

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
«УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ  
ВАГОНБУДУВАННЯ»

**ЗБІРНИК  
НАУКОВИХ ПРАЦЬ  
«Рейковий рухомий склад»  
«Railbound rolling stock»**

**ВИПУСК 22 (2021)**

УДК 656:2

Збірник наукових праць «Рейковий рухомий склад» ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ВАГОНОБУДУВАННЯ» Міністерства економіки України. - Вип.22. - Кременчук: Вид-во ДП «УкрНДІВ», 2021. – 125 с.

Збірник містить статті, присвячені теоретичним, методологічним та прикладним проблемам галузі залізничного транспорту. У статтях збірника розглядаються питання щодо конструкцій рухомого складу залізниць, технології та організації транспортних процесів, математичного моделювання об'єктів залізничного транспорту, екологічної безпеки на транспорті, економіки транспортного машинобудування, сертифікації та стандартизації продукції залізничного транспорту та нормативного забезпечення.

Для науковців, дослідників, конструкторів та інженерно-технічних працівників транспорту та зв'язку.

ISSN 2304-6309

e-ISSN 2709-3018

Редакційна колегія:

**Сафронов О.М.**, кандидат технічних наук (головний редактор);

**Суллим А.О.**, кандидат технічних наук (заступник головного редактора);

**Хозя П.О.**, кандидат технічних наук, старший дослідник;

**Федосов-Ніконов Д.В.**, кандидат технічних наук;

**Багров О.М.**, кандидат технічних наук;

**Vaclav PÍŠTĚK** – професор, доктор технічних наук (Брноський технологічний університет, Чеська Республіка);

**Pavel Kučera** – кандидат технічних наук (Брноський технологічний університет, Чеська Республіка);

**Juraj Gerlici** - професор, доктор технічних наук (Словачія);

**Гладких І.В.**, відповідальний секретар;

**Лунітько Н.В.**, комп'ютерна верстка.

Збірник наукових праць зареєстрований в Державній реєстраційній службі України  
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
серії КВ № 23892-13732 Р, дата реєстрації 19.04.2019 р.

Статті збірника рецензували члени Редакційної колегії та Експертної комісії по розгляду результатів інтелектуальної і творчої діяльності ДП «УкрНДІВ».

Друкуються мовою оригінала.

Рекомендовано до друку Редакційною колегією (протокол № 20 від 24.05.2021 р.) та Науково-технічною радою ДП «УкрНДІВ»(протокол № 3 від 27.05. 2021 р.).

Засновник і видавець - Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»

E-mail: office@ukrndiv.com.ua

www.ukrndiv.com.ua

ISSN 2304-6309

e-ISSN 2709-3018

© ДП «УкрНДІВ», м. Кременчук, 2021

MINISTRY OF ECONOMY OF UKRAINE  
STATE ENTERPRISE  
"UKRAINIAN RAILWAY CAR BUILDING  
RESEARCH INSTITUTE"

**COLLECTION  
OF RESEARCH PAPERS  
“Railbound rolling stock”**

**ISSUE 22 (2021)**

Collection of research papers "Railbound rolling stock" of the STATE ENTERPRISE "UKRAINIAN RESEARCH INSTITUTE" of the Ministry of Economy of Ukraine. - Issue 22. - Kremenchuk: DP UkrNDIV Publishing House, 2021. - 125 p.

The Collection contains articles on theoretical, methodological and applicable problems of the railway industry. The articles of the Collection address issues related to the construction of railway rolling stock, technology and organization of transport processes, mathematical modeling of railway transport facilities, environmental safety in transport, economics of transport engineering, certification and standardization of railway products and regulations.

For scientists, researchers, designers and engineers of transport and communications.

ISSN 2304-6309  
e-ISSN 2709-3018

Editorial Board:

**Safronov O.M.**, Ph. D in Engineering (Editor-in-Chief);

**Sulym A.O.**, Ph. D in Engineering (Deputy Editor-in-Chief);

**Khozia P.O.**, Ph. D in Engineering, Senior Researcher;

**Fedosov-Nikonov D.V.**, Ph. D in Engineering;

**Bahrov O.M.**, Ph. D in Engineering

**Vaclav PÍŠTĚK** - Professor, Doctor of Engineering Science (Brno University of Technology, Czech Republic);

**Pavel Kučera** - Ph. D in Engineering (Brno University of Technology, Czech Republic);

**Juraj Gerlici** - Professor, Doctor of Engineering Science (Slovakia);

**Gladkykh I.V.**, Executive Secretary;

**Lupitko N.V.**, computer typesetting.

The collection of scientific works is registered in the  
State Registration Service of Ukraine  
Certificate of state registration of the print media: series  
KV № 23892-13732 P, date of registration is 19 April, 2019

The articles of the Collection were reviewed by members of the Editorial Board and the Expert Commission for Reviewing the Results of Intellectual and Creative Activities of UkrNDIV.

Articles are printed in the original language.

Recommended for publication by the Editorial Board (Minutes № 20 of 24.05.2021) and Scientific and Technical Council of UkrNDIV (Minutes № 3 of 27.05.2021).

Founder and publisher is the State Enterprise  
"Ukrainian Railway Car Building Research Institute"

E-mail: [office@ukrndiv.com.ua](mailto:office@ukrndiv.com.ua)

[www.ukrndiv.com.ua](http://www.ukrndiv.com.ua)

Наукове та науково-виробниче видання

**Збірник наукових праць  
«Рейковий руханий склад»  
«Railbound rolling stock»**

ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА  
«УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ВАГОНБУДУВАННЯ»

Випуск 22  
(українською, англійською та російською мовами)

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серії  
КВ № 23892-13732Р від 19.04.2019 р., видане Державною реєстраційною службою  
України

Статті друкуються мовою оригіналу.

Головний редактор: Сафронов О.М.  
Відповідальний за випуск: Гладких І.В.  
Комп'ютерна верстка: Лупітько Н.В.

Підписано до друку 7.06.2021 р.  
Формат паперу 60x84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub> Умовн. друк. арк. 10,7 Тираж 100 пр.

Видавництво ДП «УкрНДІВ»  
Адреса редакції, видавця:  
вул. І. Приходька, 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621  
[www.ukrndiv.com.ua](http://www.ukrndiv.com.ua)

## ЗМІСТ

### РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

<i>А.О. Сулим, П.О. Хозя, Ю.Я. Водяніков, С.О. Столетов, І.І. Федорак</i> Алгоритм визначення еквівалентних напружень в рамі вантажного вагона від поздовжніх сил за результатами випробувань на співудар.....	7
<i>І.В. Гладких, Н.В. Лунітько</i> Дослідження наслідків впливу пандемії COVID-19 на діяльність підприємств залізничного транспорту.....	18
<i>О.М. Сафронов, Ю.Я. Водяніков, О.Г. Макеева, С.В. Кукін</i> Високошвидкісний рухомий склад України.....	32
<i>М.О. Багров</i> Технічне діагностування тягового рухомого складу. Особливості застосування методики оцінки остаточного ресурсу несних металоконструкцій.....	43
<i>О.М. Сафронов, П.О. Хозя, Ю.Я. Водяніков, В.С. Речкалов, О.В. Орлов</i> Методи схематизації експлуатаційної навантаженості вантажного вагона....	53
<i>О.М. Сафронов, А.О. Сулим, Ю.Я. Водяніков, О.Г. Макеева</i> Швидкісний вантажний поїзд для перевезення контейнерів зі швидкістю 200 км/год.....	70
<i>С.А. Чебуров</i> Виготовлення осей чорнових попередньо оброблених методом обточування круглої заготовки.....	85
<i>М.Ю. Рубан</i> До історії оновлення парку вантажних вагонів державних залізниць України (1918 – 1919).....	92
<i>Ж.О. Семко</i> Методи, процедури, порядок і правила проведення сертифікації у системі сертифікації продукції вагонобудування.....	105
Вимоги до оформлення статей.....	115

