

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ВСТАНОВЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ЗЕРНИСТИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ОСНОВ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ

Гамеляк І.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна  
Волощук Д.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

ABOUT THE NECESSITY OF DETERMINATION THE GRANULAR MIXTURES  
DESIGN CHARACTERISTICS FOR BASES OF ROAD PAVEMENTS

Gameliak I.P., doctor of technical sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine  
Voloshchuk D.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

О НЕОБХОДИМОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ЗЕРНИСТЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Гамеляк И.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,  
Украина  
Волощук Д.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

**Вступ.** Понад 95 % автомобільних доріг України в основі мають неукріплені зернисті шари. Від їх якості та несучої здатності залежить надійність та довговічність конструкцій дорожнього одягу (КДО) в цілому. Надійність КДО задається на етапі проектування та розрахунку, забезпечується при спорудженні та підтримується в процесі експлуатації. Стадія проектування є ключовим етапом, а об'єктивно задані розрахункові та відповідні їм статистичні характеристики формують загальну надійність споруди.

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день існує ряд вимог до матеріалів щєбєневих і гравійних основ, але відсутні їх розрахункові характеристики, що не дає можливості виконувати об'єктивний розрахунок. Однією з ключових задач при розрахунку дорожніх одягів на етапі проектування та забезпечення їх безвідмовної роботи протягом проектного строку експлуатації є забезпечення їх надійності та довговічності. При розрахунку КДО за пружним прогином надійність або імовірність її безвідмовної роботи визначається за формулами 1-4 [1-3]:

$$H = R(t, N_{sum}) = 1 - F(t, N_{sum}) = P(t, N_{sum} \leq T), \quad (1)$$

де  $R(t)$  – імовірність безвідмовної роботи;

$T$  – вектор значень ( $T_1, T_2 \dots T_n$ ) критеріїв граничного стану конструкції;

$F(t, N_{sum})$  – імовірність виходу КДО із ладу в момент часу  $t$ , або величині сумарного прикладення навантаження  $N_{sum}$ ;

$P$  – імовірність відмови КДО.

Імовірність виходу КДО із ладу  $F$  доцільно розраховувати не лише задаючись проектним строком експлуатації  $t$ , а й окремо враховуючи сумарну кількість прикладення навантаження  $N_{sum}$ . Наприклад, при розрахунку шарів основи ДО, повинна забезпечуватись їх морозостійкість. Цю характеристику доцільно розглядати, як імовірність настання події протягом розрахункового строку експлуатації  $t$ . Сумарну кількість прикладення навантаження  $N_{sum}$  важко прогнозувати на розрахунковий термін експлуатації, оскільки вона залежить від багатьох факторів, в числі яких є і економічні умови середовища. Таким чином, надійність конструкції доцільно задавати та розраховувати окремо за наведеними критеріями.

При нормальних законах розподілу «міцності» та «напруження» надійність конструкції дорожнього одягу характеризує взаємодія її міцності з напруженнями, що виникають [3] та виражається через коефіцієнт надійності:

$$K_n = 0,5 + F(\beta), \quad (2)$$

де  $F(\beta)$  – нормована функція Лапласа;

$\beta$  – характеристика безпеки, при розрахунку за пружним прогином [1];

$$\beta = \frac{E_{заг} - E_{норм}}{\sqrt{S_{E_{заг}}^2 + S_{E_{норм}}^2}} \quad \text{або} \quad \beta = \frac{K_M - 1}{\sqrt{C_{E_{заг}}^2 \cdot K_M + C_{E_{норм}}^2}}, \quad (3)$$

де  $E_{заг}$  – загальний модуль пружності конструкції, МПа, який залежить від товщини шарів  $h_i$ , м, їх фактичного модуля пружності  $E_i$ , МПа та діаметру відбитку пневматика  $D$ , см [6];

$E_{норм}$  – потрібний модуль пружності конструкції, МПа, який залежить від розрахункового навантаження та сумарної кількості прикладення навантаження  $N_{sum}$  [6];

$S_{E_{заг}}$  і  $S_{E_{норм}}$  – середньоквадратичні відхилення розрахункового та відповідно фактичного модуля пружності шару дорожнього одягу;

$C_{E_{заг}}$  і  $C_{E_{норм}}$  – коефіцієнти варіації розрахункового та відповідно фактичного модуля пружності шару дорожнього одягу;

$K_M$  – коефіцієнт запасу міцності:

$$K_M = E_{заг} / E_{норм}, \quad (4)$$

Таким чином, для розрахунку загального модуля пружності на поверхні шару  $E_{заг}$  з позиції теорії надійності, потрібно отримати фактичні значення модулів пружності ґрунтової основи та шарів конструкції, а також відповідні їм статистичні характеристики – середньоквадратичні відхилення  $S_E$  та коефіцієнти варіації  $C_E$ .

