

**ВАРІАНТНЕ ПРОЕКТУВАННЯ СЕРЕДНІХ РЕМОНТІВ НЕЖЕРСТКИХ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ**

**OPTION DESIGN OF MEDIUM REPAIRS OF NON-RIGID ROAD CLOTHING**



*Кизима Станіслав Степанович, кандидат технічних наук, професор, професор кафедри транспортного будівництва та управління майном Національного транспортного університету); e-mail: [stanislaaavl23@gmail.com](mailto:stanislaaavl23@gmail.com), тел. +380442803942*

<https://orcid.org/0000-0002-6178-0720>

**Анотація.** Розглянуто функціональне призначення середніх ремонтів нежерстких дорожніх одягів. Показана їх техніко-економічна роль в роботі дороги. Наведені умови ефективності роботи ресурсів на проведення середніх ремонтів. Доведена необхідність використання принципів варіантного проектування та техніко-економічної оптимізації видів та обсягів середніх ремонтів нежерстких одягів. Наведені необхідні математичні та економічні залежності для реалізації варіантного проектування середніх ремонтів нежерстких одягів. Приведені необхідні розрахункові параметри для різних видів середніх ремонтів. Встановлено комплекс техніко-економічних параметрів, який необхідно досягти у процесі варіантного проектування середніх ремонтів нежерстких одягів, математичні залежності для їх визначення, наведено їх взаємозв'язок. Викладена детальна методика варіантного проектування середніх ремонтів нежерстких одягів.

**Ключові слова:** варіантне проектування, середні ремонти, нежерсткі дорожні одяги, техніко-економічна оптимізація.

**Вступ**

Середній ремонт нежерстких дорожніх одягів – це найбільш ефективна група дорожньо-експлуатаційних робіт. Ефективність її зумовлюється відносно невеликою вартістю у порівнянні з капітальним ремонтом і практично повним відновленням за цю вартість транспортно-експлуатаційних показників проїзної частини до норм, які досягаються проведенням робіт з капітального ремонту.

Середні ремонти спрямовані на підтримку швидкостей руху на дорозі в межах норм, властивих даній категорії дороги, за рахунок цілеспрямованого регулювання рівності проїзної частини і її зчпних якостей.

Оскільки середній ремонт по суті представляє набір робіт з покращення транспортних якостей проїзної частини і практично не впливає на інші параметри дорожнього одягу, то строк служби (ресурс) остатнього в 2-4 рази менше капітального ремонту. Враховуючи превалюючий вплив стану проїзної частини на техніко-економічні показники роботи рухомого складу (швидкість руху, паливна економічність, собівартість перевезень та ін.), надзвичайно важливе значення має оптимізація строків проведення, виду і обсягу середніх ремонтів і строків їх служби.

Це достатньо складна багатофакторна проблема, яка сьогодні ще недостатньо вивчена. Першим кроком у вирішенні цієї проблеми є варіантне проектування середніх ремонтів нежерстких одягів.

Матеріали даної роботи вміщують вперше проведені, завершені і доведені до практичної методики результати досліджень у цьому напрямку.

**Виклад основного матеріалу дослідження.**

Середній ремонт нежерстких дорожніх одягів відноситься до групи ремонтно-відновлювальних дорожньо-ремонтних робіт. Основне призначення середнього ремонту – підтримання швидкостей руху на дорозі в межах норм до існуючої категорії дороги. Це призначення досягається за рахунок регулювання у процесі експлуатації дороги найважливіших транспортно-експлуатаційних показників, що впливають на формування швидкісного режиму роботи дороги – рівності і зчпних якостей проїзної

частини. На відміну від інших показників, які досягаються у процесі будівництва чи капітального ремонту дороги і впливають на швидкісний режим дороги – параметрів плану і продольного профілю дороги, геометрії поперечника, типу покриття, системи інформаційного забезпечення, інженерного оснащення дороги і т. ін., які залишаються практично постійними на протязі всього періоду життя дороги чи дорожнього одягу, рівність і зчпні якості проїзної частини не залишаються постійними у процесі експлуатації дороги. Підчиняючись дії об'єктивних фізичних, фізико-хімічних і механічних законів та масообмінних процесів, ці показники з часом змінюються, при чому єдиним вектором їх змін є поступове їх погіршення. Це погіршення визиває погіршення умов і безпеки руху, що зумовлює необхідність зміни водія параметрів швидкісного режиму руху.

