

ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАСТИЧНОСТІ ЛИТИХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ МЕТОДОМ ЛЮЄРА

Пиріг Я. І., Оксак С. В., Гльїн Я. В., Місніченко С. О.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. У статті розглянуто особливості експериментального визначення технологічної пластичності литих асфальтобетонних сумішей методом Люєра, наведено конструкцію приладу та методику визначення показника пластичності. На основі експериментальних показників встановлено чутливість виявлення пластичності литих асфальтобетонних сумішей, визначених методом Люєра, до гранулометричного складу сумішей та кількості бітумного в'язучого. **Ключові слова:** лита асфальтобетонна суміш, технологічна пластичність, метод Люєра, прилад.

Вступ

Асфальтобетон традиційно є поширеним матеріалом, що застосовується для влаштування покриття автомобільних доріг. Серед різновидів асфальтобетонів, що використовуються в дорожній галузі, окремо виокремлюють литий асфальтобетон. Причинами цього є як давня історія його застосування, так і сфера використання (у будівництві для влаштування підлог та стяжок у промислових підприємствах, для влаштування гідроізоляційних шарів та покрівель; у дорожній галузі для влаштування гідроізоляційних шарів на мостах та в тунелях, влаштування покриттів автомобільних доріг та пішохідних доріжок, виконання ремонтних робіт та інше) [1–4]. Перевагами литого асфальтобетону, що значно виділяють його серед інших асфальтобетонів, є: найбільша довговічність, висока щільність, корозійна стійкість, водонепроникність, зносостійкість, високе поглинання шуму. Крім того, значною перевагою литого асфальтобетону є відсутність необхідності його ущільнення під час укладання на місці проведення робіт.

Аналіз публікацій

Зважаючи на особливості складу й властивості литих асфальтобетонних сумішей та литого асфальтобетону, найбільш інформативним показником їх якості як за технологічних, так і експлуатаційних температур, є показник пластичності. Залежно від матеріалу, що оцінюється (асфальтобетонна суміш або асфальтобетон), і температури визначення показник пластичності може використовуватися для оцінювання деформаційної стійкості асфальтобетону за експлуатаційних температур або рухомості литої асфальтобетонної суміші за технологічних температур. Саме ці два показники мають бути основними для оцінювання

якості литої асфальтобетонної суміші та литого асфальтобетону як під час проєктування складу (зокрема визначення кількості бітумного в'язучого) та встановлення технологічних параметрів влаштування дорожнього покриття (температур нагріву матеріалів для приготування суміші та температури суміші під час укладання в покриття), так і під час експлуатації дорожнього покриття з литого асфальтобетону (оцінювання схильності до пластичних деформацій та низькотемпературного розтріскування).

Експлуатаційна пластичність литого асфальтобетону є значно поширеною характеристикою, що визначається за допомогою методу вдавлення штампу та нормується в більшості країн світу, де використовується цей різновид асфальтобетонів. Відповідний прилад та метод були розроблені в Німеччині ще на початку минулого століття та відтоді майже не змінилися [4].

Щодо технологічної пластичності, то цей показник, незважаючи на його важливість, майже не використовується для оцінювання якості литих сумішей.

Усі відомі на цей час методи визначення технологічної пластичності литих асфальтобетонних сумішей можуть бути умовно розподілені за такими групами:

- методи, основані на оцінюванні пластичності за глибиною занурювання випробувального пристрою (плунжера, штока, молотка) в нагріту до технологічних температур литу асфальтобетону суміш;

- методи, основані на оцінюванні пластичності за діаметром розтікання під власною вагою нагрітої до технологічної температури литої асфальтобетонної суміші;

- методи, основані на оцінюванні пластичності за значенням крутного моменту мішалки

під час перемішування литої асфальтобетонної суміші, нагрітої до технологічної температури.

Найдавнішими та найбільш поширеними є методи, основані на оцінюванні пластичності литої суміші за глибиною занурювання випробувального пристрою. Саме на такому принципі основані консистометр Хетчинсона, метод А. Риб'єва, метод Люєра тощо.

