

7. *Матлай І.І.* Розрахункова витрата та час концентрації дощового стоку з радіальних у плані басейнів з постійним поздовжнім похилом / І.І. Матлай, В.М. Жук, М.А. Саницький // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. Вип. 22.1 — Львів: НЛТУ — 2012. — С. 119-125.

8. *Жук В.М.* Теоретичні гідрографи притоку для дощів постійної в часі інтенсивності при змінній швидкості течії / В.М. Жук // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: Науково-технічний збірник. Випуск 15. – К.: КНУБА, 2010.– С. 119–130.

УДК 625.731

О.С. СЛАВІНСЬКА, доктор технічних наук
В.В. СТЬОЖКА, аспірант
О.С. СТРОКАЧ, аспірант
Національний транспортний університет

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЇ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ДРЕНУЮЧОГО ШАРУ ДОРОЖНЬОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Результати експерименту по визначенню коефіцієнту фільтрації піску підтвердили припущення, про вплив вібрації на швидкість фільтрації води в піщаному шарі. Оскільки збільшення інтенсивності вібрації призводить до зростання коефіцієнту фільтрації, потрібно враховувати вплив вібрації, яка передається на дренажні шари дорожньої конструкції від транспортного потоку.

Ключові слова: коефіцієнт фільтрації, вібрація, дренажний шар, гранулометричний склад, максимальна щільність, оптимальна вологість, коефіцієнт неоднорідності.

Результаты эксперимента по определению коэффициента фильтрации песка подтвердили предположение, о влиянии вибрации на скорость фильтрации воды в слое песка. Поскольку увеличение интенсивности вибрации приводит к увеличению коэффициента фильтрации, необходимо учитывать влияние вибрации, которая передается на дренажные слои дорожной конструкции от транспортного потока.

Ключевые слова: коэффициент фильтрации, вибрация, дренажный слой, гранулометрический состав, максимальная плотность, оптимальная влажность, коэффициент неоднородности.

An experiment on determination of the sand filtration coefficient was conducted using a standard methodology without influence and with influence of vibration. Assumption that a vibration influences on a filtration speed of water in a sandy layer was confirmed by the results of the experiment. According to the results of the experiment it is obvious, that the increase of vibration intensity results in the increase of the filtration coefficient. The influence of the vibration that is passed on the drainage layers of road structure from trafficis neededto be taken into account.

Keywords: filtration coefficient, vibration, drainage layer, grading, maximum density, optimum moisture, coefficient of heterogeneity.

Стаття віддзеркалює результати експериментальних досліджень залежності коефіцієнту фільтрації піску, який використовується як матеріал для влаштування підстильного шару основи в дорожній конструкції, від вібрації, його зернового складу та модуля крупності.

1. Постановка задачі

Відповідно до вимог [1], на ділянках доріг, де земляне полотно споруджується з ґрунтів із коефіцієнтам фільтрації менше за 0,5 м/доб (пилуватих пісків, супісків, суглинків та глин), слід передбачити осушення основи дорожнього одягу та ґрунтів верхньої частини земляного полотна. З цією метою може влаштовуватись дренажна система мілкого залягання, яка працює за принципом осушення. Однією з характеристик, яка впливає на економічну ефективність заходів з осушення основи дорожнього одягу та активної зони земляного полотна, є товщина підстильного дренажного шару з піску. Крім того, важливим показником піску, який використовується, є його зерновий склад та модуль крупності, оскільки за цими параметрами можна зробити висновок про можливість або неможливість застосування місцевого матеріалу, що суттєво знижує вартість будівництва.

Як йдеться в [1, 2], товщина піщаного дренажного шару, повністю насиченого водою ($h_{\text{нас}}$), залежить від коефіцієнту фільтрації.

Для влаштування дренажних шарів, що працюють за принципом осушення, слід використовувати матеріал з коефіцієнтом фільтрації не менше за 2 м/доб. При влаштуванні дренажного шару порівняно невеликої товщини (до 30 см) на всю ширину земляного полотна слід використовувати матеріали з коефіцієнтом фільтрації 10 м/доб і більше та коефіцієнтом неоднорідності $K_{60/10} \leq 5$, що мають незначне капілярне підняття.