## CONTENTS

### «RAILBOUND ROLLING STOCK»

<i>A.O. Sulym, P.O. Khozia, Yu.Ya. Vodiannikov, S.A. Stolietov, I.I. Fedorak</i> The algorithm for determining equivalent stresses in the cargo car frame from the longitudinal forces according to the results of tests for collision.....	7
<i>I.V. Gladkykh, N.V. Lupitko</i> Research of the consequences of the COVID-19 pandemic effect on the railway transport enterprises.....	18
<i>O.M. Safronov, Yu.Ya. Vodiannikov, O.G. Makeieva, S.V. Kukin</i> High-speed rolling stock of Ukraine.....	32
<i>M.O. Bahrov</i> Technical diagnosis of traction rolling stock. Features of application of the method of evaluation of the residual resource of supporting metal structures.....	43
<i>O.M. Safronov, P.O. Khozia, Yu.Ya. Vodiannikov, V.S. Rechkalov, O.V. Orlov</i> Methods for the schematization of the operational loading of the freight car.....	53
<i>O.M. Safronov, A.O. Sulim, Yu.Ya. Vodiannikov, O.G. Makeieva</i> High speed freight train for transportation of containers at speed of 200 km/h.....	70
<i>S.A. Cheburov</i> Manufacture of rough axles pre-machined by the rounding process.....	85
<i>M. Yu. Ruban</i> To the history of renewing the park of freight cars of the state railways of Ukraine (1918 – 1919).....	92
<i>Zh.O. Semko</i> Methods, procedures, practices and rules of carrying out certification in the certification system of railcar building products.....	105
Requirements for drawing-up of articles.....	120

**А.О. Сулим\***

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8144-8971>

**П.О. Хозя**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: +38 (05366) 6 20 43, E-mail: office@ukrndiv.com.ua  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8948-6032>

**Ю.Я. Водянніков**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6111-7128>

**С.О. Столетов**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8819-2534>

**І.І. Федорак**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

**АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКВІВАЛЕНТНИХ НАПРУЖЕНЬ В  
РАМІ ВАНТАЖНОГО ВАГОНА ВІД ПОЗДОВЖНІХ СИЛ ЗА  
РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИПРОБУВАНЬ НА СПІВУДАР**

*Останнім часом в світовому вагонобудуванні спостерігається тенденція активної роботи зі створення інноваційних вантажних вагонів, які відповідають сучасним вимогам. Основні напрямки створення інноваційних вагонів полягають у підвищенні осьових навантажень та швидкості руху. У цих умовах актуальними стають питання міцності і надійності конструкції вагонів, здатності витримувати експлуатаційні навантаження за весь термін служби.*

*Найбільш ушкоджуючими є ударні навантаження, що виникають під час розпуску вагонів з сортувальних гірок, проведення маневрових робіт, при гальмуванні, осадженні поїзда і ін.*

© Сулим А.О., Хозя П.О., Водянніков Ю.Я., Столетов С.О.,  
Федорак І.І., 2021



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

*Динамічні ударні випробування вантажних вагонів, при яких поздовжні ударні сили прикладаються до рами вагона через автотзчепи, проводять з метою визначення динамічних напружень і їх розподілу в елементах рами і кузова вагона, граничної допустимої величини поздовжньої сили, при якій може відбутися руйнування рами або кузова вагона.*

*Ударні випробування можуть проводитися з одиночним вагоном, який ударяється в групу загальмованих навантажених вагонів, що стоять на прямій горизонтальній ділянці залізничної колії, або в який ударяється навантажений вагон-бойок, при різній швидкості зіткнення.*

*Разом з тим, встановлення міцності рами вагона при поздовжніх навантаженнях за максимальними напруженнями, для сучасних вимог, є недостатньою. Тому, основним завданням ударних випробувань є визначення несучої здатності вагона за весь термін експлуатації. У зв'язку з цим, метою ударних випробувань є визначення еквівалентної приведенної амплітуди напружень від дії поздовжніх сил, що виникають в експлуатації за весь термін служби вагона, що дозволяє оцінити коефіцієнт запасу міцності.*

*Важливим етапом досліджень є автоматизація проведення випробувань, яка дозволяє звести до мінімуму кількість помилок, викликаних людським фактором, підвищити точність обчислень і скоротити час на проведення випробувань.*

*Для автоматизації експериментальних досліджень був розроблений алгоритм і програмний комплекс для визначення наведених еквівалентних напружень від поздовжніх навантажень.*

*Ключові слова:* поздовжня сила, схема, алгоритм, напруження, амплітуда, сила удару.

### **А.А. Сулим**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавской обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8144-8971>

### **П.А. Хозя**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавской обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8948-6032>

### **Ю.Я. Водяников**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавской обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6111-7128>

### **С.А. Столетов**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавской обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8819-2534>

**И.И. Федорак**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавской обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

### **АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В РАМЕ ГРУЗОВОГО ВАГОНА ОТ ПРОДОЛЬНЫХ СИЛ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ НА СОУДАРЕНИЕ**

*В последнее время в мировом вагоностроении наблюдается тенденция активной работы по созданию инновационных грузовых вагонов, отвечающих современным требованиям. Основные направления создания инновационных вагонов состоят в повышении осевых нагрузок и скорости движения. В этих условиях актуальными становятся вопросы прочности и надежности конструкции вагонов, способности выдерживать эксплуатационные нагрузки за весь срок службы.*

*Наиболее повреждающими являются ударные нагрузки, возникающими при роспуске вагонов с сортировочных горок, выполнении маневровых работ, при торможении, осаживании поезда и др.*

*Динамические ударные испытания грузовых вагонов, при которых продольные ударные силы прикладываются к раме вагона через автосцепку, проводят с целью определения динамических напряжений и их распределения в элементах рамы и кузова вагона, предельной допустимой величины продольной силы, при которой может произойти разрушение рамы или кузова вагона.*

*Ударные испытания могут проводиться с одиночным вагоном, который ударяется в группу заторможенных груженых вагонов, стоящих на прямом горизонтальном участке железнодорожного пути, или в который ударяется груженный вагон-боек, при различной скорости соударения.*

*Вместе с тем, установление прочности рамы вагона при продольных нагрузках по максимальным напряжениям, при современных требованиях, является недостаточной. Поэтому, основной задачей ударных испытаний является определение несущей способности вагона за весь срок эксплуатации. В этой связи, целью ударных испытаний является определение эквивалентной приведенной амплитуды напряжений от действия продольных сил, возникающих в эксплуатации за весь срок службы вагона, что позволяет оценить коэффициент запаса прочности.*

*Важным этапом исследований является автоматизация проведения испытаний, которая позволяет свести к минимуму количество ошибок, вызванных человеческим фактором, повысить точность вычислений и сократить время на проведение испытаний.*

*Для автоматизации экспериментальных исследований был разработан алгоритм и программный комплекс для определения приведенных эквивалентных напряжений от продольных нагрузок.*

*Ключевые слова:* продольная сила, схема, алгоритм, напряжение, амплитуда, сила удара.

