

Литвиненко А.С.

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ВІДМОВИ ВІД ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПОКАЗНИКІВ МІЦНОСТІ І ДЕФОРМАТИВНОСТІ ЗВ'ЯЗНИХ ҐРУНТІВ ВІДПОВІДНО ДО ЇХ ВОЛОГОСТІ НА ГРАНИЦІ ТЕКУЧОСТІ

Анотація. Визначення розрахункових значень показників міцності (φ і c) та деформативності ($E_{пр.}$) зв'язних ґрунтів відповідно до їх вологості на границі текучості як $f(nW_L)$ згідно ВБН В.2.3-218-186 [1] та ВБН В.2.3-218-008 [2] не відповідає потрібному стану цих ґрунтів у насипах, протирічить визначенню їх максимальної щільності за ДСТУ Б.В.2.1-12 [3] і створює значні незручності при порівнянні із аналогічними показниками таких ґрунтів у їх природному заляганні згідно ДБН В.2.1-10 [4].

Ключові слова: зв'язні ґрунти, стан ґрунтів, міцність, деформативність, нормативні документи.

Аннотация. Назначение расчетных значений показателей прочности (φ и c) и деформативности ($E_{пр.}$) связных грунтов относительно их влажности на границе текучести как $f(nW_L)$ в соответствии с ВБН В.2.3-218-186 [1] и ВБН В.2.3-218-008 [2], не отвечает требуемому состоянию этих грунтов в насыпях, противоречит определению их максимальной плотности по ДСТУ Б.В.2.1-12 [3] и создает большие трудности при сравнении с аналогичными показателями таких грунтов в их природном залегании по ДБН В.2.1-10 [4].

Ключевые слова: связные грунты, состояние грунтов, прочность, деформативность, нормативные документы.

Annotation. While considering the assignment of calculated parameters definition, of binder soils strength (φ and c) and deformability ($E_{def.}$), relatively to their humidity at the level of compressive yield point, it was observed, that the data do not answer a due demanded condition of these soils in piled embankment, what contradicts the definition of their maximum density, in relevance to the standard “ДСТУ Б.В.2.1-12 [3]”, and creates certain difficulties at comparison of analogous

parameters of these soils in the case of their natural bed attitude, in the condition, as mentioned in the Ukrainian Document of Construction Norms “ДБН В.2.1-10 [4]”.

Keywords: binder soils, soils condition, strength, deformability, standards (normative documents).

Вступ

Відсутність, як у закордонній, так вітчизняній дорожній науці, своєчасного комплексного аналізу стану зв’язних ґрунтів, що досягається в результаті стандартного лабораторного визначення їх так званої «максимальної щільності» [3, 5] призвело з одного боку до невизначеності, у свідомості більшості фахівців, цього стану як частини загального масиву можливих станів таких ґрунтів при їх різних щільностях і вологостях, а з іншого боку до фетишизації самого методу стандартного досягнення цього стану як за ДСТУ Б В.2.1-12 (ГОСТ 22733), так, особливо, і за «Методом Проктора» [5].

Основна частина

Як показано на рис. 1 і рис. 2 для двох так би мовити «крайніх» за властивостями видів зв’язних ґрунтів, а також раніше [6] (всі приклади є реально виконаними випробуваннями) «максимальна щільність» – $\rho_{d \max}$ відповідає густині сухого ґрунту при їх вологості на межі розкочування – $\rho_{d W_p}$, а оптимальна вологість – W_o завжди є дещо меншою за вологість на межі розкочування – W_p . При цьому зв’язний ґрунт одночасно знаходиться у твердому стані – $I_L < 0$ і є водонасиченим – $S_r \geq 0,8$. Водонасичення при цьому досягається не тільки внаслідок додавання води, а в результаті витіснення з ґрунту вільного повітря і зближення твердих ґрунтових частинок між собою через що ґрунт переходить у стан ґрунтової маси. Але можливість його подальшого водонасичення для досягнення начебто розрахункового стану – $W_{роз}$, дуже обмежена навіть при вакуумуванні в лабораторних умовах, не кажучи вже про реальні умови експлуатації в дорожніх насипах, особливо у робочому шарі [7]. Таким чином можливі відносні розрахункові значення вологості – $W_{роз} = n W_L$ при **якісному ущільненні** зв’язних ґрунтів, як би вони не були представлені в нормативних документах, не повинні дуже відрізнятися від оптимальної вологості і зазвичай не повинні перевищувати вологість цих ґрунтів на межі їх розкочування – W_p .

