



• © А.С. Литвиненко, зав. лабораторії ґрунтів та земляного полотна (ДерждорНДІ)

ДО ПИТАННЯ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЇ НА ФІЛЬТРАЦІЙНУ ЗДАТНІСТЬ ПІСКІВ “ДРЕНУЮЧОГО” ШАРУ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ

Анотація. Виконано лабораторні дослідження для відтворення результатів досліджень впливу вібрації на фільтраційну здатність піску, що була опублікована у шостому номері журналу за 2012 рік [1], а також розкриті недоліки у випробуваннях на фільтрацію на приладі СоюздорНДІ.

Ключові слова: автомобільна дорога, дорожній одяг, пісок, фільтрація, вібрація.

Аннотация. Выполнено лабораторные исследования для воспроизведения результатов исследований влияния вибрации на фильтрационную способность песка, опубликованной в шестом номере журнала за 2012 [1], а также раскрыты недостатки в испытаниях на фильтрацию на приборе СоюздорНДІ.

Ключевые слова: автомобильная дорога, дорожная одежда, песок, фильтрация, вибрация.

Annotation. Completed laboratory studies to reproduce the results of research on the effects of vibration filtering ability of sand, which was published in the sixth issue of the journal for 2012 [1] and revealed flaws in the trials for filtering on the device SoyuzdorNYY.

Key words: road, pavement, sand, filtration, vibration.

Вступ

Загально відомо, що вібрація, як із використанням великої кількості води (віброфлотация) [2, с. 441], так і без неї, дуже сприяє гарному ущільненню піщаних ґрунтів. Внаслідок дії вібрації значно зменшується пористість пісків і відповідно погіршуються їх фільтраційні властивості. Тому при ознайомленні із роботою [1], нас дуже здивували як зроблені там висновки, так і методика проведення досліджень, а в решті-решт і посилення на певні нормативні документи. Також нас здивував і вигляд графіків стандартного ущільнення пісків наведених на рис. 2 – 4 цієї роботи, що суттєво відрізняється від “типових” для цих видів ґрунтів, наприклад, від наведених на рис. 22 [3, с. 48], які є так би мовити “класикою жанру”. Та і ми, раніше, практично ніколи не отримували подібних графіків, можливо через те, що завжди починали стандартне ущільнення пісків із “нульової” вологості при якій, до речі, густина сухого ґрунту найкраще відповідає можливій найбільшій густині сухого ґрунту, яка згодом досягається в процесі стандартного ущільнення при переході їх до стану повного водонасичення – $S_r \geq 0,8$, внаслідок витискання повітря.

Оскільки досліди в роботі [1] виконувались на модельних сумішах, а наша лабораторія має достатню колекцію різних ґрунтів, що дає змогу змоделювати більшість будь-яких штучних сумішей, то ми вирішили повторити дослідження, описані в роботі [1] у нашій лабораторії.

Основна частина

Із метою кращого порівняння результатів наших випробувань із результатами, наведеними у роботі [1], ми показали їх разом на **рис. 1 – 3**. На **рис. 4**, у графічній формі (інакше неможливо визначити коефіцієнт неоднорідності – C_u [4, с. 29]), показано інтегральні графіки гранулометричних складів досліджуваних ґрунтів, а у **табл. 1** основні параметри стану модельних сумішей при їх фільтраційних випробуваннях.

Як видно з усіх трьох рисунків (**рис. 1 – 3**) різниця між обома стандартними ущільненнями разюча. Важко пояснити чим обумовлено такі маленькі значення ρ_d при стандартному ущільненні в роботі [1]. Можливо недостатньою масою основи на якій здійснювались ущільнення, можливо і ще якимись причинами. Однак більш важливим, зокрема для всієї дорожньої галузі, є те, що (як ми



