

УДК 691.32

С. В. Ткач*

аспірант, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5626-785X>

Кафедра автомобільних доріг та аеродромів

Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, Одеса, Україна, 65029

С. О. Кровяков

д.т.н., професор, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0800-0123>

Кафедра автомобільних доріг та аеродромів

Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, Одеса, Україна, 65029

*автор-кореспондент, e-mail: tkach.serhii@ukr.net

Вітчизняний бітум, модифікований різними класами добавок

Цитувати як:

Ткач, С. В., Кровяков, С. О. (2025). Вітчизняний бітум, модифікований різними класами добавок. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 24, 525-538. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14\(24\)-45](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14(24)-45)

© 2025, Ткач С. В., Кровяков С. О.

У статті розглянуто можливості підвищення ефективності використання бітуму нафтового дорожнього українського виробництва шляхом модифікування його добавками різних класів: полімерними, адгезійними та синтетичними восками. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю покращення якості дорожніх покриттів в умовах відновлення інфраструктури України, зокрема в деокупованих і прифронтових районах. Основну увагу приділено удосконаленню фізико-механічних характеристик бітумі, що призводить до збільшення довговічності та стійкості до сучасних навантажень.

У роботі проаналізовано сучасний стан виробництва та застосування бітумів в Україні, а також узагальнено результати досліджень, присвячених різним типам модифікаторів – полімерним, адгезивним та синтетичним воскам.

В якості основи дослідження використано бітум БНД 70/100 Кременчуцького НПЗ, модифікований дев'ятьма добавками, серед яких чотири полімери (Calprene 501, PDL S501T SBS, Elvaloy 741, Kraton D1101 ASM), три синтетичні воски (Asphalten A, Asphalten B, Sasobit) та дві адгезійні добавки (AdHebit LA-1245, Wetfix BE). Модифікація проводилась кожною добавкою окремо без їх комбінації. Дослідження проводились згідно з чинними національними стандартами з урахуванням рекомендованих виробниками дозувань та температурно-часових режимів модифікації. Для кожного класу добавки було застосовано однакові умови модифікації.

Отримані результати показали, що використання полімерів суттєво підвищує температуру розм'якшення бітуму та знижує penetрацію, покращуючи таким чином теплостійкість матеріалу. Синтетичні воски виявили позитивний вплив на бітум, зокрема забезпечили збільшення температури розм'якшення із збереженням його еластичності. Адгезійні добавки значно покращують зчеплюваність бітуму з мінеральними матеріалами та не мають суттєвого впливу на показники температури розм'якшення та penetрації.

Отримані дані є важливими для подальших досліджень, спрямованих на вдосконалення складів бітумів і розробку нових технологічних рішень для потреб післявоєнної відновлення дорожньої інфраструктури України.

Ключові слова: бітум нафтовий дорожній, модифікація, полімер, синтетичний віск, адгезійна добавка.

Вступ

Розгалужена мережа та якісний стан покриття автомобільних доріг є невід’ємною складовою успішної та розвинутої країни. В Україні після початку повномасштабного вторгнення, нажаль, немає достатніх ресурсів для подальшого розвитку транспортних мереж. Першочерговою задачею стало відновлення верхніх шарів дорожнього одягу на деокупованих та прифронтових територіях, та здійснення робіт щодо експлуатаційного утримання існуючої мережі шляхів.

Найбільш розповсюдженим та швидким у влаштуванні покриттям автомобільних доріг є асфальтобетонне. В’язучий компонент для виготовлення асфальтобетонної суміші є бітум нафтовий дорожній. Зазвичай вміст бітуму в асфальтобетонній суміші становить 4,5–7,0% від її маси. В Україні відсутня широка конкуренція виробників нафтового дорожнього бітуму та згідно з практичними спостереженнями, характеристики цього бітуму переважно відповідають лише мінімально допустимим значенням, встановленим національними стандартами. Незважаючи на це, використання вітчизняного бітуму залишається пріоритетом для українських підрядників через його доступність за ціною та зручну логістику постачання на виробничі об’єкти. Застосування модифікуючих добавок до дорожнього бітуму дозволяє істотно покращити фізико-механічні властивості як самого в’язучого, так і асфальтобетонної суміші. Підвищення якості асфальтобетону дозволяє покращити довговічність покриття. Тому актуальною задачею сьогодення є покращення характеристик бітуму вітчизняного виробництва за рахунок застосування сучасних модифікаторів різних класів, які представлені на вітчизняному ринку.

