https://doi.org/10.36100/dorogimosti2023.28.099

УДК 691.16

Копинець І. В., *канд. техн. наук, https://orcid.org/0000-0002-0908-4795*
Головченко В. С., *https://orcid.org/0000-0001-5078-8682*
Желтобрюх А. Д., *https://orcid.org/0000-0003-0764-8793*
Соколов О. В., *https://orcid.org/0000-0002-4694-9647*

Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М. П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»), м. Київ, Україна

УСТАНОВЛЕННЯ НАЦІОНАЛЬНИХ ВИМОГ ДО ЗЕРНОВОГО СКЛАДУ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ ЗГІДНО З ДСТУ EN 13108-1

Вступ. ДСТУ EN 13108-1 установлює вимоги до асфальтобетонних сумішей, що використовують для влаштування шарів дорожнього одягу автомобільних доріг, аеродромів тощо. Дані асфальтобетонні суміші використовують для влаштування шару основи, зв'язуючого шару та шару покриву.

Проблематика. Особливістю ДСТУ EN 13108-1 є те, що у ньому установлені загальні вимоги до всіх показників, зокрема до зернового складу. Тобто відсутні конкретні вимоги до зернового складу асфальтобетонних сумішей залежно від категорії дороги, транспортного навантаження та розташування шару асфальтобетону в конструкції дорожнього одягу. Тому доцільно детально розглянути вимоги до зернового складу асфальтобетонних сумішей, порівняти їх з вимогами національних стандартів та запропонувати відповідні національні вимоги.

Мета. Установлення національних вимог до зернового складу асфальтобетонних сумішей згідно з ДСТУ EN 13108-1.

Матеріали і методи. Аналіз літературних джерел, порівняння вимог нормативних документів до зернового складу асфальтобетонних сумішей.

Результати. Вимоги до вмісту зерен певної фракції вказують у вигляді обраних мінімальних і максимальних значень проходу через сита з розміром отворів 1,4 *D*, *D*, 2 мм і 0,063 мм у відсотках, вимоги до зернового складу додатково може бути зазначено в документах, пов'язаних із застосуванням асфальтобетонних сумішей. Також може бути встановлено додаткові вимоги до зернового складу щодо вмісту зерен, які проходять через сито з певним розміром отворів. У той же час може бути обрано не більше ніж два сита відповідного розміру між 2 мм та *D* і два сита відповідного розміру між 2 мм та 0,063 мм. Вимоги ДСТУ EN 13108-1 до зернового складу мають широкий діапазон значень, що ймовірно пов'язано з різною можливою областю застосування асфальтобетонних сумішей.

Висновки. У зв'язку з тим, що стандарт ДСТУ EN 13108-1 установлює загальні вимоги до зернового складу, відповідні вимоги має бути встановлено в національному стандарті залежно від області застосування асфальтобетонних сумішей.

Під час встановлення вимог до зернового складу, за основу взято вимоги ДСТУ Б В.2.7-119 щодо вмісту зерен розміром більше ніж 5 мм з відповідним приведенням до вимог ДСТУ EN 13108-1, та надано пропозиції до зернового складу асфальтобетонних сумішей з урахуванням найбільшого номінального розміру заповнювача у складі асфальтобетонних сумішей та можливої області їх застосування.

Ключові слова: асфальтобетон, бітум, верхній шар основи, експлуатаційні властивості, зв'язуючий шар, конструкція дорожнього одягу, шар покриву.

Вступ

ДСТУ EN 13108-1 [1] установлює вимоги до асфальтобетонних сумішей, що використовують для влаштування шарів дорожнього одягу автомобільних доріг, аеродромів тощо. Дані асфальтобетонні суміші використовують для влаштування шару основи, зв'язуючого шару та шару покриву.

