

ВПЛИВ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОНУ ДОБАВКИ RW ELAST З КОНЦЕТРОВАНОГО ПОЛІМЕРНО-МОДИФІКОВАНОГО БІТУМУ (PmB)

INFLUENCE ON PHISICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ASPALT CONCETE ADDITIVE RW ELAST FROM CONCENTRATED POLYMER-MODIFIED BITUMEN (PmB)



Гуйван Євген Федорови, аспірант, Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне); e-mail: e.f.huivan@nuwm.edu.ua, тел. +380678839280

<https://orcid.org/0000-0002-1016-0396>



Кузло Микола Трохимович, доктор технічних наук, професор, Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне), завідувач кафедри автомобільних доріг, основ і фундаментів, e-mail: kuzlo@ukr.net тел. +380966890792

<https://orcid.org/0000-0001-9242-2478>

Анотація. У даній статті наведені данні дослідження впливу добавки RW Elast на фізико-механічні властивості асфальтобетонну гарячого дрібнозернистого типу А. Проведене експериментальне дослідження його стійкості до колієутворення в агресивному середовищі.

Основним питання даного дослідження є визначення ефективності модифікатора на асфальтобетон, що значною мірою може перспективо вплинути на економічну вигоду застосування добавки. Оскільки змінюються фізико-механічні властивості досліджуваного вихідного матеріалу в залежності від відсоткового вмісту добавки та опір матеріалу до утворенню колії.

Аналіз отриманих результатів виконаного експериментального дослідження показує позитивний вплив добавки RW Elast на фізико-механічні показники асфальтобетонну.

Ключові слова: асфальтобетон, колієстійкість, колієутворення, модифікуюча добавка, бітум, фізико-механічні властивості.

Вступ. Як показує багаторічна практика експлуатації автомобільних доріг з нежорстким дорожнім покриттям, за підвищенні інтенсивності транспортного потоку останніх років та при постійних порушеннях габаритно-вагових норм вантажних перевезень ми можемо спостерігати руйнування асфальтобетонного покриття раніше його запланованого строку служби. Тріщино та колієутворення нежорсткого покриття призводить до зменшення його строку служби і відповідно всієї конструкції дорожнього одягу загалом.

Якщо з порушниками габаритно-вагових норм ми можемо боротися шляхом збільшення механізмів здійснення контролю за ними. То вирішення питання зі збільшенням навантаження на покриття, яке виникає в наслідок підвищення інтенсивності транспортного потоку на автомобільних шляхах України потребує пошуків.

Одним з варіантів вирішення цієї проблеми, що з'явилася за останні роки є підвищення фізико-механічних властивостей асфальтобетонного покриття за рахунок додавання різних модифікуючих добавок в асфальтобетонну суміш.

Огляд наукових досліджень останніх років показує, що різними авторами розглядалися питання покращення властивостей асфальтобетону. Мішутін А.В. розглядав фактори, які впливають на стійкість асфальтобетонного покриття до утворення колії [1]. Автори Куцман А.М., Баран С.А., Мерзлікін А.Е., Мозговий В.В. досліджували вплив термореологічних процесів на міцність та довговічність асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу [2].

Жданюк В. К. в своїх роботах досліджував вплив модифікації бітумів на властивості та колієстійкість асфальтобетонів [3,4].

Мета дослідження – дослідження впливу добавки RW Elast з концентрованого полімерно-модифікованого бітуму (PmB) на фізико-механічні властивості асфальтобетону.

Завдання дослідження: Дослідження серії контрольних зразків для визначення деформації та міцності при стиску не модифікованого асфальтобетону, та серії зразків модифікованих добавкою RW Elast з різними відсотковими вмістом. Проведення випробувань щодо замірів утворенню колії асфальтобетону при постійному навантаженні в агресивному середовищі.

Методика досліджень. Дослідження проводилися на базі дорожньо-будівельної лабораторії ПрАТ «Хмельницьке ШБУ №56»м. Хмельницький, що є філіалом кафедри «Автомобільних доріг основ та фундаментів» Національного університету водного господарства та природокористування.

