



где K_i – коэффициент компетентности i -го эксперта, который вычисляется из таблицы 3.2, в которую были сведены данные второй анкеты. Затем определяются ранги вариантов.

Литература:

1. Николашин В.М., Зудилин Н.А., Сеницына А.С., и др. Сервис на транспорте: учебное пособие для вузов /под ред. В.М.Николашина. – 2-е изд. испр. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 272 с.
2. Сербиновский Б.Ю., Напхоненко Н.В., Колоскова Л.И., Напхоненко А.А. Экономика автосервиса. Создание автотранспортного участка на базе действующего предприятия: Учебное пособие. – М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Изд. центр «МарТ», 2006. – 432 с.
3. Бекмагамбетов М.М. Автомобильный транспорт Казахстана: этапы становления и развития. – Алматы: «PRINT-S», 2003. – 456 с.
4. Сервис на транспорте. /под ред. Д.т.н., проф. В.М.Николашина. – М.: Изд.центр «Академия», 2006. – 271 с.
5. Экономика и организация внешнеторговых перевозок: Учебник /под ред. К.В. Холопова. – М.: Юность, 2000, – 684 с.
6. Управление автосервисом: Учебное пособие для вузов/ под ред д.т.н., проф. Л.Б. Миротина. – М.: Издательство «Экзамен», 2004. – 320 с.

ЦИТ: m215-030

УДК 625.033:625.025

Штомпель А.М.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ ВАНТАЖОБІГ ЗАЛІЗНИЦЬ ТА ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ КОЛІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

*Український державний університет залізничного транспорту
Харків, площа Фейєрбаха, 7, 61050*

Shtompel A.N.

OPERATING FREIGHT TURNOVER OF RAILROADS AND RELIABILITY INDICES TRACK INFRASTRUCTURE

*Ukrainian State University of Railway Transport
Kharkiv, Area Feuerbach, 7, 61050*

Анотація У роботі встановлено математичну модель зміни експлуатаційного вантажообігу залізниць у розрахунковому періоді та запропоновано підхід до ранжирування ділянок колії за показником надійності рейко-шпальної решітки.

Ключові слова: експлуатаційний вантажообіг, вантажонапруженість, безстикова колія, верхня будова колії, показники надійності, відмова у роботі.

This work established mathematical model changes in operating railways in freight billing period and an approach to ranking sites track in terms of reliability Reiko lattice - sleepers

Keywords: operational turnover, traffic density, jointless track, Permanent way, reliability, outages.



Постановка проблеми у загальному вигляді.

Основним виробничим процесом залізниць є перевізний процес, результати якого характеризуються таким показником як експлуатаційний вантажообіг $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$ (млн. ткм брутто). Успішна реалізація перевезень у значній мірі залежить від технічного стану колійної інфраструктури, в тому числі й від стабільності конструкції верхньої будови колії (ВБК).

З урахуванням значущості втрат, які несе перевізний процес при відмовах у роботі ВБК, особливу актуальність набувають питання організації технічного обслуговування конструкції колії (на певній ділянці), серед яких провідну роль набувають задачі призначення її (колії) ремонту залежно від технічного стану елементів верхньої будови.

Мета даної статті полягає у встановленні математичної моделі зміни експлуатаційного вантажообігу залізниць протягом розрахункового періоду та у визначенні підходу до ранжирування ділянок колії за показником надійності рейко-шпальної решітки.

Виклад основного матеріалу дослідження.

У свій час дослідженнями [1] визначена функціональна залежність, що характеризує зміну загального експлуатаційного вантажообігу $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$ по мережі залізниць у період з 1997 року по 2007 рік (включно):

$$Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} = 298,79 + 17,48t, \text{ (млрд. ткм брутто)} \quad (1)$$

де t – поточний рік вказаного періоду.

Статистична обробка показників роботи залізниць [2] за 2009-2012 роки (цей період прийнято за розрахунковий) дозволила встановити математичну модель змінювання параметра $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$:

$$Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} = 377,1 + 24,38t \text{ (млрд. ткм брутто)}, \quad (2)$$

де t – поточний рік в межах розрахункового періоду.

Лінійний характер залежності (2) підтверджується коефіцієнтом кореляції $r=0,92$ (при $r > 0,9$ зв'язок між параметрами функції $y=f(x)$ вважається тісним) й коефіцієнтом детермінації $r^2=0,85$, який характеризує рівень змінювання значення y залежно від аргументу x .

Отже, протягом розрахункового періоду спостерігалася стійка тенденція зростання експлуатаційного вантажообігу й, як наслідок, збільшення показника кінетичної енергії вантажного потоку, що передається на колію:

$$K_{\text{кінет}} = 0,5 (Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} / L_{\text{гол.}}^{\text{розг.}}) V_{\text{тех}}^2, \quad (3)$$

де $V_{\text{тех}}$ – середня технічна швидкість поїзда (згідно [2] у період 2009-2012 р.р. $V_{\text{тех}} = 44,4$ км за годину);

$L_{\text{гол.}}^{\text{розг.}}$ - розгорнута довжина головної колії (за даними [2] $L_{\text{гол.}}^{\text{розг.}} = 29,7$ тис.км).

