

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ, ВОЛОГОСТІ ПОКРИТТЯ І НАЯВНОСТІ АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩ

Сєдов А.В., Фоменко О.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

**Анотація.** Одним з основних видів пошкоджень дорожніх покриттів є їх передчасний знос під впливом коліс транспортних засобів, у поєднанні з мінливими метеорологічними умовами навколишнього середовища. Аналізуючи природно-кліматичні фактори, можна встановити, що різні погодні умови мають різний вплив на стан дорожнього покриття. У статті розглянуто вплив температури, вологості й наявності розчинів хлористих протиожезедних матеріалів на процес стирання асфальтобетонного покриття в осінньо-зимовий період. Виникнення великих перепадів температури і вологості прискорює процеси старіння матеріалів, з яких виконані шари, впливаючи на їх довговічність і зносостійкість.

**Ключові слова:** асфальтобетонне покриття, знос, температура повітря, вологість, протиожезедні матеріали.

### Вступ

Поява великої кількості сучасних швидкісних автомобілів з поліпшеними динамічними характеристиками і збільшення частки автомобілів, особливо великої вантажопідйомності, у значній мірі прискорили руйнування автомобільних доріг з асфальтобетонним покриттям. На асфальтобетонних покриттях доріг все частіше спостерігаються пластичні деформації, колії та тріщини, прискорюється їх знос. Внаслідок цього погіршується транспортно-експлуатаційний стан доріг, знижується швидкість руху, підвищується собівартість перевезень автомобільним транспортом, все більше витрат потрібно на ремонт дорожніх покриттів [1, 2].

Відбувається інтенсивний знос покриття по всій ширині проїзної частини та у межах смуги накату. Простір між смугами накату поступово забруднюється, замаслюється. Також на руйнування впливають екологічні фактори. Ступінь руйнування зносу і замаслювання залежить від терміну служби дорожнього покриття, від складу, а також від інтенсивності руху транспортних засобів і місця розташування дороги.

### Аналіз публікацій

Отже, на умови зчеплення коліс автомобіля з дорожнім покриттям впливає термін служби покриття, інтенсивність руху, кількість шкідливих викидів промислових підприємств та природно-кліматичні фактори. При цьому виявляється нерівномірна зміна умов зчеплення в поперечному і подовжньому профілях автомобільної дороги [3].

Аналізуючи природно-кліматичні фактори, можна встановити, що різні погодні умови мають різний вплив на стан дорожнього покриття. У літній період року стан покриття є сухим і чистим, тому умови руху транспортного засобу є безпечними.

При цьому коефіцієнт зчеплення становить максимальне значення для даної дороги. У перехідний період стан покриття погіршується за рахунок виникнення забруднення та зволоження дорожнього покриття. Зчіпні характеристики покриття різко знижуються. Зимовий період характеризується сніговими та ожезедними відкладеннями, які дуже суттєво погіршують зчеплення колеса автомобіля з дорожнім покриттям [4, 5].

Фахівці багатьох країн [6–9] дійшли висновку, що більша частина дефектів і руйнувань дорожнього покриття зумовлені деструктивними проявами.

До них слід віднести: появу тріщин внаслідок зниження витривалості асфальтобетону під впливом інтенсивних транспортних навантажень; деформації поверхні покриття внаслідок недостатньої міцності й несучої здатності нижчих шарів дорожньої основи і ґрунту земляного полотна; утворення локальних (по смугах накату) залишкових пластичних деформацій і просадок у вигляді колії, а також подрібнення асфальтобетону і лушення під впливом метеорологічних факторів – опадів і низьких температур (особливо при багаторазовому переході температури через 0 °С), використання хімічних протиожезедних реагентів [6, 10] (рис. 1).

