

УДК 621.89

**ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕЙКОЗМАЩУВАЧІВ
АЕРОЗОЛЬНОГО ТИПУ**

Асп. Б. С. Асадов

**DETERMINATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE AEROSOL TYPE
RAIL LUBRICATORS**

Postgraduate student B. S. Asadov

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.184.2019.176431>

У статті наведені результати експериментальних досліджень технологічних параметрів дослідного зразка рейкозмащувача аерозольного типу. Дослідний зразок являє собою мастильний агрегат закритого типу, який живиться стисненим повітрям і дає змогу виконувати регулювання подачі повітря та оливи до робочої форсунки. Для нанесення мастильного матеріалу на робочу поверхню використовується коаксіальна форсунка із зовнішнім утворенням аерозолю – суміші оливи та повітря.

Вимірювались геометричні розміри плями оливи, нанесеної на вертикальну поверхню, залежно від відстані між форсункою та поверхнею. Також були встановлені залежності ширини плями оливи, товщини мастильного шару та граничного часу розпилу від подачі оливи та повітря.

За результатами лабораторних досліджень була виконана оцінка ефективності рейкозмащувача аерозольного типу за критерієм загальної витрати мастильного матеріалу за прогнозований ресурс рейок у кривих ділянках колії.

Ключові слова: *рейка, мастильний матеріал, стиснене повітря, рейкозмащувач, аерозоль.*

The article presents the results of experimental studies of technological parameters of a pilot sample of aerosol type lubricant. As a lubricant, the industrial I-12A oil was added with the addition of graphite powder to it, which provides the implementation of a two-layered coating of the working surface of the rail. The test piece is a closed type oiling unit, which feeds on compressed air and allows the regulation of air and oil supply to the working nozzle. For drawing of a lubricant on a working surface the coaxial nozzle with the external formation of an aerosol - a mixture of oils and air is used.

Studies were conducted in laboratory conditions. At the first stage, the geometric dimensions of the stain of the oil applied to the vertical surface were measured, depending on the distance between the nozzle and the surface. Such data makes it possible to adjust the settings of the injector placement relative to the rail, taking into account the permissible dimension of the approach, which is essential for the introduction of rail pads under operating conditions. Subsequently, depending on the width of the stain of the oil and the thickness of the lubricating layer from the supply of oil and air, were installed. Also, the dependencies of the cutting time of oil and air are set. The obtained data are necessary for determining the oil consumption in the operation of similar rail lubricants in real conditions. In addition, these data allow you to adjust the control system of the rail lubricant by the criterion of the limit time of cutting the oil and minimizing the cost of lubricant.

According to the results of laboratory studies, an estimation of the effectiveness of the aerosol type air-lubricant was performed on the criterion of the total consumption of the lubricant for the

predicted resource of the rails in the curved sections of the track. It was obtained the dependence of the number of inclusions of the lubricant and the lubricant flow rate on the number of load cycles for the rails for the projected resource. For one load cycle, a single passage of the wheelset of rolling stock along the rail was taken.

Keywords: rail, lubricant, compressed air, rail lubricators, aerosol.

Вступ. У всіх країнах світу, де є залізниця, актуальним питанням залишається зменшення інтенсивності зношування пари колесо-рейка. Цю проблему вирішують різними способами, до яких належать плазмове зміцнення та наплавлення гребенів колісних пар, рейкошліфування та найпоширеніший – лубрикація. Лубрикатори (системи змащування), що використовуються на залізниці, можна поділити на такі, що змащують гребені коліс і встановлюються на локомотивах та моторвагонних рухомих складах, і такі, що змащують бічні грані головки рейки в кривих та на стрілочних переводах. Останні у свою чергу є пересувними та стаціонарними. Конструкція лубрикаторів різноманітна, але переважно залежить від виду та способу нанесення мастильного матеріалу.

Під час експлуатації вищеперелічених систем змащення на українській залізниці було виявлено ряд недоліків [1]. Так, при використанні механічних рейкозмащувачів плунжерного типу спостерігалось неповне рознесення мастильного матеріалу на необхідну відстань, велика його витрата та застигання взимку. У лубрикаторів з програмним забезпеченням «Лінкольн» під час збою в роботі відбувається вилиття мастила на колію, що призводить до забруднення навколишнього середовища та значних фінансових витрат для відновлення його роботи. Що стосується локомотивних установок змащування гребенів коліс локомотивів, то основним недоліком є потрапляння мастила на поверхню кочення, що призводить до буксування колісних пар.