Аналіз досліджень і публікацій

Виробництво нафтових бітумів є одним із напрямків нафтопереробки. Останнім часом до якісних показників бітумів нафтових дорожніх висуваються все більш жорсткі вимоги. Однією з проблем бітумного виробництва є погана якість сировини, зокрема використання залишків переробки парафіністих нафт. Ця проблема особливо актуальна для українських виробників бітуму, оскільки основна частина нафт, які видобуваються на території України є якраз парафіністими [1].

Значним недоліком звичайного асфальтобетону є те, що він вразливий до підвищеної температури влітку та зниженої взимку, що призводить до утворення на покриттях значних деформацій – колії, хвилі, зсуви та тріщини [2].

З огляду на вищевказане, використання модифікуючих добавок різких класів – неодмінна умова створення якісних в'язучих матеріалів для приготування асфальтобетонних сумішей. Дослідження їх ефективності допомагає краще підібрати модифікатори та умови їх використання під час проектування автомобільних доріг [3]. В дослідженнях багатьох авторів, для модифікації бітумів використовуються різні типи добавок, такі як полімерні, адгезивні та синтетичні воски [4-9]. Бітуми переважно мають низьку зчеплюваність (адгезію) з більшістю щелебених матеріалів, що використовують в ремонті та будівництві автомобільних доріг. Це є причиною різкого падіння водостійкості асфальтобетону, в наслідок чого, утворення на покриттях пошкоджень. Тому для покращення зчеплюваності бітуму з кам'яними матеріалами та покращення водостійкості асфальтобетону у бітум вводять адгезійні добавки [4]. Отже, адгезійні добавки значно покращують зчеплюваність бітуму з кам'яними матеріалами, що надає високої водостійкості асфальтобетону й запобігає утворенню на покриттях луцення, вибоїн та ям [5].

Добавки на основі синтетичних восків підвищують в'язкість бітуму за помірних (за значенням penetрації за температури 25 °С) та за високих температур експлуатації (за значенням динамічної в'язкості за температури розм'якшеності за кільцем і кулею) [6].

Використання модифікуючих добавок для бітумів (комплексна добавка AVE 18, енергозберігаюча добавка Veleton, синтетичний віск з енергозберігаючим ефектом, полімер ELVALOY) мають однаковий вплив на характеристики бітуму, але в різних мірах, а саме: зменшення penetрації та розтяжності при збільшені температури розм'якшення [7].

Найперспективнішим напрямком у підвищенні якості бітумних в'язучих, з метою одержання дорожнього покриття з високими експлуатаційними характеристиками, є їх модифікування різної природи полімерами [8].

У дослідженнях Чугуєнка С. А. показана доцільність виробничого застосування асфальтополімербетонів з помірним вмістом полімеру у бітумі (близько 3,0-3,5 % - СБС; 1,7-1,8 % - Elvaloy; 5-7 % - ЕВА). Застосування асфальтополімербетонів на бітумах, що містять більше 5 % СБС, доцільне на спеціальних об'єктах (мостах, злітно-посадочних смугах і ін.) за умови виконання всіх технологічних вимог до приготування в'язучих, асфальтополімербетонних сумішей і улаштування з них покриттів [9].

Високу популярність мають термоеластоласти (наприклад Calprene, Kraton D та PDL S501 T SBS), яка обумовлена широким діапазоном їх дії. Вони надають бітуму високої еластичності (60-90%), що дає змогу бітумам працювати в пружній стадії з мінімальною залишковою деформацією, збільшують когезійну міцність та температуру розм'якшеності бітумів. Водночас вони покращують низькотемпературну поведінку в'язучого:

збільшують розтяжність та penetрацію за 0 °С, зберігають або знижують температуру крихкості [10].

Головною перешкодою, що не дає широкого застосування бітумів модифікованих полімерами (особливо термоеластопластами), є їх висока вартість. Вартість такого модифікованого бітуму у 1,5–2,5 рази більша за вартість не модифікованих бітумів. Тому важливо досліджувати не дорогі речовини, які б покращували експлуатаційні характеристики бітумів [8].

Таким чином, використання модифікаторів дозволяє ефективно впливати на властивості дорожнього бітуму. На ринку України існує широкий вибір модифікаторів бітуму нафтового дорожнього, призначених для покращення його характеристик, а відповідно і характеристик готового асфальтобетону. Визначення оптимальної кількості та комбінації добавок для забезпечення покращених характеристик асфальтобетонів є актуальною задачею для України, а особливо важливою для післявоєнного відновлення країни.

