

ДОСЛІДНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ ІЗ ЗОЛОЮ-ВИНОСУ

Каськів В.І., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, vi_kas@ukr.net, orcid.org/0000-0002-8074-6798

Соколов О.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна, bitumen_lab@ukr.net, orcid.org/0000-0002-4694-9647

EXPERIMENTAL IMPLEMENTATION OF ASPHALT CONCRETE MIXTURES WITH FLY ASH

Kaskiv V.I., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine, vi_kas@ukr.net, orcid.org/0000-0002-8074-6798

Sokolov O.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine, bitumen_lab@ukr.net, orcid.org/0000-0002-4694-9647

Постановка проблеми.

Одним з найбільш використовуваних матеріалів під час будівництва автомобільних доріг є асфальтобетонні суміші. Для виробництва даних сумішей зазвичай використовують крупний заповнювач, дрібний заповнювач, наповнювач (мінеральний порошок) та бітум.

В Україні як наповнювач переважно використовують матеріал, отриманий подрібненням осадових карбонатних гірських порід. В той же час на електрогенеруючих підприємствах України в результаті спалювання вугілля утворюються мільйони тонн пилоподібних відходів - золи-виносу. За зерновим складом зола-виносу наближається до національних вимог до наповнювача. Комплексні лабораторні дослідження засвідчили можливість використання золи-виносу як наповнювача у складі асфальтобетонних сумішей [1], тому наступний етап досліджень полягав у дослідному впровадженні асфальтобетонних сумішей із золою-виносу.

Основна частина

Утилізація вторинних продуктів промисловості (відходів) призначена для збереження природних ресурсів і скорочення обсягу відходів, які необхідно утилізувати в спеціальних місцях поховання. Утилізація заохочується багатьма країнами Європейського Союзу, в якому є відповідні положення у всіх директивах, що стосуються управління відходами. Ключовим елементом у заохоченні до переробки відходів є принцип «забруднювач платить», який був включений до всіх директив Співтовариства щодо поводження з безпечними та небезпечними відходами. З метою заохочення до переробки багато держав-членів прийняли специфічне екологічне законодавство, зокрема, сплату податку за утилізацію відходів [2].

На сьогодні в Україні не вирішено питання утилізації вторинних продуктів промисловості, тому значна їх частина знаходиться у відвалах та несе в собі великий ризик для екології, і тільки незначна частина утилізується в будівельних проектах, хоча вже впродовж багатьох років існує «Державна цільова економічна програма розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018–2023 роки» та розпорядження Кабінету міністрів України, які регламентують використання місцевих матеріалів, включаючи вторинні продукти промисловості під час будівництва та ремонту автомобільних доріг [3].

З метою впровадження золи-виносу під час будівництва та ремонту автомобільних доріг було здійснено влаштування асфальтобетонних шарів із золою-виносу під час ремонту під'їзної автомобільної дороги до прохідної 1-го блоку ДТЕК Бурштинська ТЕС загальною протяжністю 900 метрів (рисунок 1).

Під час дослідного впровадження були відібрані зразки керни (рисунок 3 та 4) і проведено випробування з визначення складу асфальтобетонної суміші, фізико-механічних властивостей асфальтобетону, перевірено якість ущільнення асфальтобетонної суміші.

З метою встановлення якості ущільнення суміші виконано визначення фізичних показників відібраних зразків-кернів, а саме середньої густини та водонасичення відповідно до розділу 8 та розділу 14 ДСТУ Б В.2.7-319 [4]. Результати випробувань наведено в таблиці 1.

Результати лабораторних випробувань відібраних зразків-кернів асфальтобетону засвідчили відповідність їх водонасичення вимогам таблиці 8 ДСТУ Б В.2.7-119 [5] відповідно до району А-2, у тому числі з урахуванням пункту 7.13 ДСТУ Б В.2.7-119.

