




RS Global
Journals

Scholarly Publisher
RS Global Sp. z O.O.
ISNI: 0000 0004 8495 2390

Dolna 17, Warsaw, Poland 00-773
Tel: +48 226 0 227 03
Email: editorial_office@rsglobal.pl

JOURNAL	World Science
p-ISSN	2413-1032
e-ISSN	2414-6404
PUBLISHER	RS Global Sp. z O.O., Poland
ARTICLE TITLE	TECHNICAL AND ECONOMIC JUSTIFICATION OF THE FEASIBILITY OF USING THE TECHNOLOGY OF LAYING COVERS FROM DRAINING ASPHALT CONCRETE
AUTHOR(S)	A.D. Zheltobriukh, V.Y. Savenko
ARTICLE INFO	A.D. Zheltobriukh, V.Y. Savenko. (2023) Technical and Economic Justification of the Feasibility of Using the Technology of Laying Covers from Draining Asphalt Concrete. <i>World Science</i> . 3(81). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092023/8052
DOI	https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092023/8052
RECEIVED	26 August 2023
ACCEPTED	29 September 2023
PUBLISHED	30 September 2023
LICENSE	 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License .

© The author(s) 2023. This publication is an open access article.

TECHNICAL AND ECONOMIC JUSTIFICATION OF THE FEASIBILITY OF USING THE TECHNOLOGY OF LAYING COVERS FROM DRAINING ASPHALT CONCRETE

A.D. Zheltobriukh

Junior researcher of the laboratory of Bituminous Binders and Asphalt Concretes Department of M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0003-0764-8793

V.Y. Savenko

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department Department of Transport Construction and Property Management National Transport University, Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0001-8174-7728

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092023/8052

ARTICLE INFO

Received: 26 August 2023
Accepted: 29 September 2023
Published: 30 September 2023

KEYWORDS

Roadway, Asphalt-Concrete Covering, Technical-Economic Comparison, Draining Asphalt Concrete, Economic Efficiency

ABSTRACT

This study assesses the economic viability of utilizing porous asphalt concrete in comparison to crushed-mastic asphalt concrete, both of which share similar applications and use cases. Key differentiators affecting costs between these two asphalt concrete types are identified, including fuel consumption during production, material expenses, and overall mixture costs. Methodologies encompassing technical specifications and experimental investigations are applied, employing analytical and comparative techniques. A comprehensive technical and economic evaluation of porous and crushed-mastic asphalt concrete is conducted, factoring in identified cost variables. To determine comparative economic efficiency, industry-standard resource consumption metrics, material utilization norms, recommendations, and laboratory analyses are incorporated. Estimates are derived using aggregated data and the price calculator provided by the State Enterprise "DerzhdorNDI SE," referencing June 2023 data from Ukraine's infrastructure restoration and development services. Analysis reveals that, when assessing material, production, and installation costs exclusively, porous asphalt concrete demonstrates superior economic advantages. Furthermore, the study establishes that the implementation of porous asphalt concrete has the potential to reduce road accidents substantially. This reduction in accidents yields significant economic benefits by mitigating overall socio-economic losses stemming from traffic incidents, thus counterbalancing expenses associated with specific challenges linked to winter maintenance and the cleaning of asphalt pores.

Citation: A.D. Zheltobriukh, V.Y. Savenko. (2023) Technical and Economic Justification of the Feasibility of Using the Technology of Laying Covers from Draining Asphalt Concrete. *World Science*. 3(81). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092023/8052

Copyright: © 2023 A.D. Zheltobriukh, V.Y. Savenko. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

1. Вступ.

Під час впровадження нових матеріалів та технологій прийняття рішень повинно базуватися на результатах їх техніко-економічного обґрунтування. Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень передбачає два аспекти аналізування: технічний і економічний. У стратегії розвитку та утримування мережі автомобільних доріг України

вагомою складовою є заходи з впровадження нових або удосконалення існуючих матеріалів та технологій в цьому напрямку. Дренуючий асфальтобетон (ДАБ) можна вважати одним з таких.

