

М. І. МІЩЕНКО (ДІІТ)

ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ ВИТРАТ ОБ'ЄКТІВ КОЛІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Досліджуються проблеми урахування факторів, що впливають на зношування об'єктів колійної інфраструктури, з метою оптимального планування витрат на відтворювальні заходи та розробки витратного методу формування тарифу за доступ до інфраструктури.

Ключові слова: об'єкти інфраструктури; планування зносу, витрат; витратний метод формування тарифу

Исследуются проблемы учёта факторов, которые влияют на износ объектов путевой инфраструктуры с целью оптимального планирования затрат на воспроизводственные мероприятия и разработки затратного метода формирования тарифа за доступ к инфраструктуре.

Ключевые слова: объекты инфраструктуры; планирование износа, затрат; затратный метод формирования тарифа

The problems of account of factors, which influence on the wear of objects of the track infrastructure with the purpose of the optimum planning of expenses on reproduction measures and the development of expense method of forming of tariff for access to the infrastructure, are under investigation.

Keywords: infrastructure objects; planning of wear, expenditures; expenditure-based method of tariff formation

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими завданнями

Працівниками колійного господарства Укрзалізниці постійно виконуються значні обсяги ремонтних робіт. Такий підхід дозволяє забезпечити безпеку руху поїздів та подальший стабільний розвиток господарства. Перспективними напрямками діяльності є продовження робіт по розмежуванню пасажирського та вантажного руху, сприяння впровадженню швидкісного руху поїздів. Забезпечення виконання роботи з посилення інфраструктури на напрямках транспортного забезпечення ЄВРО-2012 відповідно до заходів Державної цільової програми підготовки та проведення в Україні фінальної частини чемпіонату по футболу. Виконання робіт з реконструкції інфраструктури та збільшення пропускної спроможності залізниць.

Загалом по залізницях йде постійне нарощування обсягів виконання ремонтних робіт. Це відбувається внаслідок неухильного моніторингу стану колії, своєчасного виявлення «проблемних зон», з метою попередження виникнення несправностей та забезпечення безперебійного функціонування залізничного транспорту, ефективного розвитку галузі. Модернізацією колії при річному плані 414 км відремонтовано 422,7 км (102 %), в т.ч. в тривалі «вікна» відремонтовано 253,3 км, капітальним ремонтом колії при плані 1040 км відремонтовано 1074 км (103 %), в т.ч. в тривалі «вікна» відремонтовано 373 км. Забезпечення виконання модернізації, капітального ремонту колії в тривалі «вікна»

дало змогу за рахунок мінімального пробігу колійних машин зменшити загальні витрати на суму 11432 тис. грн, досягти значної економії щєбеню, скоротити витрати на оплату праці, залізничний тариф, паливно-мастильні матеріали та ін. Досягнуто загальної економії коштів за останній рік від використання таких «вікон» в сумі 21915,9 тис. грн.

Проводиться перспективна робота з укладання плітей безстикової колії на 1005,1 км, в т.ч. 360,3 км при капітальному ремонті. Плітей безстикової колії з нових рейок укладено на 595,2 км.

Відремонтовано 1036,9 км середнім ремонтом колії при плані 887 км (117 %). Виконано комплексно-оздоровчий ремонт колії в обсязі 872,7 км при плані 830 км (105 %).

Фахівцями замінено 1092 комплекти нових стрілочних переводів, при плані 963 (113 %), в т.ч. 950 комплектів на залізобетонних брусах при плані 840 (113 %). Старопридатних стрілочних переводів замінено 605 комплектів при плані 536 (113 %), в т.ч. на залізобетонних брусах 324 комплекти при плані 285 (114 %).

В цілому при розгорнутій довжині залізничної колії 29628,9 км, протяжність колії на залізобетонних шпалах складає 23992,0 км.