Випробування виготовлених зразків асфальтобетону проводилися за стандартними методиками згідно ДСТУ Б В.2.7-319:2016 [5]. Також додатково проводилися випробування щодо замірів утворення колії асфальтобетону при постійному навантаженні в агресивному середовищі (у воді при температурі +60 °С) на приладі SMARTRACKER™ Hamburg version AASHTO T324 (Matest Італія) за ДСТУ EN 12697-22:2018 [6]. Зразки для дослідження формувалися на гіраторному ущільнювачі Superpave Gyratory Compactor B041 (Matest Італія).

Результати досліджень та їх аналіз. Для проведення досліджень було взято наступні матеріали: бітум нафтовий дорожній марки 70/100 Мозирського нафтопереробного заводу (виробництва Білорусь). З наступними характеристиками: penetрація 86 при 25°С, температурою розм'якшення 47,8°С, розтяжність складала 100см, динамічна в'язкість при 135°С = 0,856 Па×с, при 160°С = 0,209 Па×с. Щебінь фракцій 0-5мм, 5-10мм, 10-20мм Новоград-Волинського кар'єру. Мінеральний порошок МП-1 неактивованій марки І виробництва ПрАТ «Хмельницьке ШБУ №56», що відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-121:2014 [7]. Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Технічні умови. Довбака для модифікації RW Elast виробника ROADWAY Solution, (країна походження Франція) з концентрованого полімерно-модифікованого бітуму (PmB).

Виробник добавки RW Elast за інструкцією рекомендує її введення безпосередньо в змішувач асфальтобетонного заводу з рекомендованими межами від 7,5% до 12,5% від маси бітумного в'язучого. У зв'язку з тим, що при виготовленні асфальтобетонної суміші в лабораторному змішувачі схожого ефекту, як при змішуванні на асфальтобетонному заводі дії добавки складно досягнути, тому модифікація проходила безпосередньо бітуму.

Модифікування бітуму з різною концентрацією добавки RW Elast складалася з наступних етапів. Необхідна кількість бітуму розігрівалася до температури 160 °С. Нагрітий бітум переливався в задалегідь розігрітий лабораторний перемішувач для сумішей з подальшим додаванням добавки RW Elast в необхідній кількості. Модифікація бітуму проводилася при постійній температурі 160 °С протягом 20 хвилин з постійним перемішуванням в лабораторному змішувачі (рисунок1).



Рисунок 1 – Лабораторний перемішувач для сумішей і в'язучих матеріалів
Figure 1 – Laboratory mixer for mixtures and binder materials

Змішування заздалегідь підготовлених та розігрітих до необхідної температури компонентів асфальтобетонної суміші відбувалося в PAVEMIX - Asphalt laboratory mixer B026-05N (рисунок 2). Циліндричні зразки, що використовувалися для випробування при одноосьовому навантаженні, були виготовлені за стандартом ДСТУ Б В.2.7-319:2016 [5]. Для виміру границі міцності при одноосьовому навантаженні використовувався прилад Універсальний тестер S215A, з максимальним навантаженням до 50 кН, Matest, Італія (рисунок 3).



Рисунок 2 – Асфальтний лабораторний змішувач
Figure 2 – Asphalt laboratory mixer



Рисунок 3 – Випробування стандартних зразків при одноосьовому стиску для визначення границі міцності при стиску
Figure 3 – Testing of standard samples at a single sided compressed to determine the strength boundary at a compressed

Результати досліджень фізико-механічних властивостей після випробувань виготовлених зразків асфальтобетону наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники фізико-механічних властивостей зразків асфальтобетону
Table 1 – Physical and mechanical properties of asphalt concrete samples

Найменування показників	Не модифікований	7,5% RW Elast	10.0% RW Elast	12.5% RW Elast	15.0% RW Elast	17,5% RW Elast
Середня щільність, т/м ³	2,43	2,41	2,41	2,41	2,41	2,40
Водонасичення, % за об'ємом	1,45	1,38	1,84	2,18	2,28	2,64
Границя міцності при стиску, МПа, за температури:						
0 °С	6,6	8,1	8,3	8,5	8,9	9,1
20 °С	3,2	3,7	3,9	4,3	4,6	5,0
50 °С	1,3	1,5	1,9	2,3	2,1	1,8
Вміст від маси бітуму БНД 70/100,%	5,5	5,4	5,5	5,4	5,4	5,5