Переваги ДАБ пов'язані з безпекою руху та захистом навколишнього середовища, були визнані в світі впродовж багатьох років. Призначенням ДАБ є відведення води через його пори до непроникного нижнього шару, з подальшим відведенням за рахунок поперечного похилу до узбіччя. Такий покриття було створено для підвищення безпеки на автомобільних дорогах, але крім високих зчіпних характеристик він володіє і рядом інших переваг. Висока пористість забезпечує водонепроникність покриття, що зменшує кількість поверхневої води і, таким чином, зменшує утворення бризок за дощової погоди, що значно підвищує видимість як вдень, так і в нічний час, а також знижує ризик аквапланування, як підсумок — рівень безпеки доріг підвищується. Крім того, особлива текстура поверхні ДАБ сприяє зменшенню шуму, що виникає під час взаємодії шини з дорожнім покриттям [3].

Традиційні технологічні рішення для поточного ремонту нежорсткого дорожнього одягу в Україні в основному представлені у вигляді додаткового влаштування шарів зносу покриття: асфальтобетонних шарів, щебенево-мастикових шарів, шарів зносу з литих емульсійно-мінеральних сумішей [1]. Виконання таких робіт дозволяє підвищити транспортно-експлуатаційні характеристики дороги. Оскільки ДАБ також влаштовують як шар зносу і найбільш близьким за технологією вироблення, застосування та влаштування він є до щебенево-мастикових асфальтобетонів (ЩМА), то доцільно розглядати економічну доцільність в певній мірі порівнюючи його саме з таким видом асфальтобетонних покриттів.

Дослідження, які описані в роботі [2] показали, що під час застосування технології влаштування шару зносу з пористих асфальтобетонів, які в цьому плані можна прирівняти до дренуючих, завдяки ряду переваг, які прямо впливають на безпеку руху, ефективність зниження ДТП становить близько 30 % та має значний річний економічний ефект. Проте, в першу чергу, важливо порівняти та оцінити економічний ефект на стадії вироблення та укладання асфальтобетонної суміші.

Для подальшого вдосконалення інструкцій щодо вироблення та застосування ДАБ для вирішення регіональних, дорожніх і кліматичних проблем, необхідний комплексний аналіз доступних на даний момент застосувань дренуючих асфальтобетонних сумішей (ДАБС) для будівництва та утримання дорожніх покриттів. Актуальним питанням є проведення техніко-економічного порівняння.

Об'єктом дослідження є дренуючий асфальтобетонний покриття дорожнього одягу автомобільних доріг.

Метою дослідження є оцінювання економічної доцільності технології влаштування покриттів з ДАБ в порівнянні з альтернативними технологіями ремонту асфальтобетонного покриття.

2. Методика проведення досліджень.

Технологія використання ДАБ передбачає ряд переваг. Конкретні переваги та ступінь переваг залежать від того, яку саме технологію використовують і з якою порівнюють. Однак, згідно з оглядом літературних джерел, переваги можна розділити на три групи:

- екологічні;
- технологічні;
- економічні.

До екологічних переваг можна віднести зниження температури вироблення і укладання ДАБС. ДАБ сприяє кращому збереженню природного водного балансу і запобігає забрудненню поверхневих вод. Він допомагає збільшити проникнення дощової води в ґрунт, знижуючи ризик ерозії і забезпечуючи відновлення ґрунтових водних ресурсів.

Якщо розглянути технологічні переваги, то це ущільнення ДАБС. Для цього потрібно в 2 рази менше проходів легких котків масою до 10 тонн, порівняно з щебенево-мастиковими асфальтобетонними сумішами (легких і середніх котків). Це означає, що процес ущільнення ДАБС може бути швидшим та ефективнішим. Але виникає потреба в улаштуванні гідроізоляції під шаром ДАБ та в зменшенні часу транспортування ДАБС.

Економічні переваги – це звісно витрати пов'язані з ціною матеріалів, вартістю вироблення суміші та вартістю влаштування шару.

Оскільки найбільш близьким за технологією вироблення, застосування та влаштування в умовах України ДАБ є до ЩМА, то доцільно розглядати техніко-економічну доцільність в певній мірі порівнюючи його саме з таким видом асфальтобетонних покриттів, як ЩМА, розглянувши певні деталі, які будуть відрізнятися в процесі порівняння.

Визначення ефективності технології здійснено порівнянням приведених витрат на вироблення 100 т асфальтобетонної суміші на асфальтобетонному заводі та на влаштування шару дорожнього одягу товщиною 5 см із асфальтобетонної суміші асфальтоукладачем з розрахунку на 1000 м² дорожнього покриття. В якості критерію порівняльної ефективності на вироблення суміші варто розглянути один з основних ресурсів, як витрати паливних матеріалів на вироблення на асфальтобетонному заводі 1 т суміші та вміст сировини та матеріалів, задля руйнування гіпотези про значне зростання витрат за рахунок більш жорстких вимог до матеріалів і технології ДАБ.

