

## БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ

УДК 691.168

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2024.105.0.68

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ ВІДПОВІДНО ДО ЧИННИХ В УКРАЇНІ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

Пиріг Я. І., Оксак С. В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

**Анотація.** У статті подано результати зіставлення методик визначення стандартних фізико-механічних показників якості асфальтобетонів відповідно до чинних в Україні нормативних документів (вітчизняного стандарту ДСТУ Б В.2.7-319 та гармонізованих загальноєвропейських стандартів серії ДСТУ EN 12697). На основі аналізу нормативних джерел встановлено, що низка методик визначення показників якості асфальтобетонів має певні особливості, які позначаються на досягнутих результатах. З огляду на це необхідно з обережністю ставитися до можливості взаємозаміни вітчизняних і загальноєвропейських методик визначення показників якості асфальтобетонів.

**Ключові слова:** асфальтобетон, асфальтобетонна суміш, температура, методи, методики.

**Вступ**

В усьому світі асфальтобетон є основним матеріалом, що використовується для влаштування покриттів автомобільних доріг.

Якість і довговічність асфальтобетонних дорожніх покриттів визначається комплексом факторів, до яких належать: якість вихідних матеріалів, що застосовуються для приготування асфальтобетонних сумішей; принципи підбору та критерії визначення оптимальності гранулометричних складів асфальтобетонних сумішей; технологічні параметри виготовлення сумішей на заводі (температура нагріву вихідних матеріалів; час перемішування суміші та її температура на виході з асфальтозмішувача); час транспортування суміші та її температура під час укладання та ущільнення в покритті.

Нині в Україні якість асфальтобетонів оцінюється за допомогою конкретних показників, методики визначення яких подані у вітчизняному стандарті ДСТУ Б В.2.7-319 [1] та в гармонізованих загальноєвропейських стандартах серії ДСТУ EN 12697 «Бітумомінеральні суміші. Методи випробування гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 1–56». Такий стан зумовлений тим, що відповідно до Закону України «Про стандартизацію» в державі вживаються заходи щодо адаптації вітчизняного законодавства у сфері стандартизації до законодавства Європейського Союзу; створюються передумови наближення національної системи стандартизації до загальноєвро-

пейської; Україна з 2016 р. впроваджує загальноєвропейські стандарти як національні.

Протягом останніх п'яти років провідними фахівцями вітчизняної дорожньої галузі здійснюються заходи щодо розроблення національних стандартів серії ДСТУ XXXX «Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон. Технічні умови. Частина 1 ... 6». Одними з основних нововведень стандартів цієї серії є умови щодо одночасного використання методів визначення фізико-механічних показників якості асфальтобетонів за методиками, що нормуються вітчизняними та загальноєвропейськими документами. На жаль, у вільному доступі відсутня інформація щодо зіставлення умов визначення стандартних показників якості асфальтобетонів відповідно до зазначених стандартів. Зважаючи, що значення показників якості асфальтобетонів суттєво залежать від умов їх визначення, актуальним є питання взаємозамінності методик, наведених у ДСТУ Б В.2.7-319 [1] та стандартах серії ДСТУ EN 12697.

**Аналіз публікацій**

На основі чисельних вітчизняних і зарубіжних досліджень установлено, що асфальтобетон є пружно-в'язко-пластичним матеріалом, в якому залежно від температури, стану та умов деформування можуть виявлятися як пружні, так і в'язко-пластичні властивості. З огляду на це для оцінювання якості асфальтобетону розроблено комплекс стандартних фізико-механічних показників якості, у яких

фіксовані певні умови випробувань (температура, час, швидкість навантаження, швидкість деформування та ін.), що є запорукою отримання зіставних результатів.

З робіт Л. Гезенцевя, Н. Горелишева, А. Корольова, І. Риб'єва, Г. Сюньї, а також сучасних дослідників відомо, що достовірність визначення фізико-механічних показників асфальтобетонів суттєво залежить від режимів приготування та випробування лабораторних зразків. Так, на думку Б. Печеного та А. Данільян, збільшення температури перемішування асфальтобетонних сумішей у межах від 140 °С до 180 °С призводить до збільшення міцності на стиск в 1,03–2,33 раза, міцності на розтяг – в 1,09–1,54 раза, а коефіцієнта водостійкості – в 1,16–1,26 раза. За дослідженнями Б. Асельдерова внаслідок того, що асфальтобетонні суміші під час приготування зразків у лабораторних умовах перебувають 1–2 год за високих технологічних температур, різниця в значеннях показників якості асфальтобетонних зразків, виготовлених на початку та в кінці формування, коливається в межах 40–80 %.

Також на значення фізико-механічних показників якості асфальтобетонів безпосередньо впливають умови випробування. Наприклад, відповідно до експериментальних показників, яких досяг А. Халітов, збільшення температури випробування асфальтобетонних зразків від 18 °С до 22 °С призводить до зменшення міцності на стиск на 29,4 %. Це також підтверджують і показники, отримані А. Корольовим, згідно з якими в діапазоні температур від 0 °С до 20 °С її зміна на 1 °С призводить до зміни міцності на стиск в середньому на 0,45 МПа для гарячого асфальтобетону на бітумі БНД 90/130; 0,28 МПа для теплого асфальтобетону на бітумі БНД 130/200; 0,12 МПа для теплого асфальтобетону на бітумі БНД 200/300 (тобто похибка становить 7,8 %, 10,0 % та 5,7 % відповідно), а в діапазоні температур від 30 °С до 50 °С ці зміни становлять 0,18 МПа, 0,08 МПа та 0,04 МПа відповідно (похибка дорівнює 15,0 %, 15,1 % та 11,1 % відповідно).

Незначна кількість поданих вище показників свідчить про те, що різниця в умовах приготування та випробування асфальтобетонних зразків є вагомим фактором впливу на значення параметрів якості асфальтобетону.

#### **Мета та постановка завдання**

Метою роботи є встановлення можливості одночасного використання методів визначення фізико-механічних показників якості

асфальтобетонів відповідно до методик, що нормуються вітчизняними та загальноєвропейськими документами. Для досягнення поставленої мети зіставлено методики, наведені в чинних в Україні ДСТУ Б В.2.7-319 [1] та в гармонізованих загальноєвропейських стандартах серії ДСТУ EN 12697.

#### **Аналіз умов приготування асфальтобетонної суміші в лабораторних умовах**

Одними з вагомих факторів, що безпосередньо впливають на якість асфальтобетонів, є технологічні параметри приготування асфальтобетонних сумішей як в лабораторії, так і у виробничих умовах.

У вітчизняній дорожній галузі методика приготування асфальтобетонних сумішей у лабораторії з нормуванням усіх необхідних технологічних параметрів наведена в ДСТУ Б В.2.7-319 [1] (розділ 5), а методика приготування асфальтобетонних сумішей за загальноєвропейським підходом подана в ДСТУ EN 12697-35 [2]. Вітчизняний та загальноєвропейський підхід до виготовлення асфальтобетонних зразків передбачає однакові етапи (підготовка вихідних матеріалів, нагрів матеріалів та їх змішування), але кожен із цих етапів має певні особливості.

Підготовка вихідних матеріалів передбачає їх зневоднення та відважування необхідної кількості (дозування) для приготування асфальтобетонної суміші.