Метою роботи є визначення ступеню впливу модифікаторів різних типів на характеристики бітуму.

Матеріали і методи досліджень

За основу було взято бітум марки БНД 70/100, поставлений на асфальтобетонний завод в Одеську область з Кременчуцького НПЗ.

Для модифікації бітуму використали наступні добавки:

- полімер Calprene 501 виробництва DYNASOL ELASTOMEROS, Іспанія [11];
- полімер PDL S 501 T SBS (лінійний) виробництва ТОВ «Торговий дім АРОН», Україна [12];
- полімер KRATON D1 101 ASM виробництва Kraton Polymers, Нідерланди [13];
- полімер ELVALOY 741 виробництва DuPont, Швейцарія [14];
- віск синтетичний Asphalten А виробництва ТОВ «Торговий дім АРОН», Україна [15];
- віск синтетичний Asphalten В виробництва ТОВ «Торговий дім АРОН» [16];
- віск синтетичний Sasobit виробництва Sasol Germany GmbH, Німеччина [17];
- адгезивна добавка AdHebit LA-1245 виробництва ТОВ «Торговий дім АРОН», Україна [18];
- адгезивна добавка Wetfix BE виробництва Nouryon Surface Chemistry, Швеція [19].

Відповідно до рекомендацій виробників було прийнято наступне дозування модифікаторів в бітум: полімер 3% від маси бітуму, віск синтетичний 1,5% від маси бітуму, адгезійна добавка 0,4% від маси бітуму.

Температура модифікації та тривалість змінювалась відповідно типу модифікатора, а саме: полімери при температурі 180 °С та тривалістю 3 години, віск синтетичний та адгезійна добавка – 140 °С та 0,5 години.

Результати досліджень. Після модифікування добавками були проведені випробування [20-23] та отримано результати, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Характеристики вихідного не модифікованого бітуму та бітуму при модифікуванні добавками

№	Найменування показників	БНД 70/100 + модифікуюча добавка, % мас										Вимоги		
		Полімери				Воски			Адгезивні			ДСТУ 9116:2021 для марки БМПА 50/70-60	СОУ 42.1 -37641918-068:2017 для марки БМВ 40/60	Вимоги для БНДА 70/100
		Calprene 501	PDL s 501T SBS	ELVALOY 741	Kraton D1101 ASM	Asphalten A	Asphalten B	Sasobit	AdHebit LA-1245	Wetfix BE				
		3,0%				1,5%			0,4%					
1	Однорідність	Без згустків та частинок добавки										Без згустків та частинок добавки		
2	Глибина проникності голки (пенетрація), $m \cdot 10^{-4}$ (0,1 мм) за температури 25 °С	71	44	49	62	34	55	61	52	72	71	51-70	40-60	71-100
3	Температура розм'якшеності за кільцем і кулею, °С	46,5	61,0	56,8	60,2	58,3	63,5	52,6	57,1	46,4	48,0	не нижче 60	не нижче 62	45-51
4	Розтяжність (дуктильність), $m \cdot 10^{-2}$ за температури 25 °С	>100	>100				65	>100				не менше 6	не менше 20	не менше 60
5	Еластичність, %	-	63	82	58	72	-				Не менше 55	-	-	

Твердість та теплостійкість модифікованих бітумів відображені на рисунку 1. Аналіз всіх результатів показує:

- За додавання полімерів Calprene 501 та Kraton D1101 ASM твердість бітуму була найбільша, з показниками пенетрації $44 \text{ м} \cdot 10^{-4}$ та $34 \text{ м} \cdot 10^{-4}$ відповідно. Найменший вплив на пенетрацію бітуму був при додаванні полімеру Elvaloy 741, синтетичного воску Asphalten B та адгезивних добавок;

- найбільше підвищили теплостійкість полімери, при їх додаванні температура збільшилась на $10,3 - 14,5 \text{ }^\circ\text{C}$, а також синтетичні воски Sasobit на $10,6 \text{ }^\circ\text{C}$ і Asphalten A – $17 \text{ }^\circ\text{C}$;

- тільки полімер Kraton D1101 ASM знизив дуктильність бітуму до 65 см, тоді як при застосуванні інших модифікаторів показник $> 100 \text{ см}$;

- найкраща еластичність полімерів була в добавок Kraton D1101 ASM з показником 72 % та PDL S5501T SBS – 82 % (рис.2);

- адгезивні добавки не впливають суттєво на показники, які розглядалися.