Найбільш відомим методом, що широко застосовується, є *Lueer fluidity test* (метод Люєра), який розробили німецькі науковці [5], але він упроваджується переважно в країнах Східної Азії (Японія, Китай, Корея) [2, 3]. Зовнішній вигляд обладнання, що застосовується в цьому методі, зображено на рис. 1.

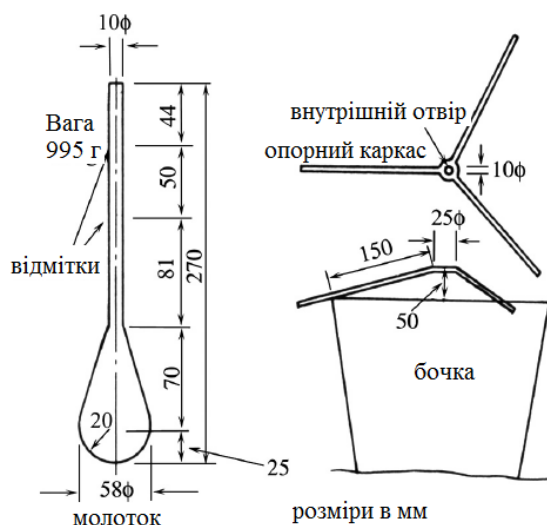


Рис. 1. Схема обладнання, що використовується в *Lueer fluidity test*

Для випробування застосовується металева ємність, в яку завантажують литу асфальтобетонну суміш, нагріту до певної технологічної температури, та латунний шток (діаметр 10 мм, довжина 27 см) з молотком краплеподібної форми вагою 995 г, розташованим на кінці штока. На штоку нанесені риски на відстані 50 мм одна від одної.

За показник плинності Люєра (*Lueer fluidity*) приймається час, за який молоток зануриться в литу суміш на відстань 50 мм, що обмежена верхньою та нижньою мітками на штоку. Випробування здійснюється в діапазоні температур литої асфальтобетонної суміші від 200 °С до 260 °С з поступовим підвищенням температури на 10 °С. Часто, замість визначення показника плинності Люєра за різних температур, проводять випробування лише за температури 240 °С, у цьому разі час

занурення молотка в суміш не має перевищувати 20 с (оптимальним вважається час занурення 15 с, а якщо час занурення менший ніж 10 с, спостерігається підвищена сегрегація суміші) [2].

Метод Люєра застосовується для встановлення оптимальної концентрації бітумного в'язучого в складі литої асфальтобетонної суміші та для встановлення технологічних температур нагріву суміші під час її укладання в покриття [6, 7].

Підбір оптимальної технологічної температури литої асфальтобетонної суміші може здійснюватися способом визначення плинності Люєра за декількома температурами з діапазону від 200 °С до 260 °С, оскільки існує пряма залежність між показником плинності Люєра та технологічною температурою литої суміші, що визначається високим коефіцієнтом детермінації [8, 9]. Значення пластичності литої асфальтобетонної суміші за показником плинності Люєра є чутливим до типу бітумного в'язучого, що міститься в складі литої суміші. Крім того, цей показник є надто чутливим до часу перемішування литої асфальтобетонної суміші (наприклад, під час транспортування суміші до місця укладання в покриття в спеціальних автомобілях – кохерах), що підтверджують результати робіт [10, 11]. Залежність плинності Люєра від часу перемішування литої асфальтобетонної суміші має U-подібну форму. У процесі транспортування суміші з постійним перемішуванням впродовж 60–80 хв спостерігається незначне зменшення пластичності суміші, визначеної за показником плинності Люєра (в 1,63 раза для суміші, що має температуру 200 °С та в 1,5 раза для суміші за температури 240 °С). Але за більш тривалого перемішування суміші показник плинності Люєра значно збільшується (у 2,3 раза для суміші, що має температуру 200 °С, і в 6,5 раза для суміші, що має температуру 240 °С). Отже, за показником плинності Люєра можна оцінювати схильність литої асфальтобетонної суміші до старіння та прогнозувати дальність транспортування литих сумішей.

