

## СИСТЕМАТИЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЙ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ НЕЖОРСТКОГО ТИПУ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Хрутьба В.О., кандидат технічних наук  
Крюковська Л.І.*

*В статті виконано систематизацію конструкцій дорожнього одягу нежорсткого типу з шарами основи із доменних шлаків. З використанням морфологічної матриці було сформовано конструкції дорожнього одягу, які характерні для різних технічних категорій доріг.*

*In the article systematization of constructions of road clothing of non-rigid type with the layers of basis from domain slags is executed. With the use of morphological matrix the constructions of road clothing for the different technical categories of roads were formed.*

**Постановка проблеми.** Мережа автомобільних шляхів є невід'ємною складовою частиною автомобільно-дорожнього комплексу України. Розвиток автомобільних доріг є показником, який характеризує економічний стан країни [1].

Інтенсивні темпи дорожнього будівництва потребують пошуку альтернативних заміників природних будівельних матеріалів, такими можуть бути окремі види промислових відходів, зокрема, відходи гірничорудної промисловості, відходи кам'яних кар'єрів, цементогрунти, золи ТЕС, золошлаки та ін., наприклад, металургійні шлаки, які є відходами розвинутого в Україні металургійного виробництва. Шлакові матеріали в порівнянні з гранітним щебенем мають значні переваги. Якщо гранітний щебінь, як конструктивний шар дорожнього одягу, має здатність з кожним роком експлуатації автомобільної дороги знижувати міцність, то шлаки протягом перших п'яти років повільно твердіють і набирають міцність [2].

Отже, для ефективного використання доменних шлаків при будівництві автомобільних доріг потрібно виконати аналіз досвіду використання доменних шлаків у дорожньому будівництві та виконати систематизацію конструкцій дорожнього одягу різних технічних категорій доріг.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Методологічна специфіка системного підходу полягає в тому, що метою дослідження є вивчення закономірностей і механізмів утворення складного об'єкта з певних складових. При цьому особлива увага звертається на різноманіття внутрішніх і зовнішніх зв'язків системи, на процес (процедуру) об'єднання основних понять у єдину теоретичну картину, що дає змогу виявити сутність цілісності системи [3].

Ідеї системного підходу успішно застосовували в дослідженнях об'єктів дорожнього будівництва такі вчені, як Гавриленко С.В., Проник Ю.Д., Бабенко О., Франчук І.І., Халай Т.О. Однак в попередніх дослідженнях не використовувався підхід, який побудований на представленні досліджуваної системи в системних об'єктах, виділенні основних процесів системи, визначенні основних функціональних елементів, зворотних зв'язків як параметрів управління процесами та зв'язків з середовищем.

**Формування цілей статті.** Метою роботи є систематизація конструкцій дорожнього одягу за морфологічними ознаками основних функціональних елементів. Для досягнення цієї мети були поставлені наступні задачі:

- побудувати структурний граф дорожнього одягу;
- сформувати морфологічну матрицю конструкцій дорожнього одягу за основними функціональними елементами;
- провести систематизацію конструкцій дорожнього одягу за морфологічними ознаками матеріалів (традиційних та альтернативних) основи.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** В системних дослідженнях важливо виділити досліджувану систему із середовища як сукупність елементів, що утворюють цілісність і визначеним способом пов'язані між собою, та виявити зв'язки і відношення, які є як всередині системи, так і в її взаємовідношеннях із зовнішнім оточенням [4]. Складність і велика кількість елементів, зв'язків і відношень обумовлює ієрархічну будову системи – упорядковану послідовність її різних компонентів і рівнів взаємозв'язку між ними.

Системні дослідження передбачають наявність завдань, що ставляться перед системою для досягнення мети, та у відповідності до яких проводиться відбір елементів і відношень між ними, які необхідно врахувати при вирішенні поставлених завдань.

Використовуючи метод морфологічного (структурного) аналізу [5,6], можна сформувати можливі конструкції дорожнього одягу за функціональними елементами: підстилаючий шар, основа, і покриття.