Аналіз досвіду експлуатації залізничної колії на залізобетонних шпалах показав, що вихід залізобетонних шпал з ладу відбувається в основному внаслідок механічного ушкодження (у першу чергу в підрейкових зонах). Механічне ушкодження шпал (деформація їх під підкладками й утворення тріщин) є критерієм їхньої служби й необхідності їхньої заміни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми і на які спирається автор

Дослідження питання про встановлення залежності між величиною механічного зношення шпал, баласту і експлуатаційних факторів було завжди у центрі уваги фахівців [1]. Це є актуальним особливо на сьогодні, коли наслідком реформування буде поділ суб'єктів перевізної діяльності та об'єктів інфраструктури та необхідність встановлення раціонального механізму їх економічної взаємодії [2].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується дана стаття

В результаті вищезгаданого поділу об'єкти колійної інфраструктури набувають економічної самостійності у встановленні тарифів за доступ до користування. Існує багато методів встановлення тарифів. Але найбільш доцільним та обґрунтованим вважається витратний. Витратний метод тарифоутворення базується на врахуванні всіх сукупних витрат, що були пов'язані з будівництвом, експлуатацією та ремонтами об'єктів інфраструктури за весь час функціонування.

Тому вважається необхідним докладно розглянути експлуатаційні умови та виділити найбільш впливові фактори, що регламентують періодичність, глибину та вартість проведення ремонтних робіт [3].

Формулювання цілей статті (постановка завдання)

Метою даної статті є розробка раціонального механізму врахування факторів, що впливають на процес зношення об'єктів колійної інфраструктури для подальшого планування витрат на відтворювальні роботи у колійному господарстві.

Виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Дефектний стан шпал оцінюється ступенем їхнього механічного зношення під підкладками. Середня величина зношення під підкладкою:

$$h_{\text{сер.}} = 4,69 \cdot 10^{-5} \cdot B \cdot t \cdot K_t \cdot \gamma^2 \cdot \sigma_{\text{сер.}}^2,$$

де B – вантажна напруженість лінії, млн т-км брутто / км-рік;

t – строк експлуатації лінії, років;

K_t і γ – коефіцієнти, що дорівнюють:

$$K_t = 1 + 0,01 \cdot (t - 6)^2;$$

$$\gamma = \frac{1 + 3C_6^2}{1 + C_6^2}.$$

Значення коефіцієнта C_6 визначається за формулою:

$$C_6 = \frac{S_p}{P_{\text{сер.}}},$$

де S_p – середнє квадратичне відхилення значень вертикальних динамічних сил впливу коліс рухомого складу на колію у розрахунковому перетині;

$P_{\text{сер.}}$ – середнє значення вертикальних динамічних сил впливу коліс рухомого складу на колію у розрахунковому перетині;

$\sigma_{\text{сер.}}^2$ – середні напруги в шпалах під підкладками від впливу коліс рухомого складу.

Якщо величину B виразити як $B = N \sum_{i=1}^n Q_i$,

то зношення шпал визначиться як

$$h_{\text{ш}} = 4,69 \cdot 10^{-5} \cdot N \sum_{i=1}^n Q_i \cdot t \cdot K_t \cdot \gamma^2 \cdot \sigma_{\text{ши}}^2,$$

де N – кількість поїздів, що пройшли за рік;

Q_i – маса i -ої одиниці рухомого складу, т;

$\sigma_{\text{ши}}$ – напруги в шпалах від впливу i -ої одиниці рухомого складу, МПа;

n – кількість одиниць рухомого складу в поїзді.

Відносна зміна величини зношення шпал у порівнянні з нормативним рівнем впливу визначимо:

$$\alpha_{\text{ш}} = \frac{h_{\text{ш}}}{[h_{\text{ш}}]} = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{\text{ши}}^2 \cdot Q_i}{[\sigma_{\text{ш}}]^2 \cdot [B]},$$

де $h_{\text{ш}}$, $[h_{\text{ш}}]$ – відповідно фактичний і нормативний рівень зношення шпал;

$\sigma_{\text{ш}}$ – гранична (нормативна) величина напруг у шпалах за умовами міцності, МПа.