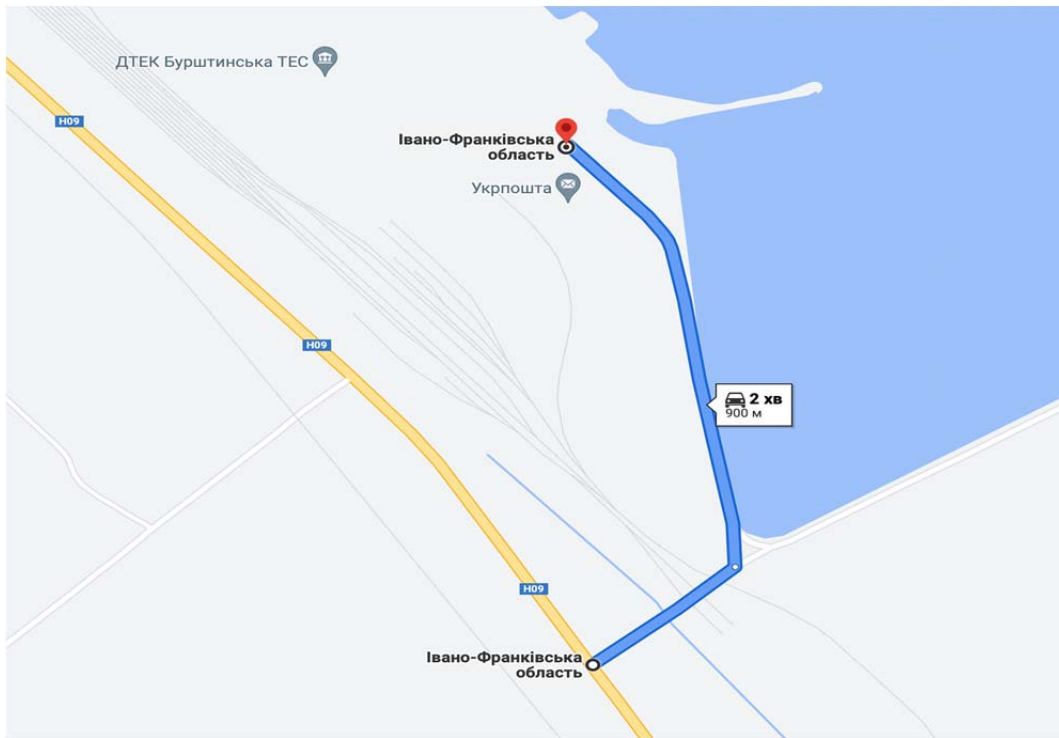


Рисунок 1 – Схема розташування під'їзної автомобільної дороги до прохідної 1-го блоку ДТЕК Бурштинської ТЕС
 Figure 1 – Location scheme of the access road to the passageway of the 1st block of DTEK Burshtyn TPP

Для даного проекту було розроблено та прийнято 2 типи конструкції дорожнього одягу, зображені на рисунку 2.

