

Роман С.В., канд. техн. наук, Кизима С.С., канд. техн. наук

ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ПРОВЕДЕННЯ ДОРОЖНІХ РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ В МІСЬКИХ УМОВАХ

Анотація. Розглянуто сучасні проблеми дорожньої галузі України. Наведено розроблений метод техніко-економічного обґрунтування програм дорожніх ремонтно-відновлювальних робіт в міських умовах.

Ключові слова: дорожні ремонтно-відновлювальні роботи, вулично-дорожні мережі міських населених пунктів.

Аннотация. Рассмотрено современные проблемы дорожной отрасли Украины. Приведено метод технико-экономического обоснования программ дорожных ремонтно-восстановительных работ в городских условиях.

Ключевые слова: дорожные ремонтно-восстановительные работы, улично-дорожные сети городских населенных пунктов.

Annotation. It is considered modern problems of road branch of Ukraine. It is provided a method of the feasibility study on programs of road rescue and recovery operations in city conditions.

Key words: road rescue and recovery operations, street road networks of city settlements.

Сьогодні дорожнє господарство України, яке включає як мережу доріг загального користування, так і вулично-дорожні мережі міських населених пунктів, знаходиться в надзвичайно складних умовах, які зумовлені стрімкою інтенсифікацією процесів деградації стану доріг, зокрема руйнувань дорожніх одягів. Основними чинниками, які призвели до даної ситуації, є:

- значне прострочення, в окремих випадках до 10 і більше років, термінів проведення ремонтів дорожніх одягів і покриттів. Останні у багатьох випадках вже вичерпали свій технічний ресурс;

- кількісні та якісні зміни у складі руху транспортних потоків – поява великовантажних автомобілів із наднормативними осьовими навантаженнями, які значно перевищують навантаження, на які розраховувалися дорожні

конструкції. Цьому сприяє і зміна в Україні розрахункового осьового навантаження з 10 т до 11,5 т на вісь, у той час як майже вся мережа доріг України, за виключенням деяких магістральних доріг, запроектована та збудована за нормами минулих років;

- якість в'язучого, яке використовують при виготовленні сумішей для асфальтобетонних покриттів;

- часте не дотримання технологій проведення дорожньо-ремонтних робіт;

- недостатньо жорстка законодавча база в частині регламентування вимог до обмеження руху на конкретних дорогах в весняні періоди року, пов'язані із значним перезволоженням ґрунтової основи в процесі розмерзання дорожніх конструкцій і як наслідок – зниженням у цей період несучої здатності дорожньої конструкції, а також у літні спекотні періоди, які призводять до значного зниження структурної міцності бітумовміщуючих покриттів і як наслідок – протікання безперервних формозмін в структурі матеріалу покриття та зумовлені цим інтенсифікації в них втомлюваних процесів.

Особливим чинником для умов дорожніх мереж населених пунктів є також наявність різних підземних інженерних комунікацій та їх стан.

Визначальним фактором, який обумовив сьогодні зазначену ситуацію в дорожній галузі України, є, безумовно обмеженість коштів, що виділяються на дорожньо-ремонтні роботи. По-друге, навіть ті кошти, які виділяються для проведення дорожніх робіт, використовуються не завжди достатньо обґрунтовано, часто вимушено розпорошуються, що в обох випадках призводить до зниження економічної ефективності їх використання [1 – 3]. Існуючий сьогодні рівень обмеженості коштів на дорожні потреби ніяк не може стимулювати ні підвищення ефективності їх використання, ні покращення стану мережі доріг.

При цьому слід зазначити, що дорожня галузь України сьогодні озброєна необхідним лабораторним обладнанням вітчизняного виробництва, необхідними технологіями та методиками інструментальних обстежень доріг та сучасними методами і засобами для обґрунтування дорожньо-ремонтних робіт. Розроблена та впроваджена в системі Укравтодору галузева інформаційно-аналітична система управління станом покриттів (СУСП), переваги якої над іноземними аналогами неодноразово доведені [4], забезпечує розробку довгострокових оптимальних стратегій ремонтів та утримання доріг загального користування, що дозволяє оптимізувати використання ресурсів [5 – 7]. СУСП забезпечує також можливість прогнозування обсягів збитків держави при

різних рівнях фінансування дорожньої галузі, що стимулює підвищення відповідальності владних структур країни за стан дорожньої мережі.

