

УДК 625.168

Миколаєнко О. А., <https://orcid.org/0000-0001-9732-1684>

Лозова Т. М., <https://orcid.org/0000-0002-6615-5932>

Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНД»), м. Київ, Україна

ПЕРСПЕКТИВА ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОСТІ В КОНСТРУКТИВНИХ ШАРАХ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

Анотація

Вступ. Зростаючі об'єми дорожнього будівництва збільшують необхідність розширення та раціонального використання сировинних ресурсів. У конструкції дорожнього одягу шари основи мають найбільшу товщину. Тому їх улаштування пов'язане з великою витратою будівельних матеріалів. У той же час, шари основи працюють у більш сприятливих умовах порівняно з покриттями, що дозволяє широко використовувати для їх будівництва місцеві матеріали і відходи промисловості. Особливістю дорожнього будівництва є споживання значних обсягів мінеральних ресурсів, в основному продуктів літосфери: монолітних та уламкових гірських порід, піску, граніту, гравію. Ці матеріали відносяться до не відновлюваних природних ресурсів. Нестача таких матеріалів в районі будівництва спричиняє необхідність їх транспортування на великі відстані, що збільшує вартість будівництва і призводить до значних витрат енергоресурсів, особливо — паливно-мастильних матеріалів.

Альтернативним вирішенням даної проблеми є використання місцевих матеріалів і відходів виробництва.

Проблематика. В умовах розвитку багатогалузевої промисловості України, й особливо видобутку корисних копалин, доквілля зазнає значних техногенних навантажень. За останні два століття було накопичено колосальну кількість промислових відходів, що займають гектари родючих земель і негативно впливають на стан навколишнього середовища.

Також на сьогоднішній день гостро стоїть питання використання вичерпаних природних ресурсів. Використання відходів промисловості в якості вторинної сировини може зменшити споживання природних будівельних матеріалів і набуває все більшої актуальності.

Мета. Метою роботи є аналіз світового та вітчизняного досвіду використання відходів промисловості у дорожньому будівництві.

Матеріали і метод. Аналіз інформаційних джерел щодо досвіду використання відходів промисловості в дорожньому будівництві за кордоном і дослідження можливості застосування відходів промисловості у вітчизняному дорожньому будівництві.

Результати. За результатами проведеного аналізу визначено та описано доцільність використання відходів промисловості в якості вторинної сировини для застосування у дорожньому будівництві.

Висновки. Запропоновано основні шляхи застосування відходів промисловості в дорожньому будівництві. Зазначено перспективи використання відходів промисловості при дорожньому будівництві.

Ключові слова: будівельні відходи, відходи вугільної промисловості, зола-винесення, шлак.

Вступ

Потребу в кам'яних матеріалах для шарів дорожнього одягу можливо задовольнити за рахунок широкого використання вторинних продуктів промисловості, що призведе до зменшення обсягів використання природних будівельних матеріалів, шляхом їх заміни альтернативними. Доцільність їх використання обґрунтовують техніко-економічними розрахунками з урахуванням можливого зменшення терміну строку дорожнього одягу.

У зв'язку із зростанням кількості відходів промисловості відбувається збільшення числа місць складування їх на поверхні землі, що є причиною зростання міграції забруднюючих речовин в природне середовище: поверхня ґрунту — атмосфера (вивітрювання, перенесення пилу), атмосфера — атмосфера (перенесення забруднювачів в атмосфері), атмосфера — поверхня землі (осадження атмосферних забруднювачів), поверхня ґрунту — поверхня ґрунту (проникнення забруднювачів на різні глибини).

Крім техніко-економічної доцільності, використання при будівництві доріг відходів промисловості та вторинних ресурсів допомагає вирішувати екологічні проблеми регіону, вивільняючи займані відходами значні території, у тому числі, сільськогосподарські землі.

Різноманіття технічних і технологічних рішень, характерних для дорожньої галузі, дозволяє використовувати під час будівництва, ремонту та експлуатації доріг практично всі відходи промисловості. Виняток становлять відходи, що мають підвищений вміст канцерогенів і радіонуклідів.