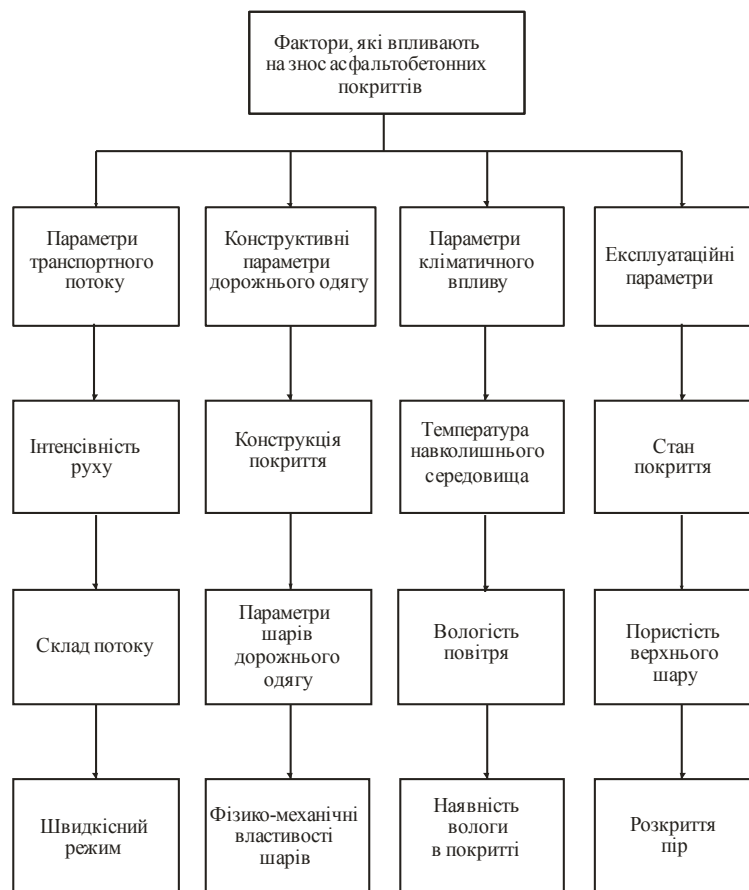


Рис. 1. Класифікація факторів, що призводять до зносу асфальтобетонних покриттів

Технічне обслуговування доріг у зимовий період (обробка піском, використання шипованих покриттів шин) можна вважати фактором збільшення зносу дорожнього покриття внаслідок посилення абразивного процесу [8]. Знос вологого покриття дороги в 2–6 разів вище, в порівнянні з сухим [11]. Знос також збільшується після обробки поверхні дороги сіллю та іншими протижелезними засобами, оскільки поверхня протягом більш тривалого періоду часу залишається вологою [1].

Певною мірою умовно знос можна уявити як сукупність різних простіших процесів стирання і вибивання зерен піску і щебеню, відриву і видалення дрібнозернистої фракції (дрібніше 0,05 мм) разом з бітумом або без нього, вимивання або видалення бітуму за наявності води або агресивних розчинів і т.д. Залежно від виду і структури матеріалу покриття або ступеня зношеності поверхні той чи інший фактор у процесі зносу набуває першочергового значення.

#### Мета і постановка завдання

Урахування всіх факторів, що призводять до руйнування покриття з утворенням зали-

шкових деформацій і незворотних змін, вимагає не тільки визначення пластичної деформації матеріалу покриття і прогину дорожньої конструкції, але і дослідження зносу поверхні дороги, включаючи її вологий стан, як окремий фізичний процес.

Метою є дослідження впливу температури і вологості на процес стирання асфальтобетону.

#### Дослідження впливу температури і вологості на процес стирання асфальтобетону

В роботі використовувалися суміші гарячі, дрібнозернисті, щільні, типу Б, не переривчастої гранулометрії, марки П: ДСТУ Б В.2.7-119.

Знос асфальтобетонних зразків досліджували в водонасиченому стані і в стані насичення розчином солей протижелезних матеріалів на колі стирання ЛКС-2. Перед випробуваннями зразки витримували у воді або водних розчинах солей NaCl і CaCl<sub>2</sub> різної концентрації протягом 14 діб. Середній показник водонасичення  $W = 1,23 \%$ , середній показник набухання  $H = 0,38 \%$ .

Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості асфальтобетонної суміші

Назва показників властивостей	Вимоги ДСТУ Б В.2.7-119 щодо марки П асфальтобетонної суміші типу Б	Фактичні значення
Середня густина ущільненого матеріалу, г/см <sup>3</sup>	не нормується	2,35
Пористість мінерального кістяка, %	15-19	16,9
Залишкова пористість, %	2-5	3,3
Водонасичення, % за об'ємом	не більше 3,5	1,4
Границя міцності при стиску, МПа, за температури: 20 °С	не менше 2,6	3,5
50 °С	не менше 1,3	1,3
Довготривалої водостійкості	не менше 0,86	0,87

Показники точності випробувань: згідно діючих нормативних документів.

На поверхню кола насипали крупнозернистий кварцовий пісок. На зразок подавалося навантаження, що забезпечує контактний тиск на кордоні зразок – поверхня кола 0,1 МПа.

Дослідження проводилися за температури 0 °С і плюс 20 °С і різного ступеня зволоження асфальтобетону. За результатами експериментів встановлено, що знос асфальтобетону з підвищенням температури зростає при його як сухому, так зволоженому стані.

Відзначено більший вплив ступеня зволоження за температури 0 °С, що досягає 45 %, в порівнянні з 30 % за температури

плюс 20 °С. Це можна пояснити розвиненою, або яка розвивається, сіткою мікротріщин, розколів і адгезивних відривів мінеральних часток від органічного в'язучого.

Напруження в покритті стають пов'язаними зі стисненням матеріалу при його охолодженні.

Зі зменшенням в'язкості в'язучого матеріалу асфальтобетону знос збільшується (рис. 2).

Результати досліджень показали, що розчини хлоридів впливають на процес стирання асфальтобетону (рис. 3).