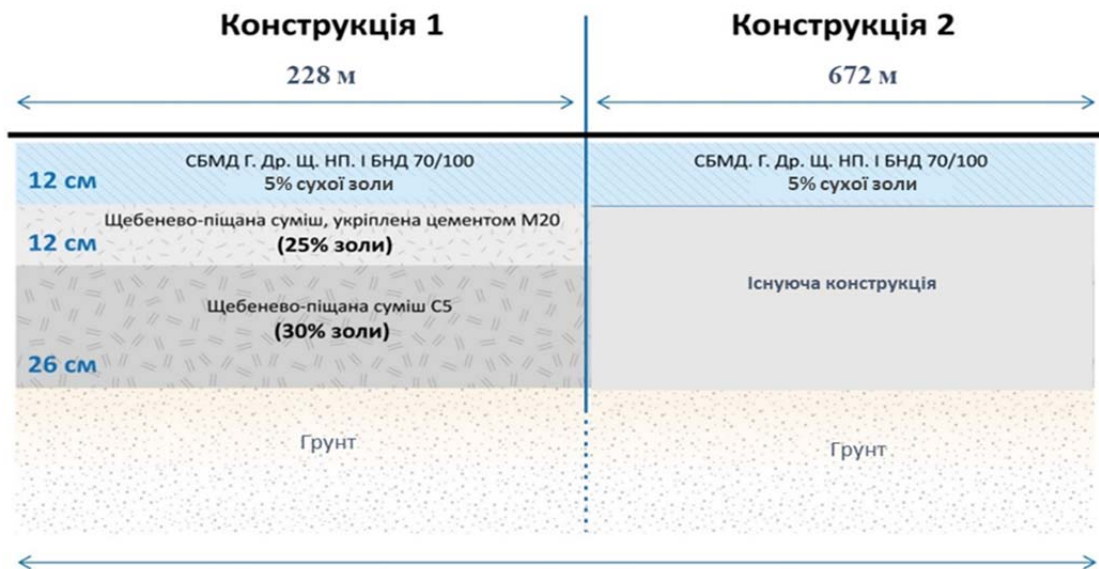


Рисунок 2 – Використовувані типи конструкції дорожнього одягу
 Figure 2 – Used types of construction of road clothing



Рисунок 3 – Відбирання зразків-кernів на під'їзній автомобільній дорозі до прохідної 1-го блоку ДТЕК Бурштинської ТЕС
Figure 3 – Sampling of core samples on the access road to the passageway of the 1st block of DTEK of the Burshtyn TPP



Рисунок 4 – Відібрані зразки-кernи на під'їзній автомобільній дорозі до прохідної 1-го блоку ДТЕК Бурштинської ТЕС
Figure 4 – Selected core samples on the access road to the passageway of the 1st block of DTEK of the Burshtyn TPP

Таблиця 1 Випробування зразків-кernів відібраних на під'їзній автомобільній дорозі до прохідної 1-го блоку ДТЕК Бурштинської ТЕС

Table 1 Tests of core samples taken on the access road to the passageway of the 1st block of DTEK Burshtynskaya TPP

Ч. ч.	Найменування показника, одиниця вимірювання	Фактичні показники зразків-кernів шару покриття			Середнє арифметичне	Фактичні показники зразків-кernів шару основи			Середнє арифметичне
		1	2	3		4	5	6	
1	Середня густина, г/см ³	2,30	2,27	2,31	2,29	2,33	2,31	2,34	2,32
2	Водонасичення, % за об'ємом	3,5	4,5	3,3	3,8	2,8	3,2	2,5	2,8

Визначення коефіцієнта ущільнення на відповідність вимогам ДБН В.2.3-4 виконували відповідно до розділу 33 ДСТУ Б В.2.7-319. Результати випробувань наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати визначення коефіцієнта ущільнення
Table 2 – Results of determining the compaction coefficient

Ч. ч.	Найменування показника, одиниця вимірювання	Вимоги ДБН В.2.3-4	Результат випробування
1	Коефіцієнт ущільнення суміші для шару покриття	0,99, не менше	0,99
2	Коефіцієнт ущільнення суміші для шару основи	0,98, не менше	1,00

За результатами досліджень встановлено, що коефіцієнт ущільнення сумішей для шару покриття відповідає вимогам пункту 20.8.10 ДБН В.2.3-4 [6].

Визначення складу відібраної суміші, а саме зернового складу мінеральної частини та вмісту в'язучого, виконували відповідно до розділу 31 ДСТУ Б В.2.7-319. Результати визначення зернового складу асфальтобетонної суміші наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Результати визначення зернового складу асфальтобетонної суміші з золою-виносу
Table 3 – Results of determination of grain composition of asphalt concrete mixture with fly ash

Найменування показника	Вміст, % за масою, мінеральних зерен, менших даного розміру, мм											
	40	25	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Результат випробування	100,0	100,0	98,4	88,7	77,5	62,5	44,8	32,6	26,0	19,0	12,2	8,3
Вимоги ДСТУ Б В.2.7-305 та ДСТУ Б В.2.7-119	100	100	100-95	93-84	82-69	65-55	53-41	42-31	33-23	25-16	18-11	14-8
Відповідність вимогам ДСТУ Б В.2.7-305 та ДСТУ Б В.2.7-119	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Середнє значення вмісту в'язучого в суміші становило 4,76 % за масою мінеральних матеріалів. Окремі результати визначення вмісту в'язучого становили від 4,68 % за масою до 4,83 % за масою.