Дослідження циліндричних зразків асфальтобетону при одноосьовому стиску за температури 0 °С, 20 °С та 50 °С показує зростання показника границі міцності з додаванням в бітум добавки RW Elast в порівнянні з контрольними зразками без добавки. В межах рекомендованих виробником 7,5%

–12,5% добавки від маси бітуму, міцність модифікованих зразків в середньому збільшилася: на 20% при 0 °С та 20 °С, та на 31% при температурі 50 °С. При підвищенні вмісту добавки за межами рекомендації виробника 15,0% – 17,5% спостерігається подальше збільшення міцності модифікованих зразків в середньому на 26% при 0 °С та 33% при 20 °С та 50 °С в порівнянні з контрольними. Також спостерігається, що при збільшенні вмісту добавки за рекомендовані межі виробника 15,0% – 17,5% при температурі 50 °С міцність асфальтобетонних зразків при одноосьовому стисненні починає зменшуватися на 15% в порівнянні з зразками з вмістом добавки 12,5%. Вони показали, що задовільняють вимоги [8,9].

Дані показники дозволяють припустити, що асфальтобетонне покриття влаштоване з додаванням добавки має підвищені характеристики щодо опору утворення зсувів та появи колій. У зв'язку з цим, були проведені експериментального дослідження для оцінки накопичення залишкових деформацій у вигляді утворення колій модифікованого і не модифікованого дрібнозернистого асфальтобетону. Дослідження проводились на випробувальному приладу SMARTTRACKER™ – Multi wheels hamburg wheel tracker (рисунок 5). Випробування полягає у багаторазових проходах сталевого колеса (203x47) по одному сліду у прямому та зворотному напрямку по поверхні асфальтобетонних зразків при навантаженні 705 Н/мм² за температури 60 °С. При цьому, ці зразки перед початком випробування термостатувалися протягом 1 години за температури 60 °С. Зразки для проведення експериментального дослідження на визначення глибини утворення колії виготовлялися у гіраторному ущільнювачі (Gyrotronic - Superpave Gyrotory Compacto) за ДСТУ EN 12697 (рисунок 4).



Рисунок 4 – Формування зразків для визначення колійності у гіраторному компактаторі
Figure 4 – Formation of samples for determining rutting in a gyratory compactor



Рисунок 5 – Випробування зразків асфальтобетону на утворення колії
Figure 5 – Testing asphalt concrete samples for rutting

Результати проведення дослідження з оцінки накопичення залишкових деформацій у вигляді утворення колій наведені на рисунках 6 та 7.

Контрольні зразки асфальтобетону, які були виготовлені з використанням не модифікованого бітуму показали, що при 8000 проходах сталевого колеса по одному сліду глибина колії становила 10,35мм. За отриманими результатами подальше випробування даних зразків є недоцільним і було зупинене.

В зразках асфальтобетону модифікованого добавкою RW Elast в межах рекомендованих виробником глибина колії при 10000 проходах колеса по одному сліду становила при 7,5% – 4,14мм,

10,0% – 3,04мм, та 12,5% – 2,43мм від маси бітуму. Глибина колії модифікованого асфальтобетону становить на 60 – 70% менше показника глибини колії в асфальтобетоні без добавки при 8000 проходах.

В зразках асфальтобетону модифікованого в межах 15,0% – 17,5% RW Elast від маси бітуму глибина колії при 10000 проходах колеса по одному сліду становила від 4,19мм до 4,23мм, що на 60% менше показника глибини утвореної колії в асфальтобетоні без добавки при 8000 проходах.

При застосуванні добавки перевищуючи межу рекомендовану виробником при 15,0% та 17,5% від маси бітуму, не спостерігається підвищення супротиву накопичення залишкових деформацій у вигляді утворення колій. Ефективність застосування великого вмісту добавки в асфальтобетоні є нераціональним. Це пов'язано з тим, що добавка в такій кількості дає мінімальне покращення фізико-механічних властивостей асфальтобетону.