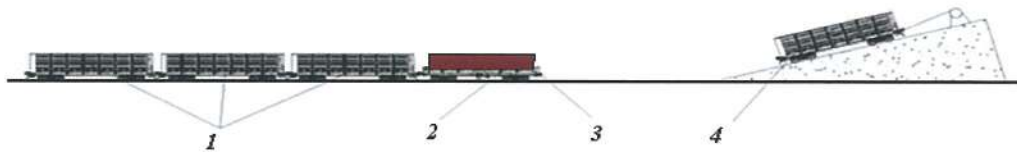
## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

**Вступ та постановка проблеми.** В процесі експлуатації вантажні вагони відчують різні види навантажень, з яких найбільш ушкоджують поздовжні сили. Поздовжні сили виникають при розпуску вагонів з сортувальних гірок, при маневрових роботах, гальмуванні, осадженні поїзда і ін.

**Аналіз існуючих досліджень.** Міцність конструкції від поздовжніх сил, як правило, визначають в процесі ударних випробувань. Теоретичним та експлуатаційним дослідженням поздовжніх сил, які діють на вантажний вагон присвячено чимало робіт. В силу обмежень до об'єму викладаємого матеріалу розглянемолише деякі з них. В роботах [1 – 9] виконано оцінку поздовжньої навантаженості несучої конструкції різних типів вагонів залежно від характеру вантажу, що перевозиться. В роботах [1, 4, 6] оцінку поздовжньої навантаженості виконано для нових типів вантажних вагонів перспективної конструкції; в роботах [2, 8] розглянуто поздовжню навантаженість несучої конструкції вагона-платформи, завантаженого контрейлером та вагона-цистерни для небезбечних вантажів; роботи [3, 5, 7, 9] присвячені дослідженню поздовжньої навантаженості переобладнаних вантажних вагонів та вагонів з вичерпаним терміном служби. Однак питанню розробки алгоритму визначення еквівалентних напружень в рамі вантажного вагона від поздовжніх сил за результатами випробувань на співудар приділено недостатньо уваги.

**Мета.** Розробити алгоритм і програмний комплекс для визначення наведених еквівалентних напружень від поздовжніх навантажень для автоматизації експериментальних досліджень.

**Матеріали та результати досліджень.** Міцність конструкції від поздовжніх сил, як правило, визначають в процесі ударних випробувань. Ударні випробування виконуються шляхом зіткнення вагона-бойка з вагоном, який випробовують, у завантаженому стані, який встановлюється перед вагонами підпору за схемою, представленої на рисунку 1 та вільностоячий за схемою на рисунку 2.



**Рис. 1. Схема розташування вагонів при проведенні ударних випробувань:**  
1 - вагони підпору; 2 - вагон, який випробовують; 3 - тензометричний автозцеп; 4 - вагон-бойок



**Рис. 2. Схема розташування вагонів при проведенні ударних випробувань:**  
1 - вагон, який випробовують; 2 - тензометричний автозцеп; 3 - вагон-бойок

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Еквівалентна приведена амплітуда напружень від дії поздовжніх сил згідно [10, 11] визначається за формулою (1):

$$\sigma_{a,з}^n = m_1 \sqrt{\frac{1}{N_0} \sum_{j=1}^n \left( \frac{\sigma_{удj} F_i}{F_{уд}} \right)^{m_1}} \cdot N_{уд,j} \cdot T_k, \quad (1)$$

де  $N_{уд,j}$  – нормативну кількість циклів динамічних напружень від поздовжніх сил за 1 рік експлуатації, приймається за таблицями 1 і 2;

$T_k$  – розрахунковий ресурс (призначений календарний термін служби вагона), роки;

$n$  – лічильник діапазонів сил, що прикладаються;

$m_1$  – показник ступеню в рівнянні кривої втоми;

$\sigma_{удj}$  – амплітуда динамічного напруження, МПа, отримана при силі  $F_{уд}$  (при зіткненні 3,5 МН, ривку 2,5 МН, стисненні 2,5 МН і розтягуванні 2 МН);

$F_i$  – середнє значення сили в інтервалі  $i$ , МН;

$F_{уд}$  – поздовжнє зусилля удару в автозчеп (3,5 МН, 2,5 МН, 2 МН);

$N_0$  – базове число циклів,  $N_0 = 10^7$ .

**Таблиця 1. – Розподіл поздовжніх сил, що діють на несну конструкцію кузова вагона через автозчепні пристрої, для визначення опору втоми**

Середнє значення сили в інтервалі, МН	Кількість сил, що прикладається за 1 рік	
	сили стиснення	сили розтягування
0,3	2432	800
0,6	5700	2000
1,0	5120	2230
1,4	3050	1410
1,8	800	800
2,2	180	200
2,6	0	50
3,0	0	9
3,35	0	1
Загальна кількість сил, що прикладається	17500	7500

**Таблиця 2. – Розподіл поздовжніх сил, що діють на несну конструкцію кузова вагона через автозчепні пристрої, для визначення опору втоми, які не підлягають розпуску з гірок**

Середнє значення сили в інтервалі, МН	Кількість сил, що прикладається за 1 рік	
	сили стиснення	сили розтягування
1	2	3
0,2	2650	800

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Закінчення табл. 2

1	2	3
0,4	5700	2000
0,7	5120	2230
1,0	3050	1410
1,3	800	800
1,6	180	200
1,9	0	50
2,1	0	9
2,4	0	1
загальна кількість сил, що прикладається	17500	7500

Установлюються такі значення і схеми прикладання поздовжніх сил до рами вагона:

- ✓ Сила 3,5 МН, спрямована всередину вагона, прикладена до опорної поверхні заднього упору автозчепного пристрою з одного боку вагона і врівноважена поздовжніми силами інерції мас кузова вагона, візків, автозчепних пристроїв і вантажу. Для вагонів з максимальним розрахунковим осьовим навантаженням не більше 245 кН, що не підлягають розпуску з сортувальних гірок або обладнаних поглинаючими апаратами класу Т2 або Т3, приймають значення поздовжньої сили 2,5 МН, якщо інше не передбачено конструкторською документацією.
- ✓ Сила 2,5 МН, спрямована назовні вагона, прикладена до опорної поверхні переднього упору автозчепного пристрою з одного боку вагона і врівноважена поздовжніми силами інерції мас кузова вагона, візків, автозчепних пристроїв і вантажу;
- ✓ Сили 2,5 МН, спрямовані всередину вагона, прикладені до опорних поверхонь задніх упорів автозчепного пристрою з двох сторін вагона;
- ✓ Сили 2,0 МН, спрямовані назовні вагона, прикладені до опорних поверхонь передніх упорів автозчепного пристрою з двох сторін вагона.

Амплітуда напружень від дії поздовжніх навантажень для середніх значень інтервалів сил визначається за формулою (2) з урахуванням результатів ударних випробувань [10]:

$$\sigma_{ai}^n = \frac{\sigma_{ydi} F_i}{F_{уд}}, \quad (2)$$

Алгоритм визначення еквівалентних значень напружень від поздовжніх сил може бути представлений трьома етапами.

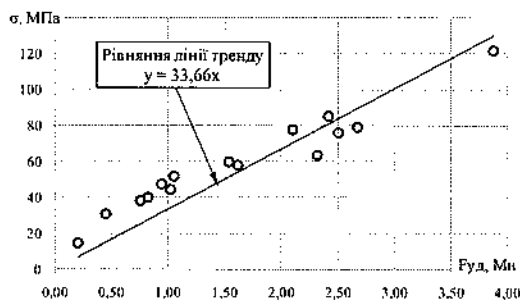
На першому етапі, за результатами випробувань (як приклад табл. 3), визначаються рівняння лінії тренда залежності амплітуд напружень від сили удару (рис. 3 і 4).