**Основна частина.** Вимоги до матеріалів щебеневих та гравійних шарів нормуються чинним ДСТУ Б В.2.7-30-2013 «Матеріали нерудні для щебеневих і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг» [1]. Згідно цього документу готові суміші потрібно оцінювати за зерновим складом, насипною густиною, пластичністю та радіаційно-гігієнічною оцінкою, а наповнювачі, що входять до складу готових сумішей, згідно відповідних нормативних документів.

Проте в нормативних документах [4, 5] не наведено розрахункових характеристик готових сумішей необхідних для розрахунку КДО за допустимим пружним прогином та за критерієм зсуву у шарах із малозв'язних матеріалів, а саме: модуль пружності шару  $E$ , МПа; зчеплення  $C$ , МПа; та кут внутрішнього тертя  $\phi$ , град.

Значення розрахункових характеристик в узагальненому вигляді наведено у ВБН В.2.3.218-186 «Дорожній одяг нежорсткого типу» [6] та ВБН В.2.3.218-008 «Проектування і будівництво жорстких та з жорсткими прошарками дорожніх одягів» [7]. Для усіх сумішей згідно [4] встановлено модуль пружності  $E=180$  МПа, зчеплення  $C=0,03$  МПа, кут внутрішнього тертя  $\phi=45^\circ$ . До діючих нормативних документів [6, 7] вони перейшли із ВСН 46-83 «Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа» [8] та ВСН 197-91 «Инструкция по проектированию жестких дорожных одежд» [9], як для піщано-гравійних сумішей № 1, 2, 4 (згідно ГОСТ 25607-83).

На відміну від діючого на території України ВБН В.2.3.218-186 [6] у нормативному документі ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд» [10] наведено характеристики окремо для сумішей С1-С7 згідно ГОСТ 25607 «Смеси щебеночно-гравійно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов» [11, 12]. На момент введення в дію документу [10] ГОСТ 25607 був діючим в редакції 1994 року [11], наразі чинна редакція 2009 року [12], яка має певні відмінності. Відповідність сумішей за нормами [4, 11, 12] та відповідні їм розрахункові характеристики за [6, 7, 10] наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Відповідність сумішей між собою за [4, 11, 12] та відповідні їм розрахункові характеристики за [6, 7, 10]

ДСТУ Б В.2.7-30-2009[4]		ГОСТ 25607-2009 [12]		ГОСТ 25607-94 [11]	
Назва суміші	Розрах. хар.	Назва суміші	Розрах. хар.	Назва суміші	Розрах. хар. Щеб./Гравій.
1	2	3	4	5	6
Суміші для покриттів					
С1	E=180 МПа; C=0,03 МПа; $\phi=45^\circ$	С1	E=300/280 МПа	С1	E=300/280 МПа
С2		С2	E=290/265 МПа	С2	E=290/265 МПа
С3					

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Суміші для основ					
C4 (80)	E=180 МПа; C=0,03 МПа; $\varphi=45^\circ$	C3	E=280/240 МПа	C3	E=280/240 МПа
C5 (40)				C4	E=275/230 МПа
C6		C4	E=260/220 МПа	C5	E=260/220 МПа
C7		C5	E=240/200 МПа	C6	E=240/200 МПа
C8					
C9		C6	E=260/180 МПа	C7	E=260/180 МПа
C10		C7			

Для уточнення та встановлення розрахункових характеристик щебенево-піщаних сумішей в рамках будівництва площадки для складування будівельних матеріалів з цементно-бетонним покриттям (рис. 1) проведено випробування. В рамках експерименту визначено несучу здатність ґрунтової основи природної структури та після ущільнення з прив'язкою до щільності та вологості ґрунту, а також на поверхні конструктивних шарів. Дослідний майданчик розбито на чотири ділянки з різними конструкціями (рис. 2).