Певні розбіжності в стандартах ДСТУ Б В.2.7-319 [1] та ДСТУ EN 12697-35 [2] стосуються температур нагріву матеріалів і приготування сумішей. Відповідно до вітчизняного підходу розрізняють чотири температури нагріву:

- температура нагріву мінеральних матеріалів (щебінь та відсів або пісок; у цьому разі мінеральний порошок попередньо не нагрівається, а додається в нагріті до технологічної температури кам'яні матеріали за температури доквілля), яка перевищує на 20–30 °С всі інші температури;

- температура нагріву бітумного в'язучого, що на 20–30 °С є меншою, ніж температура нагріву кам'яних матеріалів;

- температура суміші після перемішування, яка в середньому дорівнює температурі нагріву бітумного в'язучого;

- температура суміші за умови її ущільнення; вона в середньому на 10 °С є нижчою, ніж температура суміші після перемішування.

У проектах національних стандартів серії ДСТУ XXXX «Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон. Технічні умови. Частина 1 ... б», що наразі перебувають на розгляді та затвердженні Національного органу стандартизації, ці чотири температури залишені, але співвідношення між ними дещо зменшені. Так, наприклад, різниця між температурами нагріву бітуму та кам'яних матеріалів зменшена до 10–20 °С (у разі модифікованих полімерами та комплексами добавок бітумних в'язучих до 15 °С), різниця між температурами нагріву бітумних в'язучих та асфальтобетонної суміші після перемішування становить 5 °С, а температура асфальтобетонної суміші на початку ущільнення на 10 °С нижча, ніж температура суміші після перемішування (у разі модифікованих в'язучих ця різниця може досягати 20–35 °С).

Використання різних температур нагріву кам'яних матеріалів та бітумних в'язучих має як переваги, так і недоліки. Перевагами є те, що бітумне в'язуче нагрівається до значно меншої температури, ніж мінеральні матеріали, що запобігає надто інтенсивному його старінню. Недоліком є те, що під час додавання мінерального порошку в суміш кам'яних матеріалів неконтрольовано знижується температура останніх. Інтенсивність цього процесу залежно від гранулометричного складу кам'яних матеріалів і кількості мінерального порошку є різною.

Відповідно до загальноєвропейського підходу, поданим у ДСТУ EN 12697-35 [2], розрізняють три температури нагріву:

- опорна температура ущільнення, яка визначається залежно від марки бітумного в'язучого;

- максимальна лабораторна температура змішування матеріалів, що перевищує опорну температуру ущільнення не більше ніж на 20 °С;

- лабораторна температура змішування, яка відрізняється від опорної температури ущільнення на  $\pm 5$  °С та не може перевищувати максимальну лабораторну температуру змішування.

Згідно з вимогами ДСТУ EN 12697-35 [2] всі кам'яні матеріали, зокрема й мінеральний порошок та бітумне в'язуче, нагрівають до лабораторної температури змішування з допуском  $\pm 5$  °С. Бітум нагрівають способом витримання в закритому контейнері в сушильній шафі за лабораторної температури змішування впродовж 3–5 год. У разі виготовлення

малих об'ємів суміші допускається попередньо не нагрівати бітум, а додавати охолоджене в'язуче в необхідній кількості безпосередньо в кам'яні матеріали під час їх змішування. За умови використання бітумів, модифікованих різноманітними добавками, та високов'язких бітумів (твердих і мультигрейд) відповідно до вимог ДСТУ EN 12697-35 [2] може бути три різноманітних варіанти температури нагріву в'язучих: перший – орієнтування на температури нагріву немодифікованих бітумів; другий – орієнтування на температуру, за якої динамічна в'язкість становить  $(0,28 \pm 0,03)$  Па $\times$ с; третій – застосування температури, рекомендованої постачальником добавки.

Орієнтування на в'язкість бітумного в'язучого, що дорівнює  $(0,17 \pm 0,02)$  Па $\times$ с, за вимогами ДСТУ EN 12697-35 [2] передбачається й у разі призначення температури змішування матеріалів під час приготування асфальтобетонних сумішей.

Фактично за загальноєвропейським стандартом ДСТУ EN 12697-35 [2] всі вихідні матеріали для приготування асфальтобетонних сумішей та їх перемішування мають нагріватися за однієї температури, що визначається маркою вихідного бітумного в'язучого. Водночас ця температура може коливатися в межах  $\pm 10$  °С та не має перевищувати 20 °С.

Порівняння вітчизняних і загальноєвропейських вимог до температур нагріву вихідних матеріалів, що використовуються для приготування асфальтобетонних сумішей, наведено в табл. 1. Відповідно до наведених показників вітчизняними нормами передбачено значно вищі за температуру нагріву кам'яних матеріалів (до 15–25 °С) та температуру змішування матеріалів (до 15–25 °С).

Необхідно зауважити, що опорні температури ущільнення готової асфальтобетонної суміші згідно з нормами ДСТУ EN 12697-35 [2] відрізняються від аналогічних норм, наведених у ДСТУ Б В.2.7-319 [1], лише на 5–10 °С, що не є суттєвим. Натомість з літературних джерел (наприклад, за Б. Печеним) відомо, що різниця в значеннях температур змішування кам'яних матеріалів із бітумом значно впливає на фізико-механічні властивості асфальтобетону та його водостійкість і тріщиностійкість. Підвищення температури перемішування сприяє зменшенню крайового кута змочування бітумним в'язучим поверхні кам'яних матеріалів, унаслідок чого бітум розтікається більш тонкою плівкою, але водно-

час збільшуються процеси старіння в'язучого, що негативно позначається на фізико-

механічних показниках асфальтобетонів та його довговічності.

Таблиця 1 – Порівняння вимог до температур нагріву вихідних матеріалів під час приготування асфальтобетонних сумішей

Марка бітуму	Норми	Температура, °С			
		бітуму	заповнювачів	суміші	ущільнення
35/50	ДСТУ Б В.2.7-319	145...165	175...185	150...155	140...155
	ДСТУ ХХХХ-1	160...180	180...190	165...180	155...170
	ДСТУ EN 12697-35	155...175		165	
50/70	ДСТУ Б В.2.7-319	140...155	170...180	145...150	135...145
	ДСТУ ХХХХ-1	150...170	175...185	155...170	145...160
	ДСТУ EN 12697-35	140...160		150	
70/100	ДСТУ Б В.2.7-319	140...155	170...180	145...150	135...145
	ДСТУ ХХХХ-1	150...170	175...185	155...170	145...160
	ДСТУ EN 12697-35	135...155		145	
100/150	ДСТУ Б В.2.7-319	135...145	165...175	135...145	130...140
	ДСТУ ХХХХ-1	135...155	165...175	140...155	130...145
	ДСТУ EN 12697-35	130...150		140	

Останній етап приготування асфальтобетонної суміші, а саме змішування всіх компонентів, згідно з вітчизняними та загальноєвропейськими нормами може здійснюватися за допомогою спеціальних мішалок або вручну. Але, на відміну від загальноєвропейських норм, змішування за вимогами ДСТУ Б В.2.7-319 [1] здійснюється у два етапи – попереднє ручне змішування всіх складників матеріалів, після чого суміш має бути витримана 30 хв у сушильній шафі за температури нагріву суміші, і вже після цього може бути здійснено основне змішування за допомогою лабораторної мішалки або вручну. У цьому разі час ручного змішування становить 5 хв або 7 хв (відповідно, якщо використовується бітум або модифіковане бітумне в'язуче) та 4 хв або 5 хв (відповідно, немодифіковане або модифіковане бітумне в'язуче) у процесі механічного змішування. З огляду на норми, наведені в ДСТУ EN 12697-35 [2], максимальний час змішування матеріалів за умови механічного змішування не має перевищувати 4 хв у разі використання дорожнього бітуму та 5 хв, якщо застосовувати модифіковане бітумне в'язуче. За умови ручного змішування максимальний час цього процесу в разі використання немодифікованого бітуму становить 5 хв, а якщо застосовувати модифіковані в'язучі, час змішування не нормується.