Таблиця 1

Вид і стан модельних сумішей при випробуваннях на фільтрацію

Проба ґрунту	Гранулометричний склад, %						Ступінь неоднорідності, C_u од.	ρ_{max} Г/см ³	Стан при фільтрації		Статистичні параметри фільтрації. Прилад КФ-00М			
	Розмір фракцій d , мм								ρ_d г/см ³	e ч.о.	K_f м/д	S м/д	K_v %	n од.
	5,0 – 2,5	2,5 – 1,25	1,25 – 0,63	0,63 – 0,315	0,315 – 0,16	< 0,16								
1 (П.Г.З.)	–	30	30	20	15	5	4,8	1,92	1,955 (1,02)	0,36	5,7	0,24	4,3	12
2 (П.С.З.)	–	15	25	40	10	10	3,9	1,88	1,942 (1,03)	0,36	4,3	0,43	10,1	12
3 (П.С.З.)	–	–	10	40	40	10	2,2	1,78	1,847 (1,04)	0,43	6,1	0,61	10,0	12

вже неодноразово згадували у попередніх наших роботах) результати стандартного ущільнення будь-яких ґрунтів або взагалі не представляються у графічній формі, або представляються у вигляді окремих графіків (згідно чинних ДСТУ, ГОСТ) [5], як це зроблено в роботі [1]. Через таке представлення неможливо оцінити стан ґрунту, який досягається при ущільненні, відносно всієї можливої сукупності станів цього ґрунту залежно від його вологості і густини сухого ґрунту. Не вирішує цього питання і “Зміна № 1 до ДСТУ Б В.2.1-12:2009” [6].

Та найкраще результати стандартного ущільнення представляти саме так, як це показано на **рис. 1 – 3**. І хоча для старшого покоління фахівців таке представлення результатів стандартного ущільнення може здатись дещо складним, то для молодшого покоління, яке добре володіє комп’ютером, це повинно стати невід’ємною звичкою. Ситуація ще більш спрощується коли в комп’ютері зберігається копія основної координатної сітки, яка при кожному конкретному графічному представленні лише дещо змінюється з врахуванням показника густини частинок ґрунту – ρ_s та початком відліку показників w і ρ_d на координатних осях.

Для зв’язних ґрунтів, на лінії показника повного водонасичення ґрунту – $S_r = 1,0$, обов’язково повинні бути вказані значення границі розкочування – W_p і границі текучості – W_L , щоб

всі завжди чітко бачили і усвідомлювали який стан ґрунту досягається як в процесі лабораторного ущільнення, так і на виробництві, де досягаються ще більші значення ρ_d [7] ніж при лабораторному ущільненні.

Для піщаних ґрунтів, як це показано на **рис. 1 – 3**, обов’язково повинні бути вказані межі їх невеликої, середньої і великої щільності згідно даних табл. Б.18 [4 с. 39]. І хоча ці значення відповідають піщаним ґрунтам у їх природньому заляганні, це тим не менше дозволяє краще усвідомлювати яким повинен бути стан піску після його штучного ущільнення у земляному полотні автомобільних доріг, оскільки штучно ущільнені піски завжди повинні мати значно більшу густину сухого ґрунту порівняно із природними, а з ними за ущільненістю, можуть конкурувати хіба-що флювіогляціальні піски, що колись вкривались льодовиком.

Як видно із даних, що наведені на **рис. 1 – 3**, результати всіх наведених у роботі [1] стандартних ущільнень показують дуже невеликі значення густини сухого ґрунту, які викликають певні сумніви у їх правильності. Невже грубозернистий пісок (проба 1 [1]) зі збільшенням вологості ущільнення стає пухкішим і переходить зі стану великої густини до стану середньої? Чому графік одного із середньозернистих пісків (проба 2 [1]), має добре виражений максимум при досить маленькому значенні густини сухого ґрунту



і зовсім невеликій вологості ущільнення ($W \approx 7,0\%$), а інший середньозернистий пісок (проба 3 [1], про визначення виду пісків, зокрема за модулем “крупності”, ми поговоримо далі) однорідний, за гранулометричним складом при ущільненні взагалі не виходить із меж середньої густини? Але результатом будь-якого випробування повинна бути не тільки констатація якогось факту, а й прийняття рішення по цьому факту. Таким чином цей однорідний пісок, навіть незважаючи на його потенційно великі фільтраційні властивості, у жодному разі неможливо використовувати не тільки у дренажному шарі, але й в земляному полотні взагалі (без спеціального обґрунтування, і додаткових заходів, в окремих безвихідних умовах, наприклад: за відсутності інших ґрунтів). Такий пісок при спорудженні насипів завжди буде дуже погано ущільнюватись, а в процесі експлуатації перебуватиме у стані “киплячого шару”, що буде причиною руйнування дорожнього одягу не тільки у водонасиченому, а й у сухому стані. Тобто такий пісок взагалі не можна рекомендувати до використання в основі дорожніх одягів.