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

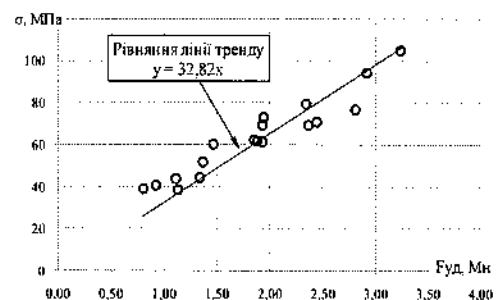
**Таблиця 3. – Результати, отримані в процесі випробувань вантажного вагона на поздовжні навантаження**

№ п\п	В упорі	
	F, МН	σ, МПа
1	0,21	15
2	0,76	38
3	0,83	40
4	0,45	31
5	0,95	48
6	1,03	45
7	1,05	52
8	2,42	85
9	1,62	58
10	2,10	78
11	1,54	60
12	2,51	76
13	2,31	64
14	2,68	80
15	3,88	122

№ п\п	Вільностоячий	
	F, МН	σ, МПа
16	0,92	41
17	0,81	39
18	1,13	38
19	1,34	44
20	2,81	77
21	2,45	71
22	3,25	105
23	2,92	95
24	1,88	62
25	1,94	69
26	2,35	79
27	2,36	69
28	1,94	62
29	1,94	73
30	1,85	63
31	1,47	60
32	1,12	44
33	1,37	52



**Рис.3. Рівняння лінії тренда (вагон в упорі)**



**Рис.4. Рівняння лінії тренда (вагон вільностоячий)**

На другому етапі, на рівняння лінії тренду, визначаються напруження:

- при силі удару 3,5 Мн -  $\sigma(3,5) = 33,66 \cdot 3,5 = 117,81$  МПа;
- при силі удару 2,5 Мн -  $\sigma(2,5) = 32,82 \cdot 2,5 = 84,15$  МПа.

Перша величина використовується при стисненні, друга - при розтягуванні.

На третьому етапі визначаються еквівалентні напруження з використанням формули (1).

Алгоритм розрахунку наведено в таблиці 4.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

За наведеним алгоритмом була написана програма на мові VBA (Visual Basic for Application) в середовищі Excel, результати розрахунку представлені на рисунку 5, які мають повний збіг з таблицею 4.

Таблиця 4. – Алгоритм визначення еквівалентних напружень

$F_i$ , МН	$N_{уд,j}$	$\sigma_{уд}$	$\frac{\sigma_{уд} F_i}{F_{уд}}$	$\left(\frac{\sigma_{уд} F_i}{F_{уд}}\right)^3$	$T_k$	$N_{уд,j} \cdot T_k$	$\left(\frac{\sigma_{уд} F_i}{F_{уд}}\right)^{m_1} \cdot N_{уд,j} \cdot T_k$
<b>Сили стиснення</b>							
0,3	800	117,81	10,098	1029,689	32	25600	26360040
0,6	2000	117,81	20,196	8237,512	32	64000	527200799
1	2230	117,81	33,66	38136,63	32	71360	2721430052
1,4	1410	117,81	47,124	104646,9	32	45120	4721668937
1,8	800	117,81	60,588	222412,8	32	25600	5693768633
2,2	200	117,81	74,052	406078,9	32	6400	2598904681
2,6	50	117,81	87,516	670289,4	32	1600	1072463108
3	9	117,81	100,98	1029689	32	288	296550450
3,35	1	117,81	112,761	1433761	32	32	45880351,3
<b>Сили розтягнення</b>							
0,3	2432	84,15	10,098	1029,689	32	77824	80134521,5
0,6	5700	84,15	20,196	8237,512	32	182400	1502522278
1	5120	84,15	33,66	38136,63	32	163840	6248305770
1,4	3050	84,15	47,124	104646,9	32	97600	1,0214E+10
1,8	800	84,15	60,588	222412,8	32	25600	5693768633
2,2	180	84,15	74,052	406078,9	32	5760	2339014213
$\sum_{j=1}^n \left(\frac{\sigma_{уд} F_i}{F_{уд}}\right)^3 \cdot N_{уд,j} \cdot T_k$							43788693871
$\sigma_{a,з}^n = m_1 \sqrt{\frac{1}{N_0} \sum_{j=1}^n \left(\frac{\sigma_{уд} F_i}{F_{уд}}\right)^3 \cdot N_{уд,j} \cdot T_k}$						$(N_0=10^7)$	16,36

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

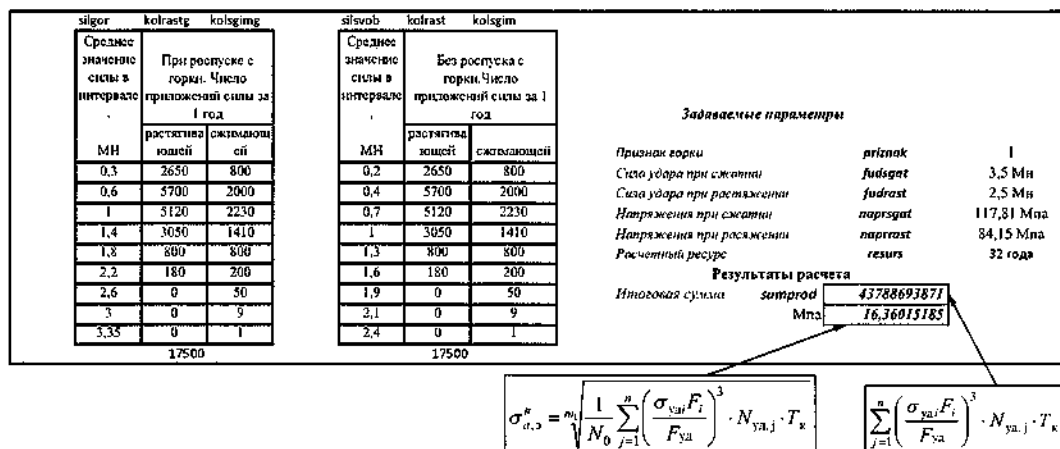


Рис. 5. Результати визначення на ЕОМ еквівалентних напружень в рамі вагона при ударних впливах