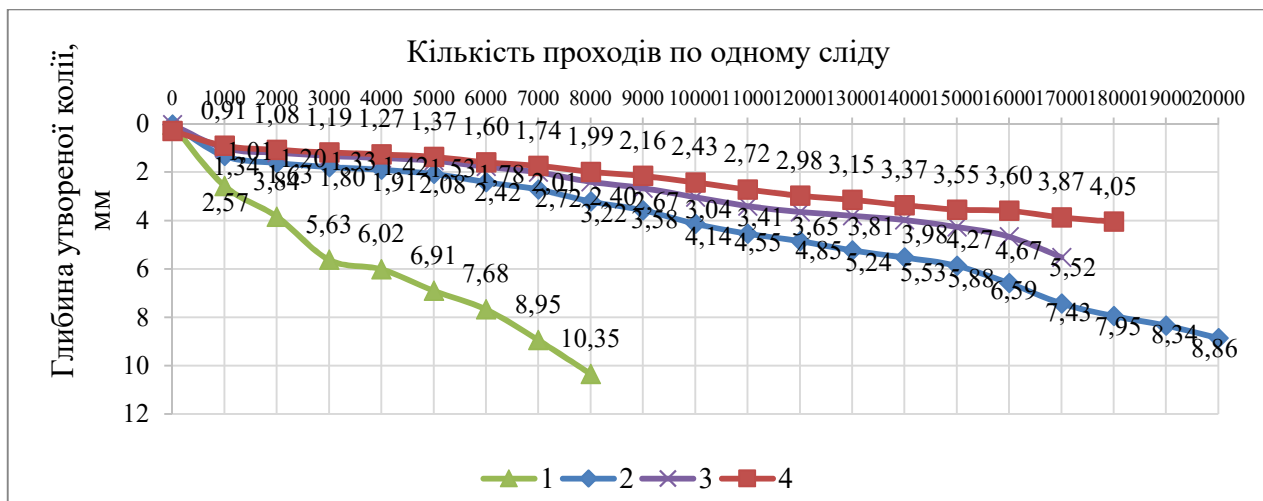


Рисунок 6 – Залежність глибини отриманої колії в дрібнозернистому асфальтобетоні від кількості проходів колеса: 1 – без добавки, 2 – 7,5% RW Elast від маси бітуму, 3 – 10,0% RW Elast від маси бітуму, 4 – 12,5% RW Elast від маси бітуму

Figure 6 – Dependence of the depth of the resulting rut in fine grained asphalt concrete on the number of wheel passes: 1 – without additive, 2 – 7.5% RW Elast from the mass of bitumen, 3 – 10.0% RW Elast from the mass of bitumen, 4 – 12.5% RW Elast from the mass of bitumen