Суть методу полягає в тому, що в даній технічній системі виділяють декілька характерних для її основних функціональних елементів морфологічних ознак, за кожною з яких складають максимально повний перелік різних конкретних варіантів (альтернатив) технічного вираження цих ознак. Кожна ознака характеризує особливості конструкції, спосіб утворення, функцію, режим роботи (або стан) технічної системи, форму взаємодії елементів, від яких залежить вирішення завдання і досягнення основної мети функціонування системи.

Ознаки з їх альтернативами розташовують у вигляді таблиці, яка називається морфологічною матрицею.

Морфологічний опис передбачає перехід до визначення поелементного складу, побудови об'єкту та взаємовідношень параметрів, які виявлені під час параметричного опису системи.

Система несе визначену ієрархічну структуру і розпадається на ряд підсистем, при цьому основною ознакою виділення підсистеми є її цільове призначення. У підсистемі повинні бути цілі функціонування, що впливають із загальних цілей функціонування системи.

Самі підсистеми можуть, у свою чергу, розглядатися як системи, що складаються з підсистем. Система, її підсистеми й елементи можуть бути подані у вигляді ієрархічної структури. Подібний граф називається структурним графом системи.

Вершини графа символічно зображують керуючі та виконавчі елементи системи, а ребра – ті види відношень, що існують між цими елементами.

Побудова структурного графа системи є одним з основних етапів дослідження системи. Для систематизації було побудовано та виділено основні функціональні елементи дорожнього одягу: покриття, основа та підстилаючий ґрунт (рис.1).