Таким чином стосовно всіх проб пісків, наведених у роботі [1], можна сказати, що якщо зразок будь-якого піску спочатку дуже погано ущільнити у фільтраційному приладі СоюздорНИИ, а потім ще й добре розтрусити якийсь час на вібростолі із невідомо якою частотою і амплітудою вібрації та без привантаження, яке б хоч якось моделювало вагу дорожнього одягу, а конструкція будь-якого приладу для визначення коефіцієнта фільтрації цього зробити не дає змоги, то зрозуміло що коефіцієнт фільтрації при цьому може дещо збільшитись, але тільки завдяки збільшенню його пористості (зменшення густини сухого ґрунту), а не через “надтекучість” води при вібрації. Але яке це має відношення до можливих вібраційних коливань в основі дорожніх одягів від руху транспорту? Все ж таки мабуть перед тим як провести подібне дослідження треба було б спочатку визначити, які ж вібрації можуть виникати в основах дорожніх одягів на реальних дорогах, а зробити це ще мабуть дуже і дуже непросто, і тільки потім робити висновки про те, що коефіцієнти фільтрації при таких вібраційних коливаннях може зростати. Тільки завдяки чому? І ще одне питання, як здійснювався відлік часу, у процесі фільтрації чи після неї? Оскільки навіть у відносно сприят-

ливих умовах роботи із приладом КФ-00М виконувати цю операцію при коефіцієнтах фільтрації більших 5 м/д не так то просто.

Окрім того, для більшої впевненості щодо значення будь-якого показника необхідно мати декілька вимірів цього показника і бажано при різних гідравлічних напорах, як, наприклад, показано у **табл. 2**.¹ Це потрібно для того, щоб можна було оцінити статистичні параметри цього показника через його середнє значення у досліді, та середнє квадратичне відхилення, без яких висновок про величину значення коефіцієнта фільтрації, а тим більше про інтенсивність його зміни у той чи інший бік при вібрації не будуть достатньо обґрунтованими, оскільки: “Результати вимірювань можуть бути використані за умов, якщо відомі відповідні характеристики похибок або невизначеності вимірювань [8]”.

Однак, як нам відомо, і про що ми вже теж писали раніше [9], фільтраційний прилад СоюздорНИИ взагалі не придатний до таких фільтраційних випробувань через свої конструктивні недоліки. Один із недоліків цього приладу стосується ще й методика випробувань. Вона полягає у необхідності ущільнення зразка піщаних ґрунтів при так званій “оптимальній” вологості у три шари. Це значно ускладнює визначення густини сухого ґрунту, при якій відбувається фільтрація і яка є чи ненайголовнішим параметром, що впливає на швидкість фільтрації. До речі, в роботі [1] також нічого не говориться ні про густину сухого ґрунту чи коефіцієнт пористості, при якій у кожному конкретному випадку відбувалась фільтрація, ні про коефіцієнт неоднорідності досліджуваних ґрунтів, що є також дуже важливим фактором цього процесу.

Головна ідея фільтраційного випробування (і цьому цілком відповідає прилад КФ-00М) – це змога оцінити коефіцієнт фільтрації пісків при будь-якій густині сухого ґрунту і не більше. А для цього не важливо як укласти піщаний ґрунт у циліндр фільтраційного приладу, якої вологості, у скільки шарів, якою трамбовкою тощо. Головне, щоб необхідну густину було досягнуто, і це швидко й зручно можна було б перевіряти ще до випробування. Для дорожників так само важливо, щоб у кожному випадку густина сухого ґрунту у приладі була не менше ρ_{dmax} , а ще краще коли вона буде становити $(K_{ущ} = 1,02 - 1,05) \cdot \rho_{dmax}$, що

¹Інші подібні таблиці визначення коефіцієнта фільтрації для випробувань, що виконувались у нашій роботі тут не представлені через брак місця.