Особливістю ДСТУ EN 13108-1 [1] є те, що у ньому установлені загальні вимоги до всіх показників, зокрема до зернового складу. Тобто відсутні конкретні вимоги до зернового складу асфальтобетонних сумішей залежно від категорії дороги, транспортного навантаження та розташування шару асфальтобетону в конструкції дорожнього одягу. Тому доцільно детально розглянути вимоги до зернового складу асфальтобетонних сумішей, порівняти їх з вимогами національних стандартів та запропонувати відповідні національні вимоги.

Основна частина

Вимоги, які пред'являють до зернового складу асфальтобетонних сумішей відповідно до ДСТУ EN 13108-1 [1] наведено в **табл. 1** і **табл. 2**. Зерновий склад описують за кількістю заповнювача з розміром зерен менше ніж 1,4 *D*, *D*, 2 мм і 0,063 мм. Підібраний склад асфальтобетонної суміші повинен знаходитися в межах даного зернового складу.

Таблиця 1

Вимоги до зернового складу асфальтобетонних сумішей – основний комплект сит та комплект сит 1

D	4	5 (5,6)	8	11 (11,2)	16	22 (22,4)	32 (31,5)
Розмір отворів сита, мм	Вміст зерен, % за масою, менших даного розміру						
1,4 *D*	100	100	100	100	100	100	100
D	90-100	90-100	90-100	90-100	90-100	90-100	90-100
2	50-85	15-72	10-72	10-60	10-50	10-50	10-50
0,063	5,0-17,0	2,0-15,0	2,0-13,0	2,0-13,0	0-12,0	0-11,0	0-11,0

Таблиця 2

Вимоги до зернового складу асфальтобетонних сумішей – основний комплект сит та комплект сит 2

D	4	6 (6,3)	8	10	12 (12,5)	14	16	20	32 (31,5)
Розмір отворів сита, мм	Вміст зерен, % за масою, менших даного розміру								
1,4 *D*	100	100	100	100	100	100	100	100	100
D	90-100	90-100	90-100	90-100	90-100	90-100	90-100	90-100	90-100
2	50-85	15-72	10-72	10-60	10-55	10-50	10-50	10-50	10-50
0,063	5,0-17,0	2,0-17,0	2,0-13,0	2,0-12,0	2,0-12,0	2,0-12,0	0-12,0	0-11,0	0-11,0

Вимоги до вмісту зерен певної фракції вказують у вигляді обраних мінімальних і максимальних значень проходу через сита з розміром отворів 1,4 *D*, *D*, 2 мм і 0,063 мм у відсотках. Поєднання сит з комплектів 1 і 2 не допустимо.

Якщо сито, розраховане як 1,4 *D*, не відповідає ситу основного або додаткового комплекту сит, необхідно вибрати сито, яке найбільш близьке за розміром до необхідного.

При цьому зазначено, що вимоги до зернового складу додатково може бути зазначено в документах, пов'язаних із застосуванням асфальтобетонних сумішей. Також може бути встановлено додаткові вимоги до зернового складу щодо вмісту зерен, які проходять через сито з певним розміром отворів. У той же час може бути обрано не більше ніж два сита відповідного розміру між 2 мм та *D* і два сита відповідного розміру між 2 мм та 0,063 мм.

У випадку використання основного комплекту сит та додаткового комплекту сит 1 розмір отворів додаткових сит може становити: 4 мм, 5,6 мм, 8 мм, 11,2 мм, 16 мм, 22,4 мм та 31,5 мм – для додаткових сит між 2 мм та *D*; 1 мм, 0,5 мм, 0,25 мм та 0,125 мм – для додаткових сит між 2 мм та 0,063 мм.

У випадку використання основного комплекту сит та додаткового комплекту сит 2 розмір отворів додаткових сит може становити: 4 мм, 6,3 мм, 8 мм, 10 мм, 12,5 мм, 14 мм, 16 мм, 20 мм та 31,5 мм – для додаткових сит між 2 мм та *D*; 1 мм, 0,5 мм, 0,25 мм та 0,125 мм – для додаткових сит між 2 мм та 0,063 мм.