Оскільки останній є дуже важливим економічним показником взаємодії транспортних засобів і дороги, то середній ремонт, спрямований на відновлення цих показників, по суті є запобіжником невиходу параметрів швидкісного режиму дороги за встановлені техніко-економічні норми.

Середній ремонт як група ремонтно-відновлювальних дорожньо-експлуатаційних робіт має певні особливості. Найважливішою з них є те, що при відносно невеликій вартості у порівнянні з капітальним ремонтом (вартість його, як правило, у 7-10 разів нижча вартості капітального ремонту) транспортна ефективність (його звичайно, при достатній міцності дорожньої конструкції) наближається до такої за результатами капітального ремонту – транспортний процес отримує транспортно-експлуатаційні показники проїзної частини, які практично не відрізняються від таких за результатами капітального ремонту.

Друга важлива особливість середнього ремонту полягає в тому, що для ефективного використання коштів на його проведення і досягнення необхідної ефективності роботи дороги в цілому вкрай необхідно забезпечити одночасне виконання трьох умов – кошти повинні вкладати туди, куди треба, тоді, коли треба і в обсязі, який необхідний за технічними показниками.

Третьою особливістю середнього ремонту є те, що для проведення останнього, як правило, немає потреби у попередній розробці спеціального проекту. Крім того, цю роботу здатна виконувати безпосередньо дорожньо-експлуатаційна організація, не прибігаючи до послуг тієї чи іншої підрядної організації. Важливо тільки забезпечити виконання вимог технологічного протоколу ведення даних робіт.

Викладені особливості середніх ремонтів вказують на те, що для досягнення найбільшої їх ефективності необхідно використовувати принцип варіантного їх проектування. Діючий нині принцип адміністрування виду і обсягу середнього ремонту без належного техніко-економічного їх обґрунтування повинен бути виключений з практики експлуатації доріг як такий, що залишає за полем зору велику кількість шляхів підвищення ефективності роботи доріг і взагалі не відповідає сучасним економічним умовам.

Середні ремонти нежорстких дорожніх одягів за їх специфікою і призначенням розподіляють на дві групи.

Перша група – середні ремонти за критерієм зчпних якостей. Мета їх – відновлення зчпних якостей проїзної частини. Основний показник останніх – величина коефіцієнта зчплення шин з проїзною частиною  $\varphi_{\text{ф}}$ . Потреба в таких ремонтах настає тоді, коли досягається умова

$$\varphi_{\text{ф}} \leq \varphi_{\text{доп}}, \quad (1)$$

де  $\varphi_{\text{ф}}, \varphi_{\text{доп}}$  – значення коефіцієнтів зчплення, відповідно фактичне і мінімальне допустиме (нормоване) для даних умов руху.

У зв'язку особливостями вилу на рух надійні зв'язки між  $\varphi_{\text{ф}}$  і параметрами швидкісного режиму, а відтак і економічними показниками, сьогодні відсутні. Тому умова (1) повинна розглядатись як індикативна, тобто така, яку не можна допускати на практиці ні при яких умовах. При наближенні до умови (1) необхідно призначати середній ремонт, здатний змінити текстуру поверхні проїзної частини. Як правило, це легкі поверхневі обробки з кам'яних матеріалів 4-6 мм або 6-10 мм.

Друга група – це середні ремонти за критерієм рівності проїзної частини. Мета їх – відновлення рівності проїзної частини  $S_{\text{ф}}$ , см/км, до базової її значення,  $S_{\text{б}}$ , передбачених [1; 2]. Основний показник рівності проїзної частини – показання поштовхоміра  $S_{\text{в}}$  см/км, отримані при польових обстеженнях чи внаслідок прогнозування. Потреба в середніх ремонтах цієї групи настає тоді, коли досягається умова

$$S_{\phi} \geq S_{\text{доп}} , \quad (2)$$

де  $S_{\phi}, S_{\text{доп}}$  – значення показників рівності проїзної частини за поштовхоміром, см/км, відповідно фактичне і гранично допустиме для дороги даного значення.