більше відповідає реальним (виробничим) умовам ущільнення пісків у робочому шарі земляного полотна чи “дренуючому” шарі дорожнього одягу.

Таким чином, оскільки найбільш просто працювати саме із сухим піском ($W \approx 0\%$), ми рекомендуємо при фільтраційних випробуваннях ущільнювати піщані ґрунти в циліндрі приладу КФ-00М саме при цій вологості. А для досягнення умов, що відповідають умовам майбутньої роботи пісків у робочому шарі дорожньої конструкції, їх ущільнення необхідно здійснювати у сім шарів масою по 70 г на кожний шар і по 20 ударів трамбівкою масою 1,5 кг на кожний шар, що падає з висоти 50 см. Після закривання обох торців фільтраційної трубки приладу денцями із сіточками можна зразу перевірити наскільки досягнута густина сухого ґрунту при цьому відповідає ($\rho_{dmax} \cdot K_{ущ}$) шляхом зважування на вагах. І якщо виникає необхідність, то сухий пісок завжди легко висипається із фільтраційного циліндра і швидко готується нова проба.

Та проаналізуємо зміст роботи [1] далі: “...важливим показником піску...є його зерновий склад та модуль крупності...”. Як буде показано далі, то абсолютно незрозуміло до чого тут модуль “крупності”, на який у своїй роботі постійно посилається автор, а заодно і посилання на [10]. Уже навіть із назви цього ДСТУ “Дрібні заповнювачі для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт (класифікація)” видно, що передусім там йдеться саме про матеріали і виробу, наприклад: цементобетон, асфальтобетон тощо. Більше того, якщо тепер перейти від класифікації до ДСТУ Б В.2.7-32-95 [11] (технічні умови), а потім до ДСТУ Б В.2.7-232:2010 [12] (методи випробувань), то там ніде не йдеться про необхідність визначення коефіцієнта фільтрації тому, що для будівельних матеріалів і виробів це є неактуальним випробуванням. А оскільки для визначення коефіцієнта фільтрації є окремий ДСТУ Б В.2.1-23:2009 [13], який входить до розділу “Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти”, то і класифікувати піски у цьому випадку краще за ДСТУ Б В.2.1-2-96 [4], як і будь-який інший ґрунт для спорудження земляного полотна чи специфічний – для спорудження дренажів, тим паче, що там є такий важливий для оцінки фільтрації показник як ступінь неоднорідності пісків – C_u , про який побіжно згадується в роботі [1], але не приводяться значення цього показника для модельних сумішей.

Дивує також, що у [10, С. 6] в примітці до класифікації пісків як будівельних матеріалів за

зерновим складом сказано, що: “При визначенні групи піску за зерновим складом вирішальним значенням є значення модуля крупності” (краще б сказати модуля зернистості, оскільки цей показник так чи інакше оцінює вид піску саме за гранулометричним складом). Як би там не було, але якщо подивитись на інтегральні графіки гранулометричних складів модельних сумішей, що наведені на **рис. 4**, то для проби № 3 язик не повертається стверджувати, що це є дрібнозернистий пісок, та ще й на межі з дуже дрібним (чи не пилюватим бува?), а не середньозернистий, який би модуль “крупності” цей пісок не мав. Та залишимо цей термін – “модуль крупності”, так би мовити, на совісті розробників ДСТУ [11]. Ми ж рекомендуємо при оцінці виду пісків при спорудженні будь-яких конструктивних елементів земляного полотна і дренажних споруд користуватись ДСТУ [4]. Отже, в аналізованому дослідженні маємо один грубозернистий пісок (проба № 1) і два середньозернисті піски (проби № 2 і № 3). Один із них (проба № 3) до того ж є ще й однорідним – $C_u = 2,2$.