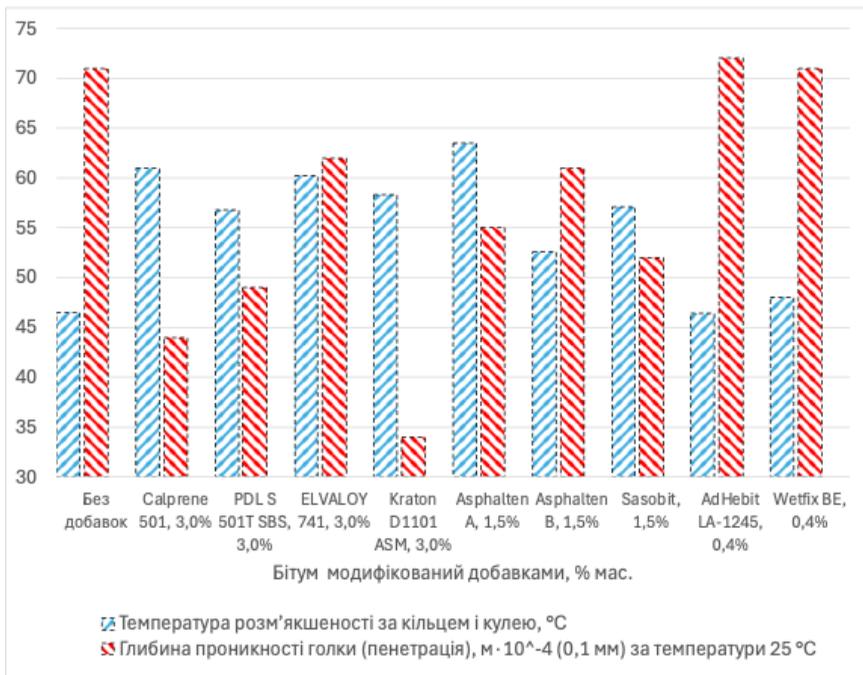


Рис. 1. Вплив модифікаторів на показник температури розм'якшеності за кільцем та кулею та глибини проникнення голки (пенетрації)

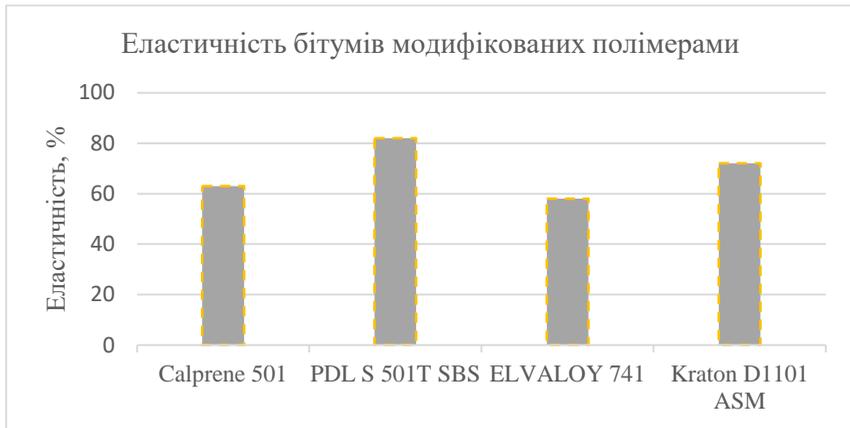


Рис. 2. Еластичність бітумів модифікованих полімерами

Також перевірялось зчеплюваність модифікованого бітуму з гранітним щебенем фракції 10-20 мм [24], результати зображені в таблиці 2.

Таблиця 2. Результати випробувань зчеплення бітуму БНД 70/100 виробництва Кременчуцького НПЗ з щебенем.