Крім чутливості до кількості бітумного в'язучого в складі литих асфальтобетонних сумішей, показник плинності Люєра є чутливим також до гранулометричного складу суміші, що підтверджується експериментальними показниками, наведеними в [12]. У цьому разі що менша кількість бітумного в'язучого в складі литої асфальтобетонної суміші, то більша ця чутливість.

У країнах Східної Азії метод Люєра широко впроваджується для проектування складу литих асфальтобетонних сумішей, зокрема для оцінювання впливу тих чи інших добавок у бітумі на пластичність суміші [13, 14].

Перевагами зазначеного Люєра є: простота методики випробування; гарна вивченість методу та встановлення залежностей з іншими показниками литих сумішей і литого асфальтобетону; відсутність необхідності використання складного кошторисного обладнання; відносно малий час проведення випробування. На жаль, зазначений метод має й недоліки, зокрема: відносно значний обсяг суміші, що є необхідним для проведення випробування; швидке остигання поверхневого шару литої асфальтобетонної суміші, що може позначитися на результатах випробування.

Мета та постановка завдання

Метою роботи є встановлення можливості та доцільності використання методу Люєра для оцінювання технологічної пластичності литих асфальтобетонних сумішей у дорожній галузі України. Для досягнення поставленої мети на кафедрі технології дорожньо-будівельних матеріалів ХНАДУ було виготовлено відповідний прилад, зовнішній вигляд якого зображений на рис. 2, та здійснено дослідження пластичності литих асфальтобетонних сумішей за допомогою методу Люєра.

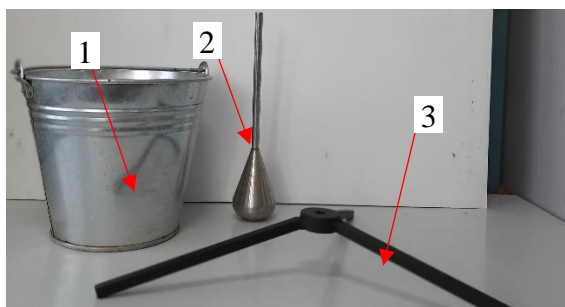


Рис. 2. Зовнішній вигляд виготовленого приладу Люєра: 1 – металева ємність для суміші; 2 – металевий шток з молотком; 3 – напрямний пристрій

Методи та об'єкти дослідження

Визначення пластичності методом Люєра здійснювалося на литих асфальтобетонних сумішах ЛАБС-10 та ЛАБС-15, гранулометричний склад яких було підібрано відповідно до норм, поданих у проєкті ДСТУ ХХХХ-6:202Х «Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон. Технічні умови. Частина 6. Литі суміші».

Як бітумне в'язуче використано бітум, отриманий способом компаундування дорожнього бітуму марки БНД 70/100 будівельним бітумом БНБ 90/10. Властивості компаундованого бітуму: penetрація за температури 25 °С – 41 × 0,1 мм; температура розм'якшеності – 52,2 °С; температура крихкості – мінус 11 °С; індекс penetрації – мінус 1,11; зчеплюваність із поверхнею скла за температури 85 °С – 29,7 %.

Кам'яні матеріали, використані для приготування литих асфальтобетонних сумішей, – це гранітний щебень та відсів, отримані з Шматковського кар'єру Полтавської області, та вапняковий мінеральний порошок.

Стандартні показники якості литих асфальтобетонів, що використані в роботі, наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Стандартні показники якості литих асфальтобетонів ЛАБ-10, виготовлених із різною кількістю бітуму

Кількість бітуму, %	Температура виготовлення, °С	Залишкова пористість, %	Глибина вдавлення штампку за 40 °С, мм	Збільшення глибини вдавлення штампку, мм
9	210	2,45	2,57	0,28
	220	2,01	2,56	0,32
	230	1,74	2,41	0,29
	240	1,43	2,16	0,27
10	190	1,65	5,49	0,98
	200	1,54	4,57	0,88
	210	0,96	3,9	0,69
	220	0,88	3,23	0,66
11	160	1,6	9,57	2,94
	180	1,65	7,75	2,0
	200	0,55	5,36	1,26
	220	0,38	5,2	1,15

Методика визначення пластичності литих асфальтобетонних сумішей методом Люєра

Для випробування було виготовлено литу асфальтобетонну суміш у кількості 10 кг відповідно до вимог, поданих у розділі 5 ДСТУ Б В.2.7-319 [15]. У цьому разі вихідні матеріали нагрівали та змішували за температури (200 ± 2) °С, після чого витримували впродовж 30 хв у металевій ємності.