Переходячи врешті-решт безпосередньо до оцінки фільтраційних властивостей модельних сумішей за даними нашого дослідження можемо константувати таке. Всі ці три суміші, через свій досить грубозернистий склад є грубо і середньозернисті піски [4], які навіть у дуже добре ущільненому стані ($\rho_d = 1,955 - 1,847$ г/см³; $e = 0,36 - 0,44$), в якому вони і повинні бути в робочому шарі земляного полотна і “дренуючому” шарі дорожнього одягу, мають досить великі значення коефіцієнта фільтрації $K_f = 4,3 - 6,1$ м/д при невеликих значеннях середнього квадратичного відхилення – $S = 0,24 - 0,61$ м/д і коефіцієнта варіації – $K = 4,3 - 10,1\%$ (**табл. 1**). Дуже велике значення при цьому має ступінь неоднорідності. Тобто чим більш однорідним є пісок (проба № 3; $C_u = 2,2$), тим більшим є коефіцієнт фільтрації $K_f = 6,1$ м/д. Таким чином результати нашого дослідження підтверджують і так відомі раніше факти.

І найголовніше, через що автор роботи [1] проводив своє дослідження: “...на ділянках доріг, де земляне полотно споруджується з ґрунтів із коефіцієнтом фільтрації менше за 0,5 м/д (пилюватих пісків, супісків, суглинків і глин), слід передбачити осушення основи дорожнього одягу та ґрунтів верхньої частини земляного полотна. ... Однією із характеристик... є товщина підстильного дреноуючого шару з піску”.

Однак можливо краще було б не допускати перезволоження цих конструктивних елементів



влаштувати там “дренуючі” піщані шари, як і з будь-яких інших пористих матеріалів? От, що про це сказано у роботі [14, С. 4]: “Если нижний слой дорожной одежды выполнен из пористых по паропроницаемости слоев (песок, щебень, гравий, гравийно-песчаная смесь, шлак, жерства, горелая порода, гранотсев и др.), то весной в верхней части полотна накапливается относительно больше влаги и значения W_p возрастают, а E_y , ϕ , c снижаются. Если нижний слой одежды выполнен из плотных по паропроницаемости слоев (грунты укрепленные различными органическими или минеральными вяжущими, грунтощебень), то весной в верхней части полотна накапливается относительно меньше влаги (на 10 – 20 % меньше, чем под пористыми слоями), а значения E_y , ϕ , c возрастают (на 30 – 70 % выше, чем под пористыми слоями)”. Багато з чим у роботі [14] сьогодні можна сперечатись, але з усього іншого процитоване викликає найбільшу довіру. Врешті-решт ми також не заперечуємо щодо необхідності певного дренажу основи дорожніх одягів, але це, як ми показали в роботі [9], необхідно робити дещо іншими засобами, і передусім приділити увагу відведенню води під узбіччями.

Висновки

У роботі [1] досить часто згадується модуль “крупності” складених сумішей згідно з [10], який є певним аналогом до класифікації виду пісків за [4]. Водночас, на нашу думку, в подібних дослідженнях нема сенсу прив’язуватись до ДСТУ, які характеризують піщані ґрунти як “Будівельний матеріал”, оскільки їх простіше і правильніше розглядати як “ґрунти” на рівні всіх інших ґрунтів, з яких споруджується як земляне полотно, так і будь-які дренажі, тим паче, що це дає змогу робити і ДСТУ [13]. А фільтраційний прилад КФ-00М і зручніший у користуванні, і дає можливість більш точно та контрольовано проводити дослідження на всіх етапах.

Стосовно можливого збільшення коефіцієнта фільтрації пісків при вібрації, як відмічено у роботі [1], то і наш, і світовий досвід свідчить, що майже будь-яка вібрація, хіба що за винятком землетрусу чи вибуху спрямованого на висадження породи, призводить тільки до збільшення густини пісків і зменшення швидкості фільтрації води в них, а про випадки “надтекучості” води при вібрації нам невідомо.