ТЕХНІЧНИЙ ПАСПОРТ ГРУНТУ
 СУПІСОК ПИЛУВАТИЙ: $W_L=21.8\%$ $W_P=15.43\%$ $I_p=6.37(6)$ $\rho_s=2.68\text{ г/см}^3$
 Кар'єр св. глибина

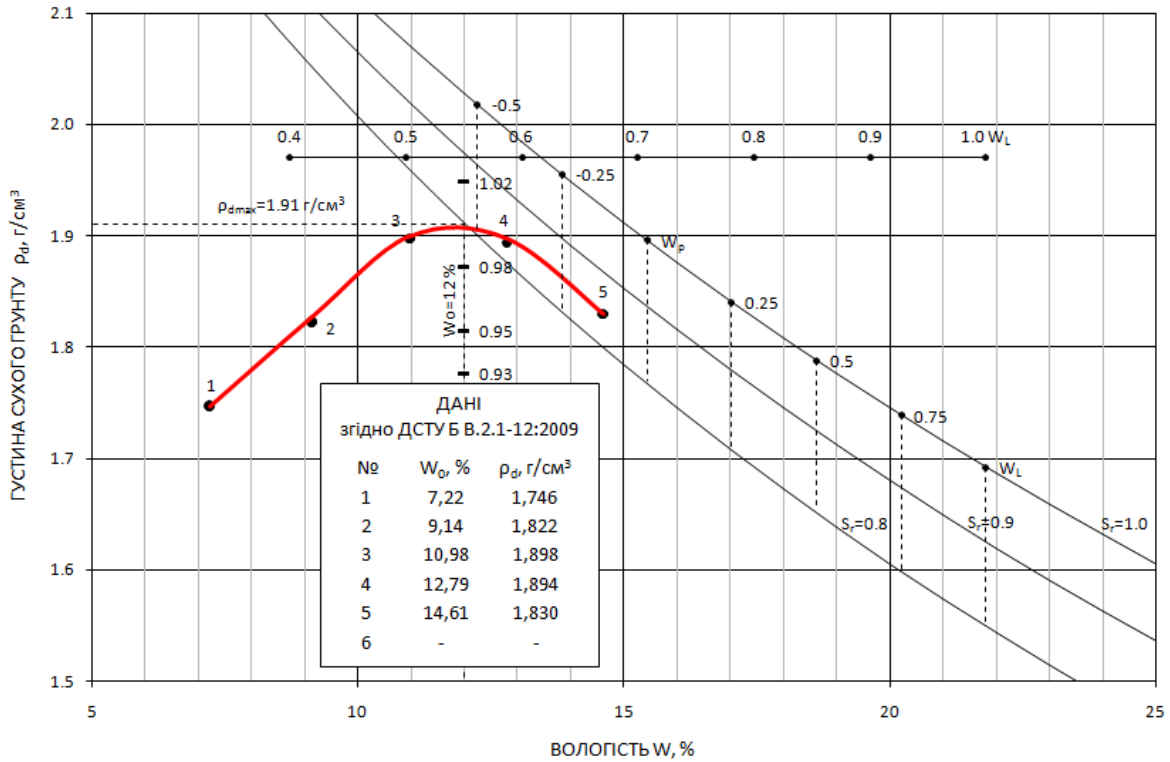


Рисунок 1 – Технічний паспорт ґрунту № 1

ТЕХНІЧНИЙ ПАСПОРТ ГРУНТУ
 ГЛИНА МАСНА: $W_L=21.8\%$ $W_P=15.43\%$ $I_p=6.37(6)$ $\rho_s=2.68\text{ г/см}^3$
 А-Д К-О; КМ 300; ВІЙМКА (НИЖНІЙ ЗАБІЙ)