Витрати тепла на нагрівання 1 т мінеральних матеріалів (піску і щебеню) від початкової до робочої температури Q_1 , МДж/т, визначають за формулою:

$$Q_1 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8, \quad (1)$$

Де q_1 – витрати тепла на нагрівання мінеральних матеріалів до температури інтенсивного випаровування вологи, МДж/т;

q_2 – витрати тепла на нагрівання вологи, яку містять мінеральні матеріали, до температури випаровування, МДж/т;

q_3 – витрати тепла на випаровування вологи за постійної температури, МДж/т;

q_4 – витрати тепла на нагрівання пари води до температури газів;

q_5 – витрати тепла на нагрівання висушеного матеріалу до кінцевої температури, МДж/т;

q_6 – витрати тепла від стінок сушильного барабана в навколишнє середовище, МДж/т;

q_7 – витрати тепла внаслідок відведення газів, МДж/т, (з урахуванням втрат від механічної і хімічної неповноти згорання); можуть бути прийняті в кількості від 15 % до 20 % від суми витрат ($q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5$) або точніше розраховані;

q_8 – витрати тепла на нагрівання сушильного барабана на початку роботи з розрахунку на 1 т мінерального матеріалу, МДж/т.

Витрати тепла для нагрівання рідкого палива (мазуту) перед спалюванням його у форсунках з розрахунку на 1 т асфальтозмішувальної установки Q_2 , МДж/т, визначають за формулою:

$$Q_2 = \frac{\eta(t_{кт} - t_{нт})C_T \cdot P_T}{P_a}, \quad (2)$$

де η – коефіцієнт, що враховує втрати тепла, η від 1,1 до 1,15;

C_T – питома теплоємність палива, $T_C \approx 2,1$ МДж/(т °С);

$t_{нт}, t_{кт}$ – початкова і кінцева температура палива, °С;

P_T – сумарна годинна витрата палива в устаткуванні, де потрібне попереднє підігрівання палива, т/год;

P_a – продуктивність асфальтозмішувальної установки, т/год.

Витрати умовного палива з розрахунком на 1 т асфальтобетонної суміші A , кг, визначають за формулою:

$$A = (B + Q_1 \cdot P + Q_2), \quad (3)$$

де B, P – відповідно кількість бітуму і мінеральних матеріалів в асфальтобетонній суміші, %;

2900 – коефіцієнт переведення теплової здатності палива з МДж/т в кг.

Для перерахунку витрат палива на роботу асфальтозмішувальних установок з умовного палива в конкретний вид палива (B_{Π}) потрібно витрату умовного палива (A) поділити на коефіцієнт переводу в умовне паливо окремих видів палива за формулою:

$$B_{\Pi} = \frac{A}{k}, \quad (4)$$

де k – коефіцієнт переводу в умовне паливо деяких видів палива.

Розрахування норм витрат палива на вироблення 1 т асфальтобетонної суміші з урахуванням всіх коефіцієнтів та даних визначали за методом відповідно до СОУ 42.1-37641918-123:2014 «Норми витрат палива на роботу асфальтозмішувальних установок».

Вартість прямих витрат та об'ємів визначали на основі ресурсних кошторисних норм «Галузеві розрахунки витрат ресурсів на ремонтно-будівельні роботи на автомобільних дорогах загального користування», «Галузеві розрахунки витрат ресурсів на експлуатацію дорожніх машин і механізмів», СОУ 42.1-37641918-034:2018 «Дорожні машини та механізми. Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин і механізмів», СОУ 42.1-37641918-035:2018 «Автомобільні дороги. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи». На відповідні роботи було прийнято норми для ЩМА та порівняльним методом певних ресурсів доведено економічну ефективність ДАБ.

Витрати матеріалу на улаштування шару дорожнього одягу товщиною 5 см із щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші асфальтоукладачем з розрахунку на 1000 м² були прийняті згідно з «Галузеві розрахунки витрат ресурсів на ремонтно-будівельні роботи на автомобільних дорогах загального користування».