Витриману за технологічної температури литу асфальтобетонну суміш завантажували в металеву ємність приладу Люєра (рис. 2). У напрямний пристрій встановлювали шток та розміщували в ємності приладу Люєра таким чином, щоб нижня поверхня молотка торкалася поверхні литої асфальтобетонної суміші.

Випробування полягало в занурюванні під дією власної ваги в литу асфальтобетонну суміш металевого штока з молотком. За показник плинності Люєра приймається час із точністю до 1 с, за який шток з молотком зануриться в литу асфальтобетонну суміш на відстань 50 мм (від нижньої до верхньої мітки).

Після завершення випробування литу асфальтобетонну суміш вивантажували в металеву ємність та ретельно перемішували. Ємність із сумішшю розміщували в сушильній шафі за температури на 10 °С вищій, ніж температура попереднього випробування, та після досягнення в сушильній шафі температури випробування витримували впродовж 30 хв.

Випробування повторювали в діапазоні від 200 °С до 260 °С з поступовим підвищенням температури на 10 °С. За необхідності діапазони температур випробування можуть бути розширені від 160 °С до 280 °С.

За експериментальними значеннями показників плинності Люєра, визначеними за температур у діапазоні від 200 °С до 260 °С, будували залежність показника плинності Люєра від температури (рис. 3), за якої встановлювали прийнятні температурні інтервали виготовлення та укладання в покриття литої асфальтобетонної суміші (показник плинності має коливатися в межах від 10 с до 20 с).

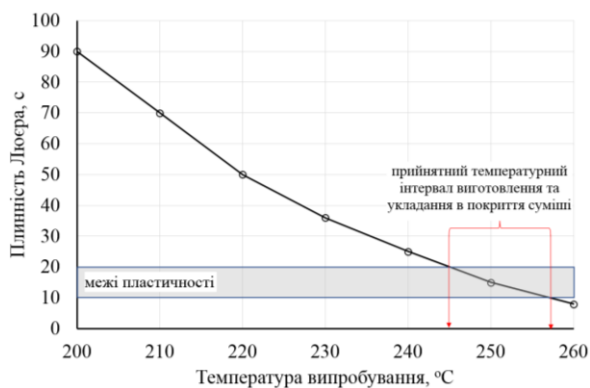


Рис. 3. Температурна залежність показника плинності Люєра

Експериментальне визначення пластичності сумішей методом Люєра

Залежності плинності Люєра литих асфальтобетонних сумішей одного гранулометричного складу, виготовлених із різним вмістом бітуму, від температури приготування подані на рис. 4. Відповідно до наведених залежностей показник плинності Люєра є чутливим до складу литих сумішей (зокрема вмісту бітуму)

та технологічної температури їх приготування.

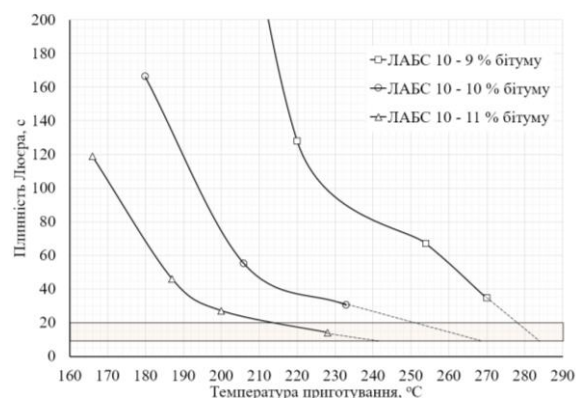


Рис. 4. Значення плинності Люєра для литих асфальтобетонних сумішей, виготовлених за різних температур

Для прийнятої в дослідженні литої асфальтобетонної суміші ЛАБС-10 граничні значення показників плинності Люєра, згідно із встановленими в країнах Сходу (Китай, Корея, Японія) нормами, які дорівнюють 10–20 с, досягаються за температур:

- якщо вміст бітуму 9 % – 278–284 °С;
- якщо вміст бітуму 10 % – 250–268 °С;
- якщо вміст бітуму 11 % – 212–241 °С.