Характерною особливістю відходів промисловості є неоднорідність, що проявляється в нестабільності фізико-механічних і хімічних властивостей. У зв'язку із цим, можливість використання конкретного відходу або вторинного продукту необхідно виявляти шляхом проведення лабораторних досліджень. Номенклатура відходів промисловості надзвичайно велика і різноманітна. Залежно від спеціалізації виробництва розрізняють металургійні шлаки (МШ) і відходи металургійного і ливарного виробництва, паливні шлаки і золи-винесення, відходи гірничорудної промисловості, побічні продукти коксохімічних підприємств, нафтогазової промисловості, різних підприємств хімічної та деревообробної промисловості, відходи будівництва.

У більшості країн доменні шлаки переважно переробляють на щебінь. У Франції та Чехії шлаки гранулюють. Також у країнах Європи широко набули застосування шлаки з електричної дугової печі (ЕАФ), доменної печі (ВФ) та киснево-конвертерні сталеплавильні шлаки, які використовують в шарах дорожнього покриття. Доменні шлаки США високомагнезійні (до 16 % MgO) тому є малопридатними для виробництва. Шлаки у Франції та Китаї низькоосновні і не схильні до силікатного розпаду. В Англії, Чехії частина шлаків має високу основність і використання їх обмежена [8]. Одними з найбільш широко відомих видів відходів, застосування яких впроваджене в дорожнє будівництво на теренах нашої держави є шлаки чорної, кольорової металургії та відходи гірничорудної промисловості. Їх утилізація є важливим джерелом отримання високоякісних матеріалів для дорожнього будівництва.

Основна частина

Використання відходів вугільної промисловості

У результаті вуглевидобувних і вуглепереробних робіт на території України геоекологічне середовище зазнало істотних змін. Це, насамперед, пов'язано із зміною природних ландшафтів під впливом накопичених відходів об'єктів вугільної промисловості, зміною геохімічних показників ґрунтів внаслідок додаткового надходження хімічних і мінеральних сполук [1].

Загальна площа відведених вугільним підприємствам земель становить близько 22 тис. га [2]. Загалом на підприємствах галузі було накопичено 2 989 млн т відходів II—IV класів небезпечності.



Рисунок 1 — Породні відвали шахт



Рисунок 2 — Свіжа порода в териконі

Перспективним та економічно доцільним є використання шахтних порід для спорудження земляного полотна, для будівництва конструктивних шарів дорожнього одягу, для вирівнювання територій і будівельних майданчиків тощо. Особливої уваги набуває проблема розширення сфери використання шахтних відвальних порід в умовах дефіциту місцевих природних кам'яних матеріалів. Досвід застосування цих порід дає змогу прогнозувати, що за дотримання належної підготовки та укладання, шахтні горілі породи можна успішно використовувати і в конструктивних шарах дорожнього одягу.

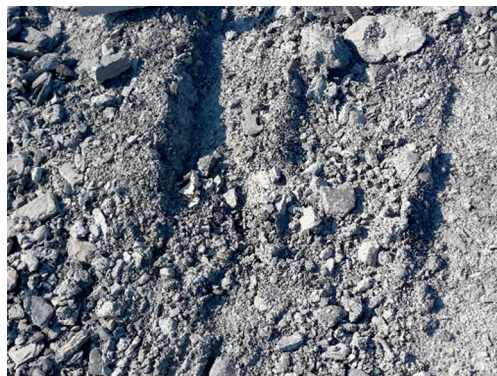


Рисунок 3 — Відходи вугільної промисловості

Використання шлаків чорної металургії

Металургійне виробництво відноситься до сфери, що у виробничому процесі утворює значну кількість відходів. На території України накопичено більше 30 млрд т промислових відходів, величина яких відноситься до найвищих показників у світі. Одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища є вторинне забруднення в результаті вивезення важких металів із відвалів металургійних підприємств водними або повітряними потоками [3].

У період ХХ століття у дорожньому господарстві України накопичено досвід використання шлаків чорної металургії. Їх застосування дає можливість подовжувати будівельний сезон, збільшує міцність та надійність дорожніх конструкцій за рахунок своїх фізико-механічних властивостей, суттєво знижує енергоємність дорожнього одягу, спрощує технологію робіт та знижує кошторисну вартість будівництва дороги. При цьому встановлено, що конструктивні шари дорожнього одягу, влаштовані з відвальних шлаків мають високу несну здатність, тобто наявна тенденція до підвищення міцнісних показників, навіть під дією експлуатаційних навантажень і природно-кліматичних факторів. При повному дотриманні проектних, технологічних і експлуатаційних вимог шлакові конструкції через 5–10 років твердіння не поступаються, а через 10–20 років перевершують цементобетонні за міцнісними показниками і деформаційною стійкістю [4].