### ЛІТЕРАТУРА

1. Фомін О.В., Ловська А.О., Медведєв Є.П., Шатковська Г.І. Виявлення особливостей динамічної завантаженості кузова напіввагона з пружною середньою частиною хребтової балки/Східно-Європейський журнал передових технологій. 2020. № 7 (107). Том 5. –С. 30-37. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.211936.
2. Фомін О.В., Ловська А.О., Горбунов М.І., Фоміна Ю.В. Визначення поздовжньої завантаженості несучої конструкції вагона-платформи, завантаженого контрейлером. – 2020. № 4(88). Наука та прогрес транспорту. – С. 103-113.
3. Fomin, O., & Lovska, A. (2020). Establishing patterns in determining the dynamics and strength of a covered freight car, which exhausted its resource. (Виявлення особливостей визначення динаміки та міцності критого вагона, який вичерпав свій ресурс). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(7 (108)), 21–29. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.217162.
4. Фомін О.В., Ловська А.О., Сапронова С.Ю. Дослідження повздовжньої навантаженості несучої конструкції вагона-платформи зчленованого типу з пониженим центром ваги. – Вісник СНУ імені В. Даля. 2020. № 5(261). –С. 74-80. DOI: 10.33216/1998-7927-2020-261-5-74-80.
5. Швець А. О. Вплив на динаміку вантажних вагонів поперечногозміщення візків. - Наука та прогрес транспорту. 2020. № 6 (90). С. 66–81. DOI: 10.15802/stp2020/223519.
6. Panchenko, S., Fomin, O., Vatulia, G., Ustenko, O., & Lovska, A. (2021). Determining the load on the long-based structure of the platform car with elastic elements in longitudinal beams. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(7 (109)), 6–13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224638>.
7. Fomin O., Kara S., Prokopenko P., Gorbunov M., & Fomin V. (2020). ОЦІНКА ДИНАМІЧНИХ ЯКОСТЕЙ РУХУ ПЕРЕОБЛАДНАНИХ ВАГОНІВ- ХОПЕРІВ ПІСЛЯ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ. Транспортні системи і технології, (36), 33-42. <https://doi.org/10.32703/2617-9040-2020-36-4>.
8. Кельріх, М., О. Фомін, П. Прокопенко, і С. Сова. «Теоретичні аспекти визначення залишкового ресурсу вагона-цистерни для небезпечних вантажів». Вісник СНУ імені В. Даля. 2020. № 5(261). –С. 5-9. DOI: 10.33216/1998-7927-2020-261-5-5-9.
9. Koshel O., Sapronova S., Bulich D., & Tkachenko V. (2020). Визначення залишкового ресурсу несучих металевих конструкцій вагонів хоппер-дозаторів та думпкарів (самоскидів) на основі результатів технічного діагностування та типових випробувань. Транспортні системи і технології, (35), 14-23. <https://doi.org/10.32703/2617-9040-2020-35-2>.
10. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных), ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996 г.
11. ДСТУ ГОСТ 33211:2017. Вагони вантажні. Вимоги до міцності та динамічних якостей. К.: Держстандарт України, 2017. 53 с.



### **A.O. Sulym**

State Enterprise "Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute "  
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8144-8971>

### **P.O. Khozia**

State Enterprise "Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute "  
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8948-6032>

### **Yu.Ya. Vodiannikov**

State Enterprise "Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute "  
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6111-7128>

### **S.A. Stolietov**

State Enterprise "Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute "  
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8819-2534>

### **I.I. Fedorak**

State Enterprise "Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute "  
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

## THE ALGORITHM FOR DETERMINING EQUIVALENT STRESSES IN THE CARGO CAR FRAME FROM THE LONGITUDINAL FORCES ACCORDING TO THE RESULTS OF TESTS FOR COLLISION

*Recently, the global car building has been a tendency to actively work on the creation of innovative cargo cars that meet modern requirements. The main directions of creating innovative cars consist in increasing axial loads and speed of movement. Under these conditions, issues of strength and reliability of wagons design are becoming relevant, the ability to withstand operational loads for the entire service life.*

*The most damaging are shock loads arising from the dissolution of cars from the sorting slodder, the production of maneuver work, when braking, the sedimentation of the train, etc.*

*Dynamic drum tests of cargo wagons under which the longitudinal shock forces are applied to the car frame via the motor armor, to determine the dynamic stresses and their distribution in the elements of the frame and body of the wagon, the maximum permissible value of the longitudinal force at which the rim or body of the wagon may occur.*

*Impact tests can be carried out with a single car, which hits a group of inhibited loaded wagons, standing on a direct horizontal section of the railway track, or in which the loaded car battlefield is hung at different collisions.*

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

*At the same time, the establishment of the strength of the frame of the wagon with longitudinal loads at maximum stresses, with modern requirements, is insufficient. Therefore, the main task of percussion tests is to determine the carrier capacity of the carriage for the entire service life. In this regard, the purpose of percussion tests is to determine the equivalent reduced amplitude of the strain from the action of the longitudinal forces arising in operation for the entire service life of the car, which makes it possible to estimate the safety reserve coefficient.*

*An important stage of research is the automation of testing, which allows minimizing the number of errors caused by the human factor, increase the accuracy of calculations and reduce the time for testing.*

**Key words:** longitudinal forces, scheme, algorithm, strain, amplitude, impact force.

### REFERENCES

1. Fomin O.V., Lovs'ka A.O., Medvedev С.P, SHatkovs'ka G.I. Viyavlennya osoblivostej dinamichnoi zavantazhenosti kuzova napivvagona z pruzhn'oyu seredn'oyu chastinoyu hrebtovoi balki/Skhidno-Evropejs'kij zhurnal peredovih tekhnologij. 2020. № 7 (107). Tom 5. –S. 30-37. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.211936.
2. Fomin O.V., Lovs'ka A.O., Gorbunov M.I., Fomina YU.V. Vznachennya pozdovzhn'oi zavantazhenosti nesuchoi konstrukcii vagona-platformi, zavantazhenogo kontrejlerom. – 2020. № 4(88). Nauka ta progres transportu. –S. 103-113.
3. Fomin, O., & Lovska, A. (2020). Establishing patterns in determining the dynamics and strength of a covered freight car, which exhausted its resource. (Viyavlennya osoblivostej vznachennya dinamiki ta micnosti kritogo vagona, yakij vicherpav svij resurs). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(7 (108), 21–29. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.217162.
4. Fomin O.V., Lovs'ka A.O., Saprionova S.YU. Doslidzhennya povzdovzhn'oi navantazhenosti nesuchoi konstrukcii vagona-platformi zchlenovanogo tipu z ponizhenim centrom vagi. – Visnik SNU imeni V. Dalya. 2020. № 5(261). –S. 74-80. DOI: 10.33216/1998-7927-2020-261-5-74-80.
5. SHvec' A. O. Vpliv na dinamiku vantazhnih vagoniv poperechnogozmishchennya vizkiv. - Nauka ta progres transportu. 2020. № 6 (90). S. 66–81. DOI: 10.15802/stp2020/223519.
6. Panchenko, S., Fomin, O., Vatulia, G., Ustenko, O., & Lovska, A. (2021). Determining the load on the long-based structure of the platform car with elastic elements in longitudinal beams. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(7 (109), 6–13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224638>.
7. Fomin O., Kara S., Prokopenko P., Gorbunov M., & Fomin V. (2020). OCINKA DINAMICHNIH YAKOSTEJ RUHU PEREOBLADNANIH VAGONIV- HOPERIV PISLYA TRIVALOĀ EKSPLUATACIĀ. Transportni sistemi i tekhnologii, (36), 33-42. <https://doi.org/10.32703/2617-9040-2020-36-4>.
8. Kel'rih, M., O. Fomin, P. Prokopenko, i S. Sova. «Teoretichni aspekti vznachennya zalishkovogo resursu vagona-cisterni dlya nebezpechnih vantazhiv». Visnik SNU imeni V. Dalya. 2020. № 5(261). –S. 5-9. DOI: 10.33216/1998-7927-2020-261-5-5-9.
9. Koshel O., Saprionova S., Bulich D., & Tkachenko V. (2020). Vznachennya zalishkovogo resursu nesuchih metalevih konstrukcij vagoniv hoper-dozatoriv ta dumpkariv (samoskidiv) na osnovi rezul'tativ tekhnichnogo diagnostuvannya ta tipovih viprobuvan'. Transportni sistemi i tekhnologii, (35), 14-23. <https://doi.org/10.32703/2617-9040-2020-35-2>.
10. Normy dlya rascheta i proektirovaniya vagonov zheleznyh dorog MPS kolei 1520 mm (nesamohodnyh), GosNIIV-VNIIZhT, 1996 g.
11. DSTU GOST 33211:2017. Vagoni vantazhni. Vimogi do micnosti ta dinamichnih yakostej. K.: Derzhstandart Ukraïni, 2017. 53 s.