Отже, зі збільшенням кількості бітуму в складі литої асфальтобетонної суміші температура досягнення нормованої межі зменшується, а температурний діапазон нормованих значень суттєво розширюється (рис. 5).

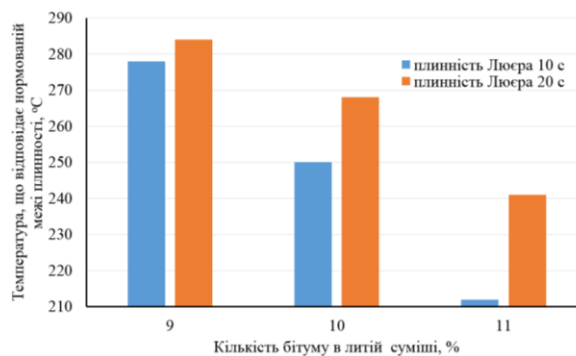


Рис. 5. Залежність температури досягнення нормованої межі показника плинності Люєра від кількості бітуму в складі ЛАБС-10

Відповідно до інформації, поданої на рис. 5, за показником плинності Люєра найбільш технологічною є лита асфальтобетонна суміш ЛАБС-10 з 11 % бітуму, оскільки ця суміш має широкий температурний діапазон, у якому вона залишається рухомою, що дає змогу, по-перше, витратити менше енерго-

сурсів для підтримання необхідної технологічної температури під час транспортування суміші з асфальтобетонного заводу на місце укладання; по-друге, дає змогу більш тривалий час виконувати роботи з укладання такої суміші в покриття без втрати нею пластичності (рухомості).

Однак унаслідок зіставлення температурних режимів виготовлення литих сумішей, встановлених з огляду на значення експлуатаційної пластичності, визначеної методом вдавлювання штампа, та значень технологічної пластичності, встановленої методом Люера (рис. 6), можна бачити, що:

- у разі виготовлення ЛАБ-10 з 11 % бітуму за температури, яка відповідає оптимальній пластичності суміші, визначеній методом Люера, значення глибини вдавлювання штампу за 40 °С суттєво перевищують встановлені в проєкті ДСТУ ХХХХ-6:202Х «Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон. Технічні умови. Частина 6. Литі суміші» нормовані межі (від 1,0 мм до 3,5 мм), тому асфальтобетонна суміш цього складу не може бути використаною (необхідно або змінювати гранулометричний склад суміші, або кількість бітуму);

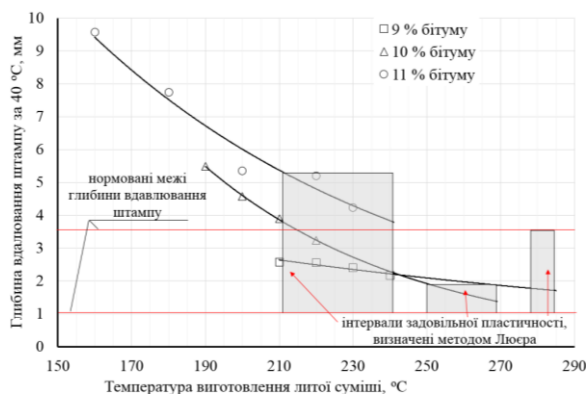


Рис. 6. Вибір оптимальної температури виготовлення литих сумішей за критеріями технологічної та експлуатаційної пластичності

- у разі виготовлення ЛАБ-10 з 9 % бітуму значення оптимальної пластичності литої асфальтобетонної суміші досягаються за надто високих технологічних температур (278–284 °С), що спричинятиме інтенсивне старіння бітуму й, відповідно, погіршення фізико-механічних властивостей асфальтобетону.

