

Харченко А.М., канд. техн. наук, Пенгрин А.Р.

ЕВОЛЮЦІЯ МОДЕЛЕЙ ДЕГРАДАЦІЇ ПОКРИТТЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

Анотація. Стаття присвячена аналізу світового та вітчизняного досвіду використання моделей деградації покриття автомобільної дороги. У статті наведені основні класифікації моделей деградації та сфери їх застосування, а також приведені недоліки, визначені перспективи розвитку.

Ключові слова: деградація, модель, покриття, стан, якість матеріалів.

Аннотация. Статья посвящена анализу мирового и отечественного опыта использования моделей деградации покрытия автомобильной дороги. В статье приведены основные классификации моделей деградации и сферы их применения, а также приведены недостатки, определены перспективы развития.

Ключевые слова: деградация, модель, покрытие, состояние, качество материалов.

Annotation. The article analyzes the global and domestic experience to pavement degradation models for roads. In the article were given the basic classifications of degradation models and their scope, and given the shortcomings, identified prospects.

Keywords: degradation, model, pavement, condition, quality of materials.

Постановка проблеми

Проблема деградації покриття автомобільних доріг вже довгий час хвилює багатьох науковців пострадянського простору. Багато дослідників працювало і продовжують працювати над вирішенням цього питання. Деякі з них все ж досягнули певних успіхів, проте цю проблему не можна вважати до кінця вирішеною на даний момент.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений аналіз публікацій та досліджень з даної проблематики показав, що питанню удосконалення існуючих моделей деградації покриття автомобільних доріг приділено занадто мало уваги, як з аналітичного боку так і з розрахункового.

Мета статті. Метою статті є визначення перспектив удосконалення моделей деградації покриття автомобільних доріг.

Виклад основного матеріалу

Основною метою використання моделей деградації покриття є визначення терміну виконання наступного ремонту або реконструкції дороги. Одним з перших класифікував моделі прогнозування стану покриття на основі його деградації Mahoney (1990 р.). Проте, ця класифікація має посилення на більш ранню роботу Lytton (1987 р.) [1] (таблиця 1).

Таблиця 1 – Класифікація моделей прогнозування стану покриття

Детерміновані				Ймовірнісні		
Першочергового реагування	Структурні	Функціональні	Пошкодження	Криві ЖЦ	Моделі перехідного процесу	
Відхилення показників Деформації Питоме навантаження	Покриття Стан Деградація	Індекс PSI Рівень безпеки тощо	Основані на еквівалент-ному наванта-женні			Марков-ські

Згідно цієї класифікації моделі прогнозування стану покриття можуть бути або детермінованими або ймовірнісними. Детерміновані моделі прогнозують середні значення експлуатаційних показників покриття. На противагу цьому, ймовірнісні моделі можуть прогнозувати не тільки середні значення, а й розподіл цих значень.

У своїх роботах Mahoney припускає, що час до руйнування дорожнього покриття є випадковою змінною. Відмова відбувається, коли будь-який з показників пошкодження перевищує своє порогове значення. Ймовірність того, що показник пошкодження перевищує допустимий поріг визначається за формулою [1]:

$$\Pr\{d \geq H\} = 1 - \Phi\left(\frac{H - \mu}{\sigma}\right) \quad (1)$$

де Φ - це стандартний нормальний розподіл;

μ і σ очікуване значення і стандартне відхилення рівня i -го пошкодження, відповідно;

N - порогове значення для пошкодження d .

За допомогою моделей деградації покриття дороги можна виділити наступні періоди:

проектний період - це проміжок часу(від 10 до 20 років);

період для аналізу - це проміжок часу, для якого проводиться аналіз економічної ефективності різних варіантів стратегій ремонту і утримання.

Ralf Haas у своєму дослідженні (2003 р.) згрупував більшість моделей прогнозу експлуатаційних якостей в такі класи: емпіричні, механіко-емпіричні та ймовірнісні моделі деградації стану елементів доріг [2]. Зазначені моделі були покладені в основу формування систем управління станом доріг, таких як, наприклад, Pavement Management System (PMS), Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM) [3].

Вітчизняним науковцем, Радовським Б.С., було описано модель деградації дорожнього покриття на основі капітальності конструкції, якості будівництва і властивостей матеріалів (рис.1) [4], що базується на випробуваннях дорожнього одягу на полігоні Американської Асоціації державних дорожніх службовців (AASHO), які стали основою для функціонування Pavement Management System (PMS).