Рисунок 1 – Загальний вигляд будівельної ділянки

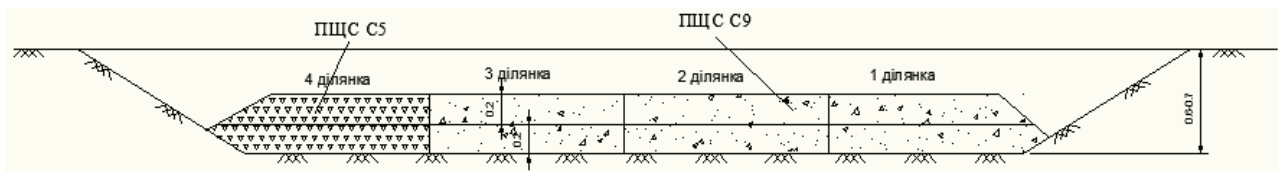


Рисунок 2 – Поздовжній розріз та схема розбивки дослідного майданчику

При випробуванні несучої здатності застосовувався прилад для визначення динамічного модуля пружності Inspector 3 (рис. 2), для відбору ґрунту основи з подальшим визначенням щільності та вологості «ріжуче кільце» (рис. 3).

Випробування проводились згідно ВБН В.2.3-218-186[6] та ТР ВФ – СтВ [13] за наступною методикою:

1. Розбивка дослідного майданчику та зняття шару ґрунту товщиною 60-70 см;

2. Визначення несучої здатності ґрунту у природному заляганні приладом динамічної дії Inspector 3 (3 точки), відбір ґрунту ріжучим кільцем (3 проби), відбір ґрунту порушеної структури для лабораторного визначення фізико-механічних властивостей;

3. Ущільнення ґрунту основи котком (масою 12 т) за 10 проходів при статичному навантаженні та 4 – 6 проходів котка з вібрацією;

4. Випробування несучої здатності ґрунтової основи після ущільнення котком (12 точок), відбір ґрунту ріжучим кільцем (4 проби);

5. Розбивка майданчику на чотири ділянки та розподілення та ущільнення суміші С9 шаром 20 см в ущільненому стані на 1-й та 2-й ділянці, ущільнення здійснювалось за 10 проходів по одному сліду без вібрації та 3-4 проходи в режимі вібрації;



Рисунок 2 – Прилад для визначення динамічного модуля пружності Inspector 3



Рисунок 3 – Відбір ґрунту «ріжучим кільцем» з подальшим визначенням щільності та вологості

6. Визначення несучої здатності ущільненого шару (6 точок випробувань, по 3 на ділянці), відбір суміші для лабораторних випробувань (визначення гранулометричного складу);

7. Розподілення та ущільнення суміші С9 на 3-й ділянці, розподілення та ущільнення шару суміші С5 на 4-й ділянці;

8. Визначення несучої здатності на ущільнених 3-й та 4-й ділянках;

9. Розподілення та ущільнення другого шару суміші С9 до проектних відміток на ділянках 1-3, розподілення та ущільнення шару суміші С5 на 4-й ділянці до проектних відміток, ущільнення здійснювалось за 6 проходів по одному сліду без вібрації та 3 проходи в режимі вібрації;



10.Визначення несучої здатності на поверхні ущільнених шарів (3x4=12 точок, рис. 4).

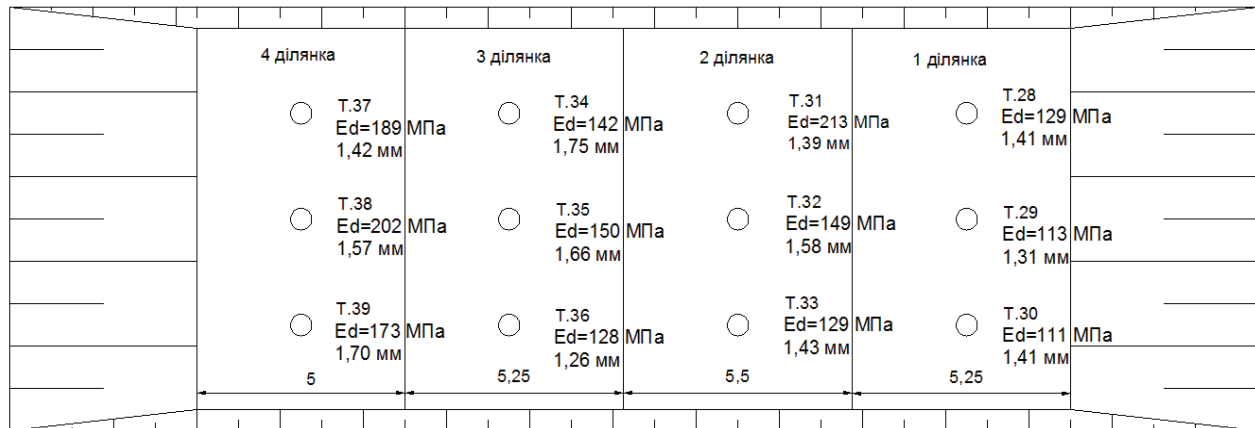


Рисунок 4 – Схема та результати визначення несучої здатності по поверхні другого шару (проектна відмітка) на ділянках 1-4