Проте СУСП розроблена для умов служби доріг загального користування і не може з об'єктивних причин бути використана в специфічних умовах міських населених пунктів. Враховуючи те, що загальна протяжність вулично-дорожніх мереж міських населених пунктів складає близько 40% від протяжності мережі доріг загального користування вирішення аналогічних проблем для міських дорожніх господарств має не меншу значимість.

У зв'язку з цим нами на основі проведених досліджень було розроблено та запатентовано «Метод техніко-економічного обґрунтування програм дорожніх ремонтно-відновлювальних робіт в міських умовах» [8]. Метод спрямований на удосконалення процесу обґрунтування річних програм дорожньо-ремонтних робіт з метою підвищення ефективності використання ресурсів міськими дорожніми господарствами.

В розробленому методі реалізовано підхід до обґрунтування дорожньо-ремонтних робіт в міських умовах на основі техніко-економічного аналізу використання ресурсів, виходячи з умови мінімізації сумарної приведеної середньорічної дорожньо-транспортної собівартості. При цьому метод забезпечує проведення оцінки економічної ефективності використовуваних ресурсів на протязі міжремонтного строку служби дорожніх вкладень в залежності від виду ремонту.

У відповідності із розробленою концепцією, метод передбачає формування програм ремонтів за величиною коефіцієнта економічної ефективності вкладень K_e . Формування програм ремонтів проводять окремо для робіт із капітального і поточного (середнього) ремонтів. Для об'єктів капітального ремонту K_e^{kp} розраховують за формулою:

$$K_e^{kp} = \frac{C^* - C_{kp}}{D}, \quad (1)$$

- для об'єктів поточного (середнього) ремонту – за формулою:

$$K_e^{ncp} = \frac{C^* - C_{ncp}}{D}, \quad (2)$$

де C^* , $C_{кр}$, $C_{нсп}$ – сумарна приведена середньорічна за міжремонтний період дорожньо-транспортна собівартість на дорожньому об'єкті відповідно при умовному «нульовому» варіанті його утримання (тобто коли його транспортно-експлуатаційний стан підтримується за рахунок тільки поточного (дрібного) ремонту і утримання), та при капітальному і поточному (середньому) ремонтах;

D – обсяги вкладень необхідних для проведення ремонту, грн.

Для визначення K_e розроблено три економіко-математичні моделі:

$$C^* = \frac{1}{L \cdot T} \left(\frac{1,654 \cdot 10^{-2} \cdot F \cdot \rho}{K_{3M}^{-7}} \cdot \sum_{t=0}^T \frac{\exp\left[(-0,48 \cdot K_{3M}^2 + 1,16 \cdot K_{3M} - 0,61) \cdot t\right]}{(1+E)^t} + \right. \\ \left. + 365 \cdot N_0 \cdot \xi_{C3} \cdot \sum_{j=1}^n \left\{ \left(\sum_{t=0}^T \frac{(1+q)^t \cdot a_{e_j}^m [S_{C3}(t), z]}{(1+E)^t} \right) \cdot l_j \right\} \right), \quad (3)$$

$$C_{кр} = \frac{1}{L \cdot T_{кр}} \cdot \left(A + \frac{B_1}{(1+E)^{t_1}} + \frac{B_2}{(1+E)^{t_2}} + \frac{1,654 \cdot 10^{-2} \cdot F \cdot \rho \cdot \chi}{K_{3M}^7} \cdot \sum_{t=0}^{T_{кр}} \frac{\exp\left[(-0,48 \cdot K_{3M}^2 + 1,16 \cdot K_{3M} - 0,61) \cdot t\right]}{(1+E)^t} + \right. \\ \left. + 365 \cdot N_0 \cdot \xi_{C3} \cdot \sum_{j=1}^n \left\{ \left(\sum_{t=0}^{T_{кр}} \frac{(1+q)^t \cdot a_{e_j}^m [S_{C3}(t), z]}{(1+E)^t} \right) \cdot l_j \right\} \right), \quad (4)$$

$$C_{нсп} = \frac{1}{L \cdot T_{нсп}} \cdot \left(B + \frac{1,654 \cdot 10^{-2} \cdot F \cdot \rho \cdot \chi}{K_{3M}^7} \cdot \sum_{t=0}^{T_{нсп}} \frac{\exp\left[(-0,48 \cdot K_{3M}^2 + 1,16 \cdot K_{3M} - 0,61) \cdot t\right]}{(1+E)^t} + \right. \\ \left. + 365 \cdot N_0 \cdot \xi_{C3} \cdot \sum_{j=1}^n \left\{ \left(\sum_{t=0}^{T_{нсп}} \frac{(1+q)^t \cdot a_{e_j}^m [S_{C3}(t), z]}{(1+E)^t} \right) \cdot l_j \right\} \right), \quad (5)$$