Особливістю середніх ремонтів даної групи є те, що по-перше, потреба в таких ремонтах настає приблизно в 70% випадків раніше від ремонтів за критерієм зчїпних якостей; по-друге, виконання ремонтів даної групи автоматично вирішує мету ремонтів критерієм зчїпних якостей, оскільки повністю міняє текстуру поверхні проїзної частини. Тому перш за все треба навчитись варіанту проектуванню середніх ремонтів якраз цієї (другої) групи.

У відповідності з викладеним, запропонована наступна методика варіантного проектування середніх ремонтів нежорстких одягів. Вона включає декілька етапів.

На першому етапі за результатами інструментальних обстежень дороги виявляють всі ділянки дороги, які потребують середнього ремонту за критерієм зчїпних якостей. Ділянки, де міцність дорожніх одягів і рівність проїзної частини забезпечені, включають в програму робіт з середніх ремонтів без техніко-економічних обґрунтувань, з використанням в якості останніх легкої поверхневої обробки на щєбєневому дріб'язку 3-5 мм або 5-10 мм.

Для остальних ділянок доріг, які потребують середнього ремонту за критерієм рівності проїзної частини і мають достатню міцність дорожнього одягу ( $K_{\text{зм}}^{\phi} > K_{\text{зм}}^{\text{доп}}$ , де  $K_{\text{зм}}$  – коефіцієнт запасу міцності одягу, відповідно фактичний і мінімально допустимий [1, 2]), здійснюють варіантне проектування середнього ремонту. Мета такого проектування – пошук найбільш економічно доцільного варіанту (виду і обсягу) середнього ремонту з числа тих, які доступні для даної дорожньо-експлуатаційної організації. Крім того, такий ремонт повинен забезпечувати найбільш ефективну роботу автомобільної дороги. Критерієм для відбору такого варіанту середнього ремонту з числа можливих повинен використовуватись стандартний коефіцієнт ефективності вкладень, який являє собою відношення очікуваного прибутку від середнього ремонту до обсягу дорожніх вкладень, які його визвали.

$$K_e = \frac{\text{прибуток}}{\text{обсяг дорожніх вкладень}} \rightarrow \text{max} \quad (3)$$

Відбір такого варіанту повинен здійснюватись на основі простого ранжування  $K_e$ .

Враховуючи, що середній ремонт спрямований перш за все на покращення рівності проїзної частини, а відтак на покращення умов взаємодії автомобілів і дороги і внаслідок цього зменшення вартості транспортного процесу, вираз (3) можна записати так:

$$K_e = \frac{0.8(T_0 - T_1)}{D}, \quad (4)$$

де  $T_0, T_1$  – обсяги транспортних витрат на ділянці дороги в грн./км в рік, відповідно до і після середнього ремонту.

$D$  – вартість даного варіанту середнього ремонту грн./км;

0.8 – ордината центра параболы, за якою знижується з роками прибуток від середнього ремонту.

Розміри обсягів транспортних витрат найпростіше знайти за виразом

$$T = 365 N_{ep} a_{ep}, \quad \text{грн./км в рік} , \quad (5)$$

де  $N_{ep}$  – середньодобова інтенсивність руху на дорозі в одиницях економічно розрахункових автомобілях, од/добу.

$$N_{ep} = N_{\phi} \frac{\sum P_i \epsilon_i}{100}, \quad \text{од/добу}, \quad (6)$$

$N_{\phi}$  - фактична змішана середньодобова інтенсивність руху, од/добу;

$P_i$  - процент автомобілів і-ї вагової групи в транспортному потоці;

$\epsilon_i$  - коефіцієнт зведення автомобілів і-ї вагової групи до економічно розрахункового автомобіля.

$$\varepsilon_i = \frac{a_i}{a_{ep}}, \quad (7)$$

$a_i, a_{ep}$  - собівартість перевезень відповідно для автомобілів  $i$ -ї вагової групи і економічно розрахункового (середньої вантажності) автомобілів, грн./автом-км; Останні можуть бути знайдені з урахуванням зовнішніх характеристик автомобілів.

На найближчий період значення коефіцієнтів зведення  $\varepsilon_i$  можуть характеризуватися даними, наведеними в табл.1.