Властивості доменного шлаку у відвалах залежать від властивостей вихідних матеріалів, режиму доменного процесу і від умов його охолодження після зливу. Тому відвальний доменний шлак у відвалах різних заводів, та, навіть, у відвалі одного комбінату, відрізняється за зовнішнім виглядом, складом, будовою, фізичним та механічним властивостями. З часом під дією вологи і вуглекислоти відбуваються тривалі фізичні та хімічні процеси вапняного і залізного розпаду.

За даними Г. М. Каненко, А. Г. Злобина на металургійних підприємствах України накопичено 240 млн т шлаків, 128 млн т з яких є сталеплавильні [5].

Дослідження С. В. Арестова, Т. П. Галушкіна показують, що шлаковий щебінь в 1,5–2 рази дешевше природного і потребує в 4,5 рази менше питомих капітальних вкладень. Авторами розраховано нормативно-технічні характеристики для основних українських шлаків, які для доменних і гранульованих доменних в 1,5–2,0 рази вищі за нормативні показники на продукцію із природних кам'яних матеріалів. Важливим фактором, який стимулює використання шлаків, є постійне загострення енергетичної кризи, так як виробництво продукції із вторинних матеріалів потребує в 2–4 рази менше енергії, ніж для виробництва рівноцінної продукції із природної сировини [6].

Перше місце за обсягом та значенням для дорожньо-будівельної галузі належить доменним шлакам, отриманим як побічний продукт при виплавці чавуну із залізних руд. Його особливістю є неоднорідність за розмірами, фізико-хімічними властивостями та міцністю, що спричинило недовіру до цього матеріалу і обмежувало його застосування.

Хімічний склад металургійних шлаків та їх фізичні властивості дозволяють застосувати шлаки як компонент для виробництва будівельних матеріалів (шлакобетону і цементу) в дорожньому будівництві [7]. Використання шлакових матеріалів є найбільш технічно та економічно вигідними для використання в будь-яких будівельно-ремонтних роботах при будівництві автомобільних доріг. Щебінь та суміші з МШ застосовують в шарах дорожнього одягу, при укріпленні узбіччя, влаштуванні шорстких поверхневих обробок покриттів та приготуванні асфальтобетонних сумішей [8, 13, 15].

У більшості країн світу, як вже зазначалось, доменні шлаки переважно переробляють на щебінь [9].

У результаті діяльності теплоелектростанцій (ТЕС) утворюється значна кількість великотонажних відходів — золошлакових матеріалів (ЗШМ). Зола-винесення суха —

тонкодисперсний матеріал, розміром часток від мікрона до 0,315 мм. Це вторинний продукт, що залишається після згоряння вугілля на тепловій електростанції і у пиловидному стані вловлюється фільтрами.



Рисунок 4 — Зразки шлаку чорної металургії

Використання золи-винесення

В Україні утворюється близько 7,5 млн т золошлакових відходів на рік. На золовідвалах ТЕС ДТЕК накопичено 240 млн т золошлаків.

Золошлакові відвали займають тисячі гектарів земель, придатних для використання в сільському господарстві. Ними забруднюються ґрунти, поверхневі, підземні води й особливо повітряний басейн.

В європейських країнах відсоток утилізації золошлакових відходів становить близько 92 %, у США — 41%, Індії — 50 %, Китаї — 65 %. Показник, якого вдалося досягти Україні на одній зі станцій — 43 %. Із застосуванням золошлакових матеріалів, у нашій країні уже освоєно виробництво цементу, бетону, сухих будівельних сумішей, цегли.

Використання золошлакових відходів значно знижує собівартість виробництва будматеріалів — не менше ніж на (15–20) %, а вартість робіт з будівництва доріг — у середньому, на 30 %. У світовій практиці золошлакові відходи використовували при будівництві швидкісної дороги Ейзенхауер у Чикаго, вежі Пікассо в Мадриді, найдовшого мосту в Данії, а також у бетоні при будівництві самого високого будови в світі — Burj Dubai в Дубаї.

У статті [11] досліджено можливість використання матеріалу в дорожньому покритті та проаналізовано оцінку впливу на навколишнє середовище. Тому разом з визначенням фізико-механічних властивостей дуже важливо враховувати екологічні аспекти.