У результаті випробувань встановлено високу неоднорідність показників несучої здатності основи земляного полотна внаслідок включень різних типів ґрунтів. Домінуючим є суглинок із плямами глини, супіску та піску. Результати зведено до таблиці 2. Фактичний модуль пружності на поверхні ґрунту змінюється від 33 МПа до 104 МПа, або більш як у 3 рази. На початку (ділянка 1) та в кінці площадки (ділянка 4) зафіксовано значення фактичного модуля пружності на поверхні ґрунту менше проектного 56 МПа [6].

Таблиця 2 – Результати визначення несучої здатності по поверхні ґрунту після ущільнення

№ вим.	Фактичний модуль пружності на поверхні ґрунту, $E_g$ , МПа до ущільнення / після ущільнення	Відношення фактичного модуля пружності до проектного значення ( $E_g=56$ МПа)	Тип ґрунту	Щільність ґрунту, $\rho_d$ , г/см <sup>3</sup> до ущіл. / після ущіл.	Вологість W, % до ущіл. / після ущіл.	Примітки
4	- / 41	0,73	суглинок	-	-	Ділянка 1
5	- / 33	0,59	суглинок	-	-	
6	76 / 79	1,41	суглинок	1,93 / 1,93	10,27 / 10,26	
7	- / 58	1,04	суглинок	-	-	Ділянка 2
8	- / 66	1,18	суглинок	-	-	
9	87 / 71	1,27	пісок	1,82 / 1,75	3,43 / 2,15	
10	- / 104	1,86	супісок	- / 1,78	- / 11,73	Ділянка 3
11	- / 51	0,91	суглинок	-	-	
12	- / 68	1,21	суглинок	-	-	
13	- / 44	0,79	суглинок	-	-	Ділянка 4
14	- / 82	1,46	глина	-	-	
15	60 / 37	0,66	суглинок	1,83 / 1,88	13,07 / 12,33	

Перший та другий шар на ділянках 1-3 влаштовано із щебенево-піщаної суміші, яка за даними лабораторного розсіву (рис. 5, табл. 3) згідно ДСТУ Б В.2.7-30-2013 [4] проходить як С9, згідно ГОСТ 25607-94[11] – С7, згідно ГОСТ 25607-2009 [12] – С6. Перший та другий шар на четвертій ділянці влаштовано із суміші С5 фракції 0-70.