де A, B – відповідно кошторисна вартість об’єкта капітального та поточного (середнього) ремонту, тис. грн.; E – коефіцієнт приведення різночасових витрат; $T_{кр}, T_{нсп}$ – міжремонтний строк служби дорожнього одягу між капітальними ремонтами, та поточними (середніми) ремонтами відповідно, років; L – загальна протяжність дорожнього об’єкту, км.; F – площа покриття проїзної частини; ρ – питома вартість робіт з ліквідації дрібних руйнувань і дефектів на проїзній частині; χ – коефіцієнт, який враховує зниження обсягів поточного (дрібного) ремонту покриття проїзної частини після поточного (середнього) ремонту дорожнього об’єкту; $K_{зм}$ – коефіцієнт запасу міцності дорожнього одягу; t – координата часу; t_1 і t_2 – строки проведення поточного (середнього) ремонту дорожніх одягів у відповідності із розрахунковою схемою служби міських вулиць і доріг, рівні міжремонтним строкам служби дорожніх одягів між поточними (середніми) ремонтами; $S_{сз}, S_0$ – відповідно середньозважений показник рівності і показник рівності проїзної частини в нульовий рік спостережень, см/км; $\xi_{сз}$ – середньозважений коефіцієнт приведення фактичного складу руху до руху в економічно-розрахункових автомобілях; z – рівень завантаженості проїзної частини рухом; q – відсоток щорічного приросту руху; l_j – відстань між перехрестями на j -му перегоні, м.

Символ m , в (3) – (5) вказує на групу міських вулиць і доріг до якої відноситься дорожній об’єкт у відповідності із додатком А [9].

Нижче наведені у нерозкритому вигляді функції параметрів моделей (3) – (5).

$$a_{e j}^m [S_{сз}(t), z] = A[m; S_{сз}; z; K_j; c; Q_e^m; r; MV^m; t], \quad (6)$$

$$\xi_{сз} = B[\xi_u; p_u], \quad (7)$$

$$S_{сз}(t) = C[S_i; \% N_i], \quad (8)$$

$$S_i(t) = D[S_0; k_i; \alpha; q; t], \quad (9)$$

$$\alpha = F[K_{3M}; K_H; h_{36}; \tau; \delta; \eta; N_p; B_c], \quad (10)$$

$$r_e[S_{c3}(t)] = G[c''; L_{норм}; S_{c3}; t], \quad (11)$$

$$Q_e^m[S_{c3}(t), z] = H[m; S_{c3}; z; t], \quad (12)$$

$$MV^m[S_{c3}(t), z] = H[m; S_{c3}; z; t], \quad (13)$$

де (6) – функція прогнозування зміни в часі собівартості перевезень економічно-розрахункового автомобіля в залежності від стану проїзної частини та рівня її завантаженості рухом; (7) – функція для обчислення коефіцієнта приведення транспортних засобів u -тої вагової групи до економічно-розрахункового автомобіля; (8) – функція прогнозування зміни в часі середньозваженого показника рівності проїзної частини дорожніх об'єктів з багатосмуговою проїзною частиною; (9) – функція прогнозування зміни в часі показника рівності проїзної частини i -тої смуги руху дорожніх об'єктів з багатосмуговою проїзною частиною; (10) – функція для визначення комплексного параметра α , який характеризує властивості дорожнього одягу та умови його роботи; (11) – функція прогнозування зміни відносного зносу гуми автомобілів у залежності від рівності проїзної частини; (12) – функція прогнозування витрат економічно-розрахунковим автомобілем палива в залежності від стану проїзної частини та рівня завантаженості її рухом; (13) – функція прогнозування зміни параметра швидкісних режимів міських вулиць і доріг різних груп.