Таблиця – 1 Очікувані значення коефіцієнтів зведення  $\varepsilon_i$  до економічно розрахункового автомобіля

Table – 1 Expected values of reduction coefficients  $\varepsilon_i$  to an economically calculated car.

| Вагові групи автомобілів         | Значення коефіцієнтів зведення $\varepsilon_i$ |
|----------------------------------|--|
| Легкі вантажівки і мікроавтобуси | 0,45   |
| середні вантажівки (до 5 т)      | 1,00   |
| з причепом автопоїздів           | 1,45   |
| важкі вантажівки                 | 1,6  |
| з сідельними причепами           | 2,0  |
| автобуси середні                 | 0,6  |
| автобуси важкі                   | 0,9  |
| легкові                          | 0,30   |

У відповідності з діючою в країні економічною політикою в області автоперевезень станом їх організації та деякими нормативними документами, величину собівартості а логічно зв'язати з станом проїзної частини, який характеризується показником рівності за даними вимірювань поштовхоміром. Проведеними дослідженнями встановлено, що на найближчі 5-7 років для економічно, розрахункового автомобіля (середньої вантажності) має місце тісний зв'язок

$$a_{ep} = 37 + 0,117S, \text{ грн./автом-км} \quad (8)$$

де  $S$  – показник рівності проїзної частини в показаннях поштовхоміра, см/км. Цей зв'язок використаний і в програмному комплексі СУСП [5].

Показник  $S$  в (8) у процесі служби одягу не залишається постійним. У відповідності з процесами, що протікають і дорожній конструкції, він монотонно зростає, слідує закону [2; 5].

$$S(t) = S_0 + ate^{ct}, \quad \text{см/км}, \quad (9)$$

де  $S_0$  – показник рівності проїзної частини в нульовий рік планування, см/км;

$t$  – координата часу в роках,  $t = 0, 1, 2 \dots$ ;

$c$  – параметр, що відображає вплив на процес зростання  $S(t)$  щорічного приросту руху. На найближчі 5-7 років його можна приймати  $c = 0,05$ ;

$\alpha$  - комплексний параметр, що враховує особливості одягу і умови його роботи. Його значення визначають за виразом [2; 5].

$$\alpha = \frac{0,57\gamma(7,62-B_0)\delta\xi}{(h_{зв}-2)^{0,6} \cdot K_H \sqrt{(K_{зв}-0,7)^{3t}}} \cdot \exp \left[ 0,87(K_{зв} - 0,7) - 0,023h_{зв} + 0,45 \cdot 10^{-3} \frac{N_{ep}}{f} \right] \quad (10)$$

де  $S(t)$  – показник рівності проїзної частини за поштовхоміром на  $t$ -й рік;  $\gamma$  - параметр самокоричування моделі (9);  $B_0$  – ширина смуги руху в м;

$\delta$  - коефіцієнт впливу дорожньо-кліматичної зони;  $\xi$  – коефіцієнт впливу типу місцевості за характером зволоження;

$h_{зв}$  – приведена до асфальтобетону товщина верхніх зв’язаних шарів одягу  $h_{зв} = \sum h_i \sqrt{\frac{E_i}{E_{аб}}}$ , см;

$K_n$  – коефіцієнт неоднорідності міцності одягу;  $K_{зм}$  – фактичний коефіцієнт запасу міцності одягу в нульовий рік планування;

$\tau$  – показник структурної міцності несучого шару дорожнього одягу, кг/см<sup>2</sup>;

$f$  – коефіцієнт врахування впливу числа смуг руху.

Результатом проведення середнього ремонту за критерієм рівності проїзної частини показник рівності останньої знижується. Це залежить від «потужності» середнього ремонту (товщини влаштованого шару) і слідує [2] виразу

$$S = S \exp(-0,6h) + 13h^{0,7}, \text{ см/км} \quad (11)$$

де  $S$ ,  $S$  – показники рівності проїзної частини за поштовхоміром, см/км, відповідно до  $i$  після проведення середнього ремонту;

$h$  – товщина влаштованого замикаючого шару при даному середньому ремонті.