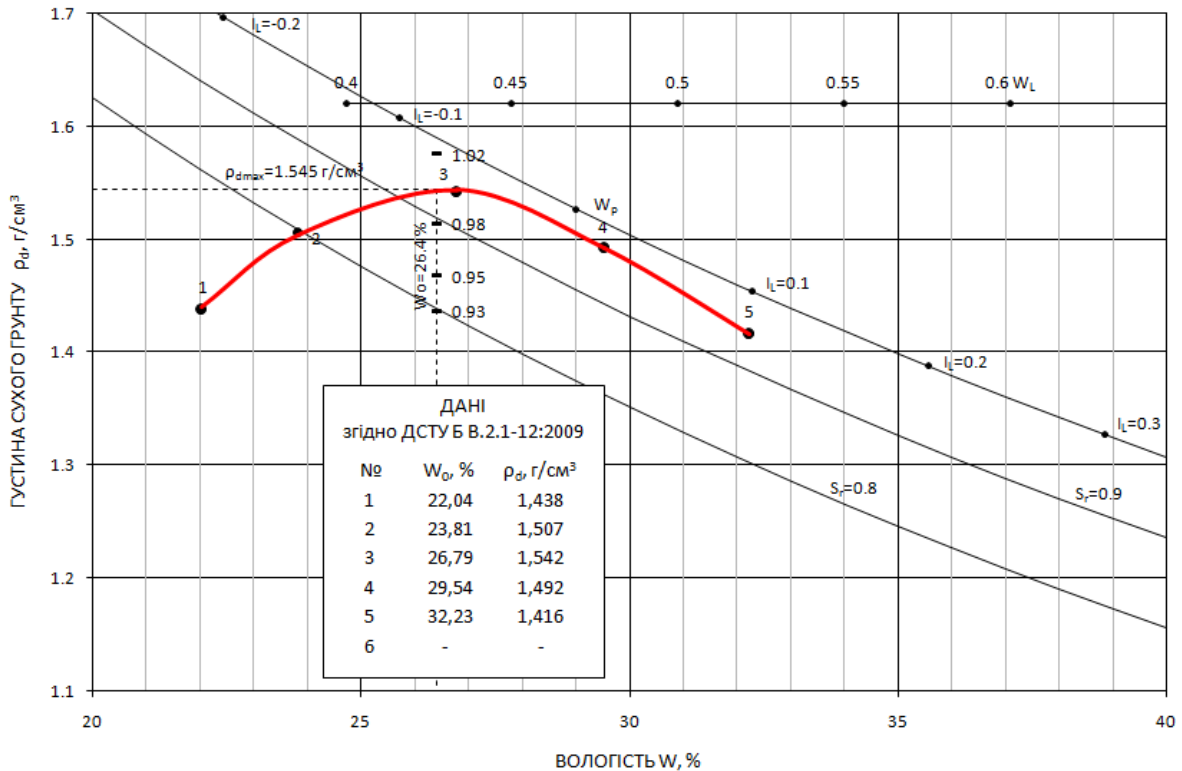


Рисунок 2 – Технічний паспорт ґрунту № 2

Коли представити той стан, що досягається при стандартному ущільненні в лабораторії, а особливо в реальних умовах будівництва [7] у порівнянні з усіма іншими можливими розрахунковими станами зв'язних ґрунтів, в т.ч. і у природному заляганні [4], то згідно рис. 3 це буде лише невелика частина ґрунтів, що мають дуже велику щільність – $k_d \approx 0,95-1,05$ і тверду консистенцію – $I_L = -0,75-0$, в чому саме і полягає весь сенс ущільнення ґрунтів при спорудженні насипів автомобільних доріг. З таких необхідних передумов слід виходити і при оцінці стану робочого шару у виїмках і при нульових відмітках.