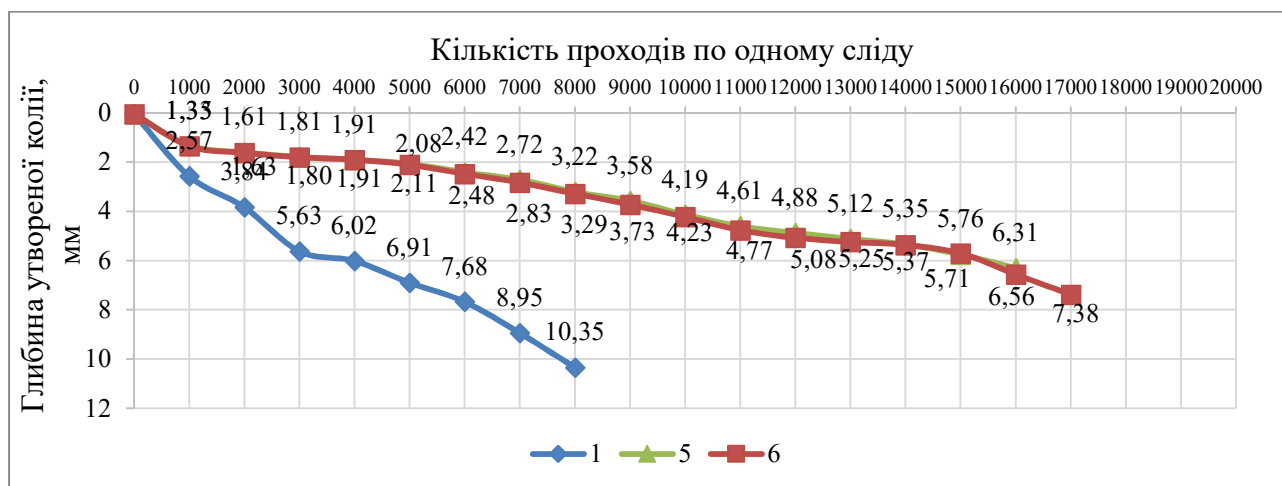


Рисунок 7 – Залежність глибини отриманої колії в дрібнозернистому асфальтобетоні від кількості проходів колеса: 1 – без добавки, 5 – 15,0% RW Elast від маси бітуму, 6 – 17,5% RW Elast від маси бітуму

Figure 7 – Dependence of the depth of the resulting rut in fine grained asphalt concrete on the number of wheel passes: 1 – without additive, 5 – 15.0% RW Elast from the mass of bitumen, 6 – 17.5% RW Elast from the mass of bitumen



Рисунок 8 – Візуальне порівняння зразків після випробування на колієвимірвальній машині
Figure 8 – Visual comparison of samples after tests on a track-measuring machine

Висновки

Аналіз отриманих результатів експериментальних досліджень показують про суттєвий вплив добавки RW Elast на фізико-механічні показники асфальтобетону. Випробування модифікованого дрібнозернистого асфальтобетону типу А в межах від 7,5% до 12,5% кількості добавки від маси бітуму за температури 0 °С, 20 °С, 50 °С при одноосьовому навантаженні показало збільшення границі міцності асфальтобетону на 20 – 30%. Крім того, випробування даних зразків за тихих умов показало підвищену стійкість щодо деформацій та утворенню колії. Покращення колієстійкості модифікованих зразків у середньому становить 65% в порівнянні з немодифікованими зразками. Отримані дані свідчать про позитивний вплив на підвищення довговічності дорожніх одягів при застосуванні добавки RW Elast. Зокрема, їх експлуатації з інтенсивним рухом транспортних засобів при більш високих температурах самого покриття і навколишнього середовища.

Перелік посилань

1. Мішутін А.В. Фактори, які впливають на стійкість асфальтобетонного покриття до утворення колії / Мішутін А.В., Заволока М.В., Твердохліб О.Л. // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2017 вип.№68 ст. 76-85
2. Куцман А.М., Баран С.А., Мерзлякин А.Е., Мозговой В.В. и др. Влияние термореологических процессов на прочность и долговечность асфальтобетонного покрытия нежестких дорожных одежд // Дороги и мосты. – 2015. Вып. 34/2. – С.102-112
3. Жданюк В.К. Вплив модифікації бітумів на властивості та колієстійкість щебенево-мастикових асфальтобетонів. / Жданюк В.К. Костін Д.Ю. // Науково-технічний збірник, «Автомобільні дороги та дорожнє будівництво». 2017. №100. С. 57-67
4. В.К.Жданюк. Дослідження властивостей дрібнозернистого асфальтобетону з добавкою «TRINIDSD EPURE Z 0/8 / В.К.Жданюк, О.О.Воловик, Д.Ю.Костін // Науково-технічний збірник Містобудування та територіальне планування випуск №40 ст.395- 400
5. ДСТУ Б В.2.7-319:2016 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань - [Чинний від 01.04.2017] - Технічний комітет стандартизації ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди» (ДП «ДерждорНДІ») – (Державний стандарт України)
6. ДСТУ EN 12697-22:2018 Бітумомінеральні суміші. Методи випробування гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 22. Колійність (EN 12697-22:2003+A1:2007, IDT) - [Чинний від 01.07.2019] - Технічний комітет стандартизації ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди» (ДП «ДерждорНДІ») – (Державний стандарт України)
7. ДСТУ Б В.2.7-121:2014 Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Технічні умови
8. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови - [Чинний від 01.10.2012] - Національний транспортний університет (НТУ)
9. ДСТУ 8959:2019 Асфальтобетонні суміші та асфальтобетон дорожні на основі бітумів, модифікованих полімерами. Технічні умови - [Чинний від 01.01.2021] - Технічний комітет стандартизації ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди»