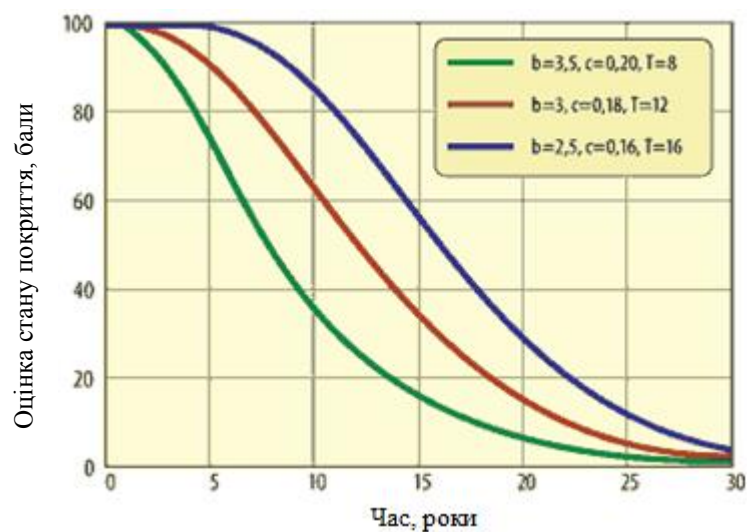


Рисунок 1 – Зміна експлуатаційного стану дороги з часом

Криві на рис.1 побудовані за формулою [4]:

$$PCI(t) = 100 \times \Phi \left(\frac{1}{C} \left(1 - \left(\frac{t}{T} \right)^{\frac{1}{b}} \right) \right) \quad (2)$$

де $PCI(t)$ - показник експлуатаційного стану покриття;

$\Phi(x)$ – інтеграл ймовірності;

t - час, після закінчення якого визначається цей показник;

T - час до зниження первісної оцінки вдвічі, залежний від конструкції дорожнього одягу, природних умов її роботи і інтенсивності руху, приведеної до розрахункового осьового навантаження;

b - постійна, що характеризує опір матеріалу повторним навантаженням;

c - коефіцієнт варіації, що характеризує розкид запасу міцності щодо його середнього значення.

Згідно досліджень Радовського Б.С. прийняття рішення про вид ремонту залежить від експлуатаційного стану покриття, а при прогнозуванні зміни стану дорожнього одягу в часі слід виходити з закономірностей поведінки дорожньо-будівельних матеріалів при повторних навантаженнях, так як всі види пошкоджень обумовлені багаторазово повторюваними силовими або температурними впливами.

В Україні на основі моделей Кизими С.С. для прогнозування стану покриття була розроблена Система управління станом покриття (СУСП), програмну реалізацію якої виконав Канін О.П. Запропоновані моделі Кизими С.С. базуються на чітко визначених, детермінованих вихідних даних і не враховують їх можливу випадковість [5]. За допомогою трьох методів, використовуваних в СУСП (аналітичного, графічного і графоаналітичного), можна визначити коли і який ремонт потрібно проводити або ж виконувати реконструкцію.

Слід зазначити, що всі вище згадані методи використовуються тільки для асфальтобетонних покриттів. Тобто в них не враховується проблема деградації більшості елементів дороги, також ці моделі не використовуються для жорстких дорожніх одягів.

Останнім часом під керівництвом Каніна О.П. були виконані розробки з удосконалення СУСП з урахуванням закордонного досвіду і тенденцій розвитку дорожнього господарства [6-7]. Проте, ці дослідження ще незавершені, не повністю враховують вплив якісних характеристик матеріалів покриття на міжремонтні строки і практично не використовуються на практиці в дорожній галузі через ряд причин (брак коштів, законодавчі перепони й недосконалість нормативно-правової бази та ін.).

Висновок

Застосовані в Україні моделі деградації покриття автомобільних доріг, на жаль, не враховують багатьох параметрів, які пов'язані з якістю використовуваних матеріалів та контролем якості укладання шарів дорожнього покриття, що є важливим при визначенні часу виконання і виду ремонтного заходу. Внаслідок збільшення осьового навантаження автомобіля прямо пропорційно збільшується і навантаження на покриття, яке не розраховане на такі швидкі темпи зростання, і тому воно починає швидше руйнуватись, термін до ремонту зменшується, а, отже, метод розрахунку часу до наступного ремонту, який був використаний, себе не виправдає.

Отже, виникає необхідність удосконалення існуючих моделей деградації покриття з урахуванням якісних характеристик використовуваних матеріалів.

Література

1. Kamalesh Panthi. A Methodological Framework for Modeling Pavement Maintenance Costs for Projects with Performance-based Contracts / Kamalesh Panthi // Florida International University, 2009 – 120 p. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://digitalcommons.fiu.edu/etd/120>.
2. Ralph Haas, Norman W. McLeod. International Flexible Pavements Conference Sydney, Australia, 25 – 28 September, 2011.
3. HDM – 4. Highway Development & Management. Volume one. Overview of HDM – 4 // Henry G.R. Kerali. PIARC, World Bank Association, 2000.- 53 p.
4. Радовский Б.С. Прогнозирование закономерности изменения состояния дорожной одежды / Б.С. Радовский, А.Б. Сердюк // Автомобильные дороги, 1994. т. N7. - С.19-22.
5. Кизима С.С. Експлуатація автомобільних доріг: Навч. посібник. - Київ: НТУ, 2009. – 232 с.
6. Канін О.П. Управління дорожнім господарством шляхом застосування інформаційно-аналітичної системи / О.П.Канін, А.М.Харченко // Інформаційні процеси, технології та системи на транспорті. – К.: НТУ – 2014. – Вип.2. – С.98-102.
7. Канін О.П., Шпиг А.Ю. Модель обґрунтування рівня втручання для відновлення стану елементів доріг. // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2011. – Вип.82. – С. 71-75.