З літературних джерел відомо, що температурно-часові режими приготування асфальтобетонних сумішей мають значний вплив на властивості асфальтобетонів. Наприклад, на думку Д. Строева та Д. Черних, збільшення часу перемішування кам'яних матеріалів із бітумом у лабораторних умовах, навіть на 5 с,

приводить до збільшення міцності на стиск у середньому на 2–4 %, а коефіцієнт водостійкості підвищується з 0,91 до 0,93. З огляду на це різниця в температурно-часових режимах приготування асфальтобетонних сумішей за вимогами ДСТУ Б В.2.7-319 [1] та ДСТУ EN 12697-35 [2] можуть позначатися на властивостях асфальтобетонних зразків.

#### Відбір проб виготовленої на заводі асфальтобетонної суміші

Крім безпосереднього приготування асфальтобетонних сумішей у лабораторних умовах, виготовлення зразків для перевірки якості асфальтобетону здійснюється також із сумішей, відібраних після виготовлення їх у асфальтозмішувальній установці на асфальтобетонному заводі.

Відповідно до вимог, наведених у розділі 4 ДСТУ Б В.2.7-319 [1], контроль якості сумішей, що виготовляються на заводі, здійснюється способом формування асфальтобетонних зразків з об'єднаної проби. Ця проба містить чотири окремі проби, відібрані з різних транспортних засобів протягом зміни, безпосередньо після вивантаження суміші з асфальтозмішувача. Маса об'єднаної проби залежно від типу асфальтобетонної суміші, її гранулометрії та типу випробувань (періодичні чи приймально-здавальні) коливається в межах від 5 кг до 24 кг. Складена об'єднана проба має зберігатися з постійним перемішуванням за температури, що регламентується вимогами ДСТУ Б В.2.7-319 [1], у лабораторних умовах не довше 2 год. Упродовж цього часу необхідно у виробничій лабораторії виготовити асфальтобетонні зразки.

Згідно з європейською практикою відбору проб асфальтобетонних сумішей для визначення їх складу та властивостей здійснюється за вимогами ДСТУ EN 12697-27 [3]. На відміну від вітчизняних вимог, що передбачають лише одне місце відбору проб (кузов транспортного засобу після вивантаження суміші з асфальтозмішувача), у ДСТУ EN 12697-27 ідеться про відбір проб асфальтобетонних сумішей з п'яти різних місць, а саме: з кузова вантажного автомобіля, але без зазначення часу відбору суміші; з бункера асфальтоукладача; перед шнеком асфальтоукладача; із суміші у відвалах; із суміші, що укладена за допомогою асфальтоукладача в шар на місці влаштування асфальтобетонного покриття, але ще не ущільнена (може бути два варіанти відбору суміші – вздовж укладеної смуги чи поперек неї). Обсяг відібраних проб залежить від гранулометрії асфальтобетонної суміші та обладнання, що використовується для відбору проби (лопати, совкової лопати, трубки з нержавкої сталі) і становить від 8 кг до 16 (24) кг. Також, на відміну від положень вітчизняного нормативного документа, у тексті ДСТУ EN 12697-27 [3] відсутні умови щодо тривалості зберігання відібраної суміші та температури, за якої її потрібно зберігати до моменту приготування зразків.

Порівняння вимог щодо відбору проб асфальтобетонних сумішей, наведених в ДСТУ Б В.2.7-319 [1] та ДСТУ EN 12697-27 [3], свідчить про їх значні розбіжності та невідповідність між ними (різні місця відбору проб, різна маса об'єднаної проби, різна температура суміші під час її відбору, різний час зберігання суміші до моменту виготовлення з неї асфальтобетонних зразків). З огляду на це недоцільно та хибно без додаткових умов наводити в тексті вітчизняних стандартів вимогу, подібну цій: «Відбирання проб виконують згідно з 4.1 ДСТУ Б В.2.7-319 та/або ДСТУ EN 12697-27».

#### **Відбір проб асфальтобетону з асфальтобетонного покриття**

Для оцінювання якості асфальтобетону, з якого влаштовані шари дорожнього одягу, передбачено відбір проб з асфальтобетонного покриття. Відповідно до ДСТУ Б В.2.7-319 [1] та ДСТУ EN 12697-27 [3] проби можуть мати вигляд кернів або вирубок. Водночас за вимогами ДСТУ ХХХХ «Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон. Технічні умови. Частина 1 ... б» відбір вирубок не передбачено.

Відповідно до ДСТУ Б В.2.7-319 [1] мінімальний діаметр керна становить 100 мм, а згідно з ДСТУ EN 12697-27 [3] – не менше ніж 95 мм у разі відбору проб для визначення щільності, пористості асфальтобетону й товщини шару одягу або не менше ніж 140 мм за умови відбору проби для встановлення вмісту бітумного в'язучого в асфальтобетоні та його зернового складу. Розміри вирубку за вимогами, наведеними в розділі 4.2 ДСТУ Б В.2.7-319 [1], коливаються в межах від 0,25 м × 0,25 м до 0,5 м × 0,5 м. У ДСТУ EN 12697-27 [3] відповідні вимоги до розмірів вирубку відсутні.

#### **Виготовлення зразків**

Однією з основних операцій під час виготовлення асфальтобетонних зразків є ущільнення асфальтобетонної суміші.

У загальноєвропейській практиці можуть використовуватися п'ять методів ущільнення: статичне, вальцьове, вібраційне, ударне (метод Маршалла), гіраторне (основний метод ущільнення в системі *Superpave*).

Тривалий час єдиним стандартним методом лабораторного ущільнення суміші у вітчизняній дорожній галузі було пресування, що полягало у витримуванні суміші впродовж 3 хв за умови тиску 30 МПа, якщо кількість щебеню в суміші перевищує 35 %, або 40 МПа, якщо вміст щебеню не перевищує 35 %. У процесі лабораторного виготовлення зразків зі щебенево-мастикового асфальтобетону впроваджується комбінований метод ущільнення, який передбачає попереднє вібрування суміші з вертикальним навантаженням 30 кПа впродовж 3 хв та подальшим основним ущільненням протягом 3 хв під тиском 20 МПа. У чинних стандартах серії ДСТУ ХХХХ «Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон. Технічні умови. Частина 1 ... б» передбачена можливість використання інших методів ущільнення, «якщо встановлено їх кореляцію з виробничими результатами ущільнення», але роботи зі встановлення таких кореляцій перебувають тільки на початковому етапі, оскільки наукові установи не забезпечені повним комплексом необхідного обладнання. Однак наявні у вільному доступі експериментальні результати порівняння об'ємних характеристик асфальтобетонів, ущільнених різними методами, свідчать про суттєвий вплив методу ущільнення на склад асфальтобетону (зокрема оптимальну кількість бітумного в'язучого) та його властивості [4, 5], що зі свого боку ста-

виль питання про необхідність більш ретельних та об'ємних досліджень у цьому напрямі.