**INFLUENCE ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ASPALT CONCETE
ADDITIVE RW ELAST FROM CONCENTRATED POLYMER-MODIFIED BITUMEN (PmB)**

Guyvan Evgen F., postgraduate student, National University of Water Management and Environmental Engineering (Rivne), e-mail: e.f.huivan@nuwm.edu.ua +380678839280, <https://orcid.org/0000-0002-1016-0396>

Kuzlo Mykola T., Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Water Management and Environmental Engineering (Rivne), Head of the Department of Automobile Roads, Bases and Foundations, e-mail: kuzlo-@ukr.net, +380966890792, <https://orcid.org/0000-0001-9242-2478>

Abstract. This article presents data on the influence of the RW Elast additive on the physical and mechanical properties of hot fine-grained type A asphalt concrete. An experimental study of its resistance to rutting in an aggressive environment was conducted.

The main issue of this study is the determination of the effectiveness of the modifier on asphalt concrete, which can significantly affect the economic benefit of using the additive. Indeed the physico-mechanical properties of the studied starting material change depending on the percentage content of the additive and the material's resistance to rutting.

The analysis of the obtained results of the performed experimental study shows the positive effect of the RW Elast additive on the physical and mechanical parameters of asphalt concrete.

Key words: asphalt concrete, track resistance, track formation, modifying additive, bitumen, physical and mechanical properties.

References

1. Mishutin A.V. Factors that affect the stability of asphalt concrete pavement before rutting / Mishutin A.V., Zavoloka M.V., Tverdokhlib O.L. // Bulletin of the Odesa State Academy of Construction and Architecture, 2017 issue No. 68, art. 76-85. [in Ukrainian].
2. Kutsman A.M., Baran S.A., Merzlikin A.Ye., Mozgovoy V.V. i dr. Vliyaniye termoreologicheskikh protsessov na prochnost' i dolgovechnost' asfal'tobetonnoy pokrytiya nezhestkikh dorozhnykh odezhd // Dorogi i mosty. – 2015. Vyp. 34/2. – S.102-112. [in Russian].
2. Zhdanuk V.k. Influence of modification of bitumen on properties and coliability of rubble-mastic asphalt concrete. / Zhdanuk V.k. Kostin D.Yu. // Scientific and technical collection, "Auto-mobile roads and road construction". 2017. №100. С. 57-67. [in Ukrainian].
3. V.K. Zhdanuk. Study of the properties of fine-grained asphalt concrete with the additive "TRINIDSD EPURE Z 0/8 / V.K. Zhdanuk, O.O. Volovik, D. Yu. Kostin // Scientific and technical collection of urban planning and territorial planning, issue No. 40, art. 395-400. [in Ukrainian].
4. DSTU B V.2.7-319:2016 Asphalt concrete mixtures and road and airfield asphalt concrete. Test methods - [Effective from 01.04.2017] - Technical standardization committee TC 307 "Roads and transport structures" (SE "DerzhdorNDI") - (State standard of Ukraine)\. [in Ukrainian].
5. DSTU EN 12697-22:2018 Bituminous-mineral mixtures. Methods of testing hot asphalt-concrete mixtures. Part 22. Trackability (EN 12697-22:2003+A1:2007, IDT) - [Effective from 01.07.2019] - Technical Committee for Standardization TK 307 "Roads and Transport Facilities" (SE "DerzhdorNDI") - (State standard of Ukraine). [in Ukrainian].
6. DSTU B V.2.7-121:2014 Mineral powder for asphalt concrete mixtures. Specifications. [in Ukrainian].
7. DSTU B V.2.7-119:2011 Asphalt concrete mixtures and road and airfield asphalt concrete. Technical conditions - [Effective from 01.10.2012] - National Transport University (NTU). [in Ukrainian].
8. DSTU 8959:2019 Asphalt concrete mixtures and road asphalt concrete based on polymer-modified bitumens. Technical conditions - [Effective from 01.01.2021] - Technical committee of standardization TC 307 "Roads and transport facilities".[in Ukrainian].