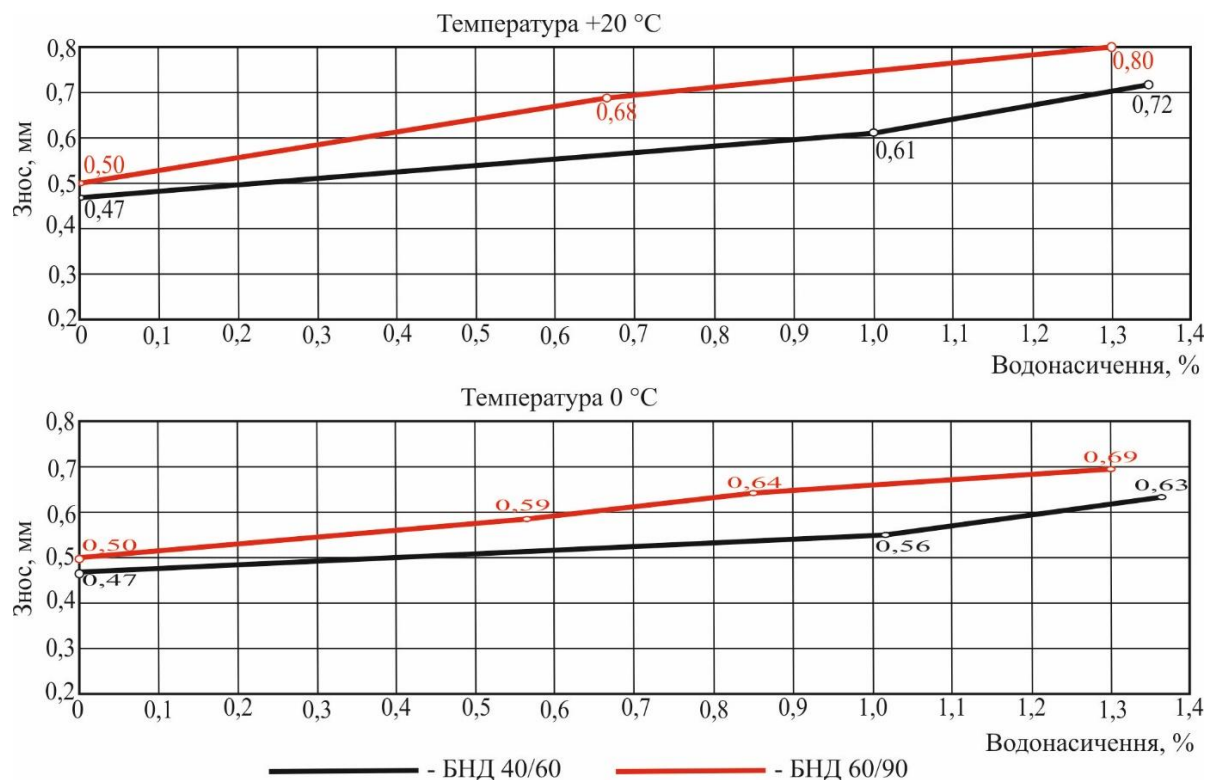


Рис. 2. Залежність зносу асфальтобетону від в'язкості бітуму та температури

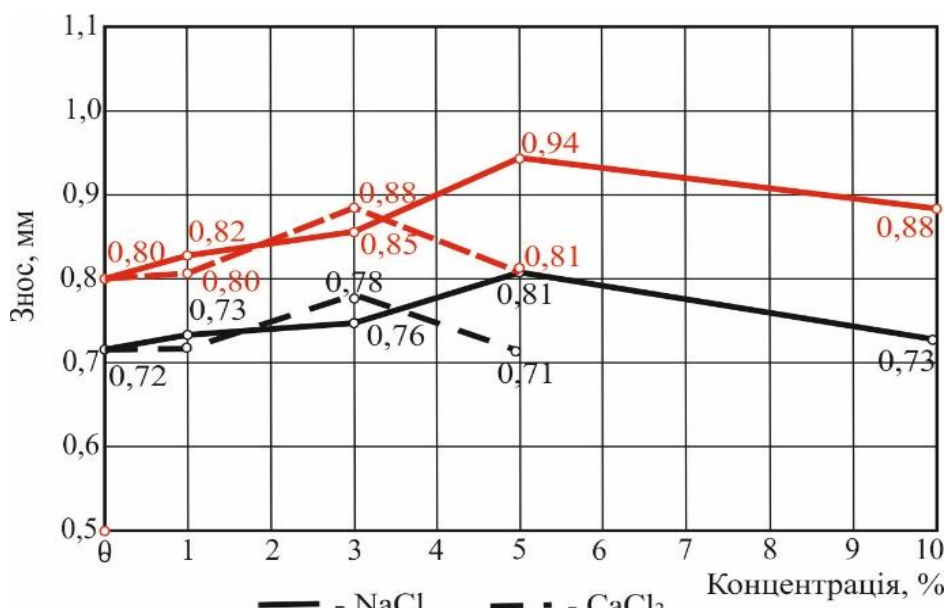


Рис. 3. Вплив концентрації протижелезних матеріалів на знос асфальтобетону

На підставі цього можна зробити висновок, що агресивні середовища хлористих протижелезних матеріалів будуть сприяти збільшенню зносу покриттів. Вплив хлоридів на стирання асфальтобетону залежить від його насичення розчинами. Максимальне стирання відзначається для концентрації NaCl – 5 мас. %, а для концентрації CaCl<sub>2</sub> – 3 мас. %. При цьому збільшення величини зносу, в порівнянні з водою, для п'ятивідсоткового розчину NaCl становить 32 %, а для тривідсоткового розчину CaCl<sub>2</sub> – 28 %. Отже, можна зробити висновок, що знос дорожніх асфальтобетонних покриттів в агресивних середовищах протижелезних матеріалів зростає на 28–32 %.

### Висновки

Урахування всіх факторів, що призводять до руйнування покриття з утворенням залишкових деформацій і незворотних змін, вимагає дослідження зносу поверхні покриття.

Знос покриття в найбільшій мірі залежить від сили тертя в зоні контакту шини з поверхнею покриття, типу шин і тиску в шинах. Але випадковий характер зміни інтенсивності та складу руху, пори року, температури, вологості, кількості опадів впливає на величину зносу за певний період експлуатації дорожнього покриття. Наявність води або розчинів у порах покриття призводить до відриву мінеральних часток від шару під дією ударної сили від коліс транспортних засобів.

Експериментально встановлено, що знос асфальтобетону в сухому і зволоженому стані зростає з підвищенням температури.