Значною мірою позбутися таких недоліків під час експлуатації лубрикаторів та підвищити їх ефективність дає змогу використання аерозольного принципу

нанесення мастильного матеріалу. Але на сьогодні немає чітко визначених технологічних параметрів рейкозмащувачів аерозольного типу для використання на залізниці та не дана оцінка їх ефективності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш частими дефектами рейок у кривих ділянках є дефекти 10.1-2, 11.1-2, 21.1-2, 37.1-2, 44.1-2 відповідно до класифікації [2]. Природа таких дефектів пов'язана з високими діючими навантаженнями [3] та недостатньою зносостійкістю і контактної-втомною міцністю рейкової сталі [4]. Безперечно, застосування змащення є перспективним методом боротьби зі зносом рейок і коліс [5]. Але перед його застосуванням необхідно враховувати умови роботи трибологічної системи «колесо-рейка», а саме високі контактні напруження. І для зменшення інтенсивності зношування необхідно реалізувати такий вид мащення, при якому б зменшився контактний тиск у парі тертя «колесо-рейка». Таким видом мащення є двошарове мащення і обґрунтованість його реалізації розглянуто в роботі [6]. Але слід зауважити, що в роботі [6] бракує інформації щодо вибору мастильного матеріалу та системи змащення, яка б дала можливість реалізувати двошарове мащення. Частково це питання було розглянуто в роботі [7], де детально обґрунтовано склад та будову необхідного мастильного матеріалу для автоматичних рейко- та гребенезмащувачів, але не розкрито питання аерозольного методу нанесення мастильного матеріалу. У роботі [8] проведені дослідження процесу нанесення мастильного матеріалу аерозольним методом з використанням оливи Liqui Moly 10W40 з дисульфідом молібдену. Але ця олива є необґрунтовано дорогою, тому доцільнішим є використання

індустріальної оливи з невисокою в'язкістю та графітовим порошком як протизношувальною присадкою. Це дасть змогу значно зекономити фінансовий ресурс. Таким чином, необхідно дослідити процес аерозольного нанесення індустріальної оливи з графітом та встановити необхідні параметри такої системи змащення.

Визначення мети та завдання дослідження. Метою роботи є дослідження параметрів аерозольного нанесення індустріальної оливи при додаванні порошку графіту з подальшою оцінкою ефективності роботи рейкозмащувачів.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- визначити вплив наближення форсунки до поверхні рейки, подачі оливи та повітря на розмір мастильної плями при аерозольному нанесенні;
- встановити граничний час розпилу мастильного аерозолю;
- оцінити ефективність рейкозмащувачів аерозольного типу за критерієм витрати мастильного матеріалу за прогнозований ресурс рейок.

Основна частина дослідження. Для досліджень була обрана індустріальна олива підгрупи А марки И-12А за ГОСТ 207-99. Концентрація графітового порошку в оливі становила 2 %.

Для проведення експериментальних досліджень з визначення основних параметрів аерозольного нанесення мастильного матеріалу на поверхню рейок було розроблено експериментальну установку, яка зображена на рис. 1.

Першочерговим завданням було встановити вплив зазора між форсункою і поверхнею рейки на геометрію плями. Для цього на поверхню для напилення 11 було прикріплено міліметровий папір, на який за допомогою блока управління 7 проводилося аерозольне напорскування протягом певного часу. Після чого вимірювались геометричні розміри утвореної плями (рис. 2). Ця процедура проводилась з відстанню між форсункою та поверхнею 50 мм, 75 мм та 100 мм.

За отриманими даними було графічно побудовано залежність розміру півосей плями від величини зазора (рис. 3).

