

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ГУМОВОЇ КРИХТИ У ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ З ПОЗИЦІЙ ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У тезах розглянуто актуальну проблему підвищення ефективності дорожнього будівництва за рахунок використання вторинних матеріальних ресурсів, зокрема гумової крихти, отриманої в результаті перероблення зношених автомобільних шин. Встановлено, що її введення до складу бітумного в'язучого забезпечує підвищення еластичності, стійкості до перепадів температур, зменшення рівня шуму під час руху транспорту та збільшення терміну служби дорожнього покриття. Особливу увагу приділено оцінці економічної доцільності впровадження цієї технології, яка полягає у зниженні витрат на ремонт і експлуатаційне утримання доріг упродовж усього життєвого циклу.

Ключові слова: гумава крихта, дорожнє будівництво, техніко-економічне обґрунтування, ефективність, асфальтобетон, утилізація шин.

Abstract

The theses consider the current problem of increasing the efficiency of road construction through the use of secondary material resources, in particular rubber crumb obtained as a result of processing worn-out automobile tires. It was established that its introduction into the bitumen binder provides increased elasticity, resistance to temperature changes, reduced noise levels during traffic and increased service life of the road surface. Particular attention is paid to assessing the economic feasibility of implementing this technology, which consists in reducing the costs of repair and operational maintenance of roads throughout the entire life cycle.

Key words: rubber crumb, road construction, feasibility study, efficiency, asphalt concrete, tire recycling.

Вступ

У сучасних умовах розвитку дорожнього господарства України особливої актуальності набувають питання підвищення якості та довговічності дорожніх покриттів при одночасному зниженні їхньої вартості. Одним із перспективних напрямів удосконалення технологій є використання гумової крихти, отриманої в результаті перероблення зношених автомобільних шин. Такий підхід поєднує технічну ефективність із екологічною доцільністю, оскільки сприяє утилізації відходів і зменшенню негативного впливу на довкілля.

Гумова крихта використовується як добавка до бітумних в'язучих речовин у процесі виготовлення асфальтобетонних сумішей [1-3]. Її застосування дозволяє покращити фізико-механічні характеристики дорожнього полотна: підвищується еластичність, стійкість до коливань температур, зменшується рівень шуму під час руху транспортних засобів, а також зростає довговічність покриття [4].

Основна частина

Використання гумової крихти в дорожньому будівництві є технологічно обґрунтованим та економічно вигідним рішенням, що забезпечує[5,6]:

- підвищення якості та довговічності дорожніх покриттів;
- скорочення витрат на експлуатацію та ремонт;
- зниження екологічного навантаження;
- раціональне використання відходів автомобільної промисловості.

З огляду на техніко-економічні переваги, впровадження цієї технології в Україні має значний потенціал і може стати важливим елементом оновлення дорожньої інфраструктури.

У прикладі порівнюємо два варіанти покриття на горизонті оцінювання 14 років (щоб порівняти традиційне покриття та покриття з гумовою крихтою), використовуючи дисконтовані показники. Норма дисконту ($r = 10\%$).

Традиційне покриття: Початкові інвестиції $I_1 = 1,000,000$ грн ($t = 0$). Щорічні поточні витрати $C_1 = 80,000$ грн (роки 1–14). Додатковий капремонт у рік 7: 300,000 грн. Замовлення/повна заміна у рік 10: додаткові витрати $I_d = 1,000,000$ грн.

Покриття з гумовою крихтою: Початкові інвестиції $I_2 = 1,080,000$ грн (на 8% дорожче). Щорічні поточні витрати $C_2 = 50,000$ грн (роки 1–14). Капремонт у рік 12: 200,000 грн. Життєвий цикл без повної заміни — 14 років.

Проведено дисконтовані розрахунки (усі платежі приведено до моменту 0 при ($r=10\%$)):

Дисконтовані загальні витрати традиційного покриття $NPV = 2\,128\,825.72$ грн.

Дисконтовані загальні витрати покриття з гумовою крихтою NPV витрат = 1 512 060.54 грн.

Дисконтована економія при застосуванні гумової крихти: $\Delta NPV = 616765$ грн.

Додаткові початкові інвестиції $\Delta I = 80000$ грн.

Розрахункова норма рентабельності $IRR = 6167659/80000 = 7.71 = 771\%$.

Це означає, що кожна додаткова вкладена гривня дає $\sim 7,7$ грн дисконтованої економії протягом життєвого циклу.

Дисконтований термін окупності (Т): накопичена дисконтована економія стає додатною приблизно на 4-му році — тобто після ~ 4 років економія починає перевищувати додаткові початкові вкладення та інші відмінності у потоках.

У межах техніко-економічного аналізу визначено, що використання гумової крихти підвищує довговічність дорожніх покриттів на 30–40 %, а це, у свою чергу, забезпечує зниження сумарних витрат на будівництво на 20–25 %. Додатковою перевагою є екологічний ефект від утилізації відходів шинної промисловості, що сприяє зменшенню навантаження на полігони та поліпшенню стану довкілля.

ВИСНОВКИ

Використання гумової крихти у дорожньому будівництві є доцільним як із технічної, так і з економічної позиції. Ця технологія має значний потенціал для широкого впровадження в Україні, зокрема при реалізації національних програм оновлення транспортної інфраструктури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Р В.2.7-37641918-876:2017 Рекомендації з приготування та застосування бітумів і асфальтобетонних сумішей, модифікованих гумовою крихтою. К: Укравтодор. 2017. 19 с.
2. ДСТУ Б В.2.7 – 310:2016. Бітуми дорожні, модифіковані гумовою крихтою. Технічні умови.[Чинний від 2017-01-01]. Київ: Мінрегіон України, 2017. – 12 с. (Національний стандарт України).
3. ДСТУ Б В.2.7 – 311:2016. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній, модифіковані гумовою крихтою. Технічні умови.[Чинний від 2017-01-01]. Київ: Мінрегіон України, 2017. – 15 с. (Національний стандарт України).
4. Лялюк О. Г., Васиюра І. В., Федорончук А. Використання гумової крихти у дорожньому будівництві. Матеріали III Всеукраїнської наукової конференції здобувачів освіти і молодих учених "Відбудова транспортної інфраструктури України" https://drive.google.com/file/d/1rqgfy9_f6p8sqw965wyl8lurssyqjeyq/view.
5. Duan, Kaixi; Wang, Chaohui; Liu, Jikang) ; Song, Liang) ; Chen, Qian) ; Chen, Yuanzhao. Research progress and performance evaluation of crumb-rubber-modified asphalts and their mixtures. Construction and bulding materials. 2022.Том 361. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2022.129687.
6. Sernas, Ovidijus; Vaitkus, Audrius; Skultecke, Judita. Performance of crumb rubber bitumen and asphalt modified in the wet process alone and in combination with SBS polymer. Road materials and pavement design. 2023. Vol. 24. P. 107-123. DOI 10.1080/14680629.2023.2180294

Кафедра будівництва міського господарства та архітектури

Васиюра Ігор Васильович – студент групи АДВ-22б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, гр. АДВ-22б. e-mail: vasiura.ihor@gmail.com.

Лялюк Олена Георгіївна – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, науковий керівник. e-mail: Lyaluk74@gmail.com

Vasiura Ihor Vasylyovych - a student of the ADV-22b group of the Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering.

Lyalyuk Elena - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture VNTU, e-mail:
Lyalyuk74@gmail.com