**І.В. Гладких\***

Державне підприємство „Український науково-дослідний інститут вагонобудування”  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: +38 (05366) 6-01-42

**Н.В. Лупітько**

Державне підприємство „Український науково-дослідний інститут вагонобудування”  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: +38 (05366) 6-00-28

### ДОСЛІДЖЕННЯ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ ПАНДЕМІЇ COVID-19 НА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

*Стаття присвячена дослідженню наслідків негативного впливу пандемії COVID-19 на економіку всього світу. Розглянуто вплив на промислове виробництво і окремо на машинобудування України. Приведені цифри виробництва вантажних і пасажирських вагонів заводами України. Розглянуто питання імпорту застарілих вантажних вагонів на територію України, чим спричинено профіцит зношених вагонів. Це стало великою проблемою в такий нелегкий час для вітчизняних виробників вагонів для вантажних перевезень. Запропоновано заходи, які необхідно взяти з метою приведення поточного технічного стану вагонів з вичерпаним терміном експлуатації до нормативного, зменшення ризиків техногенних катастроф, підвищення конкурентоздатності залізничних перевезень та зацікавленості операторів вантажних вагонів у закупівлі нових вантажних залізничних вагонів українських виробників. Викладено результати впливу карантинних обмежень на перевезення залізничним транспортом. Наведено дані щодо падіння перевезень залізничним транспортом внаслідок пандемії як в Україні, так і в країнах Європейського Союзу, та за результатами порівняльного аналізу зроблено висновок. Проаналізовано обсяги падіння виробництва вантажних вагонів та причини тому, а також сформульовані пропозиції для виходу з кризи в галузі вагонобудування, що дозволить відновити роботу підприємств залізничного транспорту та суміжних галузей. Це дасть змогу сформувати реальне бачення можливого перебігу економічних процесів, які безпосередньо матимуть вплив на рівень соціального життя населення.*

*Ключові слова:* економічна криза, COVID-19, рецесія, промисловість, машинобудування, залізничний транспорт, вагонобудування, вантажні перевезення, пасажирські перевезення, залізниці Європейського Союзу.

© Гладких І.В., Лупітько Н.В., 2021

---

### **И.В. Гладких\***

Государственное предприятие "Украинский научно - исследовательский институт вагоностроения"

ул. И. Приходько 33, г.Кременчуг, Полтавской обл., 39621, Украина

Телефон: +38 (05366) 6-01-42

### **Н.В. Луштыко**

Государственное предприятие "Украинский научно - исследовательский институт вагоностроения"

ул. И. Приходько 33, г.Кременчуг, Полтавской обл., 39621, Украина

Телефон: +38 (05366) 6-00-28

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ВЛИЯНИЯ ПАНДЕМИИ COVID-19 НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

*Статья посвящена исследованиям последствий воздействия пандемии COVID-19 на экономику всего мира. Рассмотрено влияние на промышленное производство и отдельно на машиностроения Украины. Приведены цифры производства грузовых и пассажирских вагонов заводами Украины. Рассмотрены вопросы импорта устаревших грузовых вагонов на территорию Украины, чем вызван профицит изношенных вагонов. Что стало большой проблемой в такое нелегкое время для отечественных производителей вагонов для грузовых перевозок. Предложены меры, которые необходимо принять с целью приведения текущего технического состояния вагонов с истекшим сроком эксплуатации до нормативного, а также уменьшения рисков техногенных катастроф, повышения конкурентоспособности железнодорожных перевозок и заинтересованности операторов грузовых вагонов в закупке новых грузовых железнодорожных вагонов украинских производителей. Изложены результаты воздействия карантинных ограничений на перевозку железнодорожным транспортом. Приведены данные по падению перевозок железнодорожным транспортом в результате пандемии, как в Украине, так и в странах Европейского Союза, и по результатам сравнительного анализа сделан вывод. Проанализированы объемы падения производства грузовых вагонов и причины, приведшие к тому, а также сформулированы предложения по выходу из кризиса в отрасли вагоностроения, что позволит восстановить работу предприятий железнодорожного транспорта и смежных отраслей. Это позволит сформировать реальное виденье возможного хода экономических процессов, которые непосредственно повлияют на уровень социальной жизни населения.*

**Ключевые слова:** экономический кризис, COVID-19, пандемия, рецессия, промышленность, машиностроение, железнодорожный транспорт, вагоностроение, грузовые перевозки, пассажирские перевозки, железные дороги Европейского Союза.

**Вступ.** Наприкінці 2019 року людство стикнулося з пандемією коронавірусу (COVID-19), яка швидко поширилась світом. Перші випадки гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2, були зафіксовані в китайському місті Ухань. У 2020-му, майже через рік від появи небезпечного вірусу, Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) звітувала, що у більш ніж

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

76 мільйонів людей підтверджено позитивний діагноз COVID-19, а близько 1 мільйона 700 тисяч померли від цієї хвороби. Головним прогресом у боротьбі з коронавірусом стала безпрецедентно швидка реакція урядів країн на зміни в законодавстві з метою уповільнення поширення COVID-19.

Криза, спричинена COVID-19, ініціювала значні зміни на ринку праці світу й України. У всьому світі відбулося значне скорочення виробничих потужностей у зв'язку з закриттям кордонів між країнами і введенням режиму самоізоляції. Так, згідно з новими даними Міжнародної організації праці, понад 1 мільярд людей у всьому світі постраждають у фінансовому відношенні, оскільки пандемія коронавірусу негативно впливає на збереження робочих місць і розмір заробітної плати персоналу. Поширення епідемії порушило звичні торговельні зв'язки між виробниками і споживачами, спричинила серйозні зміни в діяльності логістичних компаній. Карантинні заходи, вжиті з метою зменшення поширення захворюваності, спричинені COVID-19 суттєво вплинули на економіку всього світу.

**Метою статті** є дослідження економічної ситуації та стану підприємств залізничного транспорту в Україні, аналіз впливу COVID-19 на залізничний транспорт, залізничні перевезення та показники роботи залізничних підприємств в цілому.

### **Аналіз існуючих досліджень.**

*Основними наслідками COVID-19 для світової економіки вже є:*

- падіння індексів бірж; суттєве зниження цін на нафту та уповільнення розвитку ринку металів; скорочення виробництва; суттєве зниження доходів авіакомпаній, залізничного та морського транспорту, торгово-розважальних центрів, туристичної індустрії; зменшення доходів населення;

- зростання прибутків фармацевтичної промисловості та світової індустрії ігрових, освітніх та інших онлайн-додатків; зростання попиту інвесторів на менш ризикові активи.

За такої ситуації вже відбувається зниження економічного зростання світової економіки (з 2,5 % до 0,6 %).

На думку експертів, у 2021 році на загальносвітовому рівні економічна ситуація буде близька до рецесії: багато економік зіткнуться зі скороченням експорту, імпорту, ВВП [1, 2], залучення інвестицій, у т.ч. на ринку нерухомості, значно погіршиться виробнича сфера.

### **Вітчизняне промислове виробництво.**

Пандемія COVID-19 мала різноспрямований вплив на вітчизняне промислове виробництво. З одного боку, вона вдарила як по експортоорієнтованим промисловим видам на тлі зниження зовнішньоекономічної активності та відповідно попиту на товари з боку країн основних партнерів, так і інвестиційним видам — звуження фінансових можливостей підприємств.