При влаштуванні дренажного шару тільки на ширину проїжджої частини для крайкових дренажів повинні бути використані матеріали з коефіцієнтом фільтрації 10...20 м/доб. Більше значення коефіцієнта фільтрації відповідно збільшує довжину фільтрації, яка визначається кількістю смуг руху і типом поперечного профілю (одно- або двоскатний).

Для влаштування дренажного шару, що працює за принципом осушення, слід використовувати піщані ґрунти, які відповідають вимогам таблиці 1.

Таблиця 1

Вимоги до піщаних ґрунтів, які використовуються для влаштування дренажного шару

Коефіцієнт фільтрації піску еталона, $K_{Ф\epsilon}$	Коефіцієнт неоднорідності піску, $K_{60/10}$	Вміст частинок розміром менше 0,1 мм (у % не більше), при влаштуванні двоскатної проїжджої частини при кількості смуг руху	
		дві	чотири
40	< 3	<u>10</u>	<u>7,0</u>
		7,5	5,5
20	3 – 5	<u>7,0</u>	<u>5,5</u>
		6,5	4,5
10	5 – 10	<u>4,0</u>	<u>3,0</u>
		3,0	2,0
5	> 10	<u>2,0</u>	<u>1,2</u>
		1,5	1,0

Примітка. У чисельнику наведено дані для конструкцій з відводом води трубчастими дренами, у знаменнику – для конструкцій з відводом води через фільтруючий шар під узбіччями.

Як відомо, дорожній одяг – багатошарова конструкція в межах проїжджої частини автомобільної дороги, яка сприймає навантаження від автотранспортного засобу і передає його на ґрунт, тобто транспортний потік передає на піщаний дренуючий шар, який є складовою частиною дорожнього одягу, певне вібраційне навантаження.

Припустимо, що вібрація впливає на швидкість фільтрації води в піщаному шарі, тобто збільшує або зменшує його коефіцієнт фільтрації. Відповідно, даний фактор впливає на швидкість відведення води та загальну товщину дренуючого шару. Для перевірки справедливості даного припущення необхідно відібрати проби піску з різним зерновим складом та коефіцієнтом неоднорідності. Спочатку потрібно визначити коефіцієнти фільтрації відібраних матеріалів за стандартною методикою. Потім слід повторити експеримент, створюючи на установку для визначення коефіцієнту фільтрації вібраційний вплив з різними характеристиками. Проаналізувавши залежність коефіцієнту фільтрації матеріалів від параметрів вібрації, яка на них впливає, можна зробити висновок про доцільність подальшого дослідження залежності фільтраційних характеристик дренуючого шару від вібрації транспортного потоку.

2. Методика проведення експерименту та обладнання

Для проведення експерименту було відібрано та розподілено на фракції річковий пісок. Шляхом розсіву піску на ситах стандартного набору відповідно до [3] відібрано залишки на ситах з сітками № 063, 0315, 016 та частки, які пройшли крізь сито з сіткою № 016. Отримані залишки об'єднано у загальну пробу піску, визначено його групу за гранулометричним складом відповідно до [4] та модуль крупності згідно з [3] за формулою (1):

$$M_K = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{063} + A_{0315} + A_{016}}{100}, \quad (1)$$

де $A_{2,5}$, $A_{1,25}$, A_{063} , A_{0315} , A_{016} , – повні залишки на ситі з круглими отворами діаметром 2,5 мм і на ситах із сітками № 1,25; 063; 0315; 016, %.

Визначено коефіцієнт фільтрації отриманого піску за стандартною методикою [6] без впливу та із впливом вібрації. Вібрація створювалась за допомогою вібростола з можливістю регулювання інтенсивності вібрації. Зображення експериментальної установки на рис.1.

