

ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО КРИТЕРІЮ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ В КОНСТРУКЦІЇ АЛЬТЕРНАТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ

Крюковська Л.І.

В статті розроблено інтегральний критерій оцінки якості дорожнього одягу, який враховує функціональні, технологічні та еколого-економічні властивості дорожнього одягу при використанні в конструкції альтернативних матеріалів.

In the article the integral criterion for the quality of road surface has been developed. It takes into account the functional, technological, ecological and economic properties of pavement using alternative materials in construction.

Постановка проблеми. Сьогодні питання доцільності використання промислових відходів, зони їх розповсюдження, запаси та специфічні властивості досліджені ще не в повній мірі. Недостатньо обґрунтоване їх раціональне використання в конструкціях дорожніх одягів. Більшість промислових відходів не мають достатньо обґрунтованих і перевірених на практиці методів оцінки їх якості, тому і виникають сумніви в надійності споруджених із них конструктивних шарів. Тому при використанні різних за якістю і властивостями промислових відходів слід враховувати різні складні фізико-хімічні процеси, які відбуваються в дорожньому одязі в період його експлуатації (водонасичення, зміна температури, коливання навантажень та деформацій та ін.) [1].

Заміна природних дорожньо-будівельних матеріалів відходами або побічними продуктами промисловості сприятиме впровадженню ресурсозберігаючих технологій та зниженню вартості дорожнього будівництва.

В роботі [2] досліджувались властивості гранітного щебеню та доведено, що при його використанні в шарі основи дорожнього одягу з часом відбувається явище зношування, яке негативно впливає на стійкість і міцність конструкції в цілому. Альтернативою гранітному щебеню може бути щебінь з шлаку металургійного, який на відміну від гранітного з часом набирає міцність. Результати досліджень показали, що пікове значення міцності шлаку в конструктивному шарі дорожнього одягу досягається на 5-й рік експлуатації автомобільної дороги.

Починаючи з середини ХХ століття науковцями здійснений широкий спектр досліджень та запропоновані методи щодо раціонального використання у дорожньому будівництві металургійних шлаків як місцевих будівельних матеріалів. 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 металургійних шлаків застосовують в шарах дорожніх одягів, при укріпленні узбіч, влаштуванні шорстких поверхневих обробок покриттів та приготуванні асфальтобетонних сумішей [3].

Основні функціональні, технологічні та еколого-економічні критерії властивостей дорожнього одягу з використанням альтернативних дорожньо-будівельних матеріалів та методика їх визначення були розроблені в роботі [5]. Але оцінювання техніко-експлуатаційних показників дорожнього одягу повинно проводитись з використанням методів математичного моделювання за інтегральним критерієм, який об'єднує окремі критерії з врахуванням вагомості тих чи інших властивостей.

Метою роботи є розробка інтегрального критерію оцінки дорожнього одягу, який враховує функціональні, технологічні та еколого-економічні властивості дорожнього одягу при використанні в конструкції альтернативних матеріалів.

Основна частина. Для оцінки якості конструкції дорожнього одягу, як правило, розглядається не один, а ціла сукупність окремих критеріїв $\{k_i\}$, що утворюють векторні критерії $K = \{K_1, K_2, \dots, K_i\}$. Векторні критерії K зводяться до різних групових та інтегральних скалярних критеріїв.

Для оцінки рівня якості дорожнього одягу з використанням альтернативних матеріалів, необхідні найбільш інформативні критерії, що здатні порівняти велику кількість можливих схем конструкцій дорожнього одягу різного призначення. При цьому ці критерії повинні бути універсальними для порівняння різних схем конструкцій дорожнього одягу, а також для оцінки відповідності дорожнього одягу сучасним вимогам.

З цією метою об'єднаємо часткові критерії окремих властивостей в групові, а групові, в свою чергу, – в інтегральний критерій, що призначений оцінити рівень якості дорожнього одягу.

Цей підхід прийнятний для вибору того чи іншого варіанту конструкції дорожнього одягу з використанням альтернативних матеріалів у визначених умовах.