Витрату матеріалу m для влаштування шару ДАБ було розраховано залежно від об'ємної густини відповідно до лабораторних результатів випробування та об'єму влаштування за формулою:

$$m = \rho \cdot V, \quad (5)$$

де ρ – об'ємна густина асфальтобетону, г/см³;

V – об'єм, потрібний для влаштування шару дорожнього покриття, м³.

Для визначення об'ємної густини ДАБ було виконано експериментальні дослідження з підбирання складу [4].

Вартість ЩМА та його складників, а також палива, було прийнято згідно зведених даних цін ДП «ДерждорНДІ» на дорожньо-будівельні матеріали згідно даних служб відновлення та розвитку інфраструктури України в областях на червень 2023 року. Вартість асфальтобетонних сумішей було розраховано згідно калькулятору вартості, розміщеному на сайті ДП «ДерждорНДІ».

3. Результати досліджень та обговорення.

ДАБ — це асфальтобетон каркасного типу з дуже великою кількістю пустот між зернами щебеню. На відміну від щебенево-мастикового асфальтобетону в ДАБ пори не заповнюються бітумно-піщаним розчином. Головною особливістю є його пористість та висока зсувостійкість, що досягається за рахунок міцності щебеневого каркаса і високої в'язкості бітумного в'язучого, який склеює зерна. Переваги ДАБС, пов'язані з безпекою та навколишнім середовищем, були визнані в світі впродовж багатьох років [3].

Існують певні застереження щодо впровадження технології виробництва ДАБ через її вартість. Вироблення асфальтобетонної суміші передбачає наступні технологічні операції: переміщення матеріалів бульдозером; завантаження матеріалів в установку; розігрівання бітуму в бітумосховищі; випарювання води з бітуму; нагрівання зневодненого бітуму до робочої температури; перекачування бітуму; очищення бітумних котлів; вироблення суміші: обслуговування газодувної установки та контролювання температури просушування матеріалів; контролювання роботи конвеєрів і дозаторів; видача виробленої суміші в

транспортні засоби [7] Потрібно довести ефективність ДАБ порівняно з ЩМА, щоб використання цієї технології набуло широкого розповсюдження.

Розрахування вартості вироблення 100 т суміші включає такі статті калькулювання: сировина та матеріали, паливо та енергія на технологічні цілі, основна заробітна плата, робітники зайняті для ремонту та технічного обслуговування машин та механізмів, витрати на утримування та експлуатування устаткування та інші виробничі витрати.

Оскільки ДАБ ще не використовують в Україні, і він знаходиться на етапі впровадження, але дуже близький за виробленням до ЩМА, то доцільно розглянути певні ресурси, які можуть відрізнитися і впливати на зміну вартості. Тобто, це сировина та матеріали та, звісно, паливо.

Доцільно встановити на скільки відсотків скорочення споживання енергії та палива зменшить загальні витрати на вироблення і, тим самим, на етапі вироблення не збільшить вартість ДАБС. Якщо розглянути формулу (3), то може здаватися, що за рахунок більшого вмісту мінерального матеріалу в ДАБС (до 93 %), який піддається нагріванню, в порівнянні з ЩМАС (до 83 %), буде зростати витрата палива і в подальшому ціна. Але за рахунок того, що ДАБС містить в собі крупний однофракційний щебінь, то питома поверхня щебеню менша, внаслідок чого щебневий матеріал нагрівається швидше і має меншу теплоємність.

Температура нагрівання складників та температура ДАБС в середньому нижче на 20 °С, ніж в ЩМАС. Тому, за рахунок цього, зменшиться витрата тепла і в подальшому палива для нагрівання та вироблення ДАБС, а вартість ДАБ не буде зростати в порівнянні з ЩМА (таблиця 2), що дасть змогу віддавати перевагу ДАБ в певних кліматичних районах України в залежності від кількості зливових опадів, які розроблені та рекомендовані в [3].

Для розрахунку норм витрат палива з вироблення 1 т асфальтобетонної суміші з урахуванням всіх коефіцієнтів та даних визначали за методом відповідно [9]. Складові витрати тепла, які потрібні для розрахунку загальної витрати тепла на нагрівання 1 т мінеральних матеріалів (піску і щебеню) від початкової до робочої температури Q_1 пораховані і наведені в таблиці 1. Далі було визначено загальні витрати тепла на Q_1 , витрати тепла для нагрівання рідкого палива (мазуту) перед спалюванням його у форсунках з розрахунку на 1 т асфальтозмішувальної установки Q_2 та пораховано витрати умовного палива з розрахунком на 1 т асфальтобетонної суміші А, в залежності від вмісту щебневих матеріалів та оптимального вмісту бітуму у суміші. Середня вартість дизельного палива згідно зведених даних цін ДП «ДерждорНД» на червень місяць становить 49869,16 грн/т.