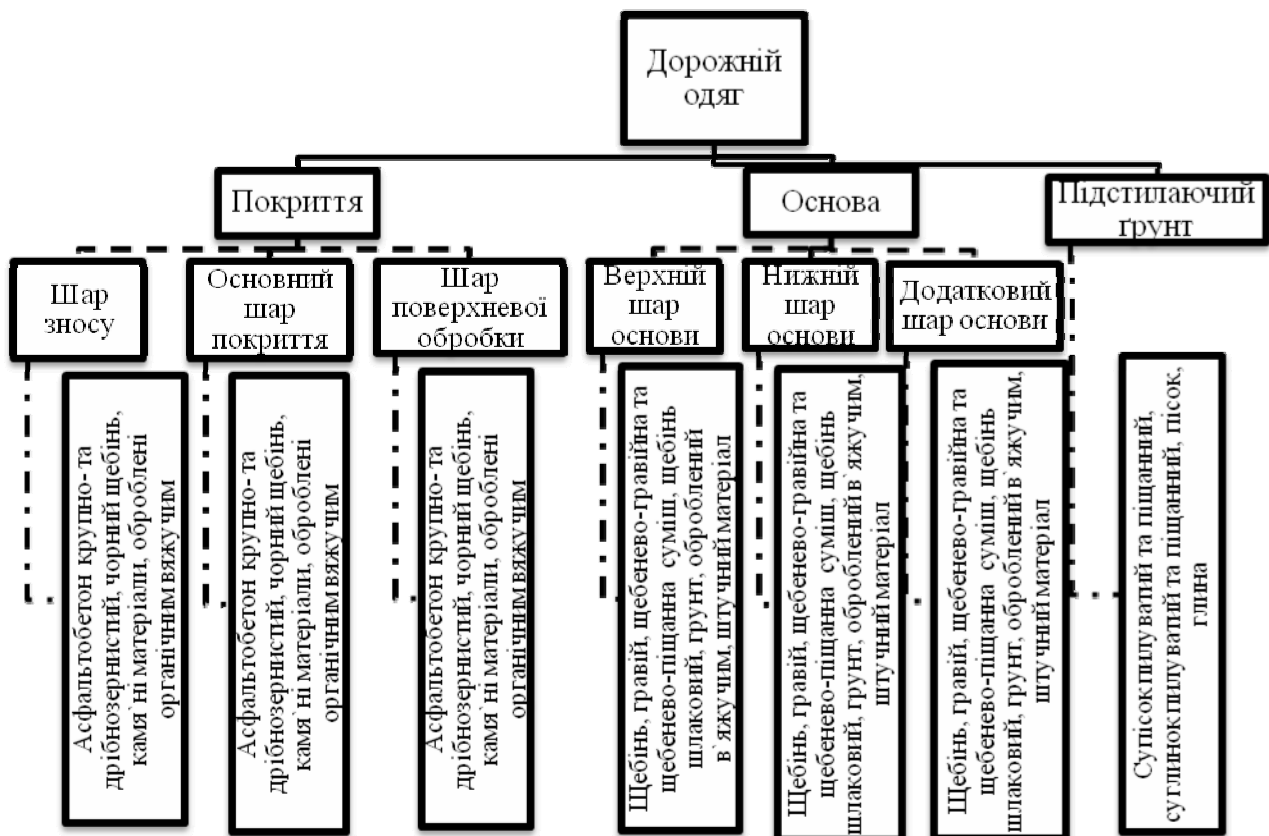


Рис. 1. Структурний граф дорожнього одягу

У системі (а також на її структурному графі) встановлюються три види відношень (зображується трьома видами стрілок): відношення підпорядкування (суцільна), відношення підпорядкованості (пунктирна) і відношення взаємодії (штрих-пунктирна).

Керуючий елемент, що знаходиться на вершині ієрархії, називається вищим елементом системи. Елементи, керовані безпосередньо вищою ланкою, називаються елементами першого рівня. Елементи, керовані безпосередньо елементами першого рівня, називають елементами другого рівня.

З використанням методу морфологічного аналізу було сформовано морфологічну матрицю конструкції дорожнього одягу (табл. 1).

Для кожного з функціональних елементів виділені основні морфологічні ознаки, від яких залежить властивості дорожнього одягу.

Для функціонального елемента „підстилаючий шар” виділена основна морфологічна ознака вид матеріалу - 1.

Найбільш важливими морфологічними ознаками функціонального елемента „основа” є: 2, 4, 6 – вид основного матеріалу; 3, 5, 7 – товщина (см).

Для функціонального елемента „покриття” виділені аналогічні морфологічні ознаки, що і для елемента „основа”: 8, 10, 12 – вид основного матеріалу; 9, 11, 13 – товщина (см).

Для кожної з 13 морфологічних ознак дорожнього одягу вибрано основні варіанти їх реалізації (від 3 до 13).

Якщо умовно позначити варіант 1.1 через  $X_{11}$ , варіант 1.2 через  $X_{12}$  і т.д., тоді матрицю можна представити у вигляді морфологічної множини, а конструкцію дорожнього одягу у вигляді морфологічної формули.

Так конструкція дорожнього одягу автомобільної дороги I технічної категорії з використанням традиційних матеріалів в нижньому шарі основи буде включати такі сполучення виділених ознак:

$$\llbracket (X_{1.1}) + (X_{2.1}; X_{3.1}; X_{4.5}; X_{5.2}; X_{6.3}; X_{7.1}) \llbracket + (X_{8.1}; X_{9.2}; X_{10.5}; X_{11.3}; X_{12.2}; X_{13.1}) \rrbracket \rrbracket,$$

тобто це дорожній одяг, який складається з ґрунту робочого шару земляного полотна – суглинок легкий ( $X_{1.1}$ ); нижнього шару основи щебінь, оброблений органічним в’язучим ( $X_{2.1}$ ) із товщиною від 8 см ( $X_{3.1}$ ); середнього шару основи з гравійно-піщаної суміші ( $X_{4.5}$ ) із товщиною від 12 см ( $X_{5.2}$ ); верхнього шару основи гравію зміцненого цементом ( $X_{6.3}$ ) із товщиною від 8 см ( $X_{7.1}$ ); нижнього шару покриття з асфальтобетону крупнозернистого ( $X_{8.1}$ ), товщина якого повинна бути не менше 8 см ( $X_{9.2}$ ); асфальтобетону крупнозернистого ( $X_{10.5}$ ) із товщиною не менше 3 см ( $X_{11.3}$ ); асфальтобетону дрібнозернистого ( $X_{12.2}$ ) з товщиною шару не менше 3 см ( $X_{13.1}$ ).

Наступна конструкція дорожнього одягу I технічної категорії буде характерна використанням в нижньому шарі основи альтернативних дорожньо-будівельних матеріалів (відходів металургійної промисловості – шлакового щебеню). Конструкція з використанням шлакового щебеню поєднує такі варіанти ознак:

$$\llbracket \llbracket (X_{1.1}) + (X_{2.1}; X_{3.1}; X_{4.7}; X_{5.2}; X_{6.2}; X_{7.1}) + (X_{8.1}; X_{9.2}; X_{10.5}; X_{11.3}; X_{12.2}; X_{13.1}) \rrbracket \rrbracket$$

Аналогічно можуть бути сформовані типові конструкції дорожнього одягу для II-IV технічних категорій дороги.