В першому наближенні рівень якості досліджуваної конструкції при порівнянні з базовим об'єктом можна оцінити за сукупністю показників:

$$\bar{\chi} = \|\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n\|, \quad n = 5 \dots 50,$$

та внаслідок попарного порівняння значень вимірювачів одиночних показників базового (Б) та об'єкту, що розглядається, (А) у вигляді:

$$\begin{cases} \bar{\chi}_A > \bar{\chi}_B & (\text{перевищує базовий}) \\ \bar{\chi}_A = \bar{\chi}_B & (\text{відповідає базовому}) \\ \bar{\chi}_A < \bar{\chi}_B & (\text{поступається базовому}) \end{cases}$$

при $\bar{\chi}_A \leq \bar{\chi}_0$, де $\bar{\chi}_0$ - вектор обмежень.

Припускається, що всі значення вимірювачів одиночних показників, що розглядаються, обмежені зверху і знизу:

$$[\chi_i^{\bar{d}}] < \bar{\chi}_i \leq \bar{\chi}_0, \quad i = \bar{1}, \bar{n}.$$

Тут $[\chi_i^{\bar{d}}]$ - вектор значень вимірювачів одиночних показників, що наведені в нормативно-технічній документації.

Обмеження зверху пов'язано як з технічними можливостями, так і з економічною доцільністю. Обмеження знизу пов'язано з тим, що показники об'єкту, що розглядається, повинні задовольняти діючим стандартам та вимогам.

Однак при одночасному порівнянні значень критеріїв більше 10 рівень якості дорожнього одягу, як правило, складно охарактеризувати за наведеним вище виразом, як такий, що перевищує базовий або поступається базовому. Тому для описання переваг необхідно використовувати цільову функцію $\Phi[\vartheta(A_i)]$, який визначає порядок надання переваги та характеризує шуканий інтегральний критерій [5, 6].

Ця функція надає у відповідності кожному значенню χ деяке дійсне число $\vartheta(\chi)$. Причому χ переважне за χ' тільки тоді, коли $\vartheta(\chi) > \vartheta(\chi')$, а χ рівноцінне χ' тільки в тому випадку, коли $\vartheta(\chi) = \vartheta(\chi')$.

Якщо функція адаптивна, то для $i = \bar{1}, \dots, n$ ($n > 3$) одиночних показників цільову функцію для оцінки конструкції ДО можна представити у вигляді:

$$\vartheta(\chi_1, \dots, \chi_n) = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot \vartheta_i(\chi),$$

де ϑ_i - часткові функції взаємодії, що виражаються значеннями в безрозмірному вигляді;

γ_i - вагові коефіцієнти, що характеризують цінносні відношення між вимірниками та задовольняють умові:

$$\sum_{i=1}^n \gamma_i = 1.$$

В залежності від направленості вектора пріоритетів при виборі конструкції дорожнього одягу цільова функція j -ї конструкції буде вважатися більш переважною, якщо:

$$\Phi_j = \Phi[\vartheta(A_j)] = \left[\sum_{i=1}^n \vartheta_i(x_{ij}) \right]_{j \in J} \rightarrow \max,$$

де j - варіант конструкції дорожнього одягу; n - номер вимірника.

Задача ідентифікації функції Φ_j та кількісної оцінки її значень розділяються на окремі частини, для яких знаходяться часткові рішення, які потім синтезуються, індексуються та аналізуються.

Найбільш розповсюдженим є метод експертних оцінок, у відповідності з яким кожен експерт виконує упорядкування часткових цілей або вимірників у відповідності з встановленою головною ціллю. Перший за важливістю вимірник одиночного показника отримує відповідний ранг r_i і так далі. Кожному вимірнику в ранжированому ряді присвоюється кількісна оцінка a_i (бали, очки).

Ступінь погодження результатів експертизи при ранжуванні визначається коефіцієнтом конкордації W з перевіркою його значимості по χ^2 .

Для відносної оцінки значень вимірників однойменних показників будь-якої досліджуваної конструкції дорожнього одягу використовується метод рівневих коефіцієнтів, який базується на припущенні, що в процесі розробки конструкції об'єкту, що розглядається, значення вимірників технічних показників прагнуть наблизитися до еталонних (оптимальних, екстремальних та таке інше).