Рисунок 5 — Зразок золи-винесення, підготовлений до випробування

Висновки

Відходи промисловості завдають шкоди здоров'ю населення, займають величезні площі, забруднюють токсичними з'єднаннями ґрунти, атмосферу та водойми, підвищують собівартість готової продукції підприємств через значні витрати на їх транспортування, розміщення та зберігання [12].

Виробнича діяльність підприємств вугільної та металургійної промисловості негативно впливає на довкілля регіонів і поширюється на суміжні з ними території, що призводить до порушення природно екологічного балансу. Окрім ґрунтів, що знаходяться безпосередньо під відвалами металургійної промисловості, під токсичний вплив підпадають території в радіусі 200 км від місця захоронення металургійних відходів [10, 14].

Але при утилізації відходів промисловості можна вирішити одразу дві взаємозв'язані задачі: попередження негативного впливу на навколишнє середовище та забезпечення будівельної промисловості матеріалами вторинної сировини. Враховуючи всі переваги, використання відходів виробництва в будівництві дорожнього одягу та земляного полотна автомобільних доріг сприятиме вирішенню наступних задач:

- збереження природних ресурсів;
- утилізація відходів виробництва;
- зниження вартості будівництва, реконструкції, капітального чи поточного середнього ремонту.

Хоча в таких країнах як Польща, Японія, Китай, США, Чехія, Франція, Англія, Італія вже давно застосовують відходи промисловості. В Україні спостерігається поступове зростання використання металургійних шлаків та золи-винесення в дорожніх роботах. Цьому також сприяє розпорядження Кабінету Міністрів України «Про застосування відходів промисловості в дорожньому будівництві» від 04.12.19 №1420-р.

Список літератури

1. Новицький І.Ю., Перов М.О., Макортецький М.М. Оцінка впливу підприємств вугільної промисловості на довкілля. *Проблеми загальної енергетики*. 2019. Вип. 1. С. 59-63. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PZE_2019_1_11 (дата звернення: 27.07.2020).
2. Сургай Н.С., Вовк Г.Т. Экологическое положение в угольных регионах и пути решения природоохранных проблем : доклад на семинаре «Экологическая безопасность объектов ТЭК». 2003. С.39-44.

3. Макарова В.Н. Влияние отвалов металлургического производства на состояние атмосферного воздуха. *Территория новых возможностей*. Владивосток, 2020. Т. 12. № 1. С. 115-120. DOI: [dx.doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2020-1/115-120](https://doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2020-1/115-120) (дата звернення: 27.07.2020).
4. Крюковська Л.І. До еколого-економічної оцінки заміни природних матеріалів металургійними шлаками при будівництві доріг. *Вісник Національного транспортного університету*. Київ, 2013. Вип. 27. С. 359-364. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILE=&S21STR=Vntu_2013_27_54 (дата звернення: 27.07.2020).
5. Каненко Г. М., Злобин А. Г. и др. Использование отходов металлургических предприятий в строительной индустрии. *Экология и промышленность*. Харьков, 2005. Вып. 1 (2). С. 41.
6. Арестов С. В., Галушкина Т. П. Основные направления современных экономических механизмов природопользования в Украине. *Экономические инновации*. Одесса, 1998. С. 23-30.
7. Крюковська Л. І., Скорченко В. Ф. Методи дослідження технічних характеристик шлаків для дорожнього будівництва. *Праці міжнародної науково-технічної конференції «Екологія промислових підприємств. Проблема утилізації відходів»* (13-17 вересня 2004 р., м. Ялта). Київ, 2004. 116 с.
8. ДСТУ Б В.2.7-149:2008 Будівельні матеріали. Щебінь і щебенево-піщані суміші із шлаків металургійних для дорожніх робіт. Технічні умови. Київ, 2009. 18 с. (Інформація та документація).
9. Рекус И.Г., Шорина О.С. Основы экологии и рационального природопользования : учеб. пособ. Москва, 2001. 146 с.
10. Романов П.С., Романова И.П. Рециклинг отходов металлургической промышленности как способ сбережения природных ресурсов и снижения экологической напряженности. *Синергия*. Воронеж, 2016. № 2.
11. Forteza R., Far M., Seguí C., Cerdá V. Characterization of bottom ash in municipal solid waste incinerators for its use in road base. *Waste Management*. 2004. Vol. 24 (9). P. 899-909. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2004.07.004> (дата звернення: 27.07.2020).
12. Susanna Olssona, Erik Kärrmanb and Jon Petter Gustafssona, Environmental systems analysis of the use of bottom ash from incineration of municipal waste for road construction. *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 48, Iss. 1. 2006. P. 26-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2005.11.004> (дата звернення: 27.07.2020).
13. Rashad A.M., Sadek D.M., Hassan, H.A. An investigation on blast-furnace slag as fine aggregate in alkali-activated slag mortars subjected to elevated temperatures. *Journal of Cleaner Production*. 2016, 112. P. 1086-1096. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.127> (дата звернення: 27.07.2020).
14. Paldyna J., Krasnodebska-Ostrega B., Kregielewska K., Kowalska J., Jedynek L., Golimowski J., Grobelski T., Farbiszewska-Kiczma J., Farbiszewska T. The assessment of environmental pollution caused by mining and metallurgy wastes from highly polluted post-industrial regions in Southern Poland. *Environmental Earth Sciences*. Germany, 2013. 68. P. 439-450. DOI: 10.1007/s12665-012-1750-8 (дата звернення: 28.07.2020).

