

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

ЩОДО ПРАВОМІРНОСТІ ВИСНОВКІВ МЕТРОЛОГІЧНОЇ АТЕСТАЦІЇ ЛАБОРАТОРНИХ ҐРУНТОВИХ СИТ ІЗ ДРОТЯНИХ ТКНИХ СІТОК З КВАДРАТНИМИ КОМІРКАМИ

Анотація. У роботі, за допомогою графічної інтерпретації статистичних даних протоколів метрологічної атестації ґрунтових сит, які є у будь-якій лабораторії, що має справу із класифікацією як природних, так і штучних зернистих матеріалів, показано не тільки неправомірність висновків, які надаються (у протоколах), але і принципову безпідставність декларування занадто жорстких вимог щодо точності оцінки поперечного розміру будь-якої гранулометричної фракції.

Ключові слова: автомобільна дорога, ґрунт, дротяна сітка, ґрунтові сита, атестація, відповідальність сторін.

Аннотация. В работе, используя графическую интерпретацию статистических данных протоколов метрологической аттестации ґрунтовых сит, которые есть в любой лаборатории, что осуществляет классификацию как естественных, так и искусственных зернистых материалов, показана не только неправомерность приводимых заключений (в протоколах), но и принципиальную необоснованность декларации слишком жестких требований относительно точности оценки поперечных размеров любой гранулометрической фракции.

Ключевые слова: автомобильная дорога, ґрунт, проволочная сетка, ґрунтовые сита, аттестация, ответственность сторон.

Annotation: This paper, by means of using graphical interpretation of statistical data of the reports of metrological certification of soil sieves that are available to any laboratory that deals with the grading of both natural and artificial granular materials, proves not only fundamental irrelevance of the conclusions provided in the Protocols, but also fundamental groundlessness of declaring too strict requirements for the accuracy of assessment of any granule transverse size.

Keywords: road, soil, wire nets, soil sieves, certification, responsibility of the parties.

Вступ

Щороку певна кількість лабораторій різного профілю, що в тій чи іншій мірі має справу із класифікацією за гранулометричним складом зернистих матеріалів як природного, так і штучного походження, зобов'язана проводити метрологічну атестацію наявних у них сит. Більшість із цих сит зроблені із тканих дротяних сіток з квадратними комітками. Вимоги до таких сіток (номінальний розмір сторони коміток – “а” для різних сіток коливається від 0,04 мм до 2,50 мм) регламентуються згідно поки що чинного ГОСТ 6613 [1] і, зрозуміло, поширюються тільки на виробника цих сіток, або на вже готові сита, які надходять на ринок і якими потім користуються покупці – лабораторії. Таким чином сита, що не відповідають ГОСТ 6613 на ринок не мали права надходити. Ця вимога поширюється як на вітчизняного виробника, так і закордонного. Тобто ввезення бракованої продукції на територію України повинно бути заборонено. Таким чином якщо на ринку нема іншої аналогічної продукції, покупець не може відповідати за якість наявної при прийнятті рішень щодо виготовлення певних виробів із використанням “бракованого” обладнання. Але, не зважаючи ні на що, роботи виконувати треба. І тут виникає питання, а чи можна, враховуючи недоліки існуючого обладнання, користуватись ним (зокрема цими ситами), тому, що придбання інших все одно не вирішує проблеми, бо вони всі не відповідають вимогам ГОСТ 6613, чи їх слід вважати остаточно зіпсованими, і тому будь-яка щорічна метрологічна атестація

все одно не вирішує цієї проблеми? У зв'язку із цим був проведений статистичний аналіз даних вимірювань розмірів коміток “а”, які наводяться у протоколах НВІ ГМВ ДП “Укрметртестстандарт”, що надаються лабораторіям ДерждорНДІ, про що і йдеться у цій роботі. Для більш гарного і наочного сприймання викладеного у статті матеріалу результати цього аналізу представлені у графічній формі.