На основі проведених досліджень побудовані всі необхідні часткові математичні моделі і залежності для наведених функцій економіко-математичних моделей, що дозволило розкрити ці моделі в явному виді у формі реальних іменованих показників доріг та умов їх роботи.

За браком об'єму статті детальне описання математичних моделей та їх параметрів не наводиться. Ознайомитися з ними можна в [10].

Заключний етап методу полягає у ранжуванні дорожніх об'єктів, окремо для групи об'єктів капітального та поточного (середнього) ремонтів, за рівнем економічних наслідків їх ремонтів у порядку спадання значень розрахованих для них коефіцієнтів економічної ефективності вкладень.

Програму капітальних і поточних (середніх) ремонтів формують із дорожніх об'єктів, які забезпечують максимальне значення K_e у межах обсягів фінансових ресурсів, які передбачаються дорожнім бюджетом на ці цілі.

Основною особливістю методу є те, що наведені економіко-математичні моделі базуються на теоретико-експериментально встановлених зв'язках між швидкісними і паливно-економічними характеристиками транспортного потоку та властивостями дорожніх конструкцій і умовами їх роботи, які регулюються системою відповідних дорожньо-ремонтних робіт. Це забезпечує можливість прогнозу зміни сумарних приведених середньорічних дорожньо-транспортних витрат в залежності від тих видів та обсягів робіт, які передбачається виконувати.

Таким чином, розроблений метод забезпечує підвищення ефективності використання ресурсів, об'єктивно обґрунтовує адресність їх вкладень та дозволяє вирішувати ряд інших важливих для міських дорожніх господарств задач.

Література

1. Прусенко Е.Д. Экономические потери из-за недостаточного финансирования дорожного хозяйства / Прусенко Е.Д., Филиппов В.В. // Автодорожній комплекс України в сучасних умовах: проблеми і шляхи розвитку: зб. наук. праць. – К.: УТУ, 1998. – С. 60 – 64.
2. Прусенко Е.Д. Основные проблемы эксплуатации автомобильных дорог и пути их решения / Прусенко Е.Д., Стороженко М.С., Михович С.И. // Проблемы эксплуатации автомобильных дорог : сб. научных трудов: Вып. 48. – Х.: Знание, 1998. – С. 5 – 12.

3. Васильев А.П. Некоторые проблемы управления состоянием автомобильных дорог // Автомобильные дороги. – М.: Транспорт. 1993. – С. 1 – 4.
4. Программа ТАСИС «Исследование сети национальных дорог Украины» Заключительный доклад / Том 1, главы 3, 4, 5/ УКРГИПРОДОР 1996.
5. Кизима С.С. Загальна характеристика української системи управління станом нежорстких дорожніх одягів / Кизима С.С., Канін О.Н., Лихоступ М.М. // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво : зб. наук. праць: Вип. 62. – К. : НТУ, 2001. – С. 130 – 133.
6. Кизима С.С. Структура та технічні можливості вітчизняної системи управління станом дорожніх покриттів (СУСП) / Кизима С.С. // Підвищення ефективності будівництва і експлуатації автомобільних доріг : зб. наук. праць : Вип. 18. – Х. – 2002. – С. 46 – 52.
7. Кизима С.С. Рекомендації по використанню системи для планування ремонтних робіт / Кизима С.С., Канін О.П., Лихоступ М.М. // Державна служба автомобільних доріг України. – Київ.: Укравтодор. – 2002. – 20с.
8. А. с. №46570 Україна. Метод техніко-економічного обґрунтування програм дорожніх ремонтно-відновлювальних робіт в міських умовах / С. В. Роман, С. С. Кизима. – заявка від 02.10.2012р. №46823, зареєстроване 30.11.2012р. №46570.
9. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги. Вулиці та залізничні переїзди: ДСТУ 3587 – 97. – [Чинний від 1997-07-31]. – К.: Держстандарт України, 1997. – 19 с. – (Держаний стандарт України).

Роман С.В. Удосконалення методів обґрунтування ремонтно-експлуатаційних робіт на вулично-дорожніх мережах міських населених пунктів : дис. на здобуття наукового ступеню канд. техн. наук: спец. 05.22.11 / Роман Сергій Вікторович. – К.: 2009. – 240 с.