Проведені експерименти та їх аналіз ще раз підтвердив наші попередні висновки і пропозиції [9] щодо необхідності термінового скасування розділу 6.2 [13] і відмови від використання

в дорожніх лабораторіях фільтраційного приладу СоюздорНИИ.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Стьожка В.В.** Дослідження впливу вібрації на фільтраційну здатність піску // Автошляховик України. – 2012. – № 6. – С. 28 – 35.
2. **Хоу Б.К.** Основы инженерного грунтоведения / Перевод с английского под ред. проф. Н.Н. Маслова. – М.: Стройиздат, 1966.
3. **Бируля А.К., Бируля В.И., Носич А.И.** Устойчивость грунтов дорожного полотна в степных районах. – М.: Дориздат, 1951.
4. **ДСТУ Б В.2.1-2-96.** Основи та підвалини будинків і споруд. ґрунти. Класифікація. – К.: Держбуд, 1997.
5. **ДСТУ Б В.2.1-12:2009.** Основи та підвалини будинків і споруд. ґрунти. Метод лабораторного визначення максимальної щільності. – К.: Мінрегіонбуд, 2010.
6. **Зміна № 1 до ДСТУ Б В.2.1-12:2009.** Основи та підвалини будинків і споруд. ґрунти. Метод лабораторного визначення максимальної щільності. – К.: Мінрегіонбуд, 2011.
7. **Литвиненко А.С.** Ще до питання нормування ступеню ущільнення та контролю якості ущільнення ґрунтів земляного полотна автомобільних доріг // Дороги і мости : Зб. наук. статей. – 2010. – Вип. 12. – С. 90 – 101.
8. **Закон України** “Про метрологію та метрологічну діяльність”. Відомості Верховної Ради України зі змінами від 01.06.10 р. Київ 1998 р.
9. **Литвиненко А.С.** Щодо питання відмови від влаштування “дренуючих” піщаних шарів в основі дорожніх одягів автомобільних доріг // Автошляховик України. – 2012. – № 6. – С. 43 – 46.
10. **ДСТУ Б В.2.7-29-95.** Будівельні матеріали. Дрібні заповнювачі природні, із відходів промисловості, штучні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Класифікація. – К.: Держкоммістобудування України, 1996.
11. **ДСТУ Б В.2.7-32-95.** Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови. – К.: Держкоммістобудування України, 1996.
12. **ДСТУ Б В.2.7-232:2010.** Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010.
13. **ДСТУ Б В.2.1-23:2009.** Основи та підвалини будинків і споруд. ґрунти. Методи лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації. – К.: Мінрегіонбуд, 2010.
14. **Методические рекомендации по назначению расчетных параметров грунтов при проектировании дорожных одежд в УССР.** – Харьков: Миндорстрой УССР, ХАДИ, 1974.

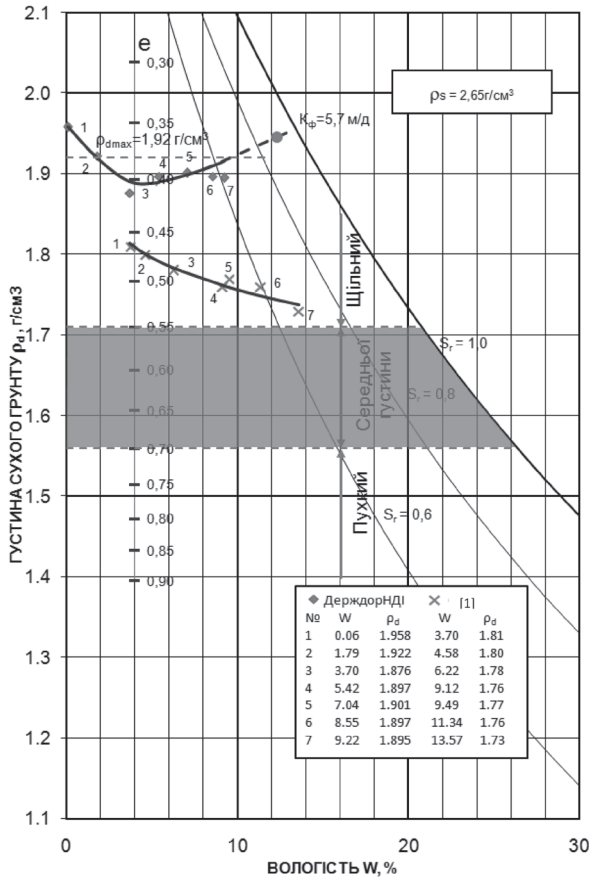


Рис. 1. Визначення ущільненості піску грубо та середньозернистого згідно з табл. Б.18 ДСТУ Б В.2.1-2-96 – Проба № 1