Заданий склад асфальтобетонної суміші повинен перебувати в межах зернового складу відповідно до **табл. 1** та **табл. 2**.

Як видно з даних **табл. 1** та **табл. 2**, установлені в ДСТУ EN 13108-1 [1] вимоги до зернового складу мають широкий діапазон значень, що ймовірно пов'язано з різною можливою областю застосування асфальтобетонних сумішей. Наприклад, асфальтобетонні суміші зерновий склад яких наближається до верхньої межі значень доцільно використовувати в конструкції дорожнього одягу з незначним транспортним навантаженням і навпаки, асфальтобетонні суміші зерновий склад яких наближається до нижньої межі значень доцільно використовувати в конструкції дорожнього одягу зі значним транспортним навантаженням. Такий підхід є аналогічним підходу, що застосований в ДСТУ Б В.2.7-119 [2], де виконано поділ асфальтобетонних сумішей на типи за вмістом щебеню і, відповідно, встановлено різну область використання цих асфальтобетонних сумішей.

Тому, доцільно порівняти вимоги до зернового складу асфальтобетонних сумішей згідно з ДСТУ EN 13108-1 [1] та ДСТУ Б В.2.7-119 [2]. Найбільш використовуваними в Україні є дрібнозернисті та крупнозернисті асфальтобетонні суміші з найбільшим номінальним розміром зерен відповідно 20 мм та 40 мм. Враховуючи коефіцієнт приведення 0,8 даним асфальтобетонним сумішам буде відповідати асфальтобетонна суміш з максимальним номінальним розміром зерен відповідно 16 мм та 32 мм. Графічне порівняння вимог зображено на **рис. 1 – 5**.

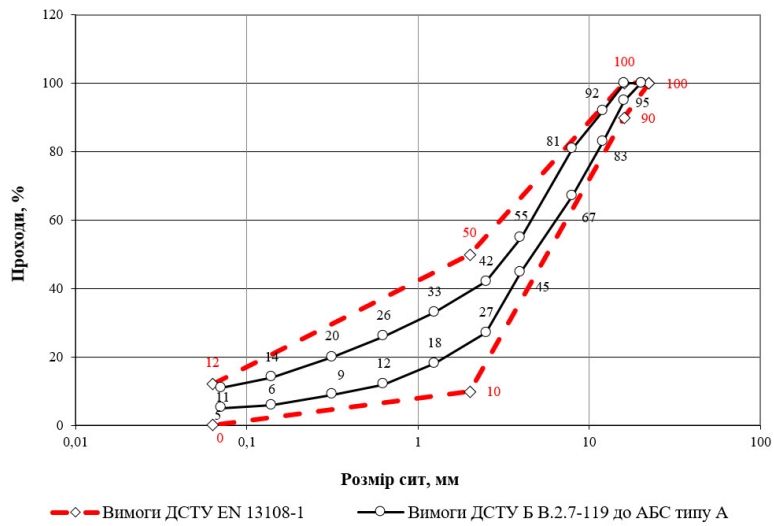

Рисунок 1 – Порівняння вимог ДСТУ EN 13108-1 та ДСТУ Б В.2.7-119 (тип А)

Як видно з **рис. 1** зерновий склад асфальтобетонної суміші типу А згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 [2] орієнтовно відповідає середнім значенням вимог ДСТУ EN 13108-1 [1] з наближенням до нижньої межі, тобто містить значну кількість крупного заповнювача.

У випадку асфальтобетонної суміші типу Б згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 [2] має місце наближення зернового складу до верхньої межі вимог ДСТУ EN 13108-1 [1] (див. **рис. 2**) і, відповідно, зменшення вмісту крупного заповнювача.

Для асфальтобетонної суміші типу В згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 [2] установлено невідповідність вимогам до зернового складу ДСТУ EN 13108-1 [1] (див. **рис. 3**), що проявляється у низькому вмісті зерен крупного заповнювача.