Зважаючи на інформацію, подану на рис. 6, з огляду на результати експлуатаційної та технологічної пластичності, оптимальним є таке

співвідношення: кількість бітуму – 10 %, температура виготовлення суміші – 250–260 °С.

За інформацією, наведеною на рис. 4, показник плинності Люера є більш чутливим до кількості бітуму в складі литої асфальтобетонної суміші ЛАБ-10, ніж до температури приготування суміші. Так, наприклад, за відносно низьких температур приготування сумішей (до 200 °С) зі зміною кількості бітуму в складі литої суміші з 9 % до 11 % значення показника плинності Люера змінюється в понад 15 разів, а за умови збільшення температури приготування литих сумішей до 240 °С зміна показника плинності Люера становить 8 разів.

На рис. 7 подані температурні залежності плинності Люера від гранулометричного складу литих сумішей. Відповідно до наведеної інформації зміна гранулометричного складу суміші з ЛАБС-10 на ЛАБС-15 за умови однакового вмісту бітуму призводить до погіршення пластичності, визначеної методом Люера. Це позначається на зростанні температур досягнення однакових значень показника плинності Люера. Отже, досліджуваний метод є чутливим до гранулометричного складу литих сумішей.

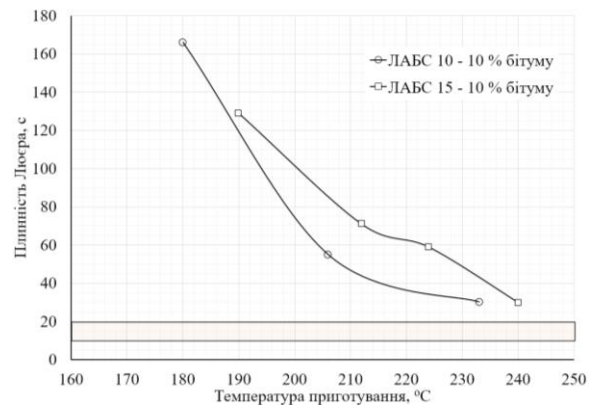


Рис. 7. Температурні залежності плинності Люера від гранулометричного складу литих сумішей

Зображені на рис. 7 залежності ілюструють цікаву особливість пластичності литих сумішей зі збільшеною кількістю крупних кам'яних матеріалів, що позначається на стрімкому зменшенні показника плинності Люера внаслідок досягнення високих технологічних температур.

Під час експериментальної перевірки методу Люера встановлено його переваги та недоліки. Перевагами є такі: простота конструкції приладу; відносна швидкість проведення випробування. Недоліками методу є: значний

обсяг литої асфальтобетонної суміші, потрібний для проведення випробування (зважаючи на це, зазначений метод може бути рекомендовано для виробничого контролю пластичності литих асфальтобетонних сумішей, під час їх виготовлення на асфальтобетонному заводі); швидке остигання суміші та штоку, особливо в разі визначення пластичності за високих технологічних температур, що позначається на точності оцінювання пластичності литих сумішей.

Висновки

На основі виробничої перевірки визначення пластичності литих асфальтобетонних сумішей методом Люєра підтверджена можливість та доцільність його використання у вітчизняній дорожній галузі під час проектування складів сумішей та встановлення технологічних температур їх приготування, що забезпечують отримання литих асфальтобетонів, властивості яких відповідають вимогам, наведеним у національних нормативних документах.

Визначення пластичності литих сумішей методом Люєра має як переваги, так і недоліки, з огляду на які цей метод може бути рекомендовано для виробничого контролю пластичності литих асфальтобетонних сумішей та під час їх виготовлення на асфальтобетонному заводі.