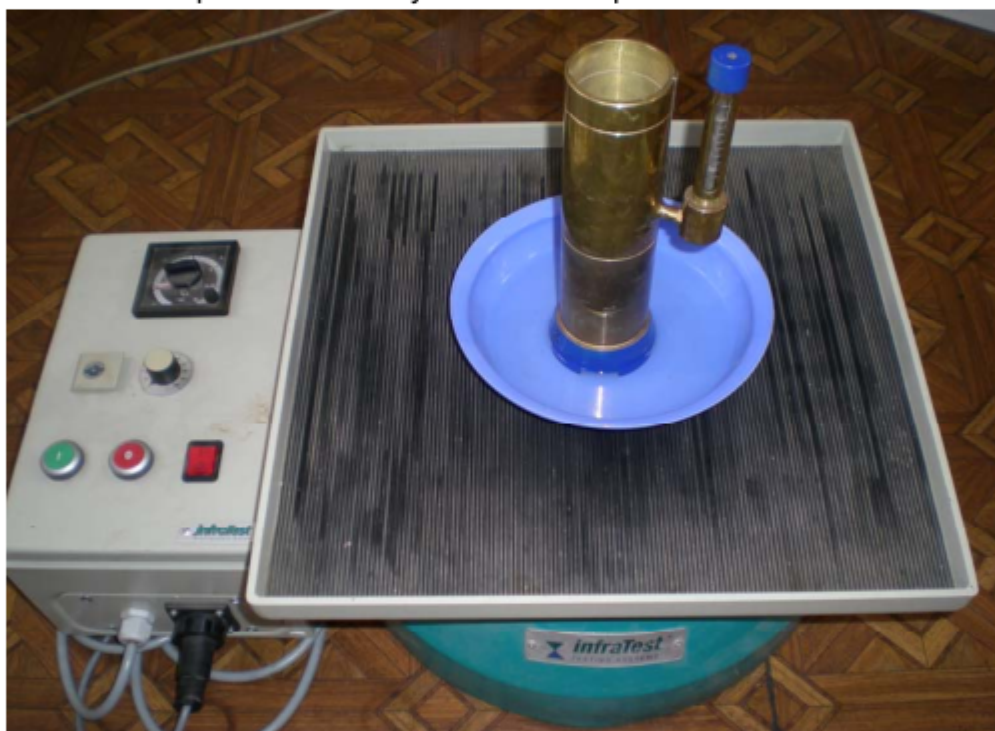


Рис.1. Зображення експериментальної установки для визначення коефіцієнту фільтрації піщаного ґрунту при дії вібрації

При проведенні експерименту з визначення коефіцієнта фільтрації використано прилади та обладнання випробувальної лабораторії ДП ДНТЦ «Дор'якість»: вібростіл; ваги лабораторні; термометр з похибкою вимірювання 0,5 °С; секундомір; ніж з прямим лезом; лопатка; прес гвинтовий; пластини пласкі з гладкою поверхнею; прилад СоюздорНИИ для визначення коефіцієнта фільтрації піщаних ґрунтів; трамбівка з масою падаючого вантажу 0,5 кг; ексикатор; сито з отворами діаметром 5 мм; циліндр мірний

місткістю 100 мм; чашка порцелянова; ємність для води; лінійка металева завдовжки 300 мм

3. Експериментальні результати та їх аналіз

Змішуванням різних фракцій отримано пісок наступного гранулометричного складу:

Таблиця 2

Гранулометричний склад піску для проведення експерименту

Найменування залишку	Залишки, % за масою, на ситах					Прохід крізь сито з сіткою № 016 (014), % за масою
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16 (0,14)	
Частковий	0	0	11	50	37	2
Повний	0	0	11	61	98	-

Модуль крупності отриманого піску, визначений за формулою 1, склав:

$$M_k = \frac{0 + 0 + 11 + 61 + 98}{100} = 1,70 .$$

Відповідно [4] (до табл.4), отриманий пісок за зерновим складом відноситься до групи дрібних пісків.

Згідно з [1], коефіцієнт неоднорідності піску $K_{60/10}$ склав 2.

Далі було визначено максимальну щільність ($\rho_{d \max}$) та оптимальну вологість (W_{opt}) піщаного ґрунту відповідно до [5] для подальшого використання при визначенні коефіцієнту фільтрації. Результати наведені в табл. 3. Графік залежності щільності сухого ґрунту від вологості при стандартному ущільненні зображено на рис. 2.