References

1. Novytskyi I.Yu., Petrov M.O., Makortetskyi M.M. Otsinka vplyvu pidpriemstv vuhilnoi promyslovosti na dovkillia (Assessment of the impact of coal industry enterprises on the

environment). *Problemi zagal'noi energetiki*. Kyiv, 2019. 1 (56). P. 59-63. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PZE_2019_1_11 (Last accessed: 28.07.2020) [in Ukrainian].

2. Surhai H.S., Vovk H.T. Ekologicheskoye polozheniye v ugolnykh regionakh i puti resheniya prirodookhrannykh problem (Environmental situation in coal regions and ways of solving environmental problems) : report at the seminar «Environmental safety of Fuel and Energy Complex facilities». 2003. P. 39-44 [in Russian].

3. Makarova V.N. Vliyaniye otvalov metallurgicheskogo proizvodstva na sostoyaniye atmosfernogo vozdukha (The influence to dumps of metallurgical production of on the state of air). *Territoriâ novykh vozmozhnostej*. Vladivostok, 2020. T. 12, N 1. P. 115–120. DOI: [dx.doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2020-1/115-120](https://doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2020-1/115-120) (Last accessed: 27.07.2020) [in Russian].

4. Kriukovska L.I. Do ekoloho-ekonomichnoi otsinky zaminy pryrodnikh materialiv metalurhiiny my shlakamy pry budivnytstvi dorih (The ecological and economic evaluation of the substitution of natural materials, and metallurgical slag for road construction). *Vіsник (Nacіonal'nij transportnij unіversitet)*. Kyiv, 2013. Iss. 27. P. 359-364. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILE=&S21STR=Vntu_2013_27_54 (Last accessed: 27.07.2020) [in Ukrainian].

5. Каненко Г. М., Злобин А. Г. и др. Ispolzovaniye otkhodov metallurgicheskikh predpriyatiy v stroitel'noy industrii (Using of metallurgical waste in the construction industry). *Ekologiya i promyshlennost'*. Kharkov, 2005. Vol. 1 (2). P. 41 [in Russian].

6. Arestov S.V., Galushkina T.P. Osnovnyye napravleniya sovremennykh ekonomicheskikh mekhanizmov prirodopolzovaniya v Ukraine (Main directions of modern economic mechanisms of nature management in Ukraine). *Ekonomicheskiiye innovatsii*. Odessa, 1998. Vol. 2. P. 23-30 [in Russian].

7. Kriukovska L. I., Skorchenko V. F. Metody doslidzhennia tekhnichnykh kharakterystyk shlakiv dlia dorozhnoho budivnytstva. Pratsi mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii «Ekologiya promyshlennykh predpriyatiy. Problema utilizatsii otkhodov» (Methods of research of technical characteristics of slags for road construction. Proceedings of the international scientific and technical conference «Ecology of industrial enterprises. The problem of waste disposal»). Yalta 2004. 116 p. [in Ukrainian].