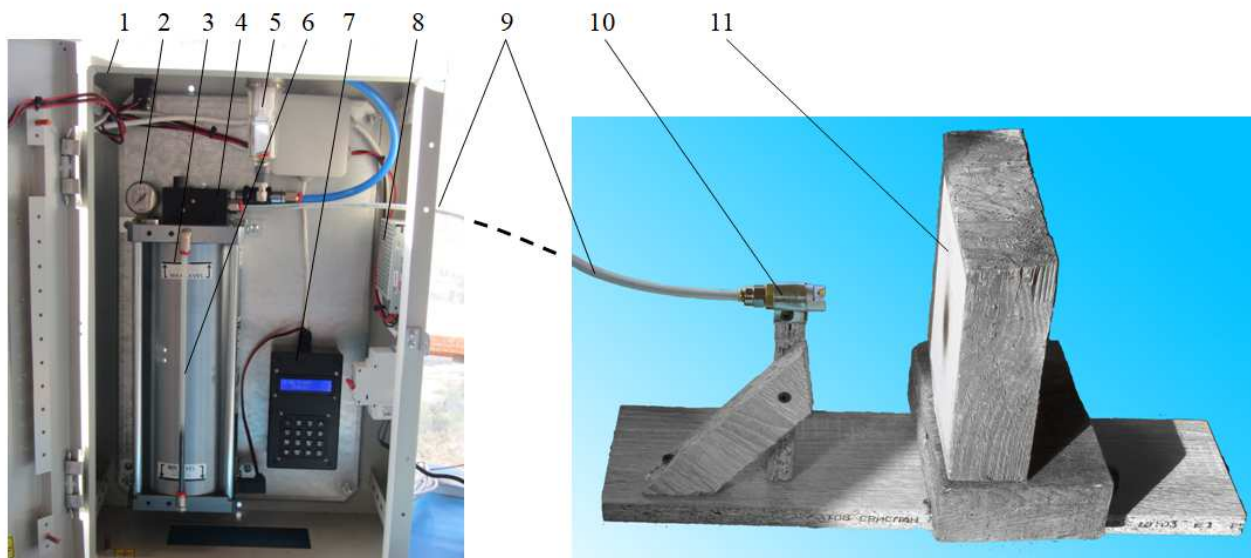


Рис. 1. Експериментальна установка:

- 1 – корпус; 2 - манометр; 3 – бак з оливою; 4 – регулятор подачі оливи і повітря; 5 – повітряний фільтр; 6 – показник рівня оливи; 7 – блок управління; 8 – блок живлення; 9 – коаксіальний трубопровід; 10 – форсунка з коаксіальним підведенням оливи та повітря; 11 – поверхня для напилення

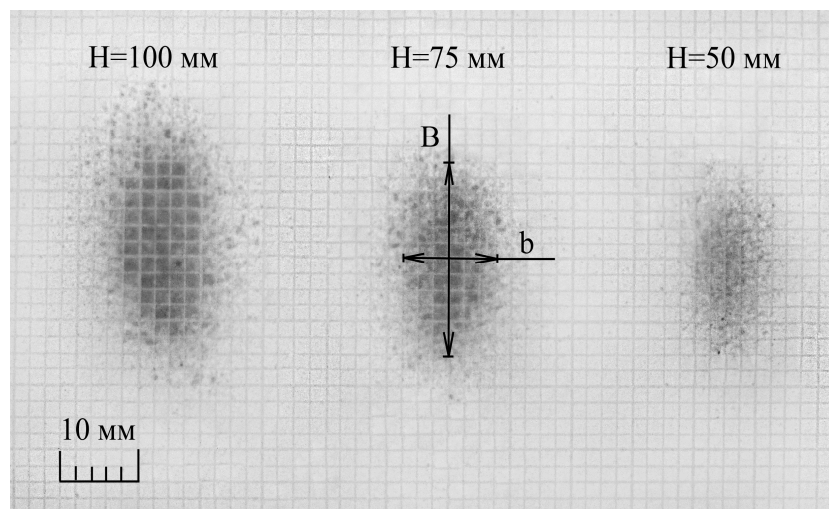


Рис. 2. Фотографії та метод обробки експериментальних плям:
 H – зазор між форсункою і поверхнею; B – велика вісь плями; b – мала вісь плями