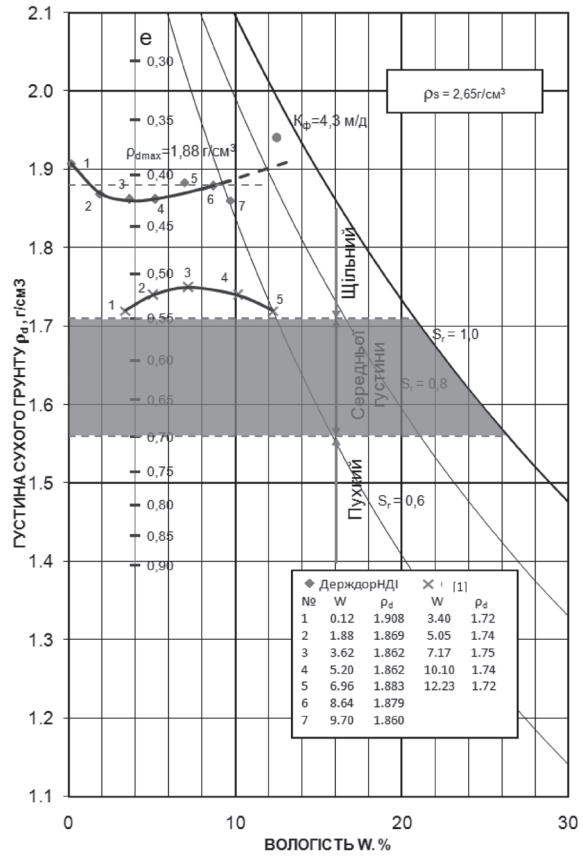


Рис. 2. Визначення ущільненості піску грубо- та середньозернистого згідно з табл. Б.18 ДСТУ Б В.2.1-2-96 – Проба № 2

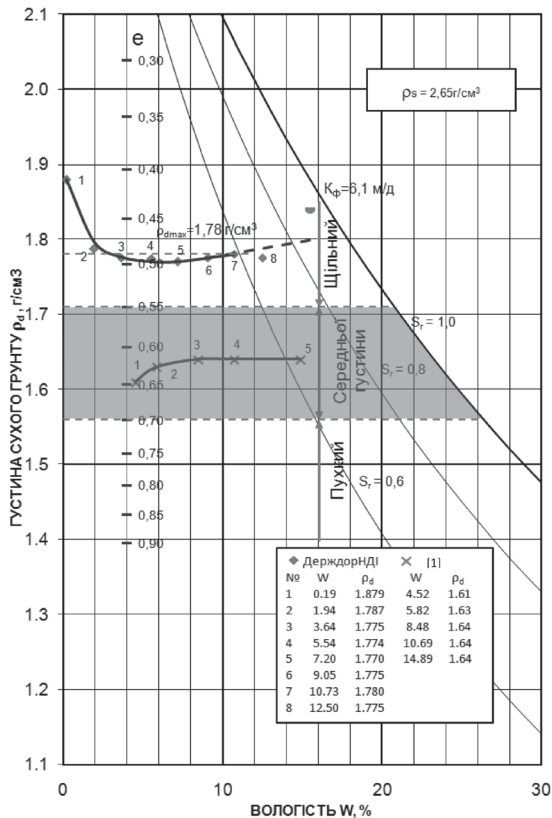


Рис. 3. Визначення ущільненості піску грубо- та середньозернистого згідно з табл. Б.18 ДСТУ Б В.2.1-2-96 – Проба № 3