### Визначення об'ємних властивостей асфальтобетонів

Важливими характеристиками асфальтобетону є його об'ємні властивості. Відповідно до вітчизняних підходів об'ємні властивості асфальтобетону визначаються двома характеристиками – пористістю мінеральної частини (об'єм пор, що містяться в мінеральній частині асфальтобетону) та залишковою пористістю (об'єм пор, що містяться в асфальтобетоні). У загальноєвропейській практиці для оцінювання об'ємних властивостей асфальтобетону використовують три показники: вміст повітряних пор ( $P_a$ ), що певним чином є аналогом залишкової пористості; вміст пор у мінеральному заповнювачі ( $VMA$ ), що є аналогом пористості мінеральної частини; вміст пор, заповнених в'язучим ( $VFA$ ).

Для визначення об'ємних властивостей асфальтобетону відповідно до загальноєвропейської практики насамперед необхідно визначити максимальну (є аналогом вітчизняного показника *дійсна густина асфальтобетонної суміші*) та об'ємну (є аналогом вітчизняного показника *середня густина асфальтобетону*) щільність асфальтобетону.

#### Дійсна густина асфальтобетонної суміші (максимальна густина суміші)

Дійсна густина асфальтобетонної суміші за прийнятою в Україні практикою може бути визначена за вимогами, наведеними в розділі 11 ДСТУ Б В.2.7-319 [1]. У цьому разі розрізняють два методи – розрахунковий та пікнометричний. За загальноєвропейською практикою визначення дійсної густини (максимальної густини відповідно до прийнятої в країнах Європи термінології) здійснюється за вимогами ДСТУ EN 12697-5 [6]. У цьому разі можна використовувати три методи: об'ємний, пікнометричний (або гідростатичний) і розрахунковий.

Методики пікнометричних методів, наведених у ДСТУ Б В.2.7-319 [1] та ДСТУ EN 12697-5 [6], дещо відрізняються, а саме:

- за ДСТУ Б В.2.7-319 [1] для випробування приймають 200 г асфальтобетонної суміші, тоді як відповідно до ДСТУ EN 12697-5 [6] маса проби має бути не меншою ніж у 50 разів і не більшою за максимальний розмір зерен кам'яних матеріалів у мм (найбільший розмір осередка сита в мм), але не перевищувати 250 г;

- випробування здійснюють за вимогами ДСТУ EN 12697-5 [6] у кип'яченій воді або в органічному розчиннику, а за ДСТУ Б В.2.7-319 [1] – у дистильованій воді;

- для вилучення повітря здійснюють витримання пікнометра з асфальтобетонною сумішшю та водою у вакуумній установці, але відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-319 [1] тиск має становити 2 кПа, а час витримання – 1 год, а згідно з ДСТУ EN 12697-5 [6] тиск має становити 4 кПа і час витримання –  $15 \pm 2$  хв;

- формули для розрахунку дійсної густини є однаковими в обох стандартах, але за вимогами ДСТУ Б В.2.7-319 [1] дійсна густина води приймається рівною  $1 \text{ г/см}^3$ , тоді як відповідно до ДСТУ EN 12697-5 [6] необхідно брати до уваги температуру під час визначення дійсної густини води (приймаючи, що випробування в лабораторії необхідно проводити за температури  $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ; урахування впливу температури на густину води призводить до різниці у  $0,01 \text{ г/см}^3$ , що за вимогами ДСТУ Б В.2.7-319 є мірою розбіжності).

Методики розрахункових методів також мають певну розбіжність, яка полягає в тому, що в ДСТУ Б В.2.7-319 [1] кількість бітуму приймається понад 100 % мінеральної частини суміші, а за ДСТУ EN 12697-5 [6] кількість бітуму міститься в 100 % суміші, що потрібно мати на увазі.

#### Середня густина асфальтобетону (об'ємна густина)

Середня, або за загальноєвропейською термінологією – об'ємна густина асфальтобетону визначається відповідно до вимог, наведених у розділі 8 ДСТУ Б В.2.7-319 [1] або ДСТУ EN 12697-6 [7]. Згідно з вітчизняними нормами передбачено єдиний розрахунковий метод визначення цього показника. У загальноєвропейській практиці об'ємна густина може визначатися залежно від відкритості пор у асфальтобетонному зразку чотирма різними розрахунковими методами:

- якщо зразки з дуже закритою поверхнею (зразки гарячого асфальтобетону з гладкою поверхнею або зразки з литого асфальтобетону), визначається об'ємна щільність сухого зразка; у цьому разі вихідними показниками є маса вихідного сухого зразка, зваженого на повітрі, і маса зразка, зваженого у воді одразу після його занурення та заспокоєння поверхні води;

- у разі зразків із закритою поверхнею (для зразків із щільного гарячого асфальтобетону з

кількістю пор до 5 % або для асфальтобетонних зразків із порами великого діаметра, наприклад для зразків із щебенево-мастикового асфальтобетону) визначається об'ємна щільність сухого зразка у водонасиченому стані; у цьому разі як вихідні приймаються значення маси: вихідного сухого зразка, зваженого на повітрі; зразка, зваженого у воді після витримання впродовж часу, потрібного для насичення зразка (зазвичай цей час коливається в межах від 30 хв до 3 год); маса насиченого водою зразка, протертого вологою замшею та зваженого на повітрі;

- для зразків із відкритою чи грубою поверхнею, у яких кількість пор може сягати 15 %, для визначення об'ємної щільності зразок попередньо герметизується за допомогою герметизувальних матеріалів, наприклад фольгою або парафіновим воском;

- за умови кількості пор понад 15 % (наприклад, для пористого або дренажного асфальтобетону) об'ємна щільність асфальтобетонного зразка визначається розрахунковим методом, у якому вихідними показниками є геометричні розміри зразка та його маса в сухому стані.

Отже, суттєвою різницею між вітчизняним та загальноєвропейськими методами визначення об'ємної щільності (середньої густини), є врахування пористості асфальтобетонного зразка. Надалі планується експериментально порівняти значення об'ємної щільності (середньої густини), визначеної для асфальтобетонів із різною пористістю, та встановлення можливих відхилень у розрахованих значеннях.

Ще однією принциповою різницею у визначенні об'ємної щільності (середньої густини) є врахування в загальноєвропейських методах густини води, яка змінюється залежно від температури випробування. До речі, у ДСТУ EN 12697-6 [7] у формулі визначення густини води припущена груба помилка, що унеможливує всі подальші розрахунки. У тексті-оригіналі загальноєвропейського стандарту формула для визначення густини води має такий вигляд (1):

$$\rho_w = 1,00025205 + \left[ \frac{7,59 \cdot t - 5,3 \cdot t^2}{10^6} \right], \quad (1)$$

де  $t$  – температура води, °С.