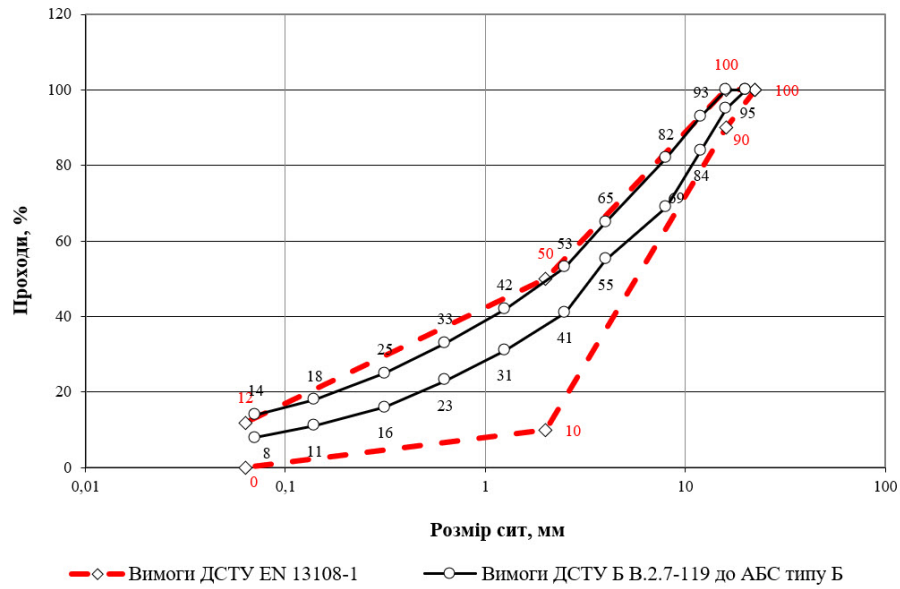

Рисунок 2 – Порівняння вимог ДСТУ EN 13108-1 та ДСТУ Б В.2.7-119 (тип Б)

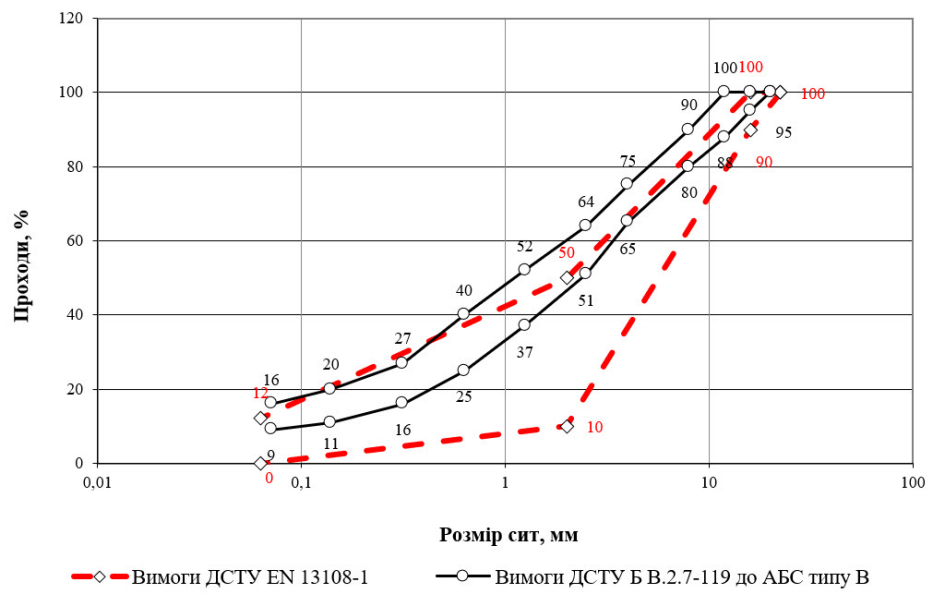

Рисунок 3 – Порівняння вимог ДСТУ EN 13108-1 та ДСТУ Б В.2.7-119 (тип В)