В результаті порівняння достатньо суттєвої сукупності варіантів досліджуваних конструкцій дорожнього одягу середнє значення наближення значення вимірника до відповідного еталону для найбільш значущих показників буде більшим, ніж для менш значущих [6]. Тобто суть методу

полягає у визначенні взаємного зв'язку кожного відносного значення вимірника, що розглядається, з усіма іншими.

З використанням наведених методів визначено групові та інтегральний критерій оцінки функціональних, технологічних та еколого-економічних властивостей конструкцій дорожнього одягу, коефіцієнти вагомості часткових критеріїв і сформовано узагальнену цільову функцію (інтегральний критерій), що дозволяє провести їх порівняльну оцінку.

Групові критерії мають вигляд:

- для функціональних властивостей:
$$K_F = \sum_{i=1}^m \alpha_i \frac{f_{iB}}{f_i};$$

- для технологічних властивостей:
$$K_T = \sum_{i=1}^n \beta_i \frac{t_{iB}}{t_i};$$

- для еколого-економічних властивостей:
$$K_E = \sum_{i=1}^k \gamma_i \frac{e_{iB}}{e_i}$$

де f_{iB} , t_{iB} , e_{iB} - базові критерії функціональних, технологічних та еколого-економічних властивостей i -ї конструкції дорожнього одягу;

f_i , t_i , e_i - дійсні критерії функціональних, технологічних та еколого-економічних властивостей i -ї конструкції дорожнього одягу з використанням альтернативних матеріалів;

$\alpha_i, \beta_j, \gamma_i$ - коефіцієнти вагомості відповідно функціональних, технологічних та еколого-економічних властивостей ($\sum \alpha_i = 1, \sum \beta_i = 1, \sum \gamma_i = 1$);

Як базові можуть виступати критерії функціональних, технологічних та еколого-економічних властивостей стандартної конструкції нежорсткого дорожнього одягу.

Об'єднання групових критеріїв в інтегральний критерій здійснюється наступним чином:

$$K_I = \varphi_1 K_F + \varphi_2 K_T + \varphi_3 K_E;$$

де φ_1, φ_2 - коефіцієнти вагомості групових критеріїв ($\sum \varphi_i = 1$).

За своїм змістом інтегральний критерій демонструє, наскільки та чи інша конструкція дорожнього одягу з використанням альтернативного матеріалу змінює показники в порівнянні з базовим варіантом, коли всі показники

дорівнюють базовим (чи бажаним) значенням. В цьому випадку $K_7=1$. На практиці цього досягти неможливо, оскільки, в загальному випадку, реалізація будь-якої зміни в конструкції дорожнього одягу призводить до неоднозначного впливу на значення окремих та групових вимірювачів функціональних, технологічних та еколого-економічних властивостей.

Висновок. Розроблено інтегральний критерій оцінки дорожнього одягу, який враховує функціональні, технологічні та еколого-економічні властивості дорожнього одягу при використанні в конструкції альтернативних матеріалів та дозволяє виконати порівняльну оцінку конструкцій з традиційних та альтернативних дорожньо-будівельних матеріалів.

Література

1. Дорожные одежды из местных материалов. Под ред. А.К. Славуцкого. Изд. 2-е, перераб. и доп. М. «Транспорт», 1977. 264 с.
2. Иваница И.В. Исследование работы щебеночных слоїв нежестких дорожных одежд. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – К.: КАДИ, 1972.
3. ДСТУ Б В.2.7-149:2008 Будівельні матеріали. Щебінь і щебенево-піщані суміші із шлаків металургійних для дорожніх робіт. Технічні умови.
4. До оцінювання властивостей дорожнього одягу з використанням в конструкції альтернативних матеріалів // Крюковська Л.І. // Вісник НТУ. – 2010. – № 20. – С. 233-237.
5. Кини Р. Размещение энергетических объектов: выбор решений. Пер. с англ. – М.: Энергоиздат, 1983. – 320 с.
6. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.