Відповідно до ДСТУ Б В.2.7-319 [1] проведення випробувань у лабораторних умовах має здійснюватися за температури  $(20 \pm 1)$  °С,

у цьому разі густина води вважається незмінною та приймається рівною  $1 \text{ г/см}^3$ .

З огляду на густину води значення між середньою густиною асфальтобетону, визначеною за ДСТУ Б В.2.7-319 [1], та об'ємною щільністю, визначеною за методом В (водонасичений зразок) за ДСТУ EN 12697-6 [7], мають певну різницю, що залежить від температури випробування:

- за температури випробування  $17$  °С різниця відсутня;

- за температури  $18$  °С різниця становить  $0,001\text{--}0,002 \text{ г/см}^3$ ;

- за температури  $20$  °С –  $0,002\text{--}0,003 \text{ г/см}^3$ ;

- за температури  $22$  °С –  $0,003\text{--}0,004 \text{ г/см}^3$ ;

- у разі збільшення температури випробування до  $25$  °С різниця сягає  $0,006 \text{ г/см}^3$ , а за температури випробування  $28$  °С, що може спостерігатися в літній період року, різниця становить майже  $0,01 \text{ г/см}^3$ , що за нормами ДСТУ Б В.2.7-319 [1] є найбільшою допустимою різницею між результатами паралельних випробувань.

#### Порівняння об'ємних властивостей асфальтобетонів

Порівняння об'ємних властивостей асфальтобетонів, визначених за методами, наведеними в ДСТУ Б В.2.7-319 [1] і в загальноєвропейських стандартах серії ДСТУ EN 12697, здійснено на асфальтобетонних зразках литого асфальтобетону ЛАБ-10, ущільнених за різних температур. Литий асфальтобетон містить 38 % щебеню фракції 5–10 мм (або 34,5 % в 100 % суміші), 40 % відсіву (або 36,4 % в 100 % суміші), 22 % мінерального порошку (або 20 % в 100 % суміші) та 10 % бітуму (або 9,1 % в 100 % суміші).

Результати визначення об'ємних властивостей асфальтобетонів наведено в табл. 2. Випробування здійснено за температури  $20$  °С.

Під час визначення об'ємних властивостей асфальтобетонів за методиками, прийнятими в Європі, встановлено, що в ДСТУ EN 12697-5 [6] є груба помилка у формулі визначення відсотка пор у заповнювачі, заповнених в'язучим, що суттєво впливає на результати. Згідно з текстом оригіналу загальноєвропейського стандарту ця формула повинна мати такий вигляд (2):

$$VFB = \left( \left( B \times \frac{\rho_b}{\rho_e} \right) / VMA \right) \times 100, \quad (2)$$

де  $B$  – відсоток бітуму (в 100 % суміші), %;  $\rho_b$  – об'ємна щільність зразка,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\rho_e$  – щільність бітуму,  $\text{кг/м}^3$ ;  $VMA$  – вміст пор у мінеральному заповнювачі, %.

Таблиця 2 – Порівняння об'ємних властивостей асфальтобетонів, визначених за вітчизняними та загальноєвропейськими методами

Температура приготування зразків ЛАБ, °С	Властивості, що прийняті у вітчизняній дорожній галузі та визначені за ДСТУ Б В.2.7-319 [1]						Властивості, що прийняті у загальноєвропейській дорожній галузі та визначені за ДСТУ EN 12697					
	$\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_m^M$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho^B$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho^M$ , г/см <sup>3</sup>	$V_{пор^M}$ , %	$V_{пор^3}$ , %	$\rho_w$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{bdry}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{mc}$ , г/см <sup>3</sup>	$V_m$ , %	$VMA$ , %	$VFB$ , %
190	2,335	2,122	2,713	2,371	21,76	1,55	0,998	2,332	2,371	1,63	21,84	88,13
	2,330	2,118			21,93	1,76		2,327		1,86	22,03	87,19
200	2,333	2,121			21,83	1,63		2,330		1,74	21,93	87,69
	2,337	2,124			21,69	1,46		2,334		1,56	21,79	88,41
210	2,349	2,135			21,29	0,96		2,346		1,04	21,37	90,61
	2,353	2,139			21,16	0,79		2,351		0,87	21,24	91,36
220	2,355	2,141			21,09	0,70		2,352		0,81	21,19	91,61
	2,346	2,133			21,38	1,07		2,343		1,18	21,48	90,02

*Примітка:*  $\rho_m$  – середня густина асфальтобетону;  $\rho_m^M$  – середня густина мінеральної частини (кістяка);  $\rho^B$  – дійсна густина мінеральної частини;  $\rho^M$  – дійсна густина мінеральної частини (кістяка);  $V_{пор^M}$  – пористість мінеральної частини (кістяка);  $V_{пор^3}$  – залишкова пористість;  $\rho_w$  – густина води;  $\rho_{bdry}$  – об'ємна щільність асфальтобетону;  $\rho_{mc}$  – максимальна щільність асфальтобетонної суміші;  $V_m$  – вміст повітряних пор;  $VMA$  – вміст пор у мінеральному заповнювачі;  $VFB$  – відсоток пор у заповнювачі, заповнених в'язучим.

На основі аналізу наведених у табл. 2 показників встановлено, що:

- математичні формули для визначення показників «залишкова пористість» та «вміст повітряних пор» є рівносильними, але фактичні значення цих показників різняться (відповідно до табл. 2 розбіжність між значеннями показників сягає 4–9 %), що пояснюється врахуванням щільності води під час визначення показника «вміст повітряних пор»;

- тотожність формул визначення показників «пористість мінеральної частини» та «вміст пор у мінеральному заповнювачі» ( $VMA$ ) математично не встановлена та викликає певні сумніви, що підтверджуються показниками, наведеним в [8]. За цими показниками коректне визначення  $VMA$  можливе лише в разі використання значення показника «об'ємна щільність асфальтобетону», встановленого для сухого зразка, а вітчизняний метод визначення показника «середня густина асфальтобетону» відповідає загальноєвропейському методу визначення показника «об'ємна щільність асфальтобетону» водонасиченого зразка (з огляду на це між значеннями пористості мінеральної частини та вмісту пор у мінеральному заповнювачі ( $VMA$ ) будуть розбіжності, у цьому разі тим більші, чим більша пористість асфальтобетону – відповідно до показників, поданих у джерелі [8], різниця може становити 2–5,5 %);

- для отриманих експериментальних показників (табл. 2) значення об'ємних властивостей асфальтобетонів, визначених за загальноєвропейськими методами, дещо перевищують

відповідні значення аналогічних характеристик, визначених за ДСТУ Б В.2.7-319 [1];

- недоцільно в стандартах серії ДСТУ XXXX «Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон. Технічні умови. Частина 1 ... б» використовувати взаємозаміну показників об'ємних властивостей асфальтобетонів, визначених за вітчизняними та загальноєвропейськими методами.