### Література

1. Джалилов М. Ф. Учет истирающего воздействия колес автомобилей при прогнозировании износа асфальтобетонных покрытий : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 18.11.04/ Москва, 2004. 24 с.
2. Леванчук А. В. Загрязнение окружающей среды продуктами эксплуатационного износа автомобильных дорог. Интернет-журнал «Наукоеведение» Вып. 1, январь – февраль 2014: веб-сайт. URL: <http://publ.naukovedenie.ru>.
3. Губа В. В. Факторы, які впливають на зчипні якості дорожніх покриттів. Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. 2008. № 2(7). С 94-98.
4. Васильев А. П. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения. М.: Транспорт, 1986. 248 с.
5. Михайлов В. В. Строительство автомобильных дорог с учетом климатических условий. М.: Транспорт, 1981. 382 с.
6. Костельов М. П., Перевалов В. П., Пахаренко Д. В. Практика борьбы с колеиностью асфальтобетонных покрытий может быть успешной. Дорожная техника. 2011 : веб-сайт. URL: [http://www.slavutich-media.ru/catalog/dorozhnaya\\_tehnika/0/praktika\\_borbi.html](http://www.slavutich-media.ru/catalog/dorozhnaya_tehnika/0/praktika_borbi.html).
7. Klimont, Z., Cofala, J., Bertok, I., Amann, M., Heyes, C., Gyarfas, F. «Modelling particulate emissions in Europe – a framework to estimate reduction potential and control costs», IIASA Interim Report IR-02-076. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria. 2001.
8. Kupiainen, K., Tervahattu, H., Räsänen, M. Experimental studies about the impact of traction sand on urban road dust composition. Science of the Total Environment. 2003. Vol. 308. Pp. 175-184.

9. Lindgren, A. Asphalt Wear and Pollution Transport. The Science of the Total Environment. 1996. Vol. 189/190. Pp. 281–286.
10. Otrastevoj dorozhnyj metodicheskij dokument. Rekomendacii po vyjavleniju i ustraneniu kolej na nezhestkih dorozhnyh odezhdah: utv. gos. sluzhboj dor. hoz-va m-va tr. RF 24.06.02. M.: Informavtodor, 2002. 180 p.
11. Carlsson, A., Centrell, P.; Berg, G. Studded tyres: socio-economic calculations. VTI Meddelande 756, Swedish road and Transport Research Institute, Linkoping, Sweden. In Swedish. 1995.

### References

1. Dzhailov M. F. Uchet istirayushchego vozdeystviya koles avtomobiley pri prognozirovanii iznosa asfal'tobetonnykh pokrytiy : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk : 18.11.04/ Moskva, 2004. 24 s.
2. Levanchuk A. V. Zagryaznenie okru-zhayushchey sredy produktami eksplua-tatsionnogo iznosa avtomobil'nykh dorog. Internet-zhurnal «Naukovede-nie» Vyp. 1, yanvar' – fevral' 2014: veb-sayt. URL: <http://publ.naukovedenie.ru>.
3. Guba V. V. Faktori, yaki vplivayut' na zchpni yakosti dorozhnikh pokryttiv. Visti Avtomobil'no-dorozhno'ogo institutu. 2008. № 2(7). S 94-98.
4. Vasil'yev A. P. Proektirovanie dorog s uchetom vliyaniya klimata na usloviya dvizheniya. M.: Transport, 1986. 248 s.
5. Mikhaylov V. V. Stroitel'stvo avtomobil'nykh dorog s uchetom klima-ticheskikh usloviy. M.: Transport, 1981. 382 s.
6. Kostel'ov M. P., Perevalov V. P., Pakharenko D. V. Praktika bor'by s koleynost'yu asfal'tobetonnykh pokrytiy mozhet byt' us-peshnoy. Doro-zhnaya tekhnika. 2011 : veb-sayt. URL: [http://www.slavutich-media.ru/catalog/dorozhnaya\\_tehnika/0/praktika\\_borbi.html](http://www.slavutich-media.ru/catalog/dorozhnaya_tehnika/0/praktika_borbi.html).
7. Klimont, Z., Cofala, J., Bertok, I., Amann, M., Heyes, C., Gyarfás, F. «Modelling particulate emissions in Europe – a framework to estimate reduction potential and control costs», IIASA Interim Report IR-02-076. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria. 2001.
8. Kupiainen, K., Tervahattu, H., Räsänen, M. Experimental studies about the impact of traction sand on urban road dust composition. Science of the Total Environment. 2003. Vol. 308. Pp. 175-184.
9. Lindgren, A. Asphalt Wear and Pollution Transport. The Science of the Total Environment. 1996. Vol. 189/190. Pp. 281–286.
10. Otrastevoj dorozhnyj metodicheskij dokument. Rekomendacii po vyjavleniju i ustraneniu kolej na nezhestkih dorozhnyh odezhdah: utv. gos. sluzhboj dor. hoz-va m-va tr. RF 24.06.02. M.: Informavtodor, 2002. 180 p.
11. Carlsson, A., Centrell, P.; Berg, G. Studded tyres: socio-economic calculations. VTI