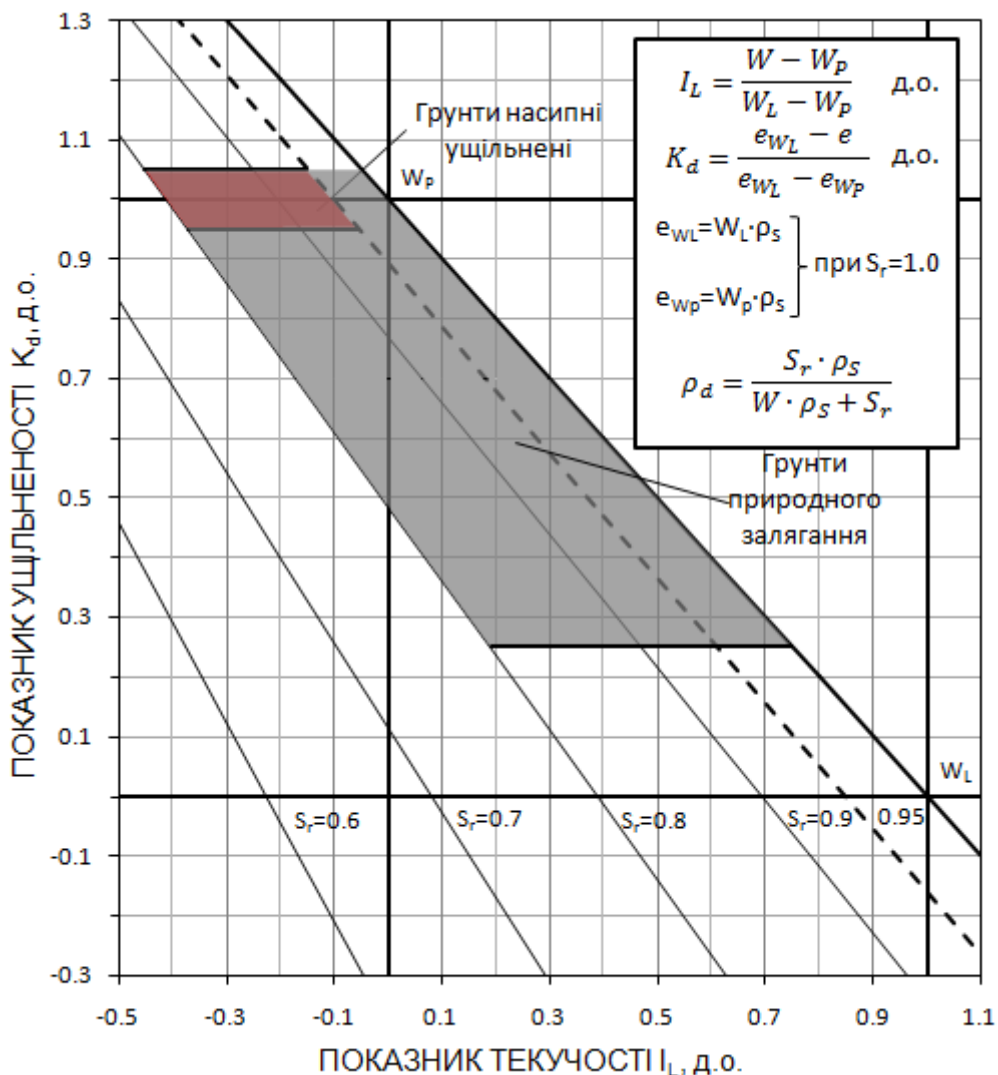


Рисунок 3 – Узагальнена номограма розрахункових станів зв'язних ґрунтів у природному заляганні (згідно ДБН В.2.1-10) та планомірно з ущільненням укладених в насип (згідно ДСТУ Б В.2.1-12)

Як показує аналіз графіків, аналогічних наведеним на рис. 1 і рис. 2, для всіх інших проміжних видів ґрунтів, відносна розрахункова вологість **якісно**

ущільнених легких суглинистих і супіщаних ґрунтів зазвичай не повинна перевищувати $0,65W_L$, важких суглинків – $0,6W_L$, а глин навіть $0,5W_L$. Тобто в усіх випадках $I_L \leq 0$. Дані же щодо відносних розрахункових вологостей ґрунтів як $f(nW_L)$ є дуже суперечливим як в усіх колишніх, так і чинних нормативних документах. Найгірше що їх значення увесь час пов'язують ще із різними додатковими умовами серед яких і тип місцевості за зволоженням, начебто проектувальник повинен увесь час по довжині дороги змінювати відповідно до цього конструкцію дорожнього одягу. А на окремих ділянках доріг такі зміни (за умовами зволоження) можуть виявитись дуже частими.

В багатьох випадках великі відносні розрахункові вологості згідно теперішніх уявлень є особливо вражаючими. Так згідно таблиці 1 Додатку 2 (с. 59) [8] для пілуватих супісків та суглинків у другій дорожньо-кліматичній зоні (теперішня перша для України) з третім типом місцевості за зволоженням така відносна розрахункова вологість становила $0,9W_L$. Якщо подивитись на рис. 1, де представлені дані по одному із пілуватих супісків, то виходить, що при цій вологості показник текучості $I_L > 0,5$ і ми навіть не маємо змоги, без розробки додаткових заходів, проектувати на такому ґрунті, як занадто слабкому, навіть земляне полотно, а дорожній одяг за цими умовами раніше можна було розраховувати. А залежності (E , φ і c) $f(nW_L)$ згідно таблиці 4 цього ж додатку (с. 63) [8] давались тільки для значень $W_{\text{роз}} = 0,6W_L$ і більше. Коли ж звернутись до рис. 2 то можна бачити, що при цьому для глинистих ґрунтів коефіцієнт ущільнення буде навіть значно менше ніж $K_{\text{ущ}} = 0,9$.