#### Визначення гранулометричного складу суміші та вмісту в'язучого

Важливими показниками якості асфальтобетонних сумішей та асфальтобетонів, що визначають зокрема під час приймально-здавального контролю якості суміші на заводі або перед переформуванням зразків із вирубок і керна є встановлення вмісту бітуму та визначення зернового складу. У вітчизняній дорожній галузі методики визначення вмісту бітуму та гранулометричного складу асфальтобетону наведені в розділі 31 ДСТУ Б В.2.7-319 [1], а відповідно до загальноєвропейської практики методики визначення цих показників наведені в ДСТУ EN 12697-1 [9], ДСТУ EN 12697-2 [10] та ДСТУ EN 12697-39 [11].

У вітчизняній дорожній практиці для визначення вмісту в'язучого здебільшого впроваджується метод випалювання, тоді як відповідно до загальноєвропейських норм метод випалювання є альтернативним, а традиційним – метод екстрагування.

Вітчизняний (розділ 31.1 ДСТУ Б В.2.7-319 [1]) та загальноєвропейський (ДСТУ



EN 12697-1 [9]) методи визначення вмісту бітумних в'язучих екстрагуванням мають певні розбіжності. Наведемо деякі з них.

1. Однією з основних розбіжностей є перелік розчинників, що застосовуються для екстрагування. За вимогами ДСТУ Б В.2.7-319 [1] як розчинники можуть використовуватися хлороформ, спиртохлороформ, спиртбензол, чотиріхлористий вуглець, трихлоретилен тощо. Водночас не передбачена перевірка розчинної здатності розчинника в разі випробування асфальтобетонів, виготовлених на модифікованих бітумних в'язучих. У тексті ДСТУ EN 12697-1 [9] увага зосереджена на тому, що не всі розчинники є придатними для розчинення бітумів, модифікованих полімерами. Тому вибір відповідного розчинника відіграє вирішальну роль у випробуванні та досягненні точних результатів, і необхідною умовою підготовки до випробування є визначення розчинності модифікованого в'язучого в обраному розчиннику.

2. Вітчизняний метод передбачає екстрагування бітумного в'язучого лише за допомогою екстрактора Сокслета (гаряче екстрагування), тоді як у ДСТУ EN 12697-1 [9] передбачено шість різних методів екстрагування: два методи з використанням екстрактора гарячої дії; за допомогою екстрактора Сокслета; два методи з використанням центрифуг; метод холодного розчинення в'язучого струшуванням.

3. На відміну від вітчизняного методу, у ДСТУ EN 12697-1 [9] передбачено зважати на вміст води в асфальтобетоні, особливо якщо випробується асфальтобетон із вирубки або керна.

4. У загальноєвропейському методі, наведеному в ДСТУ EN 12697-1 [9], передбачено чотири різноманітні методи виділення з речовини бітумного в'язучого мінеральних складників (метод проточного центрифугування, метод напірного фільтра, два методи використання ківшоподібної центрифуги), на відміну від одного методу (метод висушування), описаного в ДСТУ Б В.2.7-319 [1].

5. Розглядаючи методи екстрагування бітумних в'язучих, поданих у ДСТУ EN 12697-1 [9], які, на відміну від вітчизняного методу, додатково беруть до уваги різноманітні фактори, можна припустити, що результати будуть різними. З огляду на це, перш ніж досягти чисельних експериментальних результатів визначення вмісту бітуму різними методами, доцільно вважати, що вітчизняний і загальноєвропейський методи дають різні результати, тому

зазначені методи не можна вважати взаємозамінними і потрібно вилучити відповідну вимогу зі стандартів серії ДСТУ ХХХХ «Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон. Технічні умови. Частина 1 ... б».

Подібний висновок можна зробити й щодо методів визначення вмісту в'язучого випалюванням. Аргументуємо цю думку.

1. Методика, наведена в ДСТУ Б В.2.7-319 [1], на відміну від методу, запропонованого в ДСТУ EN 12697-39 [11], не регламентує врахування вмісту вологи у вихідній суміші та використання калібрувальної поправки, що бере до уваги вміст у суміші компонентів, вага яких під час витримання за високої температури може змінюватися (вапняки, целюлозне волокно, регенований асфальтобетон тощо). Калібрувальна поправка встановлюється на основі паралельного визначення вмісту в'язучого в суміші методом екстрагування за ДСТУ EN 12697-1 [9] або способом устанавлення вмісту в'язучого в мастиці, що містить бітум і компонент, вага якого може суттєво змінюватися під час випалювання. Мінімальне значення калібрувальної поправки встановлене на рівні 0,7 %, тобто найменша різниця між значеннями вмісту в'язучого, визначеного європейським та вітчизняним методом, становитиме 0,7 %, що майже удвічі перевищує встановлені в ДСТУ EN 12697-1 [9] значення повторюваності методу.

2. У методиках, запропонованих у ДСТУ Б В.2.7-319 [1] та ДСТУ EN 12697-39 [11], різняться вихідні (вага вихідного зразка, максимальна різниця між результатами визначення постійної маси) і технологічні параметри випробування (температура та час випалювання).

Метод визначення зернового складу мінеральної частини асфальтобетонної суміші наведено в розділі 31.3 ДСТУ Б В.2.7-319 [1] та ДСТУ EN 12697-2 [10]. Зазначені методи мають дві основні різниці. Перша – це стандартні розміри сит, що використовуються. Друга різниця полягає в тому, що відповідно до вітчизняного методу для просіювання зерен мінеральної частини суміші застосовують лише набір сит із квадратними вічками з максимальним розміром до 2,5 мм (сита з більшими розмірами вічок у вітчизняному методі не передбачено, що є значним недоліком). Натомість за загальноєвропейським методом використовується два набори сит: до розміру отвору 2,8 мм застосовуються сита з квадратними вічками, а понад 4 мм можуть викорис-

товуватися як сита з квадратними, так і круглими вічками. Зважаючи на різну пропускну здатність сит з квадратними та круглими вічками, гранулометричні склади кам'яних матеріалів, визначені на них, будуть різнитися.

### Визначення показника стікання в'язучого

Однією з найважливіших властивостей щєбенево-мастикових асфальтобетонних сумішей є їх здатність утримувати в'язуче без стікання з поверхні мінеральних зерен під час виконання всіх технологічних операцій, що оцінюється показником стікання в'язучого. В Україні цей показник устанавлюється за вимогами, поданими в розділі 29 ДСТУ Б В.2.7-319 [1], а також за ДСТУ EN 12697-18 [12]. Незважаючи на єдиний принцип визначення цього показника в обох стандартах, є деякі особливості, що ставлять під сумнів рівнозначність досягнутих результатів та можливість взаємозамінності методик. По-перше, у загальноєвропейському методі під «стіканням» мається на увазі не лише в'язуче, що відокремилосся від суміші, а також і дрібні мінеральні частинки й добавки. З огляду на це під час випробування обов'язково обробляється залишок суміші на стінках випробувального скляного стакана розчинником, а також після відокремлення в'язучого від зерен кам'яного матеріалу. Останній висушується до постійної маси та встановлюється його вага, що береться до уваги під час розрахунку показника «стікання в'язучого». Крім цього, використовуючи значення ваги цього залишку, за спеціальною формулою у відсотках визначається показник «середня кількість речовини, що залишилась на ситі», що обов'язково додається до протоколу випробування.

