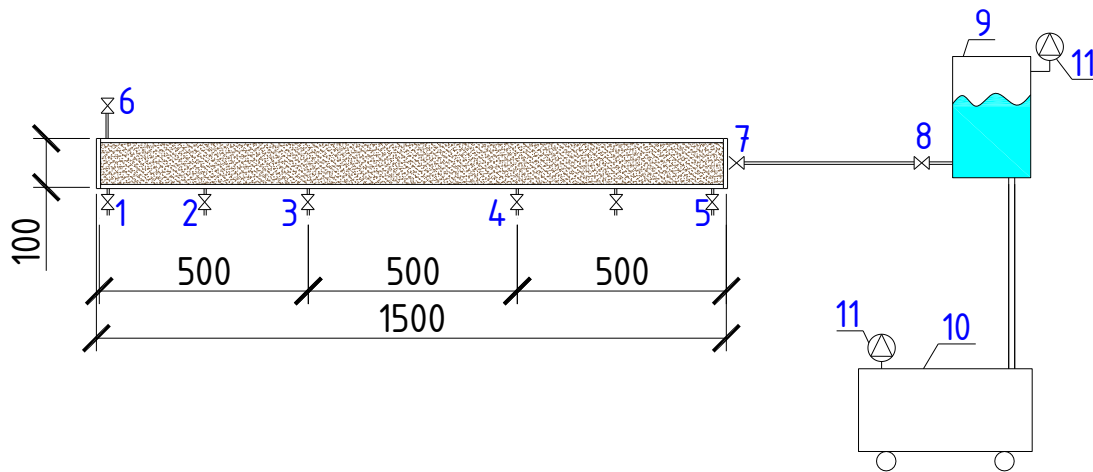


Рис.1. Схема лабораторної установки для проведення ін'єкцій  
1-8 – крани; 9. бак з водою; 10. компресор; 11. манометр.

Цикл випробувань включав до себе: підготовку лабораторного стенду до випробувань, заповнення циліндричного резервуара установки піщаним ґрунтом і приготування ін'єкційного розчину, процес ін'єктування з заданими параметрами, технологічну перерву, визначення коефіцієнта фільтрації за розробленою методикою в лабораторному стенді.

Підготовка лабораторного стенду до випробувань включає в себе мастило різьбових з'єднань, установку труби в вертикальне положення для заповнення піском, а також підготовку матеріалів, механізмів і приладів, які використовуються в випробуванні.

Заповнення циліндричного резервуара лабораторного стенду проводилося в вертикальному положенні з пошаровим ущільненням піщаного ґрунту (заповнювач). Ущільнення вироблялося трамбуванням. Таким чином, досягалася щільність, наближена до щільності

піщаного ґрунту в природних умовах. Після заповнення резервуара, труба встановлювалася в горизонтальне положення. Приготування розчину відбувалося в окремій ємкості безпосередньо перед початком ін'єкції. Відведені кількості компонентів вливалися в бак і за допомогою міксера перемішувалися в однорідний розчин.

При проведенні ін'єкції розчин періодично перемішувався, щоб не змінювалася концентрація розчину.

Ін'єкція розчином відбувалася з урахуванням заданих технологічних параметрів: певним тиском і впродовж заданого часу. Кран, що знаходиться в протилежному від місця введення розчину, залишався відкритим протягом усього досвіду, до того моменту, поки розчин не проходив через весь лабораторний стенд і не починав витікати через нього.

Для приготування ін'єкційних складів були використані такі матеріали, як бентонітовий порошок, хористи кальцій і рідке скло, м'яка-еластична гідроізоляційна смола MC-Injekt GL-95. Вибір даних матеріалів обумовлений їх вираженими гідрофобними властивостями.

Для приготування розчину ін'єкції бентонітовим порошком треба 5 літрів води і 350 г бентонітової порошку (70 г порошку на 1 л води). Кількість розчину для ін'єкції було отримано з розрахунку пористості піску. Співвідношення компонентів в розчині вибиралося виходячи з підбору по в'язкості. В'язкість визначали віскозиметром «воронка Маршу». За методикою визначили, що в'язкість води становить 37 сек. на 1 л, а кількість бентонітового порошку з розрахунку в'язкості розчину. Дані компоненти були влиті в бак і ретельно перемішувалися міксером. Робочий тиск ін'єкції складав 2 атм., а час ін'єкції 4 хв.

Для ін'єктування м'яко-еластичною гідроізолюючою смолою MC-Injekt GL-95 використовували таку кількість компонентів: А1 - 2,46 кг, А2 - 41г, В - 6 г. Компонент В має порошкоподібну структуру і розлучається на 3 л води. Всі компоненти вливали в бак і примушували. Ін'єкцію проводили під тиском 2,5 атм., тривалість становила 5 хвилин.

Перший етап ін'єкції. Ін'єкція розчином

рідкого скла.

Для ін'єкції використовували 1,3 кг (800 мл) рідкого скла і 2,5 л води, 1 кг хлористого кальцію і 3 л води.