Не набагато покращилась ситуація і з набуттям чинності ВСН 46-83 [9]. Так згідно таблиці 10, Додатку 2 (с.93), тут дещо розширили значення відносних розрахункових вологостей в бік їх менших значень – $W_{\text{роз}} = 0,5 \div 0,55W_L$, але як ложку дьогтю додали значення і $W_{\text{роз}} = 0,95W_L$. В той же час таблиця 6 (с. 88) цього додатку 2 не передбачає розрахункових вологостей як $0,5W_L$, так і $W_{\text{роз}} > 0,75W_L$. Тай і відносна розрахункова вологість $0,75W_L$ згідно рис. 1 для більш легких ґрунтів відповідає середньому значенню коефіцієнта ущільнення $< 0,95$.

Тут ми бачимо типову неузгодженість між вимогами ГОСТ 22733 (ДСТУ Б В.2.1-12) та відомчими будівельними нормами щодо розрахунку різного типу дорожніх одягів. Щоб узгодити ці нормативні документи необхідно суттєво підвищити якість ущільнення ґрунтів, а це означає, що при ущільненні у виробничих умовах вологість зв'язних ґрунтів не повинна бути більше їх

вологості на межі розкочування. Якщо ж вона (вологість) більша за W_p , то треба за індивідуальним проектом розробляти додаткові заходи, що зазвичай приводить до збільшення вартості робіт порівняно із сприятливими (квітень-вересень) умовами будівництва, або виконувати роботи по спорудженню насипів тільки в цей сприятливий період.

Коли проаналізувати чинні ВБН В.2.3-218-008-97 [1] чи Зміну №1 до них 2007 року, то можна бачити, що автори цих документів не тільки не позбулись протиріч згаданих у попередніх нормативних документах [8, 9], а ще і збільшили кількість таблиць значень розрахункових вологостей начебто для більшої регіональної диференціації, за природним умовами території України, згідно методичних рекомендацій [10], що тільки необґрунтовано ускладнює роботу проектувальника при розробці конструкцій дорожніх одягів.

Суттєвим же недоліком цих методичних рекомендацій є те, що на **штучно добре ущільнені ґрунти** по-перше не можна поширювати залежності зміни вологостей у часі, типових для ґрунтів природного залягання у полі. По друге, не достатньо обґрунтованим слід вважати принцип штучного завищення розрахункової вологості і зменшення значень показників міцності і деформативності з метою збільшення товщини дорожньої конструкції в «запас» її міцності. Такий підхід лише дезорієнтує будівельників у їх ставленні до якості виконання робіт. До того ж деякі сучасні високоприбуткові прилади оцінки якості ущільнення ґрунтів, наприклад типу ZFG 02 дозволяють безпосередньо оцінювати динамічні модулі їх пружності у шарах, що досягаються в процесі ущільнення. І при вологостях більших за вологість на межі розкочування такі шари можуть бути не прийнятні хоча і відповідають необхідним вимогам. І, взагалі, недоречно виражати в долях від W_L вологості менші за вологість на межі розкочування W_p . Відповідно до цього на рис. 4 представлено орієнтовний вигляд таблиці розрахункових значень показників деформативності і міцності **якісно ущільнених** згідно вимог [3] зв'язних ґрунтів, що узгоджуються із відповідними показниками ґрунтів природного залягання які представлені згідно таблиці В.2 [4] у термінах показника текучості I_L . Такі значення показників міцності і деформативності штучно ущільнених ґрунтів ще необхідно уточнити, але в майбутньому вони повинні замінити показники таблиці Д.7 (с. 88-89) [1] які на основі їх попереднього теоретичного аналізу не викликають особливої довіри як і аналогічні показники у відповідних таблицях раніше чинних нормативних документів.