Визначення фізико-механічних показників виготовлених зразків асфальтобетону, а саме середньої густини, водонасичення, границі міцності за температури 20 °С, границі міцності за температури 50 °С виконували відповідно до розділу 8, розділу 14 та розділу 16 ДСТУ Б В.2.7-319. Результати випробувань наведено в таблиці 4.

Результати лабораторних випробувань засвідчили наступне:

– водонасичення виготовлених зразків відповідає вимогам таблиці 8 ДСТУ Б В.2.7-119 відповідно до району А-2 та таблиці 3 ДСТУ Б В.2.7-305;

– границя міцності при стиску за температури 20 °С виготовлених зразків відповідає вимогам таблиці 8 ДСТУ Б В.2.7-119 відповідно до району А-2 та таблиці 3 ДСТУ Б В.2.7-305 [7];

– границя міцності при стиску за температури 50 °С виготовлених зразків відповідає вимогам таблиці 8 ДСТУ Б В.2.7-119 відповідно до району А-2 таблиці 3 ДСТУ Б В.2.7-305.

Таблиця 4 Результати випробувань відібраної асфальтобетонної суміші з золою-виносу
Table 4 Test results of the selected asphalt concrete mix with fly ash

Ч. ч.	Найменування показника, одиниця вимірювання	Результат випробування			Середнє арифметичне
1	Середня густина, г/см ³	2,31	2,31	2,32	2,31
2	Водонасичення, % за об'ємом	3,4	3,4	3,3	3,4
3	Границя міцності при стиску за температури 20 °С, МПа	4,2	4,4	4,6	4,4
4	Границя міцності при стиску за температури 50 °С, МПа	1,7	1,6	1,6	1,6

Висновки

За результатами дослідного впровадження асфальтобетонних сумішей із золою-виносу встановлено відповідність використовуваної асфальтобетонної суміші вимогам ДСТУ Б В.2.7-119 та ДСТУ Б В.2.7-305, якість її ущільнення, а також підтверджено результати комплексних лабораторних досліджень щодо можливості використання золи-виносу під час виробництва асфальтобетонних сумішей.

Використання золи-виносу на заміну мінеральному порошку дозволить знизити вартість виробництва асфальтобетонних сумішей, оскільки вартість золи-виносу є нижчою за вартість кондиційного мінерального порошку.

Використання золи-виносу також дозволить поліпшити екологічну ситуацію в Україні, зокрема в місцях розташування електростанцій, завдяки зменшенню площ відведення землі під утилізацію золи-виносу, попередженню забруднення повітря та водоймищ в результаті розпорощення золи-виносу, а також зменшенню видобутку природних корисних копалин – осадових карбонатних гірських порід.

Однозначно, робити висновки щодо масштабного впровадження поки що зарано, оскільки поки що не встановлено експлуатаційну довговічність асфальтобетону із золою виносу, тому подальші лабораторні дослідження треба спрямувати на встановлення старіння асфальтобетону із золою виносу та виконувати спостереження за дослідної ділянкою.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Каськів В. І., Копинець І. В., Соколов О. В. Дослідження золи-виносу електрогенеруючих підприємств з метою її використання як альтернативи вапняковому мінеральному порошку для виробництва асфальтобетонних сумішей. *Дороги і мости*. 2021. Вип. 24. С. 40–47.
2. Соколов О. В., Желотобрюх А. Д., Копинець І. В., Каськів В. І. Використання відходів промисловості в дорожньому будівництві // *Дороги і мости*. – 2020. – Вип. 21. – С. 110-119.
3. Про застосування відходів виробництва в дорожньому будівництві : Розпорядження Кабінету міністрів України від 04.12.2019 N 1420-р // База даних Законодавство України / Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1420-2019-%D1%80#Text> (дата звернення: 20.01.2021).
4. ДСТУ Б В.2.7-319:2016 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. *Методи випробувань*. Київ, 2016. 71.с (Інформація та документація).
5. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. *Технічні умови*. Київ, 2012. 75.с (Інформація та документація).
6. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Київ, 2016. 91.с (Інформація та документація).
7. ДСТУ Б В.2.7-305:2015 Суміші бітумомінеральні дорожні. *Загальні технічні умови*. Київ, 2016. 48.с (Інформація та документація).