Обсяг розчину: 3,8 л, початковий тиск ін'єкції - 0, кінцевий тиск - 4 атм. Час ін'єкції склало 1хв., (повне проходження розчину через секцію довжиною 1500 мм).

Другий етап ін'єкції. Ін'єкція хлористим кальцієм.

Обсяг розчину 4 л. Початковий тиск ін'єкції 2 атм., кінцевий - 5 атм. Час ін'єкції 1,5 хв., (повне проходження розчину через секцію довжиною 1500 мм).

*Методика визначення коефіцієнта фільтрації в лабораторному стенді.*

На першому етапі було визначено коефіцієнт фільтрації ґрунту (піску) без ін'єкції за допомогою лабораторної установки рис.2.

Потім проведені випробування ін'єктованого піщаного ґрунту (після закінчення терміну технологічної перерви) за допомогою лабораторної установки.

Дані випробування проводилися за наступною схемою:

- наповнюємо бак (9) водою, вимірюємо її температуру;

- включаємо компресор (10) і подаємо тиск. Значення величини тиску встановлюємо таким, щоб рух води було ламінарним (починаємо з мінімального тиску при якому буде рівномірний струмінь);

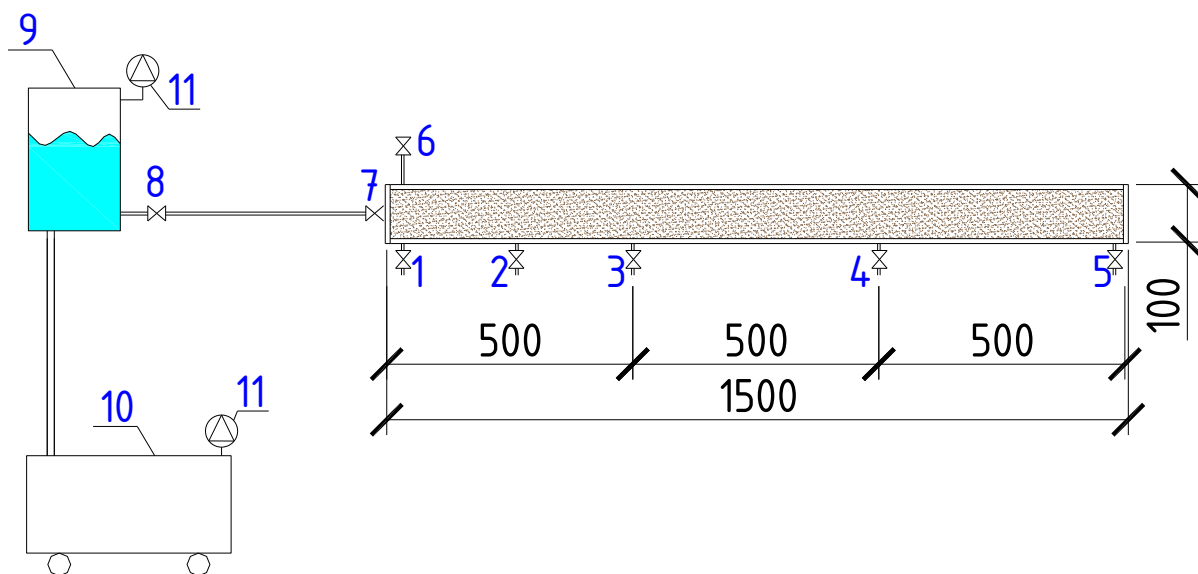


Рис. 2. Схема лабораторної установки для визначення коефіцієнта фільтрації  
1-8 – крани; 9 – бак з водою; 10 – компресор; 11 – манометр

- відкриваємо кран (7,8) і кран (1), при цьому інші крани закриті;
- підставляємо під кран (1) ємність, в яку буде текти профільтрувати вода;
- починаємо відлік часу фільтрації води, коли протягом рідини ламінарний;
- фіксуємо час фільтрації, кількість профільтрованої води, тиск;
- повторюємо ті ж дії з краном (2) (7,8), (3) (7,8), (4) (7,8), (5) (7,8);
- заносимо отримані дані в таблиці.

Результати визначення коефіцієнта фільтрації по приладу СПЕЦГЕО представлені в табл. 1. Дослідження по визначенню коефіцієнта фільтрації по приладу «СПЕЦГЕО» проводилися для ґрунту (піску) в сухому і насиченому стані. Були отримані значення для піску середнє зернистого складу в сухому стані - 36.81 м/сут, в зволоженому стані - 14.26 м/сут. Для визначення перехідного коефіцієнта бралося значення в водонасичено-

му стані.

*Результати визначення коефіцієнта фільтрації за розробленою методикою в лабораторному стенді з урахуванням перехідного коефіцієнта.*

Для визначення перехідного коефіцієнта ми брали середнє значення коефіцієнта фільтрації піску певного по приладу СПЕЦГЕО, а також середнє значення коефіцієнта фільтрації піску певного за розробленою методикою в лабораторному стенді. Маючи два значення коефіцієнта фільтрації чистого піску отриманих за різними методиками, визначали перехідний коефіцієнт, для приведення всіх результатів до методики по ДСТУ Б В.2.1-23: 2009 [8]. Значення перехідного коефіцієнта склало 1,3. У табл. 2 представлені результати всіх проведених випробувань, з урахуванням перехідного коефіцієнта.