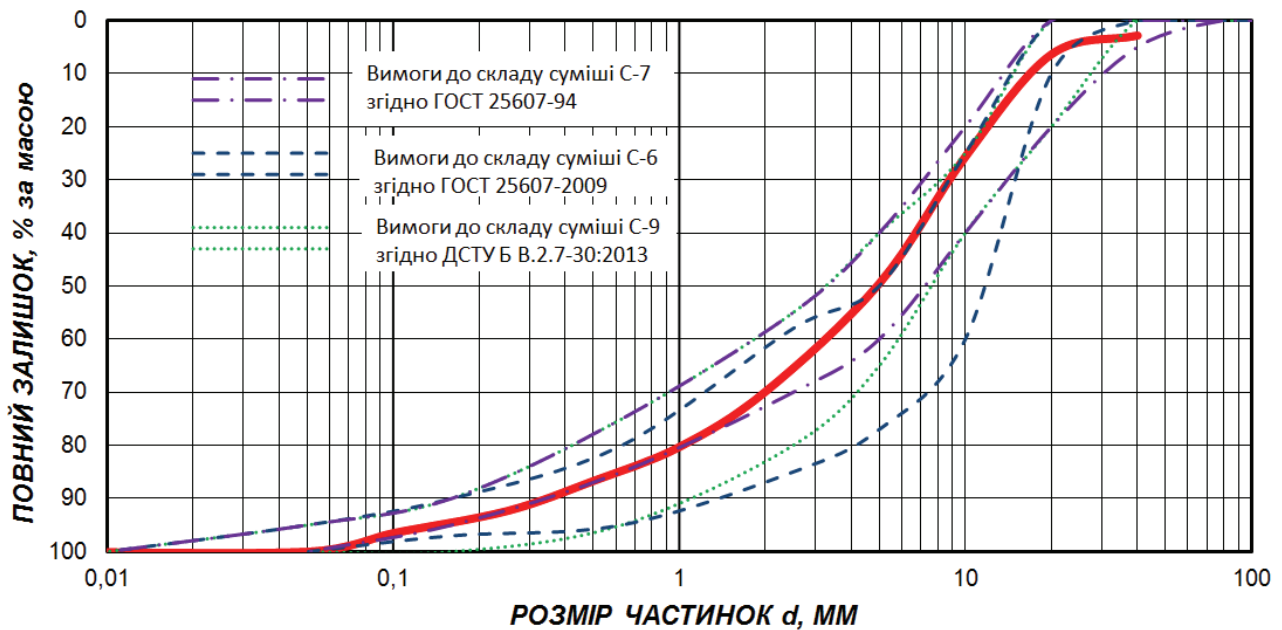


Рисунок 5 – Гранулометричний склад щебенево-піщаної суміші та відповідні її вимоги згідно [4, 11, 12]

Таблиця 3 – Гранулометричний склад дослідної суміші та відповідні їй нормативні вимоги згідно [4, 11, 12]

Назва суміші	Повний залишок, % за масою, на ситах з розміром отворів, мм									
	40	20	10	5	2,5	0,63	0,16	0,05	<0,05	<0,001
С9 згідно ДСТУ Б В.2.7-30	-	0 - 20	25 - 40	40 - 65	55 - 80	75 - 95	90 - 100	95 - 100	-	-
С6 згідно ГОСТ 25607-2009	-	0 - 10	25 - 60	50 - 77	58 - 85	80 - 95	90 - 97	95 - 100	-	-
С7 згідно ГОСТ 25607-94	0 - 5	0 - 20	20 - 40	40 - 60	55 - 70	75 - 85	90 - 95	95 - 100	-	-
	40	20	10	5	2	1	0,5	0,25	0,1	<0,1
Дослідна суміш	2,86	6,38	25,67	49,54	69,89	80,30	86,71	92,35	96,51	100

Результати вимірювання несучої здатності на поверхні першого та другого шарів за визначеною схемою (рис. 4) зведено до таблиці 4.

Таблиця 4 – Результати вимірювання несучої здатності на поверхні шарів щебенево-піщаної суміші та щебеню

1 шар від ґрунтової основи (h=20 см)		2 шар від ґрунтової основи (h=20 см)		Примітки
Номер точки	Фактичний модуль пружності на поверхні основи, $E_k$ , МПа	Номер точки	Фактичний модуль пружності на поверхні основи, $E_k$ , МПа	
1	2	3	4	5
16	106	28	129	Ділянка 1 ЩПС С9 (фр. 0-40)
17	76	29	113	
18	92	30	111	
19	97	31	213	Ділянка 2 ЩПС С9 (фр. 0-40)
20	74	32	149	
21	81	33	129	Ділянка 3 ЩПС С9 (фр. 0-40)
22	111	34	142	
23	114	35	150	
24	89	36	128	

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5
25	149	37	189	Ділянка 4 ЩПС С5 (фр. 0-70)
26	100	38	202	
27	133	39	173	

Щоб оцінити відповідність шарів щебенево-піщаної суміші нормативним розрахунковим характеристикам за [6, 7, 10] необхідно виконати обернений розрахунок та перейти від загального модуля пружності на поверхні шару до фактичного модуля пружності шару ЩПС. Операцію виконано в програмному комплексі MathCad за допомогою функції «root». Використовувалась формула для розрахунку загального модуля пружності згідно [8] (4). Кінцева функція приймає наступний вигляд:

$$E_i = \text{root} \left[ E_s - \frac{\left[ 1,05 - 0,1 \frac{h_i}{D} \left( 1 - \sqrt[3]{E_g/E_i} \right) \right] E_i}{0,71 \sqrt[3]{\frac{E_g}{E_i} \arctg \left( \frac{1,35(2h_i \sqrt[3]{\frac{E_i}{6E_g}})}{D} \right) + \frac{E_i}{E_{\text{зад}}^{(i+1)}} \cdot \frac{2}{\pi} \arctg \frac{D}{(2h_i \sqrt[3]{\frac{E_i}{6E_g}})}}}, E_i, E_{i_{\min}}, E_{i_{\max}} \right], \quad (4)$$

де  $E_s$  – загальний модуль пружності на поверхні шару, МПа;

$E_i$  – модуль пружності шару КДО, МПа;

$i$  – номер шару КДО;

$E_g$  – модуль пружності на поверхні шару основи або модуль пружності ґрунту, МПа;

$h_i$  – товщина шару КДО, см;

$D$  – діаметр відбитку колеса на поверхні покриття, см.