REFERENCES

1. Volodymyr Kaskiv, Ivan Kopynets, Oleksii Sokolov. Study of fly ash from power generating enterprises to use it as an alternative to lime mineral filler for the production of asphalt mixtures. *Dorogi i mosti [Roads and bridges]*. 2021. Iss. 24. P. 40–47 [in Ukrainian].

2. Oleksii Sokolov, Anton Zheltobriukh, Ivan Kopynets, Volodymyr Kaskiv Use of industrial waste in road construction // *Dorogi i mosti [Roads and bridges]*. – 2020. – Iss. 21. – P. 110-119. [in Ukrainian].
3. On the use of production waste in road construction: Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 04.12.2019 N 1420-r // *Database of Ukrainian Legislation / Verkhovna Rada of Ukraine*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1420-2019-%D1%80#Text> (date of application: 01/20/2021).
- 4 DSTU B V.2.7-319:2016 Asphalt concrete mixtures and road and airfield asphalt concrete. Test methods. Kyiv, 2016. 71 p. (Information and documentation).
5. DSTU B V.2.7-119:2011 Asphalt concrete mixtures and road and airfield asphalt concrete. Specifications. Kyiv, 2012. 75.p. (Information and documentation).
6. DBN V.2.3-4:2015 Motor roads. Part I. Design. Part II. Construction. Kyiv, 2016. 91.p. (Information and documentation).
7. DSTU B V.2.7-305:2015 Bituminous-mineral road mixtures. General technical conditions. Kyiv, 2016. 48.p. (Information and documentation).

РЕФЕРАТ

Каськів В.І.. Дослідні впровадження асфальтобетонних сумішей із золою – виносу / В.І. Каськів, О.В. Соколов // *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»*. Науковий журнал. – К. : НТУ, 2023. – Вип. 1 (55).

Одним з найбільш використовуваних матеріалів під час будівництва автомобільних доріг є асфальтобетонні суміші. Для виробництва даних сумішей зазвичай використовують крупний заповнювач, дрібний заповнювач, наповнювач (мінеральний порошок) та бітум.

В Україні як наповнювач переважно використовують матеріал, отриманий подрібненням осадових карбонатних гірських порід. В той же час на електрогенеруючих підприємствах України в результаті спалювання вугілля утворюються мільйони тонн пилоподібних відходів - золи-виносу. За зерновим складом зола-виносу наближається до національних вимог до наповнювача. Комплексні лабораторні дослідження засвідчили можливість використання золи-виносу як наповнювача у складі асфальтобетонних сумішей, тому наступний етап досліджень полягав у дослідному впровадженні асфальтобетонних сумішей із золою-виносу.

Утилізація вторинних продуктів промисловості (відходів) призначена для збереження природних ресурсів і скорочення обсягу відходів, які необхідно утилізувати в спеціальних місцях поховання. Утилізація заохочується багатьма країнами Європейського Союзу, в якому є відповідні положення у всіх директивах, що стосуються управління відходами. Ключовим елементом у заохоченні до переробки відходів є принцип «забруднювач платить», який був включений до всіх директив Співтовариства щодо поводження з безпечними та небезпечними відходами. З метою заохочення до переробки багато держав-членів прийняли специфічне екологічне законодавство, зокрема, сплату податку за утилізацію відходів.