Виділяючи вплив на шпали локомотивів і вагонів вантажних і пасажирських поїздів, функціональний вираз запропонованого нами показника зміни зношення шпал визначимо як:

$$\alpha_{\text{ш}} = \frac{\sum_{\kappa_B=1}^2 \sum_{\kappa_T=1}^{l_T} \sum_{\kappa_e=1}^{l_e} \sigma_{\text{вл.ш.}\kappa_e\kappa_T\kappa_B}^2 \cdot Q_{\text{вл.}\kappa_e\kappa_T\kappa_B}}{[\sigma_{\text{ш}}]^2 \cdot [B]} +$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{\sum_{w_T=1}^{m_T} \sum_{w_e=1}^{m_e} \sigma_{\text{ввш. } w_e w_T}^2 \cdot Q_{\text{вв. } w_e w_T}}{[\sigma_{\text{ш}}]^2 \cdot [B]} + \\
& + \frac{\sum_{j_B=1}^2 \sum_{j_T=1}^{P_T} \sum_{j_e=1}^{P_e} \sigma_{\text{пл.ш. } j_e j_T j_B}^2 \cdot Q_{\text{пл. } j_e j_T j_B}}{[\sigma_{\text{ш}}]^2 \cdot [B]} + \\
& + \frac{\sum_{r_T=1}^{d_T} \sum_{r_e=1}^{d_e} \sigma_{\text{пвш. } r_e r_T}^2 \cdot Q_{\text{пв. } r_e r_T}}{[\sigma_{\text{ш}}]^2 \cdot [B]}.
\end{aligned}$$

У виразі прийнято такі позначення:

$\sigma_{\text{вл.ш. } \kappa_e \kappa_T \kappa_B}$ – напруги в шпалах від колеса κ_e -го вантажного локомотива κ_T -го типу, κ_B -го виду, МПа;

$\sigma_{\text{пл.ш. } j_e j_T j_B}$ – напруги в шпалах від колеса j_e -го пасажирського локомотива j_T -го типу, j_B -го виду, МПа;

$\sigma_{\text{ввш. } w_e w_T}$ – напруги в шпалах від колеса w_e -го вантажного вагона w_T -го типу, МПа;

$\sigma_{\text{пвш. } r_e r_T}$ – напруги в шпалах від колеса r_e -го пасажирського вагона r_T -го типу, МПа.

Також на сьогоднішній день дуже велика увага приділяється дослідженню несучої здатності баластового шару й земляного полотна. Залишкові деформації основної площадки, що накопичуються в процесі, експлуатації земляного полотна – першопрчина багатьох його хвороб, усунення яких вимагає значних трудових і матеріальних витрат. Накопичення деформацій відбувається, в основному, внаслідок переупаковки, а також зношування часток при багаторазовій дії навантаження. Таким чином, залишкові деформації що накопичуються в процесі експлуатації основної площадки земляного полотна визначають термін служби полотна й необхідність його ремонту.

Методика оцінки стану основної площадки земляного полотна залежно від експлуатаційних факторів була запропонована М. Ф. Веріго [1]. Дефектний стан основної площадки земляного полотна в цій методиці оцінюється величиною залишкової деформації основної площадки земляного полотна в підрейкових зонах.