У статті через великий об'єм наявної статистичної інформації представлені дані тільки по найбільш складних як у виготовленні, так і найбільш важливих при прийнятті класифікаційних висновків ситах, а саме із розміром коміток “а” = 0,1 × 0,1 мм. При цьому одне із таких сит належить до недавно придбаного комплекту сит іноземного виробництва, а інше до комплекту сит який використовували вже досить тривалий час. Але всі отримані висновки більш-менш характерні і для всіх інших сит, що є у нас, і, як ми вважаємо, які є у використанні інших лабораторій. Провівши аналогічні графічні побудови будь-хто може це перевірити власноруч.

Основна частина

На рис. 1 наведені нормальні статистичні розподіли для 50 вимірів розміру коміток, здійснених для визначення кількості коміток з “максимальним відхиленням”, сита з номінальним розміром “а” = 0,1 мм придбаного лабораторією у 2013 р в одного із іноземних виробників.

У лівій частині цього рисунку (пік) показано довірчий інтервал можливих відхилень середнього зна-

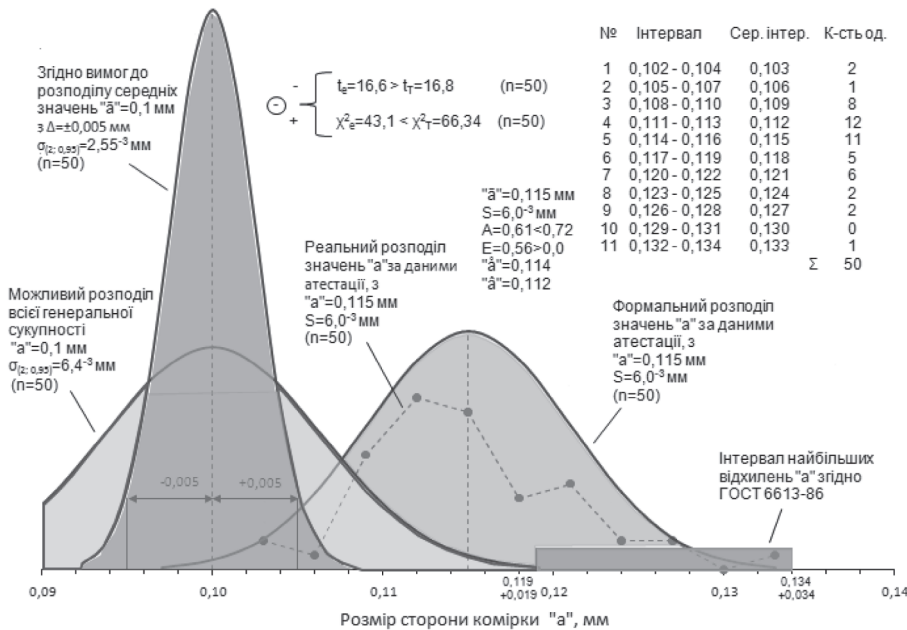
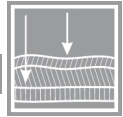


Рис. 1. Статистичні розподіли щодо вимог до середнього розміру комірки з "а" = 0,1 мм та реальних значень цих розмірів за метрологічною атестацією сита з нового набору сит

чення номінального розміру комірки сита "а" = 0,1 мм згідно з ГОСТ 6613 (таблиця 4) - Δ = ± 0,005 мм [1, с. 4] при двосторонній довірчій надійності 95 %. Тоді середнє квадратичне відхилення для розподілу середніх значень параметра "а" буде становити:

$$\bar{\sigma}_{(2; 0,95)} = 0, \frac{005}{1 \cdot 96} = 2,55 \cdot 10^{-3} \text{ мм} \quad (1)$$

На жаль, у старих нормативних документах щодо числових вимог до будь-яких параметрів зазвичай не надавалось ні їх середніх значень ні середніх квадратичних відхилень, що не дозволяє здійснювати їх формальне статистичне оцінювання і порівняння з чинними вимогами і тим самим не дозволяє простежувати динаміку зміни такого параметра у часі, наприклад: рік до року, що суттєво знецінює цінність метрологічної атестації. Але згідно Закону України "Про метрологію і метрологічну діяльність" [2] такі показники зараз є обов'язковими.

Ще складніше без цих показників перейти до оцінки середнього квадратичного відхилення загального нормального статистичного розподілу всіх можливих значень параметра показника "а". Для попередньої його оцінки скористаємось даними протоколів метрологічної атестації (які за браком місця в статті не наводяться).