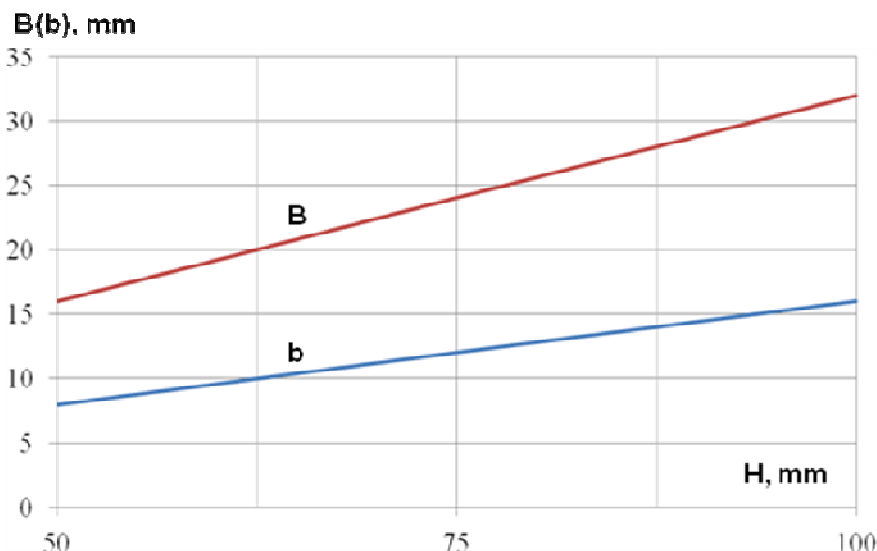


Рис. 3. Залежність розміру півосей плями від величини зазора

Отримані дані дають змогу підбирати необхідний розмір плями, що наноситься на бічну поверхню рейки. При цьому враховується допустимий габарит наближення форсунки до рейки, а також забезпечується точне позионування плями в зоні зносу без напорскування оливи на поверхню кочення

Наступним етапом дослідження було встановлення впливу подачі повітря й оливи на геометрію плями, що наноситься

та товщину мастильного шару. Результати наведені на рис. 4 та 5.

Товщина шару розраховувалася через отримані значення осей оливної плями B і b , а також заданий кут змочування.

Далі необхідно було встановити залежність граничного часу розпилю від подачі оливи та повітря. Результати цих вимірювань показані на рис. 6. Слід лише зауважити, що граничний час розпилю обмежує величину осей оливної плями за значенням гранично допустимої ширини.

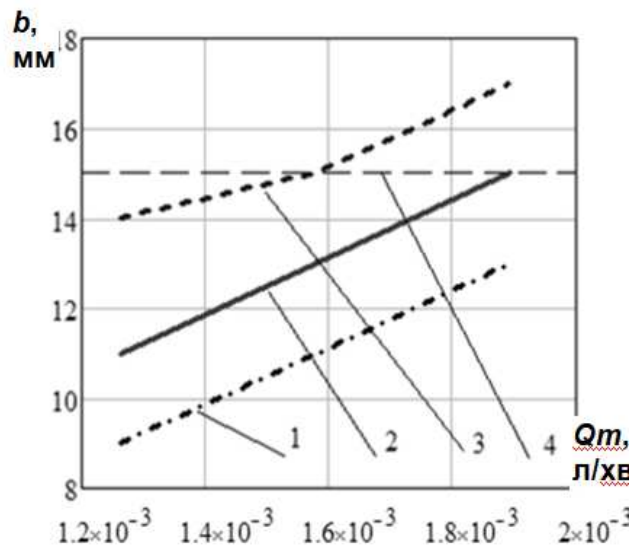


Рис. 4. Залежність ширини плями від подачі оливи та повітря:
 1 – $Q_B = 19$ л/хв; 2 – $Q_B = 26$ л/хв; 3 – $Q_B = 33$ л/хв; 4 – гранично допустима ширина за умовою напорскування оливи на поверхню кочення
 Час роботи форсунки у всіх випадках – 5 с