Різниця між  $S$  і  $S$  носить назву вирівнювальної ефективності даного середнього ремонту

$$\Delta S = S - S \quad (12)$$

і слідує (11), вона залежить від товщини влаштованого замикаючого шару ремонту  $h$ . Якщо в (11) підставити замість  $S$  гранично допустиме значення показника рівності проїзної частини  $S_{доп}$ , а замість  $S$  – передбачена нормами [1, табл. 2.1] базове його значення  $S_б$ , як показано в (13)

$$S_б = S_{доп} \exp(-0,6h) + 13h^{0,7}, \text{ см/км}, \quad (13)$$

То вирішенням (13) відносно  $h$  можна знайти необхідну “потужність” (товщину влаштованого шару) середнього ремонту  $h$  для відновлення рівності проїзної частини до нормативного базового її значення  $S_б$ .

За отриманим значенням  $h$  за допомогою даних табл.2 можна встановити вид і параметри необхідного середнього ремонту.

Використовуючи далі вираз (9), після підстановки замість  $S(t)$  гранично допустимого його значення для даної дороги  $S_{доп}$ , а замість  $S_0$  базового його значення  $S_б$ , як показано в (14),

$$S_{доп} = S_б + \alpha t e^{ct}, \text{ см/км}, \quad (14)$$

шляхом вирішення (14) відносно  $t$  знайдено технічний ресурс даного середнього ремонту в роках за критерієм рівності проїзної частини  $t_{RS}$ , тобто такий період в роках, за який показник рівності проїзної частини зросте від базового  $S_б$ , до гранично допустимого  $S_{доп}$ .

Враховуючи наведені вище залежності (5, 6, 7, 8), можемо записати

$$T_0 = 365 N_{\phi} \frac{\sum p_i \varepsilon_i}{100} (37 + 0,117 \hat{S}), \text{ грн/км в рік}; \quad (15)$$

$$T_1 = 365 N_{\phi} \frac{\sum p_i \varepsilon_i}{100} (37 + 0,117 \hat{S}'), \text{ грн/км в рік},$$

а далі, згідно (4),

$$K_e = \frac{0,8(T_0 - T_1)}{D} = \frac{0,8[365 N_{\phi} \frac{\sum p_i \varepsilon_i}{100} (37 + 0,117 \hat{S}) - 365 N_{\phi} \frac{\sum p_i \varepsilon_i}{100} (37 + 0,117 \hat{S}')]}{D} \quad (16)$$



Таблиця – 2 Види середніх ремонтів і їх техніко-технологічні параметри  
Table – 2 Types of average repairs and their technical and technological parameters

| № п/п | Види середніх ремонтів  | Тип влаштуваного шару | Фракції щебеню, мм |               | Товщина шару, см |              |
|-------|---|-----------------------|--------------------|---------------|------------------|--------------|
|       |   |                       | перший розсіп      | другий розсіп | технологічна     | розрахункова |
| 1     | 2   | 3                     | 4                  | 5             | 6                | 7            |
| 1     | Одинична дрібношорста поверхнева обробка одним розсіпом щебеню  | п/щ                   | 3-5                |               | 0,4              | 0,5          |
| 2     | Одинична дрібношорста поверхнева обробка  | п/щ                   | 5-10               |               | 0,7              | 0,7          |
| 3     | Одинична дрібношорста поверхнева обробка  | п/щ                   | 5-15               |               | 1,0              | 1,0          |
| 4     | Одинична дрібношорста поверхнева обробка  | п/щ                   | 10-15              |               | 1,2              | 1,2          |
| 5     | Одинична дрібношорста поверхнева обробка  | п/щ                   | 10-20              |               | 1,5              | 1,4          |
| 6     | Дрібношорста поверхнева обробка з двома розсіпами   | п/щ/щ                 | 10-15(20)          | 5-10          | 1,8              | 1,6          |
| 7     | Подвійна дрібношорста поверхнева обробка  | п/щ, п/щ              | 10-15              | 5-10          | 2,0              | 2,0          |
| 8     | Подвійна середньшорста поверхнева обробка   | п/щ, п/щ              | 10-15(25)          | 10-15         | 2,5              | 2,4          |
| 9     | Подвійна крупношорста поверхнева обробка  | п/щ, п/щ              | 20-25(30)          | 10-15         | 3,0              | 2,8          |
| 10    | Подвійна крупношорста поверхнева обробка  | п/щ, п/щ              | 20-30(40)          | 15-20         | 3,5              | 3,2          |
| 11    | Термопрофілювання з поверхневою обробкою  | п/щ/щ                 | 10-15              |               | 1,2              | 2,0          |
| 12    | Поверхнева обробка типу «сендвіч»   | п/щ/щ                 | 15-20              | 10-15         | 3,5              | 1,4          |
| 13    | Влаштування шару з холодної асфальтобетонної суміші   | а/б                   |                    |               | 1,5-2,0          | 1,7          |
| 14    | Влаштування тонкошарового емульсійно-мінерального шару  | ТЕМП                  |                    |               | 1,0-1,5          | 1,4          |
| 15    | Холодне часткове фрезарування асфальтобетонного покриття на глибину 2-3 см з наступним укладанням тонкошарового асфальтобетонного покриття з горячої суміші А чи Б чи щебенево-мастикової |                       |                    |               | 3,5              | 4,2          |
| 16    | Влаштування тонкошарового асфальтобетонного покриття з горячої багатощебенистої суміші або щебенево-мастикової суміші товщиною 3-4 см   |                       |                    |               | 4,0              | 4,0          |