Результати розрахунку значень модулів пружності шарів основи зведено до таблиці 5.

Таблиця 5 – Результати розрахунку фактичних значень модулів пружності шарів дослідної конструкції дорожнього одягу

№ ділянки	Конструктивні шари	Товщина шару, см	№ шару	Модуль пружності шару $E$ , МПа	Коеф. варіації, $K_{var}$
1	ЩПС С9 (фр. 0-40)	20	2	127,3	2,1
		20	1	118,7	7,83
	Суглинок	-	основа	51	11,84
2	ЩПС С9 (фр. 0-40)	20	2	228,2	43,13
		20	1	90,7	4,46
	Суглинок	-	основа	65	0,66
3	ЩПС С9 (фр. 0-40)	20	2	154,31	2,22
		20	1	119,2	4,48
	Суглинок	-	основа	74	9,85
4	ЩПС С 5 (фр. 0-70)	20	2	327,6	3,05
		20	1	197,3	18,93
	Суглинок	-	основа	54	10,79

Аналіз табл. 5 вказує, що фактичний модуль пружності шару ЩПС С9 відповідає розрахунковому  $E=180$  МПа [6, 7, 10] лише на другій ділянці. Пояснюється це частково неоднорідністю ділянки внаслідок обмежених розмірів майданчику, а відповідно і нерівномірного ущільнення по площі, а також невеликої вибірки вимірювань. Однак простежується суттєва різниця, майже в два рази, в несучій здатності шарів ЩПС фр. 0-40 (1-3 ділянки) та шарів влаштованих із ЩПС С 5 фр. 0-70 (4-а ділянка). Таким чином від гранулометричного складу зернистих шарів дорожнього одягу та ступеня їх ущільнення залежить несуча здатність основи, а згідно ВБН В.2.3.218-186 [6] та ВБН В.2.3.218-008 [7] різниці немає, оскільки згідно [6] розрахунковий модуль пружності шару для всіх типів сумішей за [4] не змінюється і становить  $E=180$  МПа.

### **Висновки**

1. У статті проаналізовано чинні нормативні документи, що стосуються виготовлення щебенево-піщаних сумішей, влаштування конструктивних шарів основи та встановлення їх розрахункових характеристик.

2. Результати випробування ґрунту у природному стані та після ущільнення свідчать про вплив структурних зв'язків на несучу здатність ґрунтової основи. При зменшенні кількості пор внаслідок ущільнення, але при руйнуванні структурних зв'язків, може знижуватися несуча здатність (табл. 2, ділянка 4, номер вимірювання 15). При ущільненні піщаних ґрунтів у природному заляганні спостерігається зворотній процес – розущільнення у верхніх шарах (табл. 2, ділянка 2, номер вимірювання 9).

3. Визначено недоліки існуючих норм, які спонукають до проведення ряду випробувань в рамках науково-дослідних робіт для встановлення реальних розрахункових характеристик та внесення відповідних змін у нормативні документи. Основний принцип при проектуванні доріг має бути призначення несучої здатності основи (фундаменту) на рівні не менше 120 ... 150 МПа при використанні зернистих шарів. Безумовне забезпечення несучої здатності основи на етапі влаштування основи та перевірка її при контролі якості та технічному нагляді є основою забезпечення надійності та довговічності конструкцій дорожнього одягу із зернистими шарами в основі.

### **ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Дмитриченко М.Ф., Дмитрієв М.М., Гамеляк І.П., Райковський В.Ф., Якименко Я.М. Надійність конструкцій дорожнього одягу / М.Ф. Дмитриченко, М.М. Дмитрієв, І.П. Гамеляк, В.Ф. Райковський, Я.М. Якименко // - Навч. посібник. К.: НТУ. – 2012. – 206 с.

2. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем / К. Капур, Л. Ламберсон // М.: Мир. - 1980.

3. Ржаницын А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность / А.Р. Ржаницын // М.: Стройиздат., - 1978. - 239 с.

4. ДСТУ Б В.2.7-30-2013 «Матеріали нерудні для щебених і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг».

5. ДБН В.2.3-4 «Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво».