Відновлення промисловості відбувається повільніше, ніж роздрібною торгівлі. Воно дуже нерівномірне – вплив карантину для одних галузей був більш болючим, ніж для інших.

Протягом 2020 року спостерігалось зменшення виробництва у всіх основних підвидах промисловості, зокрема найбільше у переробній промисловості – на 6,9 %, добувній – на 5,2 % та у постачанні електроенергії, газу, пари – на 1,3 % (рис. 1).

Довідково: у порівнянні з іншими роками, згідно із даними Держстату, за 2019 рік обсяги промислового виробництва в Україні скоротилися на 1,8 % у порівнянні із 2018 роком; у 2018 році зростання промислового виробництва становило 1,1 % відносно 2017 року [2].

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 1. Індекси промислової продукції у розрізі основних підвидів, зміна, у % до відповідного періоду попереднього року. Джерело: Мінекономіки.

Помісячна динаміка індексу промислової продукції у 2020 році свідчить, що промислове виробництво [3] вже пододало рубіж максимально негативного ефекту від жорстких карантинних заходів як в середині країни, так і за її межами (зокрема на тлі послаблення карантинних обмежень, покращення кон'юнктури на світових товарних ринках залізних руд та чорних металів починаючи з серпня, активної реалізації проєктів «Великого будівництва», заходів стимулювання споживчого попиту, державної підтримки бізнесу) та відновило позитивні результати роботи у грудні 2020 року (зростання на 4,8 % до грудня 2019 року), з урахуванням ефекту календарних днів – «плюс» 3,2 % («мінус» 0,1% відповідно).

### Підсумки машинобудування.

Негативну динаміку промисловості визначали темпи падіння в машинобудуванні (скорочення виробництва на 18,5 % у 2020 році та «мінус» 3,3 % у грудні 2020 році) внаслідок зменшення інвестиційної активності в економіці через фінансові втрати підприємств під час запровадження карантинних обмежень, високий рівень невизначеності та збереження дії стримуючих чинників сформованих раніше (висока конкуренція з боку іноземних аналогів на внутрішньому ринку, нестабільний рівень замовлень на внутрішньому та зовнішньому ринках, низький попит з боку основних внутрішніх споживачів (зокрема, залізничного транспорту). Динаміка представлена на рисунку 2.

Варто також зазначити, у машинобудуванні спостерігалися найбільші темпи падіння серед промислових видів економічної діяльності. У розрізі основних під-



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

видів машинобудування, зокрема у виробництві електричного устаткування, спостерігалися найменші негативні результати внаслідок збереження попиту з боку суміжних підприємств у країнах торгових партнерів.

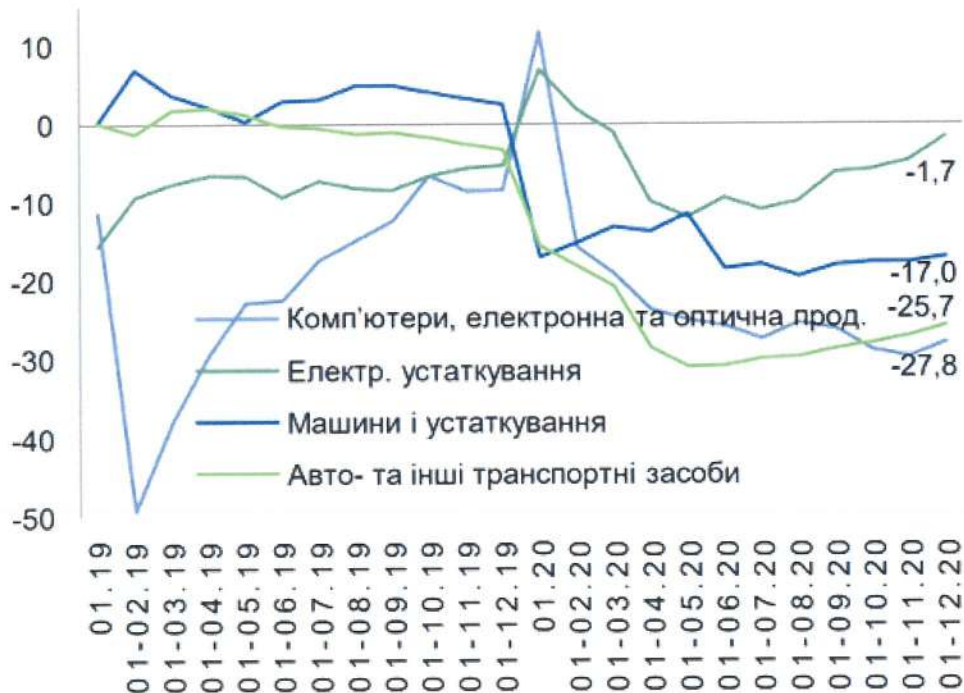


Рис. 2. Основні підвиди машинобудування, зміна, у % до відповідного періоду попереднього року. Джерело: Мінекономіки.

### Підсумки вагонобудування.

Падіння обсягів вагонобудування у 2020 році склало 70 % [4]. За минулий рік в Україні виготовили 3 241 вантажний вагон, що на 70,1 % менше, ніж у 2019 році. Про це свідчать дані державної служби статистики. У грудні 2020 року було вироблено 197 вагонів, що на 63% менше, ніж у грудні 2019 року.

Загалом маємо таку тенденцію за 2020 рік:

- травень – 188 вагонів;
- червень – 176 вагонів;
- липень – 235 вагонів;
- серпень – 243 вагони;
- вересень – 335 вагонів;
- жовтень – 326 вагонів;
- листопад – 293 вагони.

У 2020 році Крюківський вагонобудівний завод зменшив виробництво вантажних вагонів на 70 %, тобто, 1569 вагонів. Це на 3668 вагонів менше, ніж виготовило підприємство у 2019 році.

У 2020 році КВБЗ відремонтував 26 пасажирських вагонів, тоді як у 2019 році – 18. Локомотивів цього й минулого року завод не збирав, тоді, як у січні-жовтні 2019 року на підприємстві зібрали 15 локомотивів [5].

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

Отже, обсяги виробництва рухомого складу за підсумками 2020 року знизилися більш ніж утричі, а за підсумками січня 2021 року можна з упевненістю стверджувати, що виробництво фактично зупинено, адже з понад десяти вітчизняних вагонобудівних підприємств, у 2021 році виробничі лінії працювали лише на трьох, а лідер галузі, Крюківський вагонобудівний завод.

Враховуючи достатньо потужний сектор залізничних перевезень в Україні, другий за розмірами серед країн СНД після РФ, саме внутрішній ринок може стати потужним джерелом для розвитку вітчизняного вагонобудування та розбудови новітніх технологій виробництва з метою налагодження нових експортних каналів збуту. Цей потенціал підтверджується фактично виконаними обсягами виробництва у 2018 та 2019 роках, коли для переважно внутрішнього замовника було збудовано 11,5 та 10,6 тисяч вагонів відповідно.

Неконтрольований імпорт списаних вагонів з РФ в обсягах, що перевищували обсяги вітчизняного виробництва, а також майже нульове списання застарілих вагонів, які продовжують використовуватися понад нормативний термін служби призвело, як наслідок, в Україні до рекордного збільшення сукупного вантажного парку, розміри якого становили:

На 01.01.2018 р.: 172 180 од. в парку АТ «Укрзалізниця» та приватних власників.