Після упорядкування маємо вираз для визначення коефіцієнта ефективності вкладень в даний варіант середнього ремонту

$$K_e = \frac{34,164N_{\phi} \sum_{100} p_i \varepsilon_i \Delta S}{D} \quad (17)$$

Маючи значення  $K_e$ , легко знайти строк окупності вкладень в даний середній ремонт

$$t_{ok} = \frac{1}{K_e}, \text{років.} \quad (18)$$

Зрозуміло, що з часла доступних для даної дорожньо-експлуатаційної організації варіантів середнього ремонту повинен бути відібраний такий, для якого значення  $K_e$  буде максимальним. Але вимоги до цього варіанту не обмежуються тільки умовою  $K_e \rightarrow \max$ . Важливо також, щоб строк окупності варіанту був менше технічного ресурсу варіанту ремонту  $t_{RS}$ . Також треба перевірити аналізуємий варіант середнього ремонту на предмет задовільнення тим вимого до зчіпних якостей в інтервалі часу  $t_o - t_{RS}$ . Для цього можна скористатись залежністю

$$t_\varphi = \frac{\beta \lg \frac{\varphi_\phi}{\varphi_{\text{доп}}}}{\gamma \varepsilon + 0,3 \times 10^{-4} N_{A_2}} \quad (19)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт, що враховує тип покриття. Для асфальтобетону  $\beta = 1,8$ , для поверхневої обробки з щебеню фракцій 10-20 мм  $\beta = 0,85$ , з щебеню фракцій 5-10 мм  $\beta = 0,7$ ;

$\varphi_\phi, \varphi_{\text{доп}}$  – коефіцієнт зчеплення шин з проїзною частиною, відповідно фактичний в нульовий рік і допустимий за умовами руху;

$N_{A_2}$  – розрахункова інтенсивність руху в одиницях розрахункових автомобілів групи  $A_2$  на суму руху в нульовий рік;

$\gamma$  – коефіцієнт, що враховує вплив в'язучого;

$\varepsilon$  – коефіцієнт, що враховує вплив дорожньо-кліматичної зони;

$t_\varphi$  – період в роках до моменту виникнення необхідності в проведенні середнього ремонту за критерієм зчіпних чкостей.

Таким чином, економічно обрнтованим варіантом середнього ремонту нежерсткого дорожнього одягу в результаті варіантного проектування слід вважати варіант, який відповідає наступним узагальненим умовам:

$$K_e \rightarrow \max \quad (20)$$

$$\left| \begin{array}{l} t_{ok} < t_{RS} \\ t_\varphi \geq t_{RS} \\ K_{3M}^\phi > K_{3M}^{\text{доп}} \end{array} \right.$$

В останьому комплекті умов (20):

$K_e$  – коефіцієнт економічної ефективності дорожніх вкладень в варіант середнього ремонту;

$t_{ok}$  – строк окупності дорожніх вкладень в роках;

$t_{RS}$  – технічний ресурс варіанту середнього ремонту в роках за критерієм рівності проїзної частини;

$t_\varphi$  – період варіанту середнього ремонту в роках до моменту виникнення потреби в проведенні середнього ремонту за критерієм зчіпних якостей (технічний ресурс варіанту в роках за критерієм зчіаних якостей);

$K_{3M}^\phi, K_{3M}^{\text{доп}}$  – коефіцієнти запасу міцності одягу, відповідно фактичний в нульовий рік планування мінімально допустимий для даної дороги.