Бітум модифікований добавкою, % мас.	Фото зразків	Оцінка якості зчеплюваності, бали
БНД 70/100 без модифікатора		3,0
БНД 70/100 +3,0% Calprene 501		3,5

<p>БНД 70/100 +3,0% PDL S 501 T SBS</p>		<p>4,0</p>
<p>БНД 70/100 +3,0% Elvaloy 741</p>		<p>3,5</p>
<p>БНД 70/100 +3,0% KRATON D 1101 ASM</p>		<p>3,5</p>
<p>БНД 70/100 +1,5% Asphalten A</p>		<p>5,0</p>
<p>БНД 70/100 +1,5% Asphalten B</p>		<p>3,0</p>
<p>БНД 70/100 +1,5% Sasobit</p>		<p>4,5</p>

БНД 70/100 + 0,4% AdHebit LA-1245		4,5
БНД 70/100 +0,4% Wetfix BE		5,0

Аналіз результатів випробувань свідчить про те, що модифікатори мають різний вплив на зчеплюваність бітуму з щебенем, як покращують, так і особливо не впливають його значення. Полімери загалом не погіршують зчеплювальність, але і не забезпечують значного покращення, окрім PDL S 501 T SBS, який підвищує зчеплюваність до 4,0 балів. Найефективнішим модифікатором з точки зору покращення зчеплюваності є Asphalten A (5,0 балів), адгезивні добавки (AdHebit LA-1245, Wetfix BE) також забезпечують високе зчеплювання (4,5-5,0 бали).

Висновки

1. Проведені дослідження показали, що додавання модифікуючих добавок до дорожнього бітуму марки БНД 70/100 суттєво впливає на основні фізико-механічні показники матеріалу, зокрема на температуру розм'якшення, penetрацію, еластичність та адгезійні властивості.

2. За результатами випробувань, полімерні модифікатори (Calprene 501, PDL S 501T SBS, ELVALOY 741, Kraton D1101 ASM) сприяють підвищенню температури розм'якшення з 46,5 °C до 56,8–61,0 °C та забезпечують еластичність бітуму в межах 58–82 %, що перевищує мінімальні вимоги стандартів для модифікованих бітумів (не менше 55 %). Це свідчить про підвищення теплостійкості, пружності дорожнього покриття в умовах високих температур.

3. Додавання воскових добавок забезпечує помірне підвищення температури розм'якшення при збереженні високої розтяжності (>100 см), що позитивно впливає на технологічність бітуму під час укладання асфальтобетонних сумішей.

4. Використання адгезивних добавок (AdHebit LA-1245, Wetfix BE) покращує адгезійні властивості бітуму та сприяє підвищенню зчеплення з мінеральними матеріалами, що є важливим фактором

підвищення довговічності покриттів, особливо за умов підвищеної вологості.

5. Виявлено, що найкращі комплексні показники продемонстрували зразки, модифіковані полімером PDL S 501T SBS та ELVALOY 741. Такі бітумні композиції можуть бути рекомендовані для виробництва асфальтобетонних сумішей та бітумополімерних емульсій для верхніх шарів покриттів автомобільних доріг, вулиць, мостових переходів.

Конфлікти інтересів

Автори заявляють, що у них немає конфлікту інтересів щодо поточного дослідження, включаючи фінансовий, особистий, авторський чи будь-який інший, який міг би вплинути на дослідження, а також на результати, наведені в цьому документі.

Фінансування

Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Доступність даних

Усі дані доступні в цифровій або графічній формі в основному тексті статті.

Використання штучного інтелекту

Автори підтверджують, що при створенні поточної роботи вони не використовували технології штучного інтелекту.

References

1. Nagursky A.O. Modification of bitumen from paraffinic with rubbers and rubber crumb: The thesis for a scientific degree of doctor of philosophy in technical sciences in specialty: Natsional'nyy universytet "L'viv's'ka politekhnika". L'viv, 2018 p. С. 20. URL: <https://lpnu.ua/sites/default/files/2020/dissertation/1486/avtorefnagurskyv.pdf>.
2. Harkusha M. V. Analiz vynyknennia koliinosti na asfaltobetonnomu pokrytti nezhorstkoho dorozhnoho odiahu. «Dorogi i mosti», 2019 Issues 17, pp. 27-41. URL: http://dorogimosti.org.ua/files/upload/vipusk_17.pdf.
3. M. I. Donchenko, O. B. Grynshyn. Investigation of resistance of modified bitumenes to technological aging. Chemistry, Technology and Application of Substances. Vol. 5. №1, L'viv. 2022 p. Pp. 56-60. doi.org/10.23939/ctas2022.01.056.
4. Demchuk, Y., Sidun, I., Gunka, V., Pyshyev, S., Solodkyy, S. Effect of Phenol-Cresol-Formaldehyde Resin on Adhesive and Physico-Mechanical Properties of Road Bitumen. Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine. CHEMISTRY & CHEMICAL TECHNOLOGY. 2018. Vol. 12, No. 4, pp. 456-461. <https://doi.org/10.23939/chcht12.04.456>
5. Shymchuk O.P. Structure and properties based bitumen modifiers. Modern technologies and methods of calculations in construction, 2, Lutsk. 2014 p. pp. 147-151. URL: http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/stmrb_2014_2_30.pdf
6. Ivan Kopynets, Oksana Sokolova, Oleksii Sokolov, Alina Yunak Impact of additives based on synthetic waxes on the operational and processing characteristics of bitumen. «Dorogi i mosti». 2019. Issues 19-20. pp. 107-116