8. DSTU B V.2.7-149:2008 Budivelni materialy. Shchebin i shchebenevo-pishchani sumishi iz shlakiv metalurhiinykh dlia dorozhnykh robit. Tekhnichni umovy (State Standard of Ukraine (DSTU B V.2.7-149:2008) Building materials Crushed stone and crashed stone-sand mixes from slags metallurgical for road building works Specifications). Kyiv, 2009. 18 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

9. Rekus I. G., Shorina O. S. Osnovy ekologii i ratsional'nogo prirodopolzovaniya (Basics of ecology and rational nature management) : Tutorial. Moscow, 2001. 146 p. [in Russian].

10. Romanov P.S., Romanova S.P. Retsikling otkhodov metallurgicheskoy promyshlennosti kak sposob sberezheniya prirodnykh resursov i snizheniya ekologicheskoy napryazhennosti (Recycling of metallurgical waste as a way to save natural resources and reduce environmental tensions). *Sinergiâ*. Voronezh, 2016. N 2 [in Russian].

11. Forteza R., Far M., Seguí C., Cerdá V. Characterization of bottom ash in municipal solid waste incinerators for its use in road base. *Waste Management*. 2004. Vol. 24 (9). P. 899- 909. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2004.07.004> (Last accessed: 27.07.2020) [in English].

12. Susanna Olsson, Erik Kärrman and Jon Petter Gustafsson, Environmental systems analysis of the use of bottom ash from incineration of municipal waste for road construction. *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 48, Iss. 1. 2006. P. 26-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2005.11.004> (Last accessed: 27.07.2020) [in English].

13. Rashad A.M., Sadek D.M., Hassan, H.A. An investigation on blast-furnace slag as fine

aggregate in alkali-activated slag mortars subjected to elevated temperatures. *Journal of Cleaner Production*. 2016, 112. P. 1086 – 1096. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.127> (Last accessed: 27.07.2020) [in English].

14. Paldyna J., Krasnodebska-Ostrega B., Kregielewska K., Kowalska J., Jedynek L., Golimowski J., Grobelski T., Farbiszewska-Kiczma J., Farbiszewska T. The assessment of environmental pollution caused by mining and metallurgy wastes from highly polluted post-industrial regions in Southern Poland. *Environmental Earth Sciences*. Germany, 2013. Vol. 68. P. 439-450. DOI: 10.1007/s12665-012-1750-8 (Last accessed: 28.07.2020) [in English].

Olha Mykolaïenko, <https://orcid.org/0000-0001-9732-1684>

Tetiana Lozova, <https://orcid.org/0000-0002-6615-5932>

M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine

PROSPECTS OF USING THE INDUSTRIAL WASTE IN CONSTRUCTIVE LAYERS OF ROAD PAVEMENT

Abstract

Introduction. Growing volumes of road construction increase the need for expanding and rationally using the raw materials. In the pavement design, layers of the base have the biggest thickness. Therefore, their arrangement is associated with high consumption of building materials. At the same time, the base layers work in more favorable conditions compared to pavement, which allows the widespread using the local materials and industrial waste for their construction. A feature of road construction is the consumption of significant amounts of mineral resources, mainly products of the lithosphere: monolithic and debris rocks, sand, granite, gravel. These materials are non-renewable natural resources. The lack of such materials in the construction area makes it necessary to transport them on long distances, which increases the cost of construction and leads to significant energy costs, especially — fuels and lubricants.

An alternative solution of this problem is the use of local materials and industrial waste.

Problem Statement. In the conditions of development of the diversified industry of Ukraine, and especially extraction of minerals, the environment suffers considerable technogenic loadings. Over the last two centuries, a huge amount of industrial waste has been accumulated, occupying hectares of fertile land and negatively affecting the environment.

Also today the issue of using exhaustible natural resources is acute. The use of industrial waste as a secondary raw material can reduce the consumption of natural building materials and becomes increasingly relevant.

Purpose. The purpose of the study is to analyze the world and domestic experience of using the industrial waste in road construction.

Materials and methods. Analysis of informational sources on the experience of using the industrial waste in road construction abroad and study the possibility to use industrial waste in domestic road construction.

Results. Based on the results of the analysis, the feasibility of using the industrial waste as a secondary raw material for its application in road construction was determined and described.

Conclusions. The main ways of application of industrial waste in road construction are offered. Prospects for the use of industrial waste in road construction are indicated.

Keywords: construction waste, waste from the coal industry, fly ash, slag.