Значення цих показників, за виключенням останніх, легко встановити за наведеними вище залежностями.

### Висновок

Для ділянок доріг, де  $K_{зм}^{\phi} \leq K_{зм}^{доп}$ , планування і проведення середніх ремонтів недоцільне. Для таких ділянок необхідно розробляти, економічно обґрунтовувати і оптимізувати дострокові стратегії ремонтно-відновлювальних робіт з урахуванням всіх можливих видів цих робіт. Але це вже зовсім інша проблема.

### Перелік посилань.

1. Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України. П.-Г.1-218-113-2009. К.: Фенікс, 2009. – 232 с.
2. Кизима С.С. Експлуатація автомобільних доріг. К.: НТУ, 2009. – 272 с.
3. Державний Стандарт України. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану. ДСТУ 3587-07. К.: Держстандарт, 1997. – 20 с.
4. Класифікація робіт з ремонтів автомобільних доріг загального користування. ВБН Г.1-218-182.
5. Кизима С.С. Структура та технічні можливості вітчизняної системи управління станом дорожніх покриттів (СУСП). В н.-т. збірнику «Підвищення ефективності будівництва та експлуатації автомобільних доріг. Харків, ХНАДУ, 2002. – 187 с.

### OPTION DESIGN OF MEDIUM REPAIRS OF NON-RIGID ROAD CLOTHING

**Kyzyma Stanislav S.**, candidate of technical sciences, professor, professor of the department of transport construction and property management of the National Transport University); e-mail: [stanislaav123@gmail.com](mailto:stanislaav123@gmail.com), phone +380442803942, <https://orcid.org/0000-0002-6178-0720>.

**Abstract.** The functional purpose of average repairs of non-hard road clothing is considered. Their technical and economic role in the operation of the road is shown. The conditions for the efficiency of resources for carrying out medium repairs are given. The necessity of using the principles of variant design and technical and economic optimization of the types and volumes of average repairs of non-woven clothing is proven. The necessary mathematical and economic dependencies for the implementation of variant design of average repairs of non-orthical clothing are given. The necessary calculation parameters for various types of mechanical repairs are given. A complex of technical and economic parameters, which must be achieved in the process of variant design of average repairs of non-woven clothing, is established, mathematical dependencies for their determination, and their relationship is given. A detailed method of variant design of average repairs of non-orthical clothes is described.

**Keywords:** alternative design, average repairs, non-rigid road clothing, technical and economic optimization.

### References

1. Tekhnichni pravyla remontu ta utrymannya avtomobil'nykh dorih zahal'noho korystuvannya Ukrayiny. P.-H.1-218-113-2009. K.: Feniks, 2009. – 232 s. [in Ukrainian].
2. Kyzyma S.S. Ekspluatatsiya avtomobil'nykh dorih. K.: NTU, 2009. – 272 s. [in Ukrainian].
3. Derzhavnyy Standart Ukrayiny. Avtomobil'ni dorohy, vulytsi ta zaliznychni pereyizdy. Vymohy do ekspluatatsiynoho stanu. DSTU 3587-07. K.: Derzhstandart, 1997. – 20 s. [in Ukrainian].
4. Klasyfikatsiya robit z remontiv avtomobil'nykh dorih zahal'noho korystuvannya. VBN H.1-218-182. [in Ukrainian].
5. Kyzyma S.S. Struktura ta tekhnichni mozhlyvosti vitchyznyanoi systemy upravlinnya stanom dorozhnikh pokryttiv (SUSP). V n.-t. zbirnyku «Pidvyshchennya efektyvnosti budivnytstva ta ekspluatatsiyi avtomobil'nykh dorih. Kharkiv, KHNADU, 2002. – 187 s. [in Ukrainian].