Якщо прийняти значення $K_{\text{кінет}}$, яке відноситься до 2009 року, за 100%, то



видно, що рівень силового навантаження (тобто обсяг кінетичної енергії поїздопоту) на конструкцію ВБК протягом розрахункового періоду стабільно зростає й у 2012 році збільшився майже на 20%.

Змінювання вантажнапруженості Γ «умовного» кілометра головної колії в межах розрахункового періоду відповідає математичній моделі:

$$\Gamma = 12,7 + 0,82t \text{ (млн. ткм бруто/км за рік).} \quad (4)$$

Зростання таких параметрів, як $Q_{\text{експл.}}^{\text{бруто}}$, $K_{\text{кінет}}$ та Γ , призводить до інтенсифікації процесу накопичення залишкових деформацій у конструкції ВБК й, як наслідок, до зниження рівня її надійності.

Для нейтралізації негативного впливу ускладнення експлуатаційних умов (на певній ділянці) потрібна відповідна система управління працездатністю конструкції колії за її технічним станом на основі інформації про відмови у роботі елементів ВБК.

Діюча нормативна база [3] визначає граничні показники (критерії) працездатності конструкції ВБК на певних етапах її функціонування.

Нижче розглядаються показники надійності елементів верхньої будови безстикової колії, яка експлуатується на 75% розгорнутої довжини головних колій залізниць.

У якості параметра, що визначає змінювання стану рейкового господарства на конкретній ділянці, розглядається процес накопичення поодинокого виходу рейок (за дефектами) у функції напрацьованого тоннажу.

Якщо прийняти за відмову рейки її заміну при виявленні дефекту, то ймовірність появи відмови $F_p(T)$ й безвідмовної роботи рейок $P_p(T)$ к моменту напрацювання тоннажу T становить:

$$F_p(T) = r_p(T) / N_p; \quad (5)$$

$$P_p(T) = 1 - r(T) / N_p, \quad (6)$$

де $r_p(T)$ – кількість відмов рейок к моменту T ;

N_p – кількість рейок на 1 км колії.

При $N_p = 80$ шт./км й $r_p(T) = 10$ шт./км (для рейок типу Р65 згідно [3]) $F_p(T) = 0,125$, а $P_p(T) = 0,875$.

Практичний досвід свідчить, що одна зі ста дефектних рейок не виявляється існуючими дефектоскопними засобами й зламується під поїздом. Якщо прийняти ймовірність зламу дефектної рейки $F_p = 0,01$, то ймовірність появи відмови після заміни 10 рейок (на 1 км колії) становить $F_p = 0,125 * 0,01 = 0,00125$, а ймовірність безвідмовної роботи $P_p = 0,99875$.

Відомо, що не кожний злам дефектної рейки під поїздом супроводжується його сходом або аварією. Тому фактичну надійність рейок (при умові вилучення в рамках поточного утримання ВБК дефектних рейок у обсязі 10 шт./км) можна оцінити величиною $P_p = 0,999$, яка за діючою класифікацією відносить рейки до рангу високонадійних елементів.

Граничним значенням показника, який характеризує стан шпального господарства, являється наявність 100 дефектних шпал (залізобетонних) на 1 км



колії [3]. При епюрі $N_{\text{шп}} = 1840$ шпал/км ймовірність появи відмови у роботі цього елемента становить $F_{\text{шп}}(T) = 100/1840 = 0,054$, а ймовірність його безвідмовної роботи - $P_{\text{шп}}(T) = 0,946$. Ці значення $F_{\text{шп}}$ й $P_{\text{шп}}$ встановлені для ситуації, коли на ділянці не виконуються в процесі технічного обслуговування колії роботи по заміні дефектних шпал. Така ситуація є гіпотетичною й не відповідає дійсності.

Якщо прийняти $F_{\text{шп}} = F_p = 0,01$, то можна визначити допустимий обсяг дефектних залізобетонних шпал, що знаходяться в експлуатації на 1 км колії,

$r_{\text{шп}} = N_{\text{шп}} F_{\text{шп}}(T) = 1840 * 0,01 \approx 20$ шпал. При цьому ймовірність безвідмовної роботи означеного елемента ВБК становить $P_{\text{шп}} = 0,99$.

Граничний обсяг виходу у дефектні (за строк служби ВБК) проміжних скріплень встановлений [3] у розмірі 25% від загальної кількості на 1 км колії (при цьому враховується на колії із залізобетонними шпалами сума дефектних підкладок й закладних болтів). Тоді, ймовірність появи відмови у роботі проміжного скріплення дорівнює $F_{\text{скр}}(T) = 0,25$, а ймовірність безвідмовної його роботи - $P_{\text{скр}}(T) = 0,75$.