Таблиця 1 – Складові витрати тепла, які входять до Q_1 на нагрівання 1 т мінеральних матеріалів (піску і щебеню) від початкової до робочої температури, МДж/т.

Позначення матеріалу	Складові витрати тепла на нагрівання 1 т мінеральних матеріалів, МДж/т							
	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8
ЩМА	71,100	11,313	67,710	5,760	71,100	7,331	40,200	3,860
ДАБ	69,57	11,313	67,710	5,760	54,110	7,331	40,200	3,860

Таблиця 2. Витрати та вартість палива з розрахунком на приготування 1 т асфальтобетонної суміші в асфальтозмішувальній установці.

Позначення матеріалу	Q_1	Q_2	А, умовне паливо	$V_{п}$, конкретний вид палива	Вартість витрат палива на 1 т
ЩМА	271,374 МДж/т	0,168 МДж/т	8,02 кг/т	5,53 кг/т	275,78 грн.
ДАБ	259,854 МДж/т	0,168 МДж/т	8,06 кг/т	5,56 кг/т	277,27 грн.

Відповідно до зведених даних цін на дорожньо-будівельні матеріали згідно даних служб відновлення та розвитку інфраструктури України в областях на червень 2023 року та з використанням калькулятора розрахунку вартості вироблення асфальтобетонної суміші ДП «ДерждорНД», було розраховано витрати на матеріали для вироблення 100 т ЩМАС та ДАБС. Зерновий склад ЩМАС-15 на БМПП 50/70-65 було прийнято згідно наявних лабораторних підборів. Для ДАБС-11 на БМПП 50/70-65 було виконано підбір зернового складу [4].

Таблиця 3. Вартість матеріалів для вироблення 100 т ЩМАС.

Позначення матеріалу	Од. виміру	К-сть од. виміру	Ціна за од., грн	Сума, грн
Крупний заповнювач (щебінь) фракції понад 10 мм до 15 мм включно	кг	46816	0,37	17321,92
Крупний заповнювач (щебінь) фракції понад 5 мм до 10 мм включно	кг	18727	0,36	6741,72
Дрібний заповнювач (пісок) фракції понад 0 мм до 5 мм включно	кг	14045	0,35	4915,75
Мінеральний порошок	кг	14045	1,92	26966,40
Дорожній бітум, модифікований полімером (БМПП)	кг	6086	35,83	218061,38
Стабілізуюча добавка	кг	281	26,67	7494,2
Разом	грн			281 501,44

Таблиця 4. Вартість матеріалів для вироблення 100 т ДАБС.

Позначення матеріалу	Од. виміру	К-сть од. виміру	Ціна за од., грн	Сума, грн
Крупний заповнювач (щебінь) фракції понад 8 мм до 11 мм включно	кг	86466	0,37	31992,42
Дрібний заповнювач (пісок) фракції понад 0 мм до 2 мм включно	кг	3759,5	0,35	1315,83
Мінеральний порошок	кг	3759,5	1,92	7218,24
Дорожній бітум, модифікований полімером (БМПП)	кг	5639	35,83	202045,37
Стабілізуюча добавка	кг	376	26,67	10027,92
Разом	грн			252 599,78

Під час калькулювання вартості витрат матеріалу на улаштування шару дорожнього одягу товщиною 5 см із ЩМАС асфальтоукладачем з розрахунку на 1000 м² витрата матеріалу згідно з [6] становить 125,1 т. Для ДАБС витрату матеріалу було визначено згідно виконаних експериментальних досліджень з підбору складу [4] та визначеної об'ємної густини. Об'ємна густина для ДАБ-11 становить 1,91 г/см³. Тобто, витрати матеріалу на улаштування шару

дорожнього одягу товщиною 5 см із ДАБС асфальтоукладачем з розрахунку на 1000 м² становитимуть 95,5 т. Враховуючи те, що вартість витрат палива для вироблення суміші майже не змінюється (таблиця 2), а вартість матеріалів для вироблення суміші у випадку з ДАБ зменшується приблизно на 11 % (таблиці 3, 4), то загальна вартість вироблення 100 т суміші на асфальтобетонному заводі продуктивністю 160 т/год за розрахунками, враховуючи ПДВ, зменшується на 6 %, і становить: для ЩМАС-15 – 5921,71 грн/т; для ДАБС-11 – 5574,90 грн/т.