6. ВБН В.2.3.218-186 «Дорожній одяг нежорсткого типу».

7. ВБН В.2.3.218-008 «Проектування і будівництво жорстких та з жорсткими прошарками дорожніх одягів».

8. ВСН 46-83 «Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа».

9. ВСН 197-91 «Инструкция по проектированию жестких дорожных одежд».

10. ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд».

11. ГОСТ 25607-94 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов».

12. ГОСТ 25607-2009 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов».

13. TP BF –StB Part B 8.3 Dynamic Plate-Load Testing with the Aid of the Light Drop-Weight Tester.

### **REFERENCES**

1. Dmitrichenko M.F., Dmitriev M.M., Gamelyak I.P., Raykovskij V.F., Yakimenko J.M. Reliability of pavement construction. National Transport University. Kyiv. 2012. 206 p. (Ukr)

2. Kapur K., Lamberson L. Reliability and design of systems. Mir. Moscow. 1980. (Rus)

3. Rzhanicyn A.R. The theory of reliability calculation for building constructions. Strojizdat. Moscow. 1978. 239 p. (Rus)

4. DSTU B V.2.7-30-2013 Non-metallic materials for crushed stone and gravel bases and road pavements. (Ukr)

5. DBN V.2.3-4 Constructions for transport. Highways. Part I. Design. Part II. Construction. (Ukr)

6. VBN V.2.3.218-186 Flexible road constructions. (Ukr)

7. VBN V.2.3.218-008 Design and construction of rigid road constructions and with rigid layers. (Ukr)

8. VSN 46-83 Instructions for flexible road pavements design. (Rus)

9. VSN 197-91 Instructions for rigid road pavements design. (Rus)

10. ODN 218.046-01 Flexible road pavements design. (Rus)

11. GOST 25607-94 Crushed stone-gravel-sand mixtures for road and airfield pavements and bases. (Rus)



12. GOST 25607-2009 Crushed stone-gravel-sand mixtures for road and airfield pavements and bases.  
(Rus)
13. TP BF –StB Part B 8.3 Dynamic Plate-Load Testing with the Aid of the Light Drop-Weight Tester.

#### РЕФЕРАТ

Гамеляк І.П. Про необхідність встановлення розрахункових характеристик зернистих сумішей для основ дорожніх одягів / І.П. Гамеляк, Д.В. Волошук // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті аналізуються сучасні нормативні документи, що встановлюють розрахункові характеристики для зернистих шарів на прикладі дослідного вимірювання несучої здатності ґрунту основи та шарів щебенево-піщаної суміші при спорудженні конструкції дорожнього одягу жорсткого типу.

Об'єкт дослідження – розрахункові характеристики зернистих сумішей для влаштування шарів основи дорожнього одягу.

Мета роботи – експериментальне визначення та обґрунтування необхідності встановлення розрахункових характеристик зернистих шарів основи.

Метод дослідження – статистичний та аналітичний аналіз результатів вимірювань несучої здатності на поверхні шарів дорожнього одягу.

Понад 95 % автомобільних доріг України в основі мають неукріплені зернисті шари. Від їх якості та несучої здатності залежить надійність та довговічність конструкцій дорожнього одягу (КДО) в цілому. Надійність КДО задається на етапі проектування та розрахунку, забезпечується при спорудженні та підтримується в процесі експлуатації. Стадія проектування є ключовим етапом, а об'єктивно задані розрахункові та відповідні їм статистичні характеристики формують загальну надійність споруди. На сьогоднішній день існує ряд вимог до матеріалів щебених і гравійних основ, але відсутні їх розрахункові характеристики, що не дає можливості виконувати об'єктивний розрахунок.

Результати статті можуть бути впроваджені при проектуванні та розрахунку конструкцій дорожнього одягу та забезпеченні їх надійності.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – забезпечення надійності конструкцій дорожніх одягів на етапі проектування та розрахунку.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ОСНОВА, ЗЕРНИСТІ ШАРИ, ВИМІРЮВАННЯ, НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ, РОЗРАХУНОК, БУДІВНИЦТВО, НАДІЙНІСТЬ.

#### ABSTRACT

Gamelyak I.P., Voloshchuk D.V. About the necessity of determination the granular mixtures design characteristics for bases of road pavements. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article analyzes the modern normative documents which establish calculated characteristics for granular layers on the example of experimental bearing capacity measuring of soil foundation and granular mixture layers during the rigid pavement construction.

Object of the study – granular mixtures calculated characteristics for bases layers.