Як й у попередньому випадку (розглядалися залізобетонні шпали), наведені значення $F_{\text{скр}}$ й $P_{\text{скр}}$ відповідають гіпотетичній ситуації, коли на ділянці в рамках поточного утримання колії не виконується заміна дефектних підкладок та закладних болтів.

Приймаючи $F_{\text{скр}} = F_p = 0,01$, можна встановити допустиму кількість дефектних елементів проміжного скріплення на 1 км колії під час експлуатації - $r_{\text{скр}} = N_{\text{скр}} F_{\text{скр}}(T) = 1\%$ (від загальної кількості підкладок і закладних болтів) та ймовірність безвідмовної роботи проміжного скріплення $P_{\text{скр}} = 0,99$.

Показники r_p , $r_{\text{шп}}$ та $r_{\text{скр}}$ враховуються [3] у якості критеріїв при призначенні до виконання на певній ділянці модернізації ВБК й характеризують технічний стан рейко-шпальної решітки (РШР).

При відомих значеннях ймовірності безвідмовної роботи i -го елемента (для умов конкретної ділянки колії) встановлюються інтегральні показники конструкції РШР в цілому:

$$P_{\text{РШР}} = P_p P_{\text{шп}} P_{\text{скр}}; \quad (7)$$

$$F_{\text{РШР}} = 1 - P_{\text{РШР}} \quad (8)$$

Для випадків, що розглядалися вище, мають місце такі результати:

при відсутності робіт з технічного обслуговування колії на ділянці

$$P_{\text{РШР}} = 0,875 * 0,946 * 0,75 = 0,62; \quad F_{\text{РШР}} = 1 - 0,62 = 0,38;$$

при виконанні на ділянці робіт по заміні дефектних елементів ВБК

$$P_{\text{РШР}} = 0,999 * 0,99 * 0,99 = 0,98; \quad F_{\text{РШР}} = 1 - 0,98 = 0,02.$$

По показнику $P_{\text{РШР}}$ здійснюється ранжирування ділянок колії (на певному напрямку) за рівнем надійності конструкції РШР. Ця процедура являється складовою системи планування ремонтів колії.

Висновки з даного дослідження: встановлена математична модель зміни експлуатаційного вантажообігу залізниць у 2009-2012 роках й запропоновано підхід до ранжирування ділянок колії за показником надійності рейко-шпальної решітки.



Література

1. Штомпель А.М. Сучасні обсяги залізничних перевезень та їх вплив на умови роботи конструкції колії [Текст] / А.М.Штомпель // Сборник научных трудов SWorld. Том 1. Транспорт.- Одесса: 2011. - С.27-32.
2. . Довідник основних показників роботи залізниць України (2002-2012 роки) [Текст].- Київ, 2013. - 48с.
3. Положення про систему ведення колійного господарства на залізницях України [Текст] / Е.І.Даніленко, М.І.Карпов, В.О.Яковлев та ін. –К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2011. – 96с.

ЦИТ: m215-081

УДК 614.84

Тарасенко В.А., Думнов С.Н.

**ПОКАЗАТЕЛИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Vasily A. Tarasenko, Sergey N. Dumnov

FIRE DANGER OBJECTS AND RAILWAY ROLLING STOCK

Аннотация. Рассмотрены дистанции пути Восточно – Сибирской железной дороги, имеющие основными предприятия, представляющие пожарную опасность. Выявлены показатели пожарной опасности объектов, относящиеся к железнодорожному транспорту и показатели пожарной опасности подвижного состава. Определены основные группы показателей, которые можно применять в последующем для расчета критерия пожарной опасности такой системы, как Восточно–Сибирская железная дорога.

Ключевые слова: железная дорога, пожарная опасность, система пожарной безопасности, комплексный показатель пожарной опасности.

Annotation. We consider the path distance of the East - Siberian Railway, with major companies representing a fire hazard. Identified indicators of fire danger of objects related to Railway Transport and indicators of fire danger of rolling stock. The main groups of indicators that can be used later to calculate the criterion of fire hazard of such a system, as the East Siberian Railway.

Keywords: railway, fire danger, fire safety system, a comprehensive measure of fire danger.

Одним из важнейших аспектов при оценке пожарной опасности объектов и подвижного состава железнодорожного транспорта России являются специально разработанные оценочные системы, которые должны включать такие важные составляющие как: перечень показателей, характеризующих объект принятия управленческого решения; оценку сравнительной важности показателей; шкалы для оценки объектов по показателям; формирование принципа выбора.

На пожарную опасность объектов и подвижного состава железнодорожного транспорта России оказывают влияние многочисленные показатели, которые, с одной стороны, должны адекватно отражать степень достижения цели, а с другой - быть количественно измеримыми. В случае,