На 01.01.2019 р.: 186 313 од. (+8,2 % до попереднього року).

На 01.01.2020 р.: 198 891 од. (+6,8 % до попереднього року).

На 01.01.2021 р.: 201 137 од. (+1,1 % до попереднього року).

Отже, за три роки загальний приріст парку склав майже +29 тис. вагонів або +16,8 %. При цьому, враховуючи суттєве старіння вагонного парку та падіння ефективності його роботи через часті відчіпні ремонти вагонів, посилюється відтік вантажів із залізниці на інші види транспорту [6].

Усередині країни сформувався рекордний профіцит рухомого складу, що станом на 1 лютого 2021 року характеризується такими показниками:

- Піввагон – понад 27 тис. одиниць профіциту (41 % від загального робочого парку в 65,5 тис. вагонів).
- Зерновоз – профіцит становить понад 15 тис. одиниць (55 % від загальної кількості у 27 тис.).

Великі обсяги незадіяного в перевезеннях рухомого складу змушують його власників демпінгувати в боротьбі за клієнта, унаслідок чого вартість вагоновідправлень у вагонах АТ «Укрзалізниця» досягла історичних мінімумів у 345 грн за напіввагон у січні 2021 року проти 619 грн ще у листопаді 2020 р. Вартість оренди вагонів приватного парку також перебуває на історичних мінімумах (250 грн / доба піввагон, 150 грн / доба зерновоз), що є збитковим, адже значно нижче від витрат на експлуатацію, обслуговування та амортизацію рухомого складу. Описані тенденції останніх двох років зображено на рисунках 3 і 4.

Проаналізувавши причини кризи в галузі, маємо чіткі пропозиції щодо її подолання:

1. Цілком та повністю обмежити доступ вагонів як з Росії, так й інших країн на територію України як для імпорту, так і для оренди українськими логістичними компаніями. Ринок РФ ушестеро більший за український, тому в періоди профіциту він може з легкістю заповнити наш ринок завдяки демпінговим цінам, знищивши підприємства з виробництва вагонів та вітчизняні транспортні компанії, що мають у власності нові вагони. Будь-яке відновлення локального попиту на оренду чи купів-



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

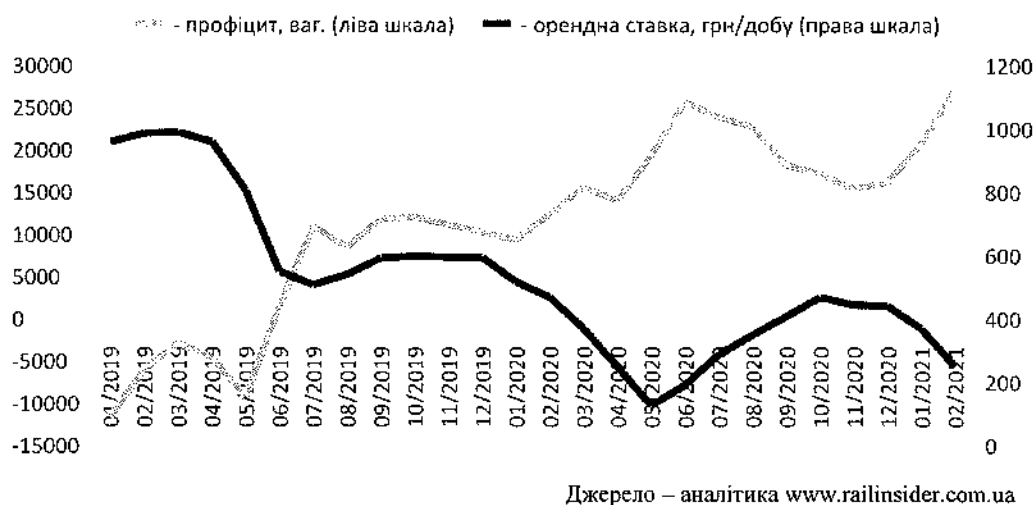


Рис. 3. Напіввагон – Профіцит / орендна ставка



Рис. 4. Зерновоз - Профіцит / орендна ставка

лю нових вагонів може бути (і буде) покритим з Росії, тому вкрай важливо закрити кордони України від імпорту та тимчасового ввезення вагонів з інших країн з метою виключення ввезення тих самих російських вагонів, але перереєстрованих у Прибалтиці, Румунії, Білорусі та інших країнах.

2. Якомога швидше запровадити рішення щодо поступового обмеження граничного віку вантажних вагонів, що розроблене Міністерством інфраструктури України як проект відповідного наказу. Це заборонить експлуатацію вагонів, що вичерпали 150 % від встановленого виробником віку. Надалі пропонується поступово знижувати цю планку до 110-120 %. Усі сусідні країни, наприклад, Росія, Білорусь, Казахстан, давно заборонили використання вантажних вагонів, термін нормативної експлуатації яких сплив.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

3. На сьогодні залізницею України курсують десятки тисяч вагонів з продовженням на 10-15 років терміном експлуатації як власності АТ «Укрзалізниця», так і приватних власників, технічний стан переважної більшості яких є вкрай незадовільним.

З метою приведення поточного технічного стану вагонів з вичерпаним терміном експлуатації до нормативного, зменшення ризиків техногенних катастроф, підвищення конкурентоздатності залізничних перевезень та зацікавленості операторів вантажних вагонів у закупівлі нових вантажних залізничних вагонів українських виробників, слід невідкладно вжити таких заходів:

- Скоротити вдвічі інтервал для планових ремонтів вагонів з продовженням.
- Дозволити продовження терміну служби вагонів виключно за підсумками капітального ремонту та на термін, що не перевищує 5 років.
- Рішуче посилити контроль з боку Державної служби безпеки на транспорті за відповідністю виконання планових та позапланових ремонтних робіт залізничних вагонів.

Оперативне ухвалення відповідних рішень допоможе в надскладний час пандемії та економічної кризи відновити роботу вагонобудівної та суміжних галузей, що дозволить:

- Створити близько 15 тис. робочих місць у вагонобудуванні та 30 тис. робочих місць у галузях, що задіяні при будівництві рухомого складу.
- Отримати 36 млрд грн відрахувань до бюджетів усіх рівнів протягом 5 років.
- Збільшити кумулятивне зростання ВВП України на 8 % за наступні 5 років.

За даними Державної служби статистики України у 2020 р. [7]

### Вантажні перевезення.

Вантажообіг підприємств транспорту становив 290,3 млрд. ткм, або 85,7 % від обсягу 2019 р. Підприємствами транспорту перевезено 600,0 млн. т вантажів, що становить 88,8 % від обсягів 2019 р. Дані представлено в таблиці 1.

Таблиця 1. - Вантажні перевезення за видами транспорту

	Вантажообіг		Перевезено вантажів	
	млн.ткм	у % до 2019	млн.т	у % до 2019
Транспорт	290342,6	85,7	600,0	88,8
залізничний	175587,2	96,6	305,5	97,6

Основними чинниками формування динаміки у залізничному вантажному перевезенні стали – зменшення обсягів на 3,4 (скорочення на 2,4 % у 2019 р. (п/п)) в умовах зниження попиту з боку основних користувачів на послуги галузі (промислового виробництва), сповільнення економічної активності в світі (основні країни торгівельні партнери), а також значна застарілість рухомого складу (зокрема, 69,8 % тепловозів та 70,2 % вантажних вагонів у користуванні понад 26-40 р. (дані за 2019 р.)), який не взмозі у повному обсязі задовольняти сучасні потреби споживачів [8].