Purpose of the study – experimental determination and justification of the need to calculated characteristics establishing for granular layers.

Method of the study – statistical and analytical analysis of bearing capacity measurements on the pavement layers surface.

Over 95% of roads in Ukraine are based on unfortified granular layers. Their quality and bearing capacity depends on the reliability and durability of pavements in general. Pavement reliability sets at the design and calculation phase, provides during construction and maintains in operation. Designing phase is a key stage, objectively established calculated and corresponding statistical characteristics forms the overall reliability of pavement. Nowadays, there are a number of requirements for granular materials, but there is no calculated characteristics that makes it impossible to carry out an objective calculation.

The results of the article can be implemented during pavements designing and calculation and also ensuring their reliability.

Forecast assumptions about the object of study – ensuring the reliability of pavements during its design and calculation.

**KEY WORDS:** BASE, GRANULAR LAYERS, MEASUREMENT, BEARING CAPACITY, CALCULATION CONSTRUCTION, RELIABILITY.

## РЕФЕРАТ

Гамеляк И.П. О необходимости определения расчетных характеристик зернистых смесей для оснований дорожных одежд / И.П. Гамеляк, Д.В. Волощук // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье анализируются современные нормативные документы, назначающие расчетные характеристики для зернистых слоев на примере исследовательского измерения несущей способности грунтового основания и слоев щебеночно-песчаной смеси при сооружении конструкции дорожной одежды жесткого типа.

Объект исследования – расчетные характеристики зернистых смесей для устройства слоев основания дорожной одежды.

Цель работы – экспериментальное определение и обоснование необходимости назначения расчетных характеристик для зернистых слоев основания.

Метод исследования – статистический и аналитический анализ результатов измерений несущей способности на поверхности слоев дорожной одежды.

Более 95% автомобильных дорог Украины в основе имеют неукрепленные зернистые слои. От их качества и несущей способности зависит надежность и долговечность конструкций дорожной одежды (КДО) в целом. Надежность КДО задается на этапе проектирования и расчета, обеспечивается при сооружении и поддерживается в процессе эксплуатации. Стадия проектирования является ключевым этапом, а объективно заданные расчетные и соответствующие им статистические характеристики формируют общую надежность сооружения. На сегодняшний день существует ряд требований к материалам щебеночных и гравийных оснований, но отсутствуют их расчетные характеристики, что не позволяет выполнять объективный расчет.

Результаты статьи могут быть внедрены при проектировании и расчете конструкций дорожной одежды и обеспечении их надежности.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования - обеспечение надежности конструкций дорожных одежд на этапе проектирования и расчета.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ОСНОВАНИЕ, ЗЕРНИСТЫЕ СЛОИ, ИЗМЕРЕНИЕ, НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ, РАСЧЕТ, СТРОИТЕЛЬСТВО, НАДЕЖНОСТЬ.

### АВТОРИ:

Гамеляк Ігор Павлович, доктор технічних наук, професор Національний транспортний університет, професор кафедри аеропорти, e-mail: gip65@mail.ru, тел. +380503524124, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Волощук Денис Вікторович, аспірант кафедри аеропорти Національний транспортний університет, e-mail: den-voloshchuk@ya.ru, тел. +380934615917, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

### AUTHORS:

Gameliak Igor P., PhD, Professor of National Transport University, Professor department of airports, e-mail: gip65@mail.ru, tel. +380503524124, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1.

Voloshchuk Denys V., Postgraduate Department of National Transport University, department of airports, e-mail: den-voloshchuk@ya.ru, tel. +380934615917, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1.

### АВТОРЫ:

Гамеляк Игорь Павлович, доктор технических наук, профессор Национальный транспортный университет, профессор кафедры аэропорты, e-mail: gip65@mail.ru, тел. +380503524124, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Волощук Денис Викторович, аспирант кафедры аэропорты Национальный транспортный университет, e-mail: den-voloshchuk@ya.ru, тел. +380934615917, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

### РЕЦЕНЗЕНТИ:

Вирожемський В.К., кандидат технічних наук, перший заступник директора з наукової роботи ДП «ДерждорНДІ», Київ, Україна.

Павлюк Д.О., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, Київ, Україна.

### REVIEWERS:

Vyrozhemsky V.K., Ph.D., deputy director in “DerzhdorNDI”, Kyiv, Ukraine.

Pavliuk D.O., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University head of the Road Design, Geodesy and Land Management Chair, Kyiv, Ukraine.