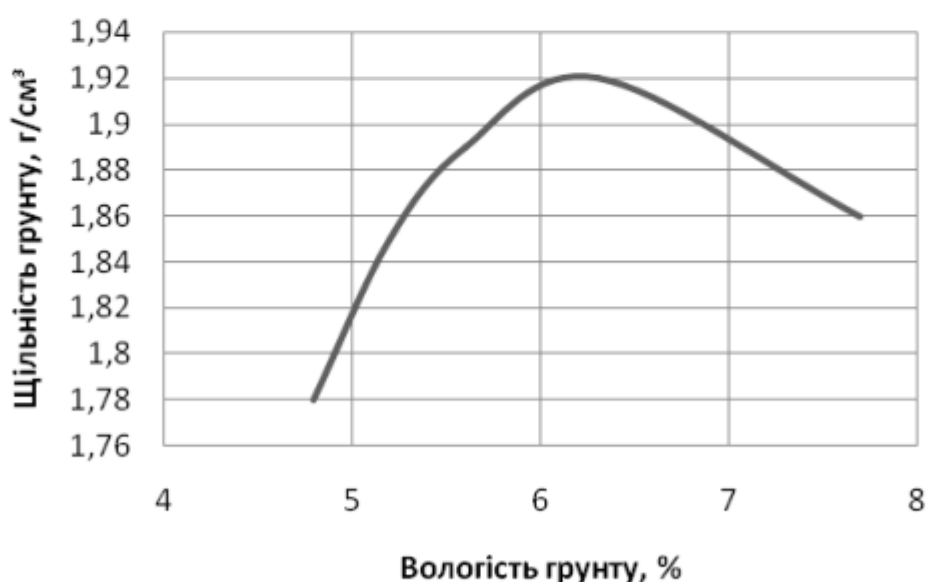


Рис.2. Графік залежності щільності сухого ґрунту від вологості при стандартному ущільненні

Після визначення максимальної щільності піщаного ґрунту було проведено вимірювання його коефіцієнту фільтрації без дії вібрації та при дії вібрації різної інтенсивності (на приладі присутній регулятор інтенсивності вібрації, випробування проводилось при встановленні регулятора на поділках 10, 20, 30, 40) за методикою, описаною в [6].

Таблиця 3

Результати визначення максимальної щільності ґрунту

№№	Визначення щільності				Визначення вологості						Щільність сухого ущільненого зразка ґрунту $\rho_{d\max}$
	маса, г				номер бюкса	маса, г			вологість w, %		
	контейнера без насадки m_4	контейнера без насадки з ущільненим зразком ґрунту m_5	ущільненого зразка ґрунту $m_5 - m_4$	щільність ущільненого зразка ґрунту, ρ_i , г/см ³		порожнього бюкса m_6	бюкса з вологим зразком ґрунту m_7	бюкса з сухим ґрунтом m_8	$(m_7 - m_8) / (m_8 - m_6)$	середнє арифметичне	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5489	7351,2	1862,2	1,86	174	14,45	57,70	55,69	4,87	4,8	1,78
					019	14,03	58,74	56,67	4,85		
					112	15,04	64,07	61,87	4,69		
2	5489	7438,1	1949,1	1,95	044	14,00	63,3	60,9	5,11	5,2	1,85
					050	14,03	60,5	58,2	5,22		
					001	14,05	66,4	63,8	5,22		
3	5489	7496,2	2007,2	2,01	279	15,22	69,1	66,2	5,69	5,6	1,89
					257	15,15	65,4	62,6	5,93		
					035	14,80	62,2	59,8	5,33		
4	5489	7533,6	2044,6	2,04	083	13,98	65,2	62,3	6,00	6,3	1,92
					005	14,04	64,5	61,5	6,32		
					114	15,04	69,9	66,5	6,60		
5	5489	7498,7	2009,7	2,01	014	14,03	65,7	61,9	7,93	7,7	1,86
					020	14,53	64,8	61,1	7,94		
					174	14,45	68,3	64,7	7,16		

Коефіцієнт фільтрації K_{10} (м/доб), приведений до умов фільтрації при температурі 10 °С, відповідно до [6] обчислюється за формулою:

$$K_{10} = \frac{864 \cdot V_w}{t_m \cdot A \cdot T \cdot J},$$

де V_w – об'єм води, що профільтрується, при одному вимірюванні, см³; t_m – середня тривалість фільтрації (за вимірюваннями при однакових витратах води); A – площа поперечного перерізу циліндра фільтраційної трубки, см²;

J – градієнт напору; $T = (0,7 + 0,03 T_f)$ – поправка для приведення значення коефіцієнта фільтрації до умов фільтрації води при температурі 10 °С, де T_f – фактична температура води при випробуванні, °С; 864 – перехідний коефіцієнт (від см/с до м/доб).