Тобто, можна підрахувати, що вартість матеріалу на улаштування дорожнього одягу товщиною 5 см з розрахунку на 1000 м² становить:

- для ЩМА-15 – **740805,92 грн.;**
- для ДАБ-11 – **532402,95 грн.**

На основі розрахованих даних для ЩМАС та ДАБ побудоване порівняльне графічне зображення витрат на матеріали, загальних витрат на вироблення 100 т суміші та вартість матеріалу, потрібного для влаштування 1000 м² шару дорожнього покриття товщиною 5 см (рис.1).

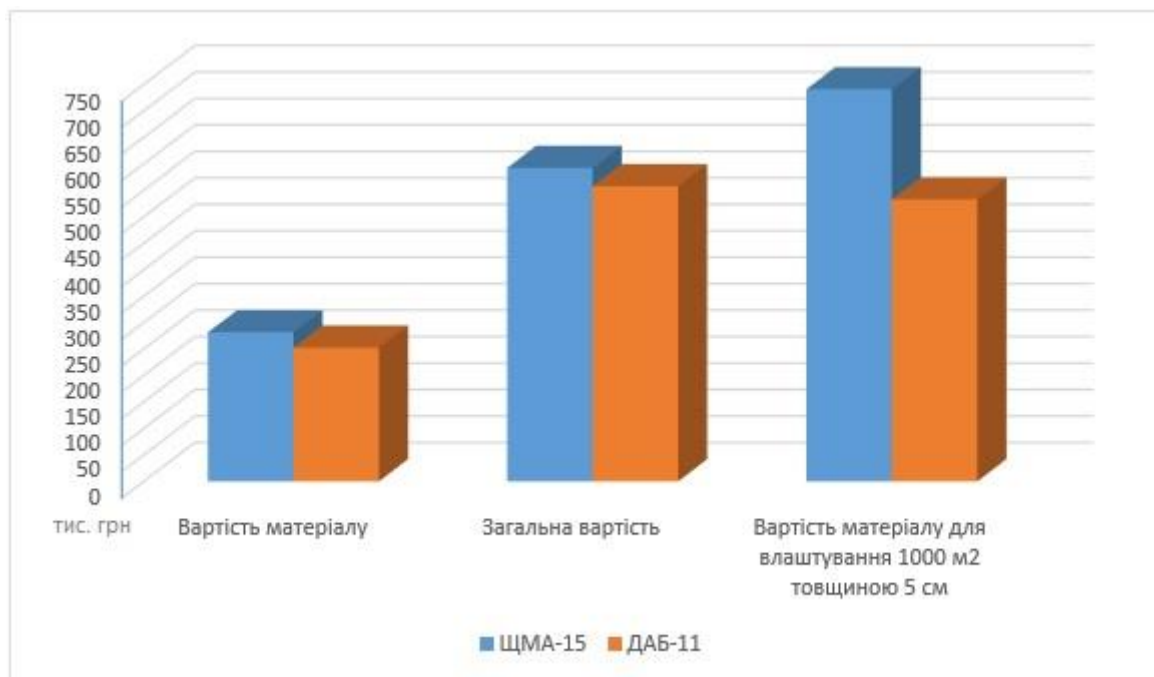


Рис. 1. Порівняння вартості витрат на матеріали для вироблення та влаштування дорожнього покриття з певного матеріалу.

Графік на рис. 1 показує, що під час порівняння лише вартостей самого матеріалу для вироблення суміші та в подальшому загальну вартість 100 т суміші, за рахунок вмісту крупного однофракційного щебеню і меншого вмісту наповнювача, нижчих температур нагрівання складників, ДАБ вже є в незначній мірі економічно вигідним.

Якщо розглянути вартість обсягу суміші, потрібної для влаштування шару дорожнього покриття товщиною 5 см, навіть не враховуючи того, що ДАБС потребує щонайменше в 2 рази менше проходів гладковальцевих котків масою до 10 т, то ДАБ в порівнянні з ЩМА є досить вагомо економічно вигідним (до 30 %), виходячи з невеликої економії на виробленні суміші та високої пористості матеріалу.