Вид ґрунту за I_p	Конструктивний елемент	Показники міцності і деформативності	Інтервал текучості I_L	Інтервал ущільненості K_d	
				$1,1 > K_d > 1,0$	$1,1 > K_d > 1,0$
$I_p < 12$	Робочий шар	E , МПа φ , град C , кПа	$-0,75 \leq I_L < -0,25$	≥ 100 ≥ 30 ≥ 35	—
	Все інше	E , МПа φ , град C , кПа	$-0,25 \leq I_L < 0$	—	≥ 80 ≥ 25 ≥ 22
$I_p \geq 12$	Робочий шар	E , МПа φ , град C , кПа	$-0,15 \leq I_L < -0,05$	≥ 140 ≥ 22 ≥ 70	—
	Все інше	E , МПа φ , град C , кПа	$-0,05 \leq I_L < 0$	—	≥ 120 ≥ 18 ≥ 40

Рисунок 4 – Орієнтовний вигляд таблиці розрахункових значень показників деформативності і міцності ґрунтів для розрахунку жорстких і нежорстких дорожніх одягів

Висновки

Як показав комплексний аналіз великого діапазону зв'язних ґрунтів за числом пластичності стан який досягається ними при їх стандартному ущільненні як в лабораторних умовах, так і при **якісному ущільненні** на виробництві, відповідає твердому стану зв'язних ґрунтів за показником текучості (I_L). Навіть при додатковому до зволоженні в процесі експлуатації розрахункова вологість $W_{роз}$ цих ґрунтів зазвичай не повинна перевищувати їх вологості на межі розкочування (W_p). Тому цей стан і відповідні йому розрахункові значення показників міцності і деформативності краще представляти через показники текучості – I_L і відносної ущільненості – k_d (або коефіцієнт пористості – e), ніж через відносну вологість до межі текучості nW_L . Та і в цілому для всіх зв'язних ґрунтів їх розрахункова міцність і деформативність при якісному ущільненні повинні змінюватись у досить вузькому діапазоні відносних вологостей $0,50W_L - 0,65 W_L$. Тому надана у ВБН В.2.3-218-186 (Додаток Д) та ВБН В.2.3-218-008 (Додаток В) та Зміні №1 до ВБН В.2.3-218-008-97 (Додаток В) велика кількість таблиць щодо відносних

розрахункових вологостей не тільки не сприяє підвищенню надійності дорожніх покриттів автомобільних доріг, але і значно заплутує та ускладнює роботу проєктантів. Таким чином необхідно більше звернути уваги не стільки на розробку складної і малоефективної нормативної бази у цьому питанні скільки на підвищення вимог до лабораторної бази підрядчиків і їх оснащення сучасними високопродуктивними приладами для оперативного польового контролю якості робіт на основі статистичної оцінки досягнутих показників якості.

Література

1. ВБН В.2.3-218-186-2004. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу. – К. : Укравтодор, 2004.
2. ВБН В.2.3-218-008-97. Проектування і будівництво жорстких та з жорсткими прошарками дорожніх одягів, зі змінами та доповненнями. – К. : Укравтодор, 1997.
3. ДСТУ Б В.2.1-12:2009. Ґрунти. Метод лабораторного визначення максимальної щільності. . – К. : Мінрегіонбуд, 2012.
4. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основи і фундаменти споруд (Основні положення проєктування). . – К. : Мінрегіонбуд, 2009.
5. ДСТУ Б В.2.1-12:2009. Зміна №1 до Методу лабораторного визначення максимальної щільності. . – К. : Мінрегіонбуд, 2011.
6. Литвиненко А.С. Про фізичний зміст необхідної і достатньої величини густини сухого ґрунту зв'язних ґрунтів при спорудженні земляного полотна автомобільних доріг // Автошляховик України. 2011. – № 4. – С. 21-27.
7. Литвиненко А.С. Ще до питання нормування ступеня ущільнення та контролю якості ущільнення ґрунтів земляного полотна автомобільних доріг // Дороги і мости : збірник наукових праць ДерждорНДІ. – 2012. – Вип. 12. – С. 90-101.
8. ВСН 46-72. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. – М. : Транспорт, 1973.
9. ВСН 46-83. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа – М. : Транспорт, 1985.
10. Методические рекомендации по назначению расчетных параметров ґрунтов при проектировании дорожных одежд в УССР. Миндорстрой УССР ХАДИ Харьков 1974.