Таблиця 1 - Результати експериментів по дослідженню коефіцієнта фільтрації доведені до методики ДСТУ Б В.2.1-23: 2009 [1] (k = 1,3)

№ п/п	Короткий опис ґрунту	Час фільтрації, с	Обсяг профільтр. води, см <sup>3</sup>	Коеф. фільтрації, см/с	Серед. коеф. фільтр. см/с	Темпер. води, °С
	ИГЭ	T	Q	k	k <sub>ср</sub>	t, °С
1	2	3	4	5	6	7
1	Пісок середньозернистий (в сухому стані)	50	55	0.04	0.0426	20 °С
2		50	50	0.04		
3		50	50	0.04		
4		50	60	0.048		
5		50	55	0.044		
6		50	50	0.04		
1	Пісок середньозернистий (в зволоженому стані)	60	25	0.0166	0.0165	20 °С
2		50	20	0.016		
3		50	22	0.0176		
4		60	23	0.0153		
5		60	25	0.0166		
6		50	21	0.0168		

Таблиця 2 - Журнал визначення коефіцієнта фільтрації за формулою з ДСТУ Б В.2.1-23: 2009, за допомогою приладу СПЕЦГЕО

Досліджуваний зразок	Знач. коеф. фільтр. на відстані від крана 1500мм (Кран 1), м/добу	Знач. коеф. фільтр. на відстані від крана 1000мм (Кран 3), м/добу	Знач. коеф. фільтр. на відстані від крана 500мм (Кран 4), м/добу	Знач. коеф. фільтр. на відстані від крана 50мм (Кран 5), м/добу	Середнє значення по всіх кранах м/добу
Чистий пісок	15.9	14.6	14.4	14.2	14.8
Пісок з ін'єкцією бентонітових розчином	5.04	3.17	2.9	3.2	3.6
Хлористий кальцій +рідке скло	1.13	0.47	0.42	0.5	0.6
М'яко-еластична гідроізоляційна смола MC-Injekt GL-95	14.3	водоупор	водоупор	водоупор	-

Виходячи з табл. 2, можна зробити висновки про фільтраційні властивості досліджуваних ін'єкційних складів. Ін'єкційний склад з бентонітовим порошком за ступенем водопроникності відноситься до сильноводопроникливого. Склад з хлористим кальцієм і рідким склом відноситься до водопроникливих. Найкращі показники за ступенем водопроникності показав протифільтраційний склад з м'яко-еластичної гідроізолюючої смолою MC-Injekt GL-95, він виявився не водопроникним, максимальний радіус поширення даного екрану склав 1,25 метра.

#### Висновки:

1. Розроблене обладнання (лабораторний стенд) дає можливість моделювати процес створення горизонтального протифільтраційного екрану у масиві ґрунту.

2. Проведені лабораторні дослідження дозволили визначити значення коефіцієнта фільтрації при різних рівнях технологічних факторів ін'єкції.

3. Порівняння результатів визначення коефіцієнта фільтрації в приладі СПЕЦГЕО і на лабораторному стенді дозволило визначити перехідний коефіцієнт (1,3).

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Вальков В.Ф. Экология почв: Учебное посо-

бие для студентов вузов. Часть 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

2. Чернобыльская катастрофа / НАН Украины; гл. ред. Барьяхтар В.Г. – К.: Наук. думка, 1995. – 560 с.
3. Чернобыль. Післяаварійна програма будівництва. Монографія. – К.: «Іван Федорів», 1998. – 456 с.
4. Пособие по проектированию полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов (к СНиП 2.01.28–85). – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 48с.
5. Пат. 2015248 С1 Российская Федерация, МПК5 Е 02 D 3/12. Способ создания протифильтрационной завесы в лессовом грунте / В. И. Осипов, С. Д. Филимонов, Б. Н. Мельников, Е. В. Кайль; заявл. 27.12.91; опубл. 30.06.94.
6. Пат. 2206663 С1 Российская Федерация, МПК7 Е 02 D 5/56, 5/20, 7/22. Способ возведения ограждающей протифильтрационной инженерно-защитной конструкции (варианты) / А.Н. Басиев, М.В. Зелов, А.Г. Икусов; заявл. 21.12.2001; опубл. 20.06.2003.
7. Бойко Г.А. Применение тонких протифильтрационных диафрагм в условиях Белоруссии. Строительство и архитектура Белоруссии / Г.А. Бойко, Г.Г. Азбель, Г.Н. Никольская. – 1980. – № 4. – С. 31.
8. Ґрунти. Лабораторні випробування. Загальні положення: ДСТУ Б В.2.1-3-96 (ГОСТ 30416-96).