Література

- Nikolaides A. Highway engineering: Pavements, materials and control of quality. CRC Press, 2014.
- Wang C. et al. Review on Status and Development of Gussasphalt Concrete. *Materials Reports*, 2017, 31(9). P. 135–145.
- Liu S. et al. Application of mastic asphalt waterproofing layer in high-speed railway track in cold regions. *Applied Sciences*. 2018. Т. 8. P. 1–16.
- Staritzky M. Gussasphalt. Berlin, 1934. 112 p.
- Guilian Z., Xiaoning Z., Wu C. Evaluation of steel bridge deck MA mixture properties during construction. *Journal of Marine Science and Technology*. 2015. Т. 23. № 3. P. 293–301.
- Chen J.S. et al. Fundamental characterization of engineering properties of gussasphalt mixtures. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 2011. Т. 23. № 12. P. 1719–1726.
- Lee G.H., Lee G.H. Laboratory Investigation into Mix Design Procedure and Criteria of Guss Asphalt. *Korean Road Society: Conference Proceedings*. 2000. P. 69–73.
- Jang Y.D., Park T.S., Lee J.S. A study on the performance improvement of gussasphalt mixture. *Journal of the Korean Asphalt Institute*. 2019. Т. 9. № 2. P. 176–193.
- Luo S. et al. Design of gussasphalt mixtures based on performance of gussasphalt binders, mastics and mixtures. *Construction and Building Materials*. 2017. Т. 156. P. 131–141.
- Guilian Z., Xiaoning Z., Wu C. Evaluation of steel bridge deck MA mixture properties during construction. *Journal of Marine Science and Technology*. 2015. Т. 23. № 3. P. 293–301.
- Zou G. et al. The effects of bituminous binder on the performance of gussasphalt concrete for bridge deck pavement. *Materials*. 2020. Т. 13. P. 1–12.
- Wang H., Li G. Study of factors influencing gussasphalt mixture performance. *Construction and Building Materials*. 2015. Т. 101. P. 193–200.
- Kim K.N., Kim Y.M., Le T.H.M. Development of Plug Joint with Polymer-Modified Rubber Asphalt as Filling Material. *Polymers*. 2023. Т. 15. № 21. P. 1–24.
- 王宏畅, 李国芬, 章登精. 浇筑式沥青混凝土性能影响因素研究 *中国工程科学*. 2013. Т. 15. № 8. P. 70–74.
- ДСТУ Б В.2.7-319:2016 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробування [Чинний з 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 75 с.

References

- Nikolaides A. Highway engineering: Pavements, materials and control of quality. CRC Press, 2014.
- Wang C. et al. Review on Status and Development of Gussasphalt Concrete. *Materials Reports*, 2017, 31(9). P. 135–145.
- Liu S. et al. Application of mastic asphalt waterproofing layer in high-speed railway track in cold regions. *Applied Sciences*. 2018. Т. 8. P. 1–16.
- Staritzky M. Gussasphalt. Berlin, 1934. 112 p.
- Guilian Z., Xiaoning Z., Wu C. Evaluation of steel bridge deck MA mixture properties during construction. *Journal of Marine Science and Technology*. 2015. Т. 23. № 3. P. 293–301.
- Chen J.S. et al. Fundamental characterization of engineering properties of gussasphalt mixtures. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 2011. Т. 23. № 12. P. 1719–1726.
- Lee G.H., Lee G.H. Laboratory Investigation into Mix Design Procedure and Criteria of Guss Asphalt. *Korean Road Society: Conference Proceedings*. 2000. P. 69–73.
- Jang Y.D., Park T.S., Lee J.S. A study on the performance improvement of gussasphalt mixture. *Journal of the Korean Asphalt Institute*. 2019. Т. 9. № 2. P. 176–193.
- Luo S. et al. Design of gussasphalt mixtures based on performance of gussasphalt binders, mastics and mixtures. *Construction and Building Materials*. 2017. Т. 156. P. 131–141.
- Guilian Z., Xiaoning Z., Wu C. Evaluation of steel bridge deck MA mixture properties during construction. *Journal of Marine Science and Technology*. 2015. Т. 23. № 3. P. 293–301.