doi.org/10.36100/dorogimosti2019.19.107

7. Tkach S.V., Kroviakov S.O. The effect of different types of modifiers on the properties of bitumens and asphalt concrete based on them. Building materials and techniques, 2025, №12, С. 102-113 <https://doi.org/10.31650/2786-6696-2025-12-102-113>

8. Demchuk Yu. Ya. Bitumen modified by resins obtained from phenolic fraction of coal tar. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript: Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, 2020. p. 213 URL: <https://lpu.ua/sites/default/files/2020/radaphd/5664/disertaciya-demchuk.pdf>

9. Chuguenko Sergey Anatolievych. Shift resistance of asphalt concrete on bitumen modified with polymers. - Manuscript: Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkiv, 2006, p. 24 URL: http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/6312/1/aref_Chuguenko.pdf.

10. S. Y. Solodkyi, Yu. V. Sidun Innovatsiini materialy ta tekhnologii v dorozhnomu budivnytstvi. Chastyna I Materialy ta tekhnologii na osnovi orhanichnykh v'iazhuchykh: navchalnyi posibnyk – Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, 2021 – p. 232.

11. Sertyfikat vidpovidnosti Calprenen 501 URL: https://prologue.com.ua/userfiles/file/data_products/calp501_cert.pdf.

12. Tekhnichnyi pasport PDL S 501 T SBS. URL: https://aron.ua/wp-content/uploads/TDS_TEХНІЧНИЙ-ПАСПОРТ_PDL-S-501-T_05-2024.pdf.

13. Tekhnichnyi pasport polimeru KRATON D1101 ASM, URL: <https://sds.kraton.com/product-sds/shared-files/94651/KratonD1101A-2.pdf>.

14. Kharakterystyky polimeru DuPont™ Elvaloy® 741. URL: <https://iigc.mx/Fichas/DuPont-Elvaloy-741.pdf>.

15. Tekhnichnyi pasport na visk syntetychnyi Asphalten A, URL: https://aron.ua/wp-content/uploads/TDS_TEХНІЧНИЙ-ПАСПОРТ_ASPHALTAN-A_06-2024.pdf

16. Tekhnichnyi pasport na visk syntetychnyi Asphalten A, URL: https://aron.ua/wp-content/uploads/TDS_TEХНІЧНИЙ-ПАСПОРТ_ASPHALTAN-B_06-2024.pdf.

17. Sertyfikat vidpovidnosti na visk syntetychnyi Sasobit, URL: https://prologue.com.ua/userfiles/file/data_products/sas_cert.pdf.

18. Tekhnichnyi pasport na adhezyvnu dobavku AdHebit LA-1245, URL: https://aron.ua/wp-content/uploads/TDS_TEХНІЧНИЙ-ПАСПОРТ_AdheBit@-LA-1245_06-2024.pdf.

19. Sertyfikat vidpovidnosti na adhezyvnu dobavku Wetfix BE URL: https://prologue.com.ua/userfiles/file/data_products/wbe_cert.pdf.

20. DSTU 4044:2019. Bitymy naftovi dorozhni vyaz'ki. Tekhnichni umovy. K.: Minrehionbud Ukrainy, 2020

21. DSTU 9116:2021. Bitymy dorozhni, modyfikovani polimeramy. K.: Minrehionbud Ukrainy, 2022.

22. SOU 42.1-37641918-068:2017. Bitymy dorozhni vyaz'ki, modyfikovani dobavkami na osnovi voskiv. Tekhnichni umovy. K.: Derzhavne ahentstvo avtomobil'nykh dorih Ukrainy, 2017.

23. DSTU-N B V.2.7-303:2015. Nastanova shchodo pryhotuvannya ta zastosuvannya bitymiv, modyfikovanykh dobavkami na osnovi syntetychnykh voskiv. K.: Minrehionbud Ukrainy, 2016.

24. DSTU 8787:2018 Bitumy ta bitumni v'iazhuchi. Metod vyznachennia zchepliuvanosti zi shchebenem. K.: Minrehionbud Ukrainy. p. 10 с., 2017.