Хоча в протоколі і надається середнє значення розміру комірки цього сита: "а" = 0,117 мм (за чотирма вимірюваннями) з відповідним висновком - "не відповідає", але не надається значення середнього квадратичного відхилення для цієї експериментальної вибірки. Тому мусимо розраховувати його самостійно.

На рис. 1, крім розрахованого нами значення розміру сторони комірки "а" = 0,115 мм і середнього квадратичного відхилення - S = 6,0⁻³ (6,0 · 10⁻³) мм для п'ятдесяти їх значень, також представлені розраховані нами значення показників асиметрії (A = 0,61), ексцесу

(E = 0,56) та значення розмірів комірки що зустрічаються найчастіше: "а" = 0,112 мм - мода, та серединного значення: "а" - медіани. А при наступному порівнянні з реальним розподілом виміряних значень "а" цей же розподіл був розглянутий як одиничний формальний де вся інформація представлена у частках від n = 50. На рис. 1 він справа.

Аналіз цього розподілу показує, що для об'єктивного формального статистичного порівняння за показниками Стьюдента - t і Пірсона - χ² директивного (тобто заданого) і емпіричного (формального) розподілів директивне квадратичне відхилення повинно було б бути дещо більшим за емпіричне, наприклад: σ = 6,4⁻³ мм > 6,0⁻³ мм. Тоді за формальною процедурою порівняння:

$$\left. \begin{aligned} t_e = 16,6 > t_{T, 95} = 16,0 \\ \chi_e^2 = 43,1 < \chi_{T, 95}^2 = 66,34 \end{aligned} \right\} \text{ (при } n = 50) \quad (2)$$

також можна зробити висновок, що хоча розкид фактичних значень розміру комірки "а" і не перевищує директивний (χ_e² < χ_T²), але їх середні значення суттєво відрізняються між собою (t_e > t_T) і тому, хоча це сито і має заводське позначення - 0,1 мм (за розміром комірки), але згідно вимог ГОСТ 6613 таким вимогам не відповідає і не більше. Тобто воно не повинно було в "принципі" потрапити на ринок. Знак мінус в прямокутнику перед виразом (2) означає, що одна з перевірок не виконується. А позитивний результат ⊕ може бути лише у разі виконання обох перевірок.

Таким чином: "Висновок: сито лабораторне не може застосовуватись для проведення випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.1-19:2009", не є правомірним. Також не зрозуміло чому висновок стосується тільки ДСТУ Б В.2.1-19 [3], а не, наприклад, ще й ДСТУ Б В.2.7-232 [4], чи ДСТУ Б В.2.1-2 [5] і т. ін.? Цей вирок ще й підсилюється і невідповідністю діаметра дроту сіток на ситах певним вимогам, хоча це не має безпосереднього впливу на визначення розміру зернистого матеріалу, що просіюється, і тим більше не може мати ніякого стосунку до користувача (випробувальної лабораторії).

Зрозуміло, що вимоги всіх цих ДСТУ [3 - 7] тим чи іншим чином спеціально підібрані для швидкого прийняття рішень (без додаткових обчислень і побудови відповідних графіків, які вимагають більш високої кваліфікації працівників лабораторій в цьому питанні). А об'єктивні властивості (гранулометричний склад) будь-якого піску абсолютно не залежать від того чи іншого набору сит, які є у виробничій чи науково-дослідній лабораторії. Достатньо тільки внести необхідні поправки щодо фактичних розмірів їх комірок на