11. Zou G. et al. The effects of bituminous binder on the performance of gussasphalt concrete for bridge deck pavement. *Materials*. 2020. T. 13. P. 1–12.
12. Wang H., Li G. Study of factors influencing gussasphalt mixture performance. *Construction and Building Materials*. 2015. T. 101. P. 193–200.
13. Kim K.N., Kim Y.M., Le T.H.M. Development of Plug Joint with Polymer-Modified Rubber Asphalt as Filling Material. *Polymers*. 2023. T. 15. № 21. P. 1–24.
14. 王宏畅, 李国芬, 章登精. 浇筑式沥青混凝土性能影响因素研究 *中国工程科学*. 2013. T. 15. № 8. P. 70–74.
15. Sumishi asfaltobetonni i asfaltobeton dorozhniy ta aerodromnyi. Metody vyprovuvannya [State Standard of Ukraine Asphaltic concrete mixtures, road and aerodromes asphaltic concrete. Test methods]. (2016). *DSTU B V.2.7-319:2016 from 1st April 2016*. Kyiv, 2016. 75 p. [in Ukraine].

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.

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,

Ільїн Ярослав Вікторович, к.т.н., асистент кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна, Харків, 61002, вул. Ярослава Мудрого, 25, тел. +38068-319-12-30 yailin12011993@gmail.com,

Місниченко Сергій Олександрович, аспірант кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна, Харків, 61002, вул. Ярослава Мудрого, 25, тел. 050-166-76-06 smisnichenko2@ukr.net.

Determination of plasticity of mastic asphalt mixtures by the Luer method

Abstract. Problem. Mastic asphalt mixtures, unlike other types of asphalt concrete, have certain granulometric and technological features that necessitate the use of specific quality indicators. The most informative quality indicators for mastic mixtures are plasticity at service and process temperatures. Unlike the service plasticity indicator, which is widely used and standardized in most countries of the world, technological plasticity, despite its importance, is of limited use for assessing the quality of mastic mixtures. **Goal.** The aim of this work was to establish the possibility and feasibility of using the Luer method to assess the technological plasticity of mastic asphalt mixtures in the road industry of Ukraine. To achieve this goal, an

appropriate device was manufactured and the experimental study of the plasticity of mastic asphalt mixtures using the Luer method was carried out. **Methodology.** The determination of plasticity by the Luer method consisted of immersing a metal rod with a hammer under its own weight in the mastic asphalt concrete mixture. The Luer yield strength is the time, with an accuracy of 1 s, during which the rod with a hammer is immersed in the mastic asphalt concrete mixture at a distance of 50 mm (from the lower to the upper mark). Experimental determination of the plasticity of mastic asphalt mixtures of different particle size distribution with different bitumen content was carried out. **Results.** On the basis of experimental data, the sensitivity of the Luer method to the particle size distribution of mastic asphalt mixtures and the amount of bitumen in the mixture was confirmed. During the experimental verification of the Luer method, its advantages and disadvantages were identified. The advantages include simplicity of the device design and relative speed of the test. The disadvantages of the method are a significant volume of mastic asphalt mixture required for the test; rapid cooling of the mixture and the rod, especially in the case of determining plasticity at high process temperatures, which affects the accuracy of assessing the plasticity of mastic mixtures. **Practical value.** Based on a production test of determining the plasticity of mastic asphalt mixtures by the Luer method, the possibility and feasibility of its use in the domestic road industry when designing mixtures and setting technological temperatures for their preparation, which ensure the production of mastic asphalt concrete whose properties meet the requirements of national regulations, has been confirmed.

Keywords: mastic asphalt mix, fluidity of the mixture, method, device.

Pyrig Yan, S. Researcher, Ph.D. (Eng.), The department of technology of road-construction materials, Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine, tel. + 380984466268, e-mail: 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. +38 067-799-64-32, e-mail: sv.oksak@gmail.com.

Ilyin Yaroslav, Ph.D. (Eng.), Assistant, The department of technology of road-construction materials, Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine, tel. +38068-319-12-30, yailin12011993@gmail.com,

Misnichenko Serhii, Postgraduate student, The department of technology of road-construction materials, Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine, tel. +380050-166-76-06, smisnichenko2@ukr.net.