Література

1.Нагурський А. О. Модифікування бітумів з парафіністих залишків каучуками і гуму: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: Національний університет «Львівська політехніка». Львів, 2018 р. С. 20. URL: <https://lpnu.ua/sites/default/files/2020/dissertation/1486/avtorefnagursky.pdf>.

2.Гаркуша М. В. Аналіз виникнення колійності на асфальтобетонному покритті нежорсткого дорожнього одягу. Збірник «Дороги і мости», вип. 17, Київ, 2017 р. С. 27-41. URL: http://dorogimosti.org.ua/files/upload/vipusk_17.pdf.

3.М. І. Донченко, О. Б. Гринишин Дослідження стійкості модифікованих бітумів до технологічного старіння. Investigation of resistance of modified bitumines to technological aging. Chemistry, Technology and Application of Substances. Vol. 5. №1, Львів. 2022 р. Рр. 56-60. doi.org/10.23939/ctas2022.01.056.

4.Demchuk, Y., Sidun, I., Gunka, V., Pyshyev, S., Solodkyu, S. Effect of Phenol-Cresol-Formaldehyde Resin on Adhesive and Physico-Mechanical Properties of Road Bitumen. Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine. CHEMISTRY & CHEMICAL TECHNOLOGY. 2018. Vol. 12, No. 4, pp. 456–461. <https://doi.org/10.23939/chcht12.04.456>

5.Шимчук О.П. Структура і властивості бітумів на основі модифікаторів. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві, випуск 2, Луцьк. 2014 р. С. 147-151. URL: http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMA_GE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/stmrb_2014_2_30.pdf

6.Копинець І. В., Соколова О. Б., Соколов О. В., Юнак А.Л. Вплив добавок на основі синтетичних восків на експлуатаційні та технологічні властивості бітумів. Збірник наукових праць «ДОРОГИ І МОСТИ». 2019, Київ. Вип. 19-20. с. 107-116 doi.org/10.36100/dorogimosti2019.19.107

7.Tkach S.V., Kroviakov S.O. The effect of different types of modifiers on the properties of bitumens and asphalt concrete based on them. Сучасне будівництво та архітектура, 2025, №12, С. 102-113 <https://doi.org/10.31650/2786-6696-2025-12-102-113>

8.Демчук Ю.Я. Бітуми, модифіковані смолами, одержаними з фенольної фракції кам'яновугільної смоли: дисертація на здобуття ступеня доктора філософії: Національний університет «Львівська політехніка». Львів, 2020. 213 с. URL: <https://lpnu.ua/sites/default/files/2020/radaphd/5664/disertaciya-demchuk.pdf>

9.Чугуенко С.А. Зсувостійкість асфальтобетонів на бітумах, модифікованих полімерами: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: Українська державна академія залізничного транспорту. Харків, 2006, 24 с. URL: http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/6312/1/aref_Chuguenko.pdf.

10. С. Й. Солодкий, Ю. В. Сідун Інноваційні матеріали та технології в дорожньому будівництві. Частина 1 Матеріали та технології на основі органічних в'язучих: навчальний посібник – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021 – 232 с.

11. Сертифікат відповідності Calprenen 501 URL:

https://prologue.com.ua/userfiles/file/data_products/calp501_cert.pdf.

12. Технічний паспорт PDL S 501 T SBS. URL: https://aron.ua/wp-content/uploads/TDS_TEХНІЧНИЙ-ПАСПОРТ_PDL-S-501-T_05-2024.pdf.

13. Технічний паспорт полімеру KRATON D1101 ASM, URL: <https://sds.kraton.com/product-sds/shared-files/94651/KratonD1101A-2.pdf>.

14. Характеристики полімеру DuPont™ Elvaloy® 741. URL: <https://iigc.mx/Fichas/DuPont-Elvaloy-741.pdf>.

15. Технічний паспорт на віск синтетичний Asphalten A, URL: https://aron.ua/wp-content/uploads/TDS_TEХНІЧНИЙ-ПАСПОРТ_ASPHALTAN-A_06-2024.pdf

16. Технічний паспорт на віск синтетичний Asphalten A, URL: https://aron.ua/wp-content/uploads/TDS_TEХНІЧНИЙ-ПАСПОРТ_ASPHALTAN-B_06-2024.pdf.

17. Сертифікат відповідності на віск синтетичний Sasobit, URL: https://prologue.com.ua/userfiles/file/data_products/sas_cert.pdf.