На сьогодні в Україні не вирішено питання утилізації вторинних продуктів промисловості, тому значна їх частина знаходиться у відвалах та несе в собі великий ризик для екології, і тільки незначна частина утилізується в будівельних проектах, хоча вже впродовж багатьох років існує «Державна цільова економічна програма розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018–2022 роки» та розпорядження Кабінету міністрів України, які регламентують використання місцевих матеріалів, включаючи вторинні продукти промисловості під час будівництва та ремонту автомобільних доріг.

З метою впровадження золи-виносу під час будівництва та ремонту автомобільних доріг було здійснено влаштування асфальтобетонних шарів із золою-виносу під час ремонту під'їзної автомобільної дороги до прохідної 1-го блоку ДТЕК Бурштинська ТЕС загальною протяжністю 900 метрів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМОБІЛЬНА ДОРОГА, АСФАЛЬТОБЕТОН, ЗОЛА-ВИНОСУ, МІНЕРАЛЬНИЙ ПОРОШОК, ВТОРИННІ ПРОДУКТИ ПРОМИСЛОВОСТІ.

ABSTRACT

Kaskiv V.I., Sokolov O.V. Experimental implementation of asphalt concrete mixtures with fly ash. *Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences»*. Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2023. – Issue 1 (55).

Asphalt concrete mixtures are one of the most used materials during the construction of highways. For the production of these mixtures, coarse aggregate, fine aggregate, filler (mineral powder) and bitumen are usually used.

In Ukraine, the material obtained by crushing sedimentary carbonate rocks is mainly used as a filler. At the same time, as a result of burning coal, millions of tons of dust-like waste - fly ash - are formed at power-generating enterprises of Ukraine. The grain composition of fly ash approaches the national requirements for filler. Complex laboratory studies confirmed the possibility of using fly ash as a filler in asphalt concrete mixtures, therefore the next stage of research consisted in the experimental implementation of asphalt concrete mixtures with fly ash.

The disposal of secondary products of industry (waste) is intended to preserve natural resources and reduce the amount of waste that must be disposed of in special burial places. Recycling is encouraged by many countries in the European Union, which has relevant provisions in all directives relating to waste management. A key element in encouraging waste recycling is the "polluter pays" principle, which has been included in all Community directives on the management of safe and hazardous waste. In order to encourage recycling, many Member States have adopted specific environmental legislation, in particular, the payment of a waste disposal tax.

To date, the issue of disposal of secondary industrial products has not been resolved in Ukraine, therefore a significant part of them is in landfills and carries a great risk for the environment, and only a small part is disposed of in construction projects, although for many years there has been a "State Targeted Economic Program for the Development of Automotive public roads of state significance for 2018–2022" and the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine, which regulate the use of local materials, including secondary industrial products during the construction and repair of highways.

In order to introduce fly ash during the construction and repair of highways, asphalt concrete layers with fly ash were laid during the repair of the access road to the passageway of the 1st block of DTEK Burshtynska TPP with a total length of 900 meters.

KEY WORDS: MOTOR ROAD, ASPHALT CONCRETE, FLY ASH, MINERAL POWDER, SECONDARY PRODUCTS OF INDUSTRY.

АВТОРИ:

Каськів В. І., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, vi_kas@ukr.net, orcid.org/0000-0002-8074-6798

Соколов О. В., Національний транспортний університет, Київ, Україна, bitumen_lab@ukr.net, orcid.org/0000-0002-4694-9647

AUTHORS:

Kaskiv V. I., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine, vi_kas@ukr.net, orcid.org/0000-0002-8074-6798

Sokolov O. V., National Transport University, Kyiv, Ukraine, bitumen_lab@ukr.net, orcid.org/0000-0002-4694-9647

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Савенко В.Я., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет.

Нагайчук В.М., кандидат технічних наук, доцент, начальник відділу підвищення кваліфікації фахівців Науково-методичного центру ДП «ДерждорНДІ»

REVIEWER:

V. Ya. Savenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University.

Nagaichuk V.M., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Professional Development of the Scientific and Methodological Center of State Enterprise "DerzhdorNDI"