Відповідно до методики, наведеної в ДСТУ Б В.2.7-319 [1], кам'яний матеріал відокремлюється від в'язучого лише в разі явного налипання на стінки стакана окремих зерен щєбеню.

Другою та більш вагомою особливістю методики є різниця в технологічних параметрах випробування, а саме в температурі витримання скляного стакана з щєбенево-мастиковою асфальтобетонною сумішшю в сушильній шафі. Ці температури як в методі, наведеному в ДСТУ Б В.2.7-319 [1] (а також проєктах ДСТУ ХХХХ-1 та ДСТУ ХХХХ-7), так і в ДСТУ EN 12697-18 [12], приймаються залежно від марки бітумного в'язучого, але вони значно різняться, що наочно подано в табл. 3.

Зважаючи, що з підвищенням технологічної температури в'язкість дорожніх в'язких

бітумів і модифікованих бітумних в'язучих знижується, то, ймовірно, більш високі температури випробування позначатимуться на результатах показника «стікання в'язучого», і стверджувати про рівнозначність досягнутих результатів неможливо.

### Висновки

На основі аналізу вітчизняної нормативної літератури, наведеної в ДСТУ Б В.2.7-319 [1] та стандартах серії ДСТУ EN 12697, що регламентують процедури виготовлення асфальтобетонних сумішей у лабораторних умовах та методи визначення фізико-механічних показників якості асфальтобетонів, можна зробити конкретні висновки.

1. Незважаючи на принципово однакові підходи до приготування та випробування асфальтобетонів, описані у вітчизняному стандарті ДСТУ Б В.2.7-319 [1] та в гармонізованих загальноєвропейських стандартах серії ДСТУ EN 12697, існують певні методичні та технологічні розбіжності, що позначаються на досягнутих результатах.

2. З огляду на певні розбіжності у вітчизняних і загальноєвропейських методиках приготування та визначення фізико-механічних показників якості асфальтобетонів, до проведення масштабних експериментальних досліджень та оприлюднення досягнутих результатів доцільно вважати, що ці методи не є взаємозамінними.

3. Зважаючи на вищенаведене, доцільно вилучити з проєктів стандартів серії ДСТУ ХХХХ «Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон. Технічні умови. Частина 1 ... б» вимоги щодо одночасного впровадження в одних і тих самих випробуваннях методів, наведених у ДСТУ Б В.2.7-319 [1] та стандартах серії ДСТУ EN 12697.

4. У національній дорожній галузі має бути втілений у життя принцип, притаманний загальноєвропейській стандартизації, за яким у кожній країні чинними є як загальноєвропейські стандарти (EN), так і національні, водночас ці стандарти не є взаємозамінними. В Україні створено всі умови для втілення зазначеного принципу: існують вітчизняні стандарти, що беруть до уваги кліматичні та експлуатаційні особливості країни, до того ж ці нормативні документи постійно вдосконалюються та оновлюються; діють гармонізовані загальноєвропейські стандарти серії ДСТУ EN 12697; розробляються національні вимоги до асфальтобетонних сумішей відповідно до стандартів серії ДСТУ EN 13108.

Таблиця 3 – Температури, за яких здійснюється випробування стікання в'язучого

Бітумне в'язуче	Температура суміші під час випробування, °С, відповідно до			
	ДСТУ Б В.2.7-319 [1]	ДСТУ XXXX-1	ДСТУ XXXX-7	ДСТУ EN 12697-18 [12]
БНД 40/60	150–155	155...170		180
БНД 60/90	145–150	150...165		175
БНД 90/130	135–145	140...165		170
БМПА 40/60-57 (БМПА 35/50-65, БМПП 35/50-70)	165–175		180...195	на 15 °С вища, ніж температура перемішування, рекомендована виробником
БМПА 60/90-53 (БМПА 50/70-60, БМПП 50/70-65)	160–170		170...185	
БМПА 90/130-50 (БМПА 70/100-55, БМПП 70/100-60)	155–165		165...180	

### Література

1. ДСТУ Б В.2.7-319:2016 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань. [Чинний з 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ. 2017. 71 с.
2. ДСТУ EN 12697-35:2016 Бітумомінеральні суміші. Методи випробування. Частина 35. Лабораторне змішування (EN 12697-35:2016, IDT). [Чинний з 2020-01-10]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ. 2020. 18 с.
3. ДСТУ EN 12697-27:2018 Бітумомінеральні суміші. Методи випробування. Частина 27. Відбирання проб (EN 12697-27:2017, IDT). [Чинний з 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ. 2019. 11 с.
4. Копинець І.В., Соколов О.В., Желтобрюх А.Д., Головченко В.С. Огляд методів проєктування складу асфальтобетонних сумішей. Дороги і мости. Київ, 2023. Вип. 27. С. 81–90.
5. Копинець І.В., Соколов О.В., Желтобрюх А.Д., Головченко В.С. Залежність об'ємних властивостей асфальтобетону від найбільшого номінального розміру зерен заповнювача та методу ущільнення. Дороги і мости. Київ, 2023. Вип. 27. С. 91–110.
6. ДСТУ EN 12697-5:2018 Бітумомінеральні суміші. Методи випробування гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 5. Визначення максимальної щільності (EN 12697-5:2009; АС:2012, IDT). [Чинний з 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ. 2018. 10 с.
7. ДСТУ EN 12697-6:2019 Бітумомінеральні суміші. Методи випробування гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 6. Визначення об'ємної щільності бітумомінеральних зразків (EN 12697-6:2012, IDT). [Чинний з 2020-01-07]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ. 2019. 8 с.
8. MS-2 Asphalt Mix Design Methods. Asphalt institute. 2015. 188 р.
9. ДСТУ EN 12697-1:2019 Бітумомінеральні суміші. Методи випробування гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 1. Уміст розчинних в'язучих (EN 12697-1:2012, IDT). [Чинний з 2020-01-07]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ. 2019. 38 с.
10. ДСТУ EN 12697-2:2019 Бітумомінеральні суміші. Методи випробування. Частина 2. Визначення гранулометричного складу (EN 12697-

2:2015, IDT). [Чинний з 2020-01-07]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ. 2019. 10 с.

11. ДСТУ EN 12697-39:2019 Бітумомінеральні суміші. Методи випробування гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 39. Визначення вмісту в'язучого випалюванням (EN 12697-39:2012, IDT). [Чинний з 2020-01-10]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ. 2019. 17 с.
12. ДСТУ EN 12697-18:2018 Бітумомінеральні суміші. Методи випробування. Частина 18. Стікання в'язучого (EN 12697-18:2017, IDT). [Чинний з 2019-01-07]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ. 2018. 7 с.