Розрахункове значення накопичених пошкоджень або деформацій для основної площадки земляного полотна, що знаходиться в експлуатації на ділянках колії:

$$h_{\text{зн}} = \frac{3,28 \cdot B \cdot t \cdot \gamma^2 \cdot \sigma_{\text{сеп.}}^2}{B \cdot t + 57,2},$$

де B – вантажонапруженість лінії, млн т-км брутто / км колії – рік;

t – строк експлуатації, років;

$$\gamma = \frac{1 + 3C_6^2}{1 + C_6^2}.$$

Значення коефіцієнта C_6 визначається за формулою:

$$C_6 = \frac{S_p}{P_{\text{сеп.}}},$$

де $P_{\text{сеп.}}$ – середнє значення вертикальних динамічних сил впливу коліс рухомого складу на колію у розрахунковому перетині;

S_p – середнє квадратичне відхилення значень вертикальних динамічних сил впливу коліс рухомого складу на колію у розрахунковому перетині, Н;

$\sigma_{\text{сеп.}}$ – середні напруги в основній площадці земляного полотна від впливу коліс рухомого складу, МПа.

Якщо величину B виразити таким чином

$B = N \sum_{i=1}^n Q_i$, то величина накопичених деформацій визначиться як:

$$h_{\text{зн}} = \frac{3,28 \cdot N \cdot t \cdot \gamma^2 \cdot \sum_{i=1}^n \sigma_{\text{п}i}^2 \cdot Q_i}{t \cdot N \cdot \sum_{i=1}^n Q_i + 57,2},$$

де N – кількість поїздів, що пройшли по ділянці залізниці за рік;

Q_i – маса i -ої одиниці рухомого складу, т;

$\sigma_{\text{п}i}$ – напруги в основній площадці земляного полотна від впливу i -ої одиниці рухомого складу, МПа;

n – кількість одиниць рухомого складу в поїзді.

Відносну зміну величини деформації основної площадки земляного полотна порівняно з нормативним рівнем впливу визначимо як:

$$\alpha_{\text{зн}} = \frac{h_{\text{зн}}}{[h_{\text{зн}}]} = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{\text{п}i}^2 \cdot Q_i}{[\sigma_{\text{п}}]^2 \cdot [B]},$$

де $h_{\text{зн}}$, $[h_{\text{зн}}]$ – відповідно фактичний і нормативний рівень деформації основної площадки земляного полотна;

$[\sigma_{\text{п}}]$ – гранична (нормативна) величина напруг в основній площадці земляного полотна, МПа.

Беручи до уваги з однієї сторони відсутність даних про величину деформацій, що накопи-

чуються в баластовому шарі, залежно від умов експлуатації й, з іншої, подібність багато в чому умов експлуатації баластового шару й основної площадки земляного полотна, допускаємо, що характер зміни деформацій баластового шару подібний з характером зміни деформацій основної площадки земляного полотна. Тоді відносну зміну деформації баластового шару можна визначити як:

$$\alpha_6 = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{6i}^2 \cdot Q_i}{[\sigma_6]^2 \cdot [B]},$$

де σ_{6i} , $[\sigma_6]$ – напруги в баласті, відповідно, від впливу i -ої одиниці рухомого складу й граничні (нормативні), МПа.

Виділяючи вплив на баласт локомотивів і вагонів вантажних і пасажирських поїздів, функціональний вираз пропонованого показника зміни деформації баластового шару визначимо як:

$$\alpha_6 = \frac{\sum_{K_B=1}^2 \sum_{K_T=1}^{l_T} \sum_{K_e=1}^{l_e} \sigma_{\text{вл.б.к}_e\text{к}_T\text{к}_B}^2 \cdot Q_{\text{вл.к}_e\text{к}_T\text{к}_B} + \sum_{w_T=1}^{m_T} \sum_{w_e=1}^{m_e} \sigma_{\text{ввб.}w_e w_T}^2 \cdot Q_{\text{вв.}w_e w_T} + \sum_{J_B=1}^2 \sum_{J_T=1}^{P_T} \sum_{J_e=1}^{P_e} \sigma_{\text{пл.б.}j_e j_T j_B}^2 \cdot Q_{\text{пл.}j_e j_T j_B} + \sum_{r_T=1}^{d_T} \sum_{r_e=1}^{d_e} \sigma_{\text{пвб.}r_e r_T}^2 \cdot Q_{\text{пв.}r_e r_T}}{[\sigma_6]^2 \cdot [B]} + \frac{\sum_{w_T=1}^{m_T} \sum_{w_e=1}^{m_e} \sigma_{\text{ввб.}w_e w_T}^2 \cdot Q_{\text{вв.}w_e w_T}}{[\sigma_6]^2 \cdot [B]} + \frac{\sum_{J_B=1}^2 \sum_{J_T=1}^{P_T} \sum_{J_e=1}^{P_e} \sigma_{\text{пл.б.}j_e j_T j_B}^2 \cdot Q_{\text{пл.}j_e j_T j_B}}{[\sigma_6]^2 \cdot [B]} + \frac{\sum_{r_T=1}^{d_T} \sum_{r_e=1}^{d_e} \sigma_{\text{пвб.}r_e r_T}^2 \cdot Q_{\text{пв.}r_e r_T}}{[\sigma_6]^2 \cdot [B]}.$$