Результати експерименту наведені в табл. 4 та на рис. 3.

Таблиця 3

Результати визначення коефіцієнту фільтрації ґрунту

Інтенсивність вібрації	Час фільтрації (T), с	Коефіцієнт фільтрації, м/д
Без вібрації	48	17,2
10	46	17,9
20	46	17,9
30	38	21,7
40	38	21,7

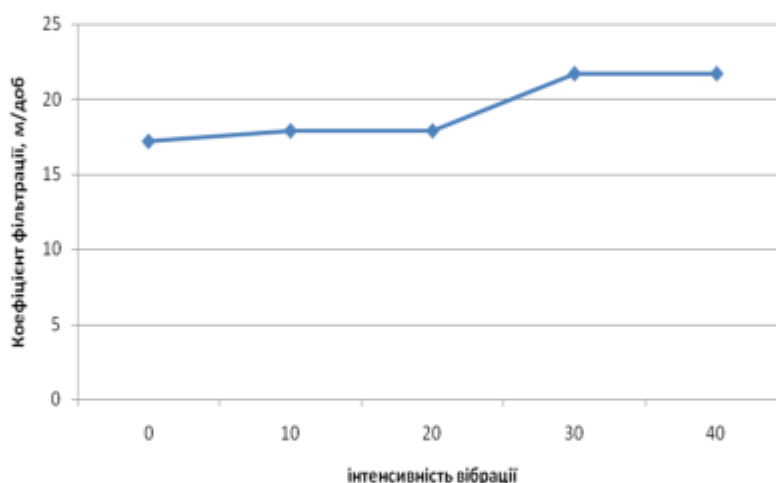


Рис.3. Коефіцієнт фільтрації ґрунту в залежності від впливу вібрації

Аналіз результатів. З результатів експерименту видно, що при збільшенні інтенсивності вібрації коефіцієнт фільтрації збільшується.

Висновки

Припущення, що вібрація впливає на швидкість фільтрації води в піщаному шарі підтвердилось результатами експерименту. Було встановлено що при збільшенні інтенсивності вібрації коефіцієнт фільтрації збільшується. Це дає підставу проводити подальші дослідження, які будуть полягати в наступному:

1. Моделювання вібрації транспортного потоку різної інтенсивності та складу.
2. Створення установки для визначення коефіцієнту фільтрації ґрунту при заданих параметрах вібрації.

3. Проведення експериментальних досліджень з матеріалами різного гранулометричного складу, модуля крупності, коефіцієнта неоднорідності, коефіцієнта фільтрації та ін.

4. Удосконалення методики визначення пропускну здатності дренажної конструкції мілкового залягання з урахуванням впливу вібрації на фільтраційну здатність матеріалу дренажного шару основи.

Список літератури

1. *ВБН В.2.3-218-186-2004* Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу.

2. *М 218-02070915-684:2011* Методика визначення пропускну здатності дренажної конструкції мілкового залягання з урахуванням річного циклу роботи.

3. *ДСТУ Б В.2.7-232:2010* Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань.

4. *ДСТУ Б В.2.7-29-95* Будівельні матеріали. Дрібні заповнювачі природні, із відходів промисловості, штучні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Класифікація.

5. *ДСТУ Б В.2.1-12:2009* Основи та підвалини будинків та споруд. Ґрунти. Метод лабораторного визначення максимальної щільності.

6. *ДСТУ Б В.2.1-23:2009* Основи та підвалини будинків та споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації.

*Присвячується пам'яті професора
Віктора Вікторовича Смылова*

УДК 532.517

Ю.М. КОНСТАНТИНОВ, кандидат технічних наук

О.О. ГІЖА, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

ПІДПЕРТИЙ ГІДРАВЛІЧНИЙ СТИБОК У ВОДОБІЙНОМУ КОЛОДЯЗІ

Розглядаються загальні характеристики підпертого гідравлічного стрибка перед різними гасителями енергії, вплив числа Фруда на початку стрибка, ступеня підпертості на всі параметри стрибка, вплив наповнення відвідного каналу на глибину водобійного колодязя. Показано, що на максимальну глибину колодязя впливає також кривизна вільної поверхні на виході з нього.

Ключові слова: гідравлічний стрибок, підпертість, реакція уступу, наповнення, глибина колодязя, кривизна потоку на виході з колодязя.