Meddelande 756, Swedish road and Transport Research Institute, Linkoping, Sweden. In Swedish. 1995.

**Седов Андрій Віталійович**, к.т.н., доц. каф. будівництва та експлуатації автомобільних доріг, тел. +38 050-301-14-75, [avs.1708@ukr.net](mailto:avs.1708@ukr.net),  
**Фоменко Олена Олександрівна**, асистент каф. будівництва та експлуатації автомобільних доріг, тел. +38 050-107-08-02, [lensanfom@ukr.net](mailto:lensanfom@ukr.net).  
 Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

### Investigation of the wear of asphalt concrete pavement taking into account the influence of temperature, moisture of the pavement and the presence of an aggressive environment

**Abstract.** *The emergence of a large number of modern high-speed cars with improved dynamic characteristics and an increase in the share of cars, especially large load capacity, have significantly accelerated the destruction of asphalt roads. Plastic deformations, tracks and cracks are more and more often observed on asphalt concrete pavements of roads, their wear is accelerated. As a result, the transport and operational condition of roads deteriorates, the speed of traffic decreases, the cost of road transport increases, and increasing costs are required for road repairs. Thus, the conditions of traction of the wheels of the car with the road surface are influenced by the service life of the coating, traffic intensity, the amount of harmful emissions of industrial enterprises and climatic factors. At the same time uneven change of conditions of coupling in cross and longitudinal profiles of the highway comes to light. Analyzing the natural and climatic factors, we can establish that different weather conditions have different effects on the condition of the road surface. In summer, the condition of the surface is dry and clean, so the driving conditions are safe. Taking into account all the factors that lead to the destruction of the coating with the formation of residual deformations and irreversible changes, requires the study of wear of the coating surface. The wear of the coating largely depends on the friction force in the area of contact of the tire with the surface of the coating, the type of tires and the pressure in the tires. But the random nature of changes in the intensity and composition of traffic, seasons, temperature, humidity, rainfall affects the amount of wear over a period of operation of the road surface. The presence of water or solutions in the pores of the coating leads to the separation of mineral particles from the layer under the action of impact force from the wheels of vehicles. It is experimentally established that the wear of asphalt concrete in the dry and wet state increases with increasing temperature. One of the main types of damage to road surfaces is their premature wear under the influence of vehicle wheels, in combination*

*with changing weather conditions. Analyzing the natural and climatic factors, we can establish that different weather conditions have different effects on the condition of the road surface. The article considers the influence of temperature, humidity and the presence of solutions of chloride anti-icing materials on the process of abrasion of asphalt pavement in the autumn-winter period. Occurrence of big differences of temperature and humidity accelerates processes of aging of materials from which layers are made, influencing their durability and wear resistance.*

**Key words:** asphalt concrete coatings, wear, air temperature, humidity, anti-icing materials

**Siedov Andrii**, Ph.D., Assoc. Prof. Department of Road Construction and Maintenance, tel. +38 050-301-14-75, [avs.1708@ukr.net](mailto:avs.1708@ukr.net),

**Fomenko Olena**, Lecturer at the Department of Road Construction and Maintenance, tel. +38 050-107-08-02, [lensanfom@ukr.net](mailto:lensanfom@ukr.net), Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.

---