Варто зазначити, враховуючи переваги ДАБ, такі як зменшення аквапланування, збільшення зчеплення, зменшення водяного пилу і збільшення видимості в дощову погоду, колієстійкість, такі покриття тим самим підвищують безпеку дорожнього руху.

Навіть, використовуючи менш ефективний в плані відводу води пористий асфальтобетон, як шар покриття, який також має вплив на явище аквапланування, доведено, що ефективність зниження ДТП на певній досліджуваній ділянці дороги довжиною 2,2 км становить близько 30 % і має річний економічний ефект близько 500 000 грн на 2018 - 2019 роки [2]. Для

прикладу, сумарні соціально-економічні втрати від дорожньо-транспортних пригод, що стались у 2018 році складала 44,3 млрд грн, що складає 1,25 % від валового внутрішнього продукту у фактичних цінах за 2018 рік або 1,9 млн грн на одного потерпілого [5].

Тому, використання ДАБ в певних кліматичних районах України може стати досить економічно вигідною технологією з значним покращенням безпеки на автомобільних дорогах із зменшенням кількості ДТП і тяжкістю їх наслідків, тим самим забезпечується розрахункова швидкість руху транспортних засобів, економічність та комфортність перевезень.

4 Висновки.

ДАБС містить крупний однофракційний щебінь, тому питома поверхня щебінок менша, внаслідок чого щебеневий матеріал нагрівається швидше і має меншу теплоємність. Температура нагрівання складників та самої суміші в середньому нижче на 20 °С, ніж в ЩМАС, а тому, за рахунок цього, зменшується витрата тепла і в подальшому палива для нагрівання та вироблення суміші, а вартість вироблення 1 т ДАБС не буде зростати в порівнянні з ЩМАС.

Встановлено, що під час порівняння лише вартостей самого матеріалу для вироблення суміші та в подальшому загальну вартість 100 т суміші ДАБ вже є в незначній мірі економічно вигідним за рахунок особливостей зернового складу.

Вартість обсягу суміші, потрібної для влаштування шару дорожнього покриття товщиною 5 см із ДАБ, в порівнянні з ЩМА є досить вагомо економічно вигідним (до 30 %), виходячи як з певної економії на виробленні суміші, так і внаслідок високої пористості матеріалу.

Завдяки багатьом перевагам, які спрямовані на покращення безпеки дорожнього руху, ДАБ буде впливати на зниження ДТП, тим самим приносячи чималий економічний ефект в частині сумарних соціально-економічних втрат від дорожньо-транспортних пригод.

Завдяки визначеним вагомих економічних факторам під час впровадження технології ДАБ в Україні з'являється можливість покривати витрати пов'язані з потребою спеціального зимового утримування і заходів з очищення пор, які можуть засмітитися за роки експлуатування.

REFERENCES

1. Vyacheslav Savenko, Sergii Illiash, & Tetiana Stasiuk. (2020). Feasibility study for the applicability of applying the hot recycling technology for repair of asphalt concrete pavements. *World Science*, 1(5(57)), 7-13. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/31052020/7070.
2. Резнік О. М., Проектування автомобільних доріг на ділянках з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Національний авіаційний університет. Київ, 2019.
3. Желторбрюх А.Д., Савенко В.Я., Метод розрахунку необхідної товщини покриття із дренажного асфальтобетону. Науковий журнал "Вісник Національного транспортного університету". Київ, 2023. Вип. 55. DOI: 10.33744/2308-6645-2023-1-55-115-123.
4. Копинець І. В., Желтобрюх А. Д., Результати експериментів із підбору складу дренажного асфальтобетону. *Дороги і мости*. Київ, 2022. Вип. 25. С. 40–47. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2022.25.040>.
5. Стасюк Б.О., Економічне оцінювання безпеки автомобільних доріг. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Національний транспортний університет. Київ, 2021.
6. Галузеві розрахунки витрат ресурсів на ремонтно-будівельні роботи на автомобільних дорогах загального користування.
7. ДСТУ Б Д.2.2-27:2016 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Автомобільні дороги (Збірник 27).
8. РВ.2.7-37641918-919:2021 Рекомендації щодо виробництва та влаштування дренажного асфальтобетону.
9. СОУ 42.1-37641918-123:2014 Норми витрат палива на роботу асфальтозмішувальних установок.
10. СОУ 42.1-37641918-034:2018 Дорожні машини та механізми. Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин і механізмів.