### References

1. Sumishi asphaltobetonni i asphaltobeton dorozhnii ta aerodromnyi. Metody vyprobuvannia [Asphalt concrete mixtures and road and airfield asphalt concrete. Test methods]. (2017). *DSTU B V.2.7-319:2016 from 1<sup>st</sup> Martha*. Kyiv: UkrNDNTs. 71 s. [in Ukrainian].
2. Bitumomineralni sumishi. Metody vyprobuvannia. Chastyna 35. Laboratorne zmishuvannia [Bituminous-mineral mixtures. Test methods. Part 35. Laboratory mixing]. (2020). *DSTU EN 12697-35:2016 (EN 12697-35:2016, IDT) from 1<sup>st</sup> 2020. October*. Kyiv: UkrNDNTs. 18 s.
3. Bitumomineralni sumishi. Metody vyprobuvannia. Chastyna 27. Vidbyrannia prob [Bituminous-mineral mixtures. Test methods. Part 27. Sampling]. (2019). *DSTU EN 12697-27:2018 (EN 12697-27:2017, IDT) from 1<sup>st</sup> October 2019*. Kyiv: UkrNDNTs. 11 s.
4. Kopynets I., Sokolov O., Zheltobriukh A., Holovchenko V. (2023). Review of methods for asphalt mixtures design. *Dorogi i mosti [Roads and bridges]*. Iss. 27. P. 81–90 [in Ukrainian].
5. Kopynets I., Sokolov O., Zheltobriukh A., Holovchenko V. (2023). Dependence of asphalt concrete volumetric properties on the largest nominal aggregate grain size and compaction method. *Dorogi i mosti [Roads and bridges]*. 2023. Iss. 27. P. 91–110 [in Ukrainian].
6. Bitumomineralni sumishi. Metody vyprobuvannia hariachykh asphaltobetonnykh sumishei. Chastyna 5. Vyznachennia maksimalnoi shchilnosti [Bituminous-mineral mixtures. Methods of testing hot asphalt concrete mixtures. Part 5.

- Determination of the maximum density]. (2018). *DSTU EN 12697-5:2018 (EN 12697-5:2009; AS:2012, IDT) from 1<sup>st</sup> January 2020*. Kyiv: UkrNDNTs. 10 s.
7. Bitumomineralni sumishi. Metody vyprovuvannia hariachykh asfaltobetonnykh sumishei. Chastyna 6. Vyznachennia obiemnoi shchilnosti bitumomineralnykh zrazkiv [Bituminous-mineral mixtures. Methods of testing hot asphalt concrete mixtures. Part 6. Determination of bulk density of bituminous mineral samples]. (2019). *DSTU EN 12697-6:2019 (EN 12697-6:2012, IDT) from 1<sup>st</sup> July 2020*. Kyiv: UkrNDNTs. 8 s.
  8. MS-2 Asphalt Mix Design Methods (2015). Asphalt institute. 2015. 188 p.
  9. Bitumomineralni sumishi. Metody vyprovuvannia hariachykh asfaltobetonnykh sumishei. Chastyna 1. Umist rozchynenykh viazhuchykh. [Bituminous-mineral mixtures. Methods of testing hot asphalt concrete mixtures. Part 1. Content of dissolved binders]. (2019). *DSTU EN 12697-1:2019 (EN 12697-1:2012, IDT) from 1<sup>st</sup> July 2020*. Kyiv: UkrNDNTs. 38 s.
  10. Bitumomineralni sumishi. Metody vyprovuvannia. Chastyna 2. Vyznachennia hranulometrychnoho skladu. [Bituminous-mineral mixtures. Test methods. Part 2. Determination of particle size composition]. (2019). *DSTU EN 12697-2:2019 (EN 12697-2:2015, IDT) from 1<sup>st</sup> July 2020*. Kyiv: UkrNDNTs. 10 s.
  11. Bitumomineralni sumishi. Metody vyprovuvannia hariachykh asfaltobetonnykh sumishei. Chastyna 39. Vyznachennia vmistu viazhuchoho vypalivanniam. [Bituminous-mineral mixtures. Methods of testing hot asphalt concrete mixtures. Part 39. Determination of binder content by firing]. (2019). *DSTU EN 12697-39:2019 (EN 12697-39:2012, IDT) from 1<sup>st</sup> October 2020*. Kyiv: UkrNDNTs. 17 s.
  12. Bitumomineralni sumishi. Metody vyprovuvannia. Chastyna 18. Stikannia viazhuchoho. [Bituminous-mineral mixtures. Test methods. Part 18. Drainage of binder]. (2018). *DSTU EN 12697-18:2018 (EN 12697-18:2017, IDT) from 1<sup>st</sup> July 2019*. Vyd. ofits. Kyiv: UkrNDNTs. 7 s.

**Піріг Ян Іванович**, к.т.н., ст. наук. співробітник кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна, Харків, 61002, вул. Ярослава Мудрого, 25, тел. +380984466268, e-mail: [pirig2000@gmail.com](mailto:pirig2000@gmail.com).

**Оксак Сергій Володимирович**, к.т.н., професор кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна, Харків, 61002, вул. Ярослава Мудрого, 25, тел. +38067-799-64-32, e-mail: [sv.oksak@gmail.com](mailto:sv.oksak@gmail.com).

**Comparative analysis of methods for determining asphalt concrete quality indicators in accordance with the current regulatory documents in Ukraine**

**Abstract. Problem.** Asphalt concrete is the main material used for road pavements. Currently, in Ukraine, the quality of asphalt concrete is assessed using quality indicators, the methods for determining which are presented in the national standard DSTU B V.2.7-319 and in the harmonised European standards of the DSTU EN 12697 series. In recent years, Ukraine has been working on the development of national standards of the DSTU XXXX series «Asphalt mixtures and asphalt concrete. Technical specifications. Part 1 ... 6». One of the main innovations of the standards of this series is the conditions for the simultaneous use of methods for determining the physical and mechanical quality indicators of asphalt concrete in accordance with the methods regulated by national and European regulatory documents. Given that the values of asphalt concrete quality indicators significantly depend on the conditions of their determination, the issue of interchangeability of the methods given in DSTU B B.2.7-319 and the standards of DSTU EN 12697 series is relevant. **Goal.** The aim of the work was to establish the possibility of simultaneous use of methods for determining the physical and mechanical quality indicators of asphalt concrete according to the methods regulated by national and European regulatory documents. **Methodology.** To achieve this goal, we compared the methods given in the current DSTU B B.2.7-319 and in the harmonised European standards of the DSTU EN 12697 series. **Results.** Despite the fundamentally identical approaches to the preparation and testing of asphalt concrete, as described in the national standard DSTU B B.2.7-319 and the harmonised European standards of the DSTU EN 12697 series, there are certain methodological and technological features that affect the results obtained. The main technological factor that differs in these standards is the temperature of both preparation and testing. Therefore, before conducting large-scale experimental studies and publishing the results, it is reasonable to assume that these methods are not interchangeable. **Practical value.** Based on the analysis, it is advisable to remove from the draft standards of the DSTU XXXX series «Asphalt mixtures and asphalt concrete. Technical specifications. Part 1 ... 6» the requirements for the simultaneous use of the methods given in DSTU B B.2.7-319 and the standards of the DSTU EN 12697 series for the same tests.

**Keywords:** asphalt concrete, asphalt mix, temperature, methods, techniques.

**Pyrig Yan**, S. Researcher, Ph.D. (Eng.), The department of technology of road-construction materials, Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine, tel. + 380984466268, e-mail: [pirig2000@gmail.com](mailto:pirig2000@gmail.com).

**Oksak Serhii**, Ph.D. (Eng.), Prof. The department of technology of road-construction materials, Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine, tel. +38067-799-64-32, e-mail: [sv.oksak@gmail.com](mailto:sv.oksak@gmail.com).