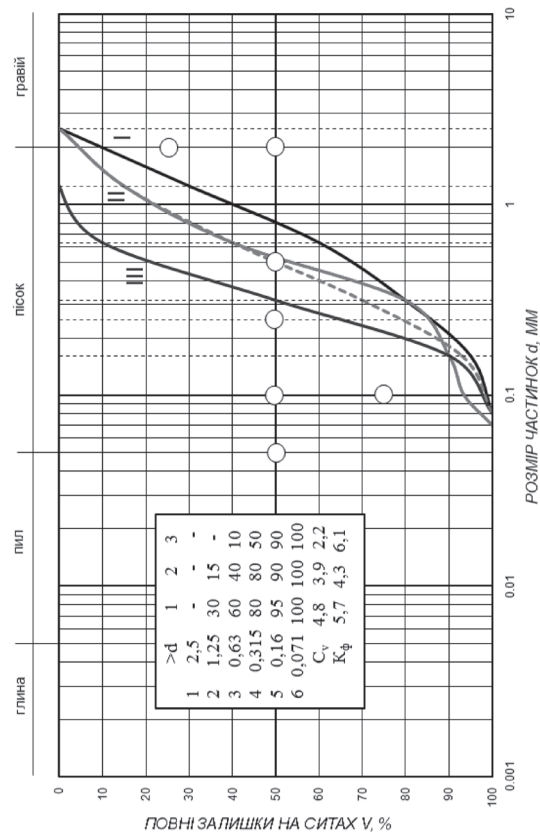


Рис. 4. Гранулометричний склад досліджуваних проб піску



Таблиця 2

Результати лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації проби піску № 1

Градiєнт напору, I , ч.од.	Вiдлiк по шкалi		Час, хв. с	Об'єм, см^3	K_f , м/д	Градiєнт напору, I , ч.од.	Вiдлiк по шкалi		Час, хв. с	Об'єм, см^3	K_f , м/д	Час, хв. с	Об'єм, см^3	K_f , м/д
	H_1 , мм	H_2 , мм					H_1 , мм	H_2 , мм						
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	4	5	6
0,4	20	30	2' 10''	10	5,90	0,6	10	20	1' 25''	10	6,01	1' 04''	10	6,00
	31	42	2' 23''	11	5,36		24	34	1' 29''	10	5,75	1' 11''	10	5,40
	43	53	2' 20''	10	5,48		35	45	1' 26''	10	5,95	1' 07''	10	5,73
	54	64	2' 22''	10	5,40		47	57	1' 32''	10	5,56	1' 08''	10	5,64

Примiтка. Гранулометричний склад проби > 2,5 мм – 0 %; 1,25 – 2,5 мм – 30 %; 0,63 – 1,25 мм – 30 %; 0,315 – 0,63 мм – 20 %; 0,16 – 0,315 мм – 15 %; < 0,16 мм – 5 %; приладом КФ-00М з площею поперечного перерiзу цилiндра 25,0 см^2 i висотою 10,0 см, об'ємом 249,35 см^3 . Маса цилiндра $m_{\text{ц}} = 220,18$ г; маса денця i сiткою $m_{\text{д}} = 30,52$ г; маса верхньої частини i сiткою $m_{\text{в}} = 16,76$ г; загальна маса приладу в зборi $m_3 = 267,46$ г; маса приладу i сухим ґрунтом $m_{\text{п}} = 756,08$ г ($W_{\text{гпр}} = 0,1$ %); маса приладу з ґрунтом після закінчення дослiду $m_{\text{к}} = 816,03$ г. Об'ємна маса ґрунту $\rho = (756,08 - 267,46) / 249,35 = 1,960$ г/ см^3 ; об'ємна маса сухого ґрунту $\rho_{\text{д}} = 1,960 / 1,001 = 1,958$ г/ см^3 . Об'ємна маса частинок ґрунту $\rho_s = 2,65$ г/ см^3 ; коефіцієнт пористості $e = 0,36$. Температура повітря $t_{\text{п}} = 14,8$ °С. Температура води $t_{\text{в}} = 14,2$ °С. Вологість повітря 65 %; атмосферний тиск 741 мм рт.ст.

$$\overline{k_o}, \text{ м/д} \quad S^2 \quad K_v, \% \quad \rho, \% \quad N, \text{ од.}$$

$$5,7 \quad 0,059 \quad 0,24 \quad 4,3 \quad 1,2 \quad 12$$

5,7 м/доб > 5,0 м/доб, таким чином цей ґрунт варто вважати дренуючим