18. Технічний паспорт на адгезивну добавку AdHebit LA-1245, URL: https://aron.ua/wp-content/uploads/TDS_TEХНІЧНИЙ-ПАСПОРТ_AdheBit@-LA-1245_06-2024.pdf.

19. Сертифікат відповідності на адгезивну добавку Wetfix BE URL: https://prologue.com.ua/userfiles/file/data_products/wbe_cert.pdf.

20. ДСТУ 4044:2019 Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови. [чинний з 12.08.2019] К.: Мінрегіонбуд України, 2020. 14 с. (Національний стандарт України).

21. ДСТУ 9116:2021 Бітуми дорожні, модифіковані полімерами. [чинний з 18.10.2021] К.: Мінрегіонбуд України, 2022. 15 с. (Національний стандарт України).

22. СОУ 42.1-37641918-068:2017 Бітуми дорожні в'язкі, модифіковані добавками на основі восків технічні умови. [чинний з 30.06.2017] К.: державне агентство автомобільних доріг України, 2017. 23 с. (Стандарт Організації України).

23. ДСТУ-Н Б В.2.7-303:2015 Настанова щодо приготування та застосування бітумів, модифікованих добавками на основі синтетичних восків. [чинний з 29.04.2015] К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 15 с. (Національний стандарт України).

24. ДСТУ 8787:2018 Бітуми та бітумні в'язучі. Метод визначення зчеплюваності зі щебенем. [чинний з 14.08.2018] К.: Мінрегіонбуд України, 2019. 10 с. (Національний стандарт України).

Відомості про статтю:	Article information:
Отримано 10.11.2025	Received 10.11.2025
Отримано у доопрацьованому вигляді 14.11.2025	Received in revised form 14.11.2025
Прийнято 25.11.2025	Accepted 25.11.2025
Опубліковано 25.12.2025	Published 25.12.2025

S. V. Tkach*

postgraduate, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5626-785X>

Department of highways and aerodromes

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, 4 Didrikhson Str. Odessa, Ukraine, 65029

S. O. Kroviakov

Doctor of Engineering, Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0800-0123>

Department of highways and aerodromes

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, 4 Didrikhson Str. Odesa, Ukraine, 65029

*corresponding author, e-mail: tkach.serhii@ukr.net

Domestic Bitumen Modified with Various Grades of Additives

How to Cite:

Tkach, S. V., Kroviakov, S. O. (2025). Domestic Bitumen Modified with Various Grades of Additives. *Modern technologies and methods of calculations in construction*, 24, 525-538. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14\(24\)-45](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14(24)-45)

Abstract. The article analyses the ways to improve the efficiency of Ukrainian-produced petroleum bitumen by modifying it with the additives of various grades: polymeric, adhesive, and synthetic waxes. The relevance of the study is determined by the need to improve the quality and durability of road surfaces in the context of Ukraine's infrastructure restoration, particularly in de-occupied and frontline areas. The main focus is on the improvement of the physical and mechanical properties of bitumen, which leads to increased durability and resistance to modern loads.

The study provides an overview of the current state of bitumen production and application in Ukraine and summarizes research findings related to various types of modifiers, including polymeric, adhesive, and synthetic waxes additives.

The study was based on BND 70/100 bitumen from the Kremenchug Oil Refinery, modified with nine additives, including four polymers (Calprene 501, PDL S501T SBS, Elvaloy 741, Kraton D1101 ASM), three synthetic waxes (Asphalten A, Asphalten B, Sasobit) and two adhesion additives (AdHebit LA-1245, Wetfix BE). Modification was carried out with each additive separately without their combination. The research was carried out in accordance with the current national standards, considering the recommended dosages and temperature-time modification regimes specified by the manufacturers. The same modification conditions were applied for each additive class. The same modification conditions were applied for each additive class.

The obtained results demonstrated that the polymer additives substantially increase the softening temperature of bitumen and decrease penetration, thereby improving the material's heat resistance. Synthetic waxes had a positive effect on bitumen, in particular, they increased the softening temperature while maintaining elasticity. Adhesive additives were found to significantly enhance the bitumen's adhesion to mineral materials and have no significant effect on softening temperature of bitumen and decrease penetration.

The obtained findings are important for further studies aimed at improving bitumen formulations and developing new technological solutions to support Ukraine's post-war road infrastructure recovery.

Keywords: petroleum road bitumen, modification, polymer, synthetic wax, adhesive additive.