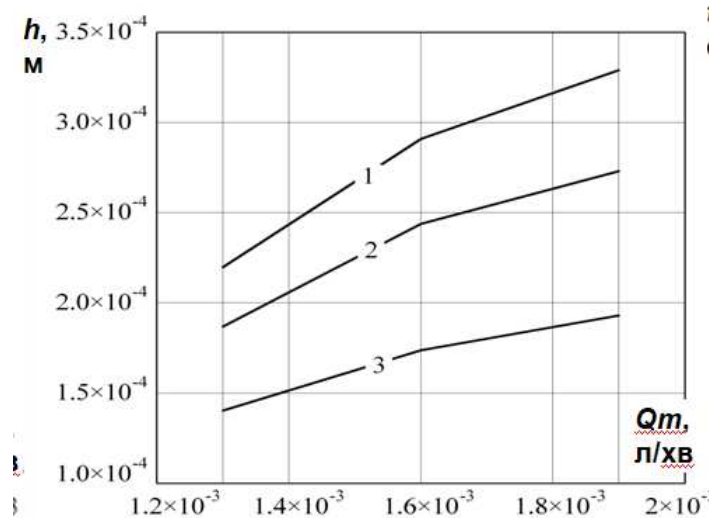


Рис. 5. Залежність товщини мастильного шару від подачі оливи та повітря:
 1 – $Q_B = 19$ л/хв; 2 – $Q_B = 26$ л/хв; 3 – $Q_B = 33$ л/хв

Отримані експериментальні дані дають змогу розробити практичні рекомендації щодо організації процесу нанесення мастильного матеріалу на бічну робочу поверхню рейок.

Наступним завданням, яке необхідно виконати для досягнення мети, є оцінка ефективності рейкозмашувачів аерозоль-

ного типу за критерієм витрати мастильного матеріалу за прогнозований ресурс, який у наближеному розрахунку становить $2,5 \cdot 10^7$ циклів навантаження, тобто колісних пар, що пройшли по рейці до досягнення граничного бокового зносу (рис. 7).

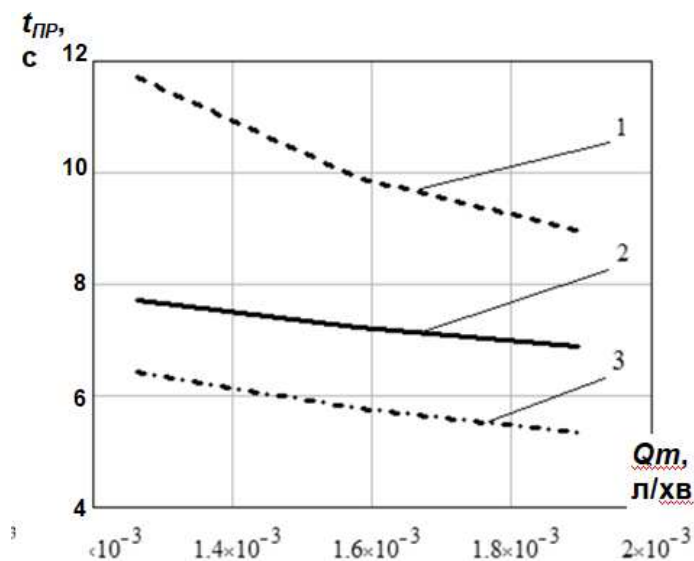


Рис. 6. Залежність граничного часу розпилю від подачі оливи та повітря:
 1 – $Q_B = 19$ л/хв; 2 – $Q_B = 26$ л/хв; 3 – $Q_B = 33$ л/хв