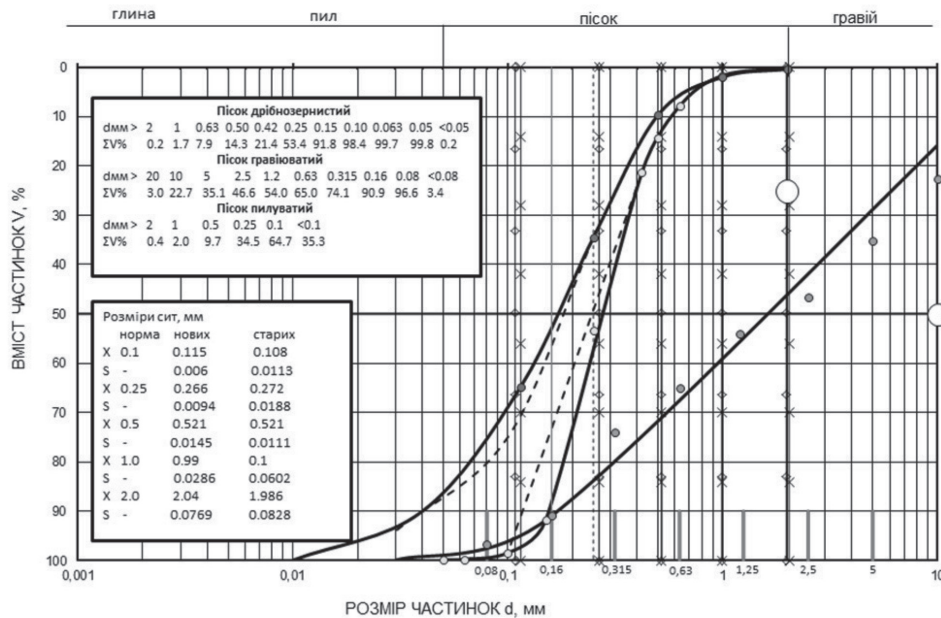
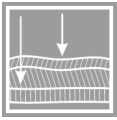


Рис. 2. Гранулометричний склад піщаних ґрунтів

логарифмічній шкалі розмірів частинок ґрунту, як це показано на рис. 2, щоб мати об'єктивні класифікаційні оцінки як щодо гранулометричного складу за ДСТУ [5, 6], так і розрахунку “модуля крупності” за ДСТУ [4, с. 6]. І якраз саме в цьому повинна полягати допомога метрологічної атестації. А працівники лабораторій повинні враховувати надану їм інформацію про реальні, а не позначені на ситах (чи у їх паспортах) розміри їх комірок. Звичайно, краще було б якби заводи випускали більш якісну продукцію, що значно полегшує роботу лабораторій, але і в цьому випадку (недостатньої якості сит) ситуація не є, так би мовити, безнадійною. Тобто такими ситами користуватись можна. Більш того проблема полягає навіть не в тім, що те чи інше сито дещо відрізняється від задекларованого заводом параметра, а в тім, що наприклад згадані раніше ДСТУ [4, 5] самі по собі є недостатньо досконалими.

Як слушно зауважує О.К. Ланге [8, с. 145], найбільшим недоліком ДСТУ Б В.2.1-2 [5], та ДСТУ 2.1-19 [3], є прийнятий у них занадто широкий інтервал між розмірами частинок піску у діапазоні 0,10 – 0,25 мм де співвідношення між ними становить 2,5, у той час як між іншими розмірами частинок це співвідношення становить лише 2,0. І це при тому, що на діапазон розмірів частинок 0,10 – 0,25 мм для піщаних ґрунтів, зазвичай, припадає ефективний діаметр, тобто діаметр кількість частинок менше якого становить – 10 %. А з ефективним діаметром, у свою чергу, пов'язано як визначення неоднорідності чи однорідності пісків (C_u) [5, с. 29], яка суттєво впливає на їх ущільнюваність, так і коефіцієнт фільтрації. Але не варто і зменшувати інтервал між вимірюваними розмірами частинок до пропорцій 1:1,4 чи навіть 1:1,2 як про це згадується у О.К. Ланге чи Л.Б. Рухина [8, с. 145; 9, с. 498], оскільки це значно ускладнило би роботу лабораторій.

Більш раціонально в цьому сенсі здійснено підбір комплекту сит з метою визначення “модуля крупності” (M_k) [4, с. 6; 6 с. 6], де одне із сит має найменший розмір комірки “а” = 0,16 мм, що як показує досвід, біль-

шим чином відображає реальні природні властивості процесу вивітрювання кварцових зерен якраз близько розміру ефективного діаметра. Тому, незважаючи начебто на не дуже зрозумілий, на перший погляд, підбір розмірів їх комірок ($d = 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16$ мм) [6], який відбувається у пропорції 1:2 як і для [5], він дозволяє охопити всю гаму розмірів зернят як природних, так і штучних пісків. Але і тут не обійшлося без прикрих помилок. І передовсім це стосується рисунка 1 [4, с. 6] без якого, при якісному виготовленні сит, можна було б цілком обійтись, так як тоді він не потрібен для розрахунку модуля крупності, але який

стає необхідним при внесенні поправок на розмір комірок сит про що йшлося раніше.