Конструкція дорожнього одягу для II технічної категорії дороги з використанням в основі традиційних матеріалів має вид:

$$\llbracket (X_{1.1}) + (X_{4.8}; X_{5.2}; X_{6.2}; X_{7.1}) \llbracket + (X_{8.3}; X_{9.2}; X_{10.3}; X_{11.2}; X_{12.1}; X_{13.1}) \rrbracket \rrbracket$$



Конструкція дорожнього одягу для II технічної категорії дороги з використанням в основі альтернативних матеріалів має вид:

$$[(X_{1.1}) + (X_{4.7}; X_{5.2}; X_{6.2}; X_{7.1}) \{+(X)_{8.3}; X_{9.2}; X_{10.3}; X_{11.2}; X_{12.1}; X_{13.1}\}]$$

Конструкція дорожнього одягу для III технічної категорії дороги з використанням в основі традиційних матеріалів має вид:

$$[(X_{1.2}) + (X_{2.2}; X_{3.2}) \{+(X)_{8.1}; X_{9.1}; X_{12.2}; X_{13.8}\}]$$

Конструкція дорожнього одягу для III технічної категорії дороги з використанням в основі альтернативних матеріалів має вид:

$$[(X_{1.2}) + (X_{2.7}; X_{3.2}) \{+(X)_{8.1}; X_{9.1}; X_{12.2}; X_{13.8}\}]$$

Конструкція дорожнього одягу для IV технічної категорії дороги з використанням в основі традиційних матеріалів має вид:

$$[(X_{1.2}) + (X_{2.5}; X_{3.2}) \{+(X)_{8.1}; X_{9.1}; X_{12.2}; X_{13.2}\}]$$

Конструкція дорожнього одягу для IV технічної категорії дороги з використанням в основі альтернативних матеріалів має вид:

$$[(X_{1.5}) + (X_{2.7}; X_{3.2}) \{+(X)_{8.1}; X_{9.1}; X_{12.2}; X_{13.2}\}]$$

Таким чином, з використанням методу морфологічного аналізу були сформовані типові конструкції дорожніх одягів з використанням традиційних та альтернативних матеріалів, вибір яких доцільно проводити в тих чи інших умовах за критеріями функціональних, технологічних та еколого-економічних властивостей.

**Висновки.** Питання раціонального вибору тієї чи іншої конструкції дорожнього одягу з метою підвищення його техніко-експлуатаційних показників є актуальними як на стадії проектування, так і на стадії будівництва чи реконструкції дороги. Для цього було виконано систематизацію конструкцій дорожнього одягу за морфологічними ознаками основних функціональних елементів, яка дозволяє проводити аналіз і синтез як існуючих, так і нових конструкцій дорожнього одягу з використанням альтернативних матеріалів.

### *Література*

1. Демішкан В.Ф. Автодорожній комплекс України в сучасних умовах: проблеми і шляхи розвитку: Зб.наук.пр. – К., 1998р.
2. Хрутьба В.О., Крюковська Л.І. Системний підхід управління проекту використання металургійних шлаків у дорожньому будівництві як вторинної сировини. Матеріали конференції: «Ресурсо- та енергозбереження на підприємствах гірничо-металургійного та хімічного комплексу України», 07-11 жовтня 2008 р., м. Партеніт (Крим)/Ред. Кол. Ноговіцин О.В. та ін. – К.: Т-во «Знання» України, 2008. – 110 с. С. 38-39.
3. Кустовська О. В. Методологія системного підходу та наукових досліджень: Курс лекцій. – Тернопіль: Економічна думка, 2005. – 124 с.
4. Садовский В.Н. Основания общей теории системы. – М.: Наука. – 1974. – 279с.
5. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Дубиняк С.А. Теорія технічних систем. – К.: - Тернопіль. - 1987. – 310 с.
6. Одрин В.М., Картавов С.С. Морфологический анализ систем. Построение морфологических матриц. - К.: Наукова думка. – 1977. – 183с.