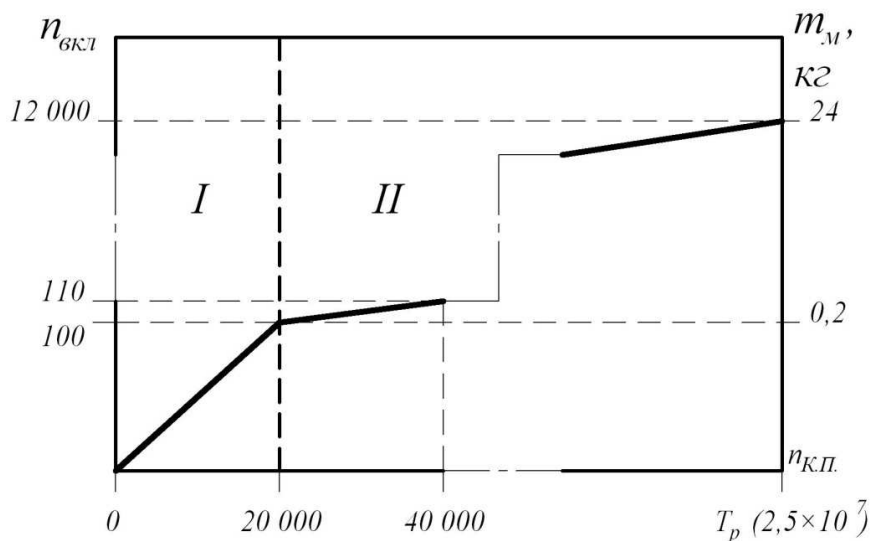


Рис. 7. Залежність кількості включень і витрати оливи від кількості колісних пар

На рис. 7 область I є періодом насичення робочій поверхні рейки мастильним матеріалом по довжині кривої. Область II відображає роботу системи в режимі мінімальних витрат оливи з урахуванням зносу мастильної плівки через певну кількість циклів навантаження.

Отримані на рис. 7 дані говорять про високу ефективність рейкозмащувачів аерозольного типу, оскільки розрахункова

витрата оливи по всій кривій за повний ресурс становить лише 24 кг, що є досить низьким показником, порівняно із рейкозмащувачами іншого типу.

Висновки:

1. Отримані залежності геометричних розмірів плями оливи, нанесеної на робочу поверхню рейки, від відстані між форсункою та поверхнею дають змогу

виконувати налаштування розміщення форсунок відносно рейки з урахуванням допустимого габариту наближення, що є суттєвим при впровадженні рейкозмащувачів аерозольного типу в експлуатаційних умовах.

2. Отримані залежності ширини плями оливи, товщини мастильного шару та граничного часу розпилу від подачі оливи та повітря є необхідними для

налаштування подачі оливи та повітря і часу розпилу за одне включення при роботі рейкозмащувачів у реальних умовах. Крім того, ці дані є базовими для виконання оцінки витрат мастильного матеріалу та вибору параметрів системи живлення.

3. Рейкозмащувачі аерозольного типу мають високу, порівняно з іншими типами, ефективність, установлену за критерієм загальної витрати мастильного матеріалу.

Список використаних джерел

1. Колесо-рейка: як зменшити інтенсивність зношення? *Залізничний інформаційний портал*. URL: <https://info.uz.ua/articles/koleso-reyka-yak-zmenshiti-intensivnist-znosu> (дата звернення: 04.04.2019).

2. Класифікація та каталог дефектів і пошкоджень рейок на залізницях України: ЦП-0284. Київ : Укрзалізниця, Головне управління колійного господарства, 2013. 194 с.

3. Даніленко Е. І. Залізнична колія. Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом: у 2 т. Київ: Інпрес, 2010. Т. 1. 528 с.

4. Богданов В. М., Захаров С. М. Современные проблемы системы колесо-рельс. *Железные дороги мира*. 2004. № 1. С. 25–33.

5. Voronin S. Development of tribophysical foundations of lubricity of liquidcrystal additives to base oil. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 2015. Vol.3. No.7. P. 53–57.

6. Voronin S., Skoryk O., Stefanov V., Onoprychuk D., Korostelov Ye. Study of the predominant defect development in rails of underground systems after preventive grinding and lubrication. *MATEC Web of Conferences*. 2017. Vol. 116. Article Number: UNSP 03005.

7. Панченко С. В., Воронін С. В., Ремарчук М. П., Асадов Б. С. Обґрунтування вимог до мастильних матеріалів систем автоматичного змащування рейок. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2018. Вип. 175. С. 6–11.

8. Voronin S., Hrunyk I., Asadov B., Onoprychuk D., Stefanov V. Study of the process of lubricant application on the friction surface using aerosol lubricators. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol. 7, Iss. 4. P. 20–24.

Асадов Башір Сабір Оглу, аспірант кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (057) 730-10-66. E-mail: spprm@kart.edu.ua.

Asadov Bashir Sabir Ohlu, Postgraduate student, Department of Construction, Road and Loading Machines of the Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-66. E-mail: spprm@kart.edu.ua.

Статтю прийнято 22.04.2019 р.