Як видно з даних рис. 2, де на логарифмічній шкалі розмірів частинок ґрунту цей набір сит показаний короткими штрихами із цифрами, відстані між ситами практично однакові і тому, при відповідності реальних розмірів комірок сит, що задекларовані у заводських паспортах, вони на рис. 1 [4, с. 6] повинні були б бути показані на однаковій відстані одне від одного, так як саме в цьому і полягає перевага якісно виготовленого набору сит. Проте, маємо ж зовсім іншу картину. У випадку реальних значень розмірів комірок, визначених в результаті метрологічної атестації, згаданий графік стає вже необхідним інструментом корекції гранулометричного складу, а не лише принциповою схемою, користуватись якою практично неможливо через порушення “бази” логарифмічної шкали. Таким чином цей графік повинен був би складатись із двох логарифмічних ланок розмірів сит: від 0,1 мм до 1,0 мм і від 1,0 мм до 10,0 мм з базою логарифмічної шкали у межах, наприклад, від 5 см до 7 см на кожний інтервал її приросту. І тільки тоді він годиться для внесення коректив у вміст частинок піску певного розміру і яким можна було б безпосередньо користуватись поки на ринку не з'являться сита необхідної якості.

Крім всього іншого треба мати на увазі, що на багатьох родовищах і кар'єрах гранулометричний склад пісків природного походження знаходиться (при прийнятих у ДСТУ вимогах) на межі між суміжними класифікаційними градаціями і тому визначення відповідності таких пісків тому чи іншому “модулю крупності” стає досить проблематичним. Куди важливіше значення при цьому має використання тієї чи іншої марки цементу чи бітуму і кількісний вміст в'язучих у відповідних цементобетонних чи асфальтобетонних сумішах. Таким чином не варто перебільшувати значення точності визначення розмірів комірок ґрунтових сит при метрологічній атестації та ще й з обов'язковим

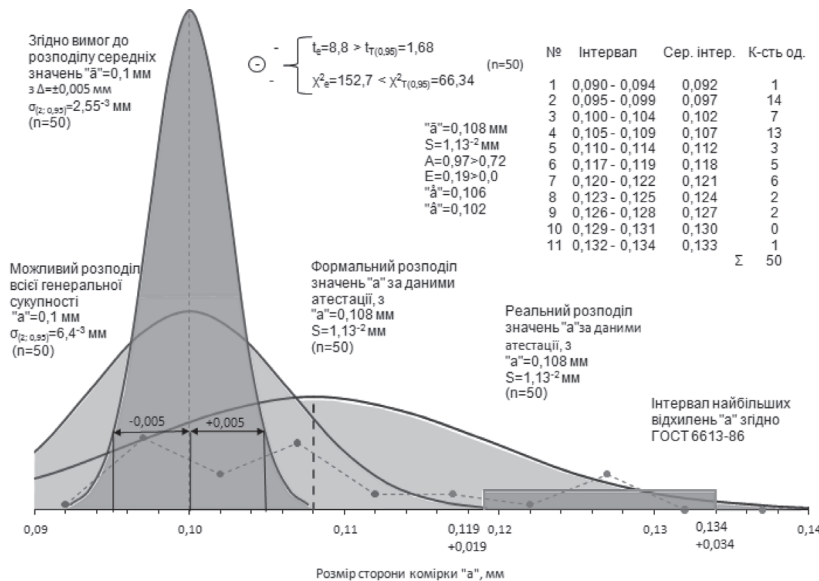
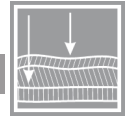


Рис. 3. Статистичні розподіли щодо вимог до середнього розміру комірки з "а" = 0,1 мм та реальних значень цих розмірів за метрологічною атестацією сита із старого набору сит