У виразі прийнято такі позначення:

$\sigma_{\text{вл.б.к}_e\text{к}_T\text{к}_B}$ – напруги в баласті від колеса k_e -го вантажного локомотива k_T -го типу, k_B -го виду, МПа;

$\sigma_{\text{пл.б.}j_e j_T j_B}$ – напруги в баласті від колеса j_e -го пасажирського локомотива j_T -го типу, j_B -го виду, МПа;

$\sigma_{\text{ввб.}w_e w_T}$ – напруги в баласті від колеса w_e -го вантажного вагона w_T -го типу, МПа;

$\sigma_{\text{пвб.}r_e r_T}$ – напруги в баласті від колеса r_e -го пасажирського вагона r_T -го типу, МПа.

Визначення величин напруг у шпалах, баласті, що входять у попередню розглянуті формули здійснюється за допомогою теоретико-імовірнісних методів розрахунку залізничної колії.

Використовуючи раніше визначені показники $\alpha_{\text{ш}}$, α_6 , встановлюємо показник відносної зміни величини робочої сили, необхідної для поточного утримання колії – $\alpha_{\text{р.с.}}$:

$$\alpha_{\text{р.с.}} = K_1 \cdot \alpha_{\text{ш}} + K_2 \cdot \alpha_6, \text{ при цьому:} \\ K_1 + K_2 = 1,$$

де K_1 – питома вага (у долях від одиниці) робочої сили, необхідної для одиночного вилучення шпал при поточному утриманні залізничної колії;

K_2 – питома вага (у долях від одиниці) робочої сили, необхідної для поповнення баласту при поточному утриманні залізничної колії.

K_1 та K_2 встановлюються відповідно до діючих нормативів витрат робочої сили при поточному утриманні залізничної колії.

Висновки з даного дослідження

Виконане дослідження дозволяє виділити найбільш суттєві фактори, що впливають на процес зношування об'єктів колійної інфраструктури. Отримана методика визначення величини зношування дає змогу оптимально планувати витрати на відтворювальну діяльність у колійному господарстві з урахуванням перспективних вимог з боку рухомого складу.

Перспективи подальших розробок у даному напрямі

Запропонована методика може бути покладена в основу витратного методу формування тарифу за користування залізничною інфраструктурою в перспективних умовах виділення суб'єктів перевізної діяльності та об'єктів інфраструктури.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Вериго, М. Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава [Текст] / М. Ф. Вериго, А. Я. Коган; под ред. М. Ф. Вериго. – М.: Транспорт, 1986. – 559 с.
2. Міщенко, М. І. Удосконалювання планування витрат інфраструктури залізниць України. [Текст] / М. І. Міщенко // Проблеми підвищення ефективності інфраструктури. Зб. наук. пр. – Вип. 28. – Київ: НАУ, 2010. – С. 247.
3. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України [Текст] : Затв.: Наказ Укрзалізниці від 10.08.2004 № 630-ЦЗ.

Надійшла до редколегії 02.06.2010.
Прийнята до друку 17.06.2010.