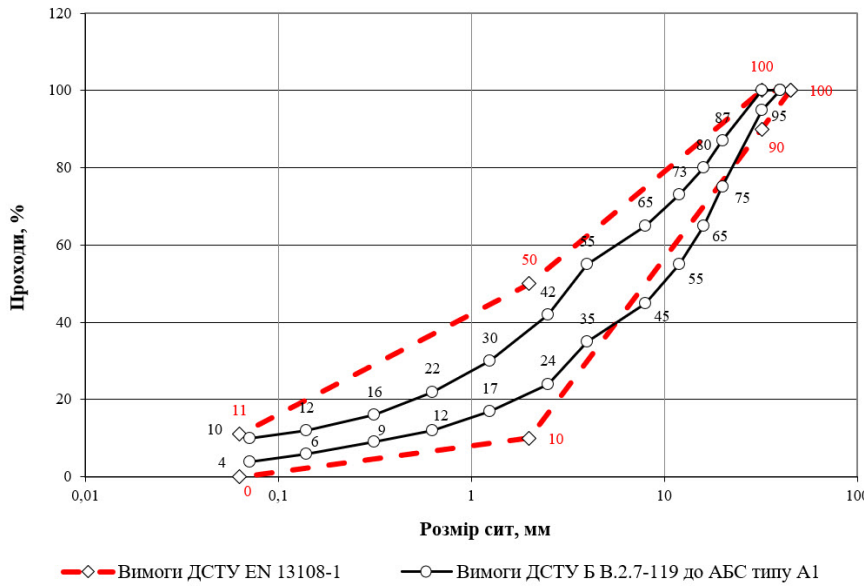

Рисунок 4 – Порівняння вимог ДСТУ EN 13108-1 та ДСТУ Б В.2.7-119 (тип А1)

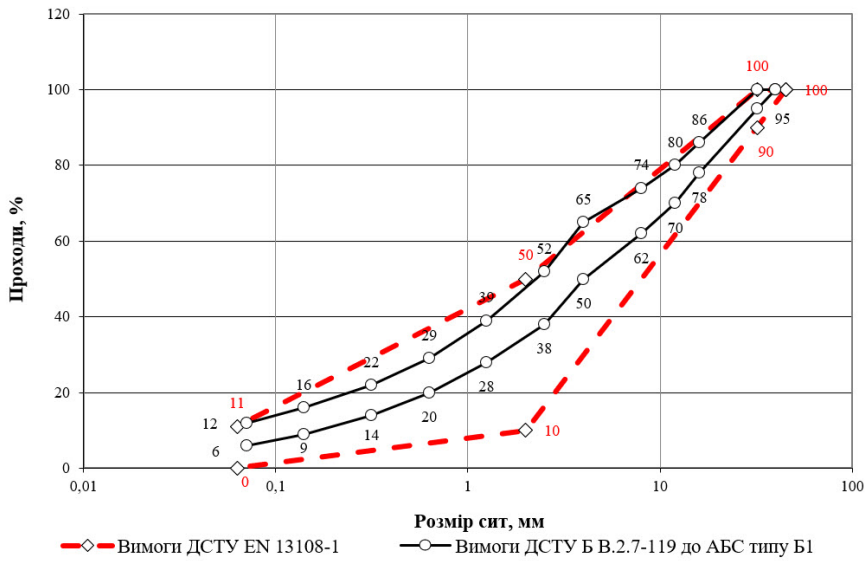

Рисунок 5 – Порівняння вимог ДСТУ EN 13108-1 та ДСТУ Б В.2.7-119 (тип Б1)

Аналогічні дані отримуємо під час порівняння зернового складу асфальтобетонних сумішей типу А1 та Б1 згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 [2] із вимогами до зернового складу ДСТУ EN 13108-1 [1] (див. **рис. 4** та **рис. 5**).