щорічним її проходженням. По-перше, лабораторії навіть більше "Укрметртестстандарт" повинні бути зацікавлені у якісному підборі складових відповідних будівельних виробів. До того ж саме вони, а не "Укрметртестстандарт", відповідають за прийняті висновки і надані рекомендації, і коли помічають якісь відхилення їм простіше перевірити лише окремі сита, а не увесь їх комплект (що значно дорожче), особливо коли відбувається з будь-яких причин пошкодження окремих сит. А по-друге, навіть дуже завантажені в робочих процесах сита досить тривалий час зберігають відповідність отриманим при їх виготовленні параметрам. Та й можливий часовий тренд їх головного параметра – розміру комірки "а" краще оцінювати не тільки через його середнє значення, але і через змінюваність у часі середнього квадратичного відхилення.

На рис. 3, аналогічно рис. 1, показано статистичні розподіли розміру комірки "а" = 0,1 мм сита, яке належить до набору, що вже тривалий час знаходились в експлуатації. З цього рисунка видно, що незважаючи на значно більший розкид даних цих вимірювань $S = 1,13 \cdot 10^{-2}$ мм середнє значення розміру його комірок "а" = 0,108 мм все ж менше "а" = 0,115 мм для більш нового сита, хоча і в цьому випадку не відповідає вимогам ГОСТ 6613: згідно якого "а" повинно коливатись в інтервалі 0,095 – 0,105 мм. Це обумовлено досить великою кількістю "предельних отклонений размеров сторон особо крупных ячеек от номинального" (0,019 – 0,034), або в абсолютних значеннях "а" = 0,119 – 0,134 мм, а саме $(8/50)100 = 16\% > 5\%$ [1, с. 4], який є одним із важливих параметрів, що обумовлені цим нормативним документом. Але нам не має сенсу його детально аналізувати оскільки він пов'язаний суто з особливостями виготовлення дротяних тканих сіток і знаходиться поза межами нашої компетенції.

На рис. 1 і рис. 3 також, крім формалізованих нормальних статистичних розподілів вимірюваних розмірів сторін квадратних комірок "а", показані і їх фактичні

розподіли, що представлені у вигляді полігонів побудованих по згуртованих у певних розрядах (таблиці на рисунках) даних, які наведені на цих рисунках штриховими лініями. Ці полігони показують значну асиметрію фактичних значень розмірів комірок хоча більшість їх тяжіють до необхідного інтервалу номінальних розмірів.

Висновки

1. Результати метрологічної атестації ґрунтових лабораторних сит потрібні лабораторіям (користувачам) не як висновок про те, що заводи не виготовляють якісних сит, а як інформація, яку вони можуть використати для коригування своїх висновків, щодо вхідних параметрів піску, який реально використовувють на виробництві. Особливо це важливо для нових комплектів сит.

2. Не варто надавати занадто великого значення начебто необхідності дуже великої точності розсівів, що здійснюються лабораторіями, оскільки вони (ці розсіви) повинні тільки допомагати відстежувати більшу чи меншу стабільність у часі гранулометричного складу пісків, що є, так чи інакше, не найважливішим компонентом будь-якого виробу.

3. Для оцінки стану сит протягом тривалого періоду їх використання необхідно надавати не тільки середні значення розміру комірок, але і середні квадратичні відхилення таких вимірів.

4. Через те, що промисловість все одно не виготовляє сит достатньої якості їх метрологічну атестацію можна було б здійснювати не щорічно, а раз на три роки і не цілими комплектами, а окремими ситами, так як лабораторії і самі завжди достатньо зацікавлені в тому щоб перевірити якість окремих сит.

ЛІТЕРАТУРА

- ГОСТ 6613-86. Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия. – М.: Госкомстандарт, 1986.
- Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність". Відомості Верховної Ради України зі змінами від 01.06.2010 р. Київ 1998 р.
- ДСТУ Б В.2.1-19:2009. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення гранулометричного (зернового) та мікроагрегатного складу. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010.
- ДСТУ Б В.2.7-232:2010. Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010.
- ДСТУ Б В.2.1-2-96. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація. – К.: Держкоммістобудування України, 1997.
- 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.
- 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.
- Ланге О.К. Гидрогеология. – М.: Издательство "Высшая школа", 1969.
- Рухин Л.Б. Основы литологии. – Л.: Гостоптехиздат, 1961.