Варто також зазначити, що допустимий найбільший залишок на ситі з розміром отворів, що відповідає найбільшому номінальному розміру зерен заповнювача у складі асфальтобетонної суміші, відповідно до вимог ДСТУ EN 13108-1 [1] є більшим за вимоги ДСТУ Б В.2.7-119 [2], а також те, що абсолютний найбільший розмір заповнювача визначають як 1,4 *D*, тобто відхил є змінним і залежить від найбільшого номінального розміру заповнювача у складі асфальтобетонної суміші, у той час як відповідно до ДСТУ Б В.2.7-119 [2] дане значення є постійним і становить 5 мм.

Виходячи з отриманих результатів, вважаємо за доцільне також порівняти вимоги до зернового складу дрібнозернистих асфальтобетонних сумішей з найбільшим номінальним розміром зерен 10 мм згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 [2] та асфальтобетонних сумішей з найбільшим номінальним розміром зерен 8 мм згідно з ДСТУ EN 13108-1 [1], а також піщаних асфальтобетонних сумішей.

У результаті даного порівняння можемо бачити, що зерновий склад асфальтобетонної суміші типу А згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 [2] наближається до нижньої межі вимог ДСТУ EN 13108-1 [1], зерновий склад асфальтобетонної суміші типу Б – до середніх значень вимог ДСТУ EN 13108-1 [1], а зерновий склад асфальтобетонної суміші типу В – до верхніх значень вимог ДСТУ EN 13108-1. Тобто, на відміну від асфальтобетонних сумішей з найбільшим розміром зерен 20 мм, всі типи асфальтобетонних сумішей згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 [2] відповідають установленому діапазону вимог згідно з ДСТУ EN 13108-1 [1].

Асфальтобетонна суміш типу Г згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 [2] за зерновим складом повністю відповідає вимогам ДСТУ EN 13108-1 [2]. При цьому діапазон вимог згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 [2] є меншим за відповідний діапазон згідно з ДСТУ EN 13108-1 [1].

У всіх випадках можемо спостерігати те, що допустимий залишок на ситі з розміром отворів, що відповідає найбільшому номінальному розміру заповнювача у складі асфальтобетонної суміші, відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-119 [2] є меншим ніж відповідно до вимог ДСТУ EN 13108-1 [1].

Варто звернути увагу на кількість контрольних сит відповідно до ДСТУ EN 13108-1 [1] та ДСТУ Б В.2.7-119 [2]. Так, відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-119 [2] щодо крупнозернистої асфальтобетонної суміші, кількість контрольних сит становить 12, а відповідно до вимог ДСТУ EN 13108-1 [1] для аналогічної асфальтобетонної суміші кількість контрольних сит становить 4. Навіть з чотирма додатковими ситами загальна кількість контрольних сит буде становити 8.

Очевидно кількість контрольних сит та розмір їх отворів необхідно встановлювати залежно від найбільшого номінального розміру зерен заповнювача у складі асфальтобетонної суміші та використовуваних фракцій заповнювача.

Наприклад, одним з сит між ситом з розміром отворів 2 мм та *D* може бути сито з розміром отворів 4 мм, що відповідає нашому ситу з розміром отворів 5 мм. Таким чином буде збережено наші напрацювання щодо коліестійкості асфальтобетонів залежно від вмісту щебеню.

Для другого контрольного сита може бути прийнято сито, що йде наступним за ситом з розміром отворів, який відповідає найбільшому номінальному розміру заповнювача в складі асфальтобетонної суміші. Це необхідно для забезпечення достатньої кількості заповнювача крупнішої фракції у складі асфальтобетонної суміші.

У якості контрольного сита між 2 мм та 0,063 мм доцільно обрати сито з розміром отворів 0,125 мм, оскільки саме це сито найбільш повно характеризує розділ між наповнювачем та дрібним заповнювачем.

Зведені пропозиції щодо контрольних сит залежно від максимального номінального розміру заповнювача у складі асфальтобетонної суміші наведено в **табл. 3**.

Щодо використовуваних фракцій заповнювача, то для крупнозернистої асфальтобетонної суміші можна виконувати більш грубе дозування мінеральних матеріалів, однак при цьому відношення *D* до *d* не повинно бути більшим ніж 2, що відповідає установленому в Україні фракціонуванню матеріалів.

Таким чином, для виробництва крупнозернистої асфальтобетонної суміші може бути використано наступні фракції заповнювача: 16/32, 8/16, 4/8, 2/4 та 0/2.

У випадку дрібнозернистої асфальтобетонної суміші доцільно використовувати більш вузькі фракції щебеню: 11/16, 8/11, 4/8, 2/4 та 0/2.

З урахуванням вищенаведеного пропонується встановити наступні національні вимоги до зернового складу асфальтобетонних сумішей залежно від найбільшого номінального розміру зерен та області їх застосування (**табл. 4 – 6**).

Таблиця 3

Зведені пропозиції щодо отворів контрольних сит

Пропоновані розміри отворів контрольних сит, мм, залежно від максимального номінального розміру заповнювача у складі асфальтобетонної суміші, мм						
4	5 (5,6)	8	11 (11,2)	16	22 (22,4)	32 (31,5)
5 (5,6)	8	11 (11,2)	16	22 (22,4)	32 (31,5)	45
4	5 (5,6)	8	11 (11,2)	16	22 (22,4)	32 (31,5)
–	–	5 (5,6)	8	11 (11,2)	16	22 (22,4)
–	4	4	4	4	4	4
2	2	2	2	2	2	2
0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063

Таблиця 4

Пропозиції до зернового складу АБС для верхнього шару основи

Найбільший номінальний розмір зерен заповнювача, мм	Вміст зерен мінерального матеріалу, % за масою, менших даного розміру, мм								
	45	32	22	16	11	4	2	0,125	0,063
32	100	90-100	70-90	–	–	35-55	20-40	4-14	2-9
22		100	90-100	70-90	–	35-55	20-40	4-14	2-9
16			100	90-100	70-90	35-55	20-40	5-15	3-10

Таблиця 5

Пропозиції до зернового складу АБС для зв'язуючого шару

Найбільший номінальний розмір зерен заповнювача, мм	Вміст зерен мінерального матеріалу, % за масою, менших даного розміру, мм								
	32	22	16	11	8	4	2	0,125	0,063
22	100	90-100	65-80	–	–	45-55	25-40	5-11	3-9
16		100	90-100	65-80	–	45-55	25-40	5-15	4-10
11			100	90-100	65-80	45-55	25-40	5-12	4-10

Таблиця 6

Пропозиції до зернового складу АБС для шару покриву

Найбільший номінальний розмір зерен заповнювача, мм	Вміст зерен мінерального матеріалу, % за масою, менших даного розміру, мм							
	22	16	11	8	4	2	0,125	0,063
16	100	90-100	70-85	–	45-55	25-40	5-15	4-10
11		100	90-100	70-85	55-65	35-50	6-16	5-11
8			100	90-100	65-75	45-60	9-19	7-14
4				100	90-100	55-80	9-23	7-14

Висновки

Гармонізований стандарт ДСТУ EN 13108-1 установлює загальні вимоги до зернового складу асфальтобетонних сумішей. У зв'язку з цим відповідні вимоги має бути встановлено в національному стандарті залежно від області застосування асфальтобетонних сумішей.

Під час встановлення вимог до зернового складу, за основу взято вимоги ДСТУ Б В.2.7-119 щодо вмісту зерен розміром більше ніж 5 мм, з відповідним приведенням до вимог ДСТУ EN 13108-1, та надано пропозиції до зернового складу асфальтобетонних сумішей з урахуванням найбільшого номінального розміру заповнювача у складі асфальтобетонних сумішей та можливої області їх застосування.

Список літератури

1. ДСТУ EN 13108-1:2019 Бітумомінеральні суміші. Технічні вимоги до матеріалів. Частина 1. Асфальтобетон. Київ, 2019. 52 с. (Інформація та документація).

2. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. Київ, 2012. 49 с. (Інформація та документація).

References

1. DSTU EN 13108-1:2019 Bitumomineralni sumishi. Tekhnichni vymohy do materialiv. Chastyna 1. Asfaltobeton [State Standard of Ukaraine (DSTU EN 13108-1:2019) Bituminous-mineral mixtures. Technical requirements for materials. Part 1. Asphalt concrete]. Kyiv, 2019. 52 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

2. DSTU B V.2.7-119:2011 Sumishi asfaltobetonni i asfaltobeton dorozhniy ta aerodromnyy. Tekhnichni umovy [State Standard of Ukaraine (DSTU B V.2.7-119:2011) Asphalt concrete mixtures and road and airfield asphalt concrete. Specifications]. Kyiv, 2011. 49 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

Ivan Kopynets, *Ph.D., https://orcid.org/0000-0002-0908-4795*
Vasyl Holovchenko, *https://orcid.org/0000-0001-5078-8682*
Anton Zheltobriukh, *https://orcid.org/0000-0003-0764-8793*
Oleksii Sokolov, *https://orcid.org/0000-0002-4694-9647*

M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine

ESTABLISHMENT OF NATIONAL REQUIREMENTS FOR GRADING OF ASPHALT MIXTURES ACCORDING TO DSTU EN 13108-1

Abstract

Introduction. DSTU EN 13108-1 establishes requirements for asphalt mixtures used for the arrangement of pavement layers of roads, airfields, etc. These asphalt mixtures are used for arranging the base layer, binding layer, and a surface layer.

Problem Statement. A special feature of DSTU EN 13108-1 is that it establishes general requirements for all indicators, in particular for grading. That is there are no specific requirements for the grading of asphalt mixtures depending on the road category, traffic loading and the location of the asphalt concrete layer in the road pavement structure. Therefore, it is advisable to consider in detail

the requirements for the grading of asphalt mixtures, compare them with the requirements of national standards and propose appropriate national requirements.

Purpose. Establishment of national requirements for the grading of asphalt mixtures according to DSTU EN 13108-1.

Materials and methods. Analysis of literary sources, comparison of the requirements of regulatory documents for the grading of asphalt concrete mixtures.

Results. The requirements for the content of grading of a certain fraction are indicated in the form of selected minimum and maximum values of passes through sieves with the size of meshes 1.4 *D*, *D*, 2 mm and 0.063 mm in percentage, the requirements for the grading can additionally be indicated in the documents related to using asphalt mixtures. Additional requirements for grading may also be established regarding the content of grains that pass through a sieve with a certain mesh size. At the same time, no more than two sieves of a suitable mesh size between 2 mm and *D*, and two sieves of a suitable mesh size between 2 mm and 0.063 mm can be selected. The requirements of DSTU EN 13108-1 for grading have a wide range of values, which is probably related to the different possible areas of application of asphalt mitures.

Conclusions. As the DSTU EN 13108-1 standard establishes general requirements for grain composition, the corresponding requirements should be established in the national standard depending on the area of application of asphalt concrete mixtures.

When establishing the requirements for the grading, the requirements of DSTU B V.2.7-119 regarding the content of grains bigger than 5 mm were taken as a basis, with the corresponding adjustment to the requirements of DSTU EN 13108-1, and proposals were made for the grading of asphalt mixtures and the possible area of their application.

Keywords: asphalt, bitumen, binding layer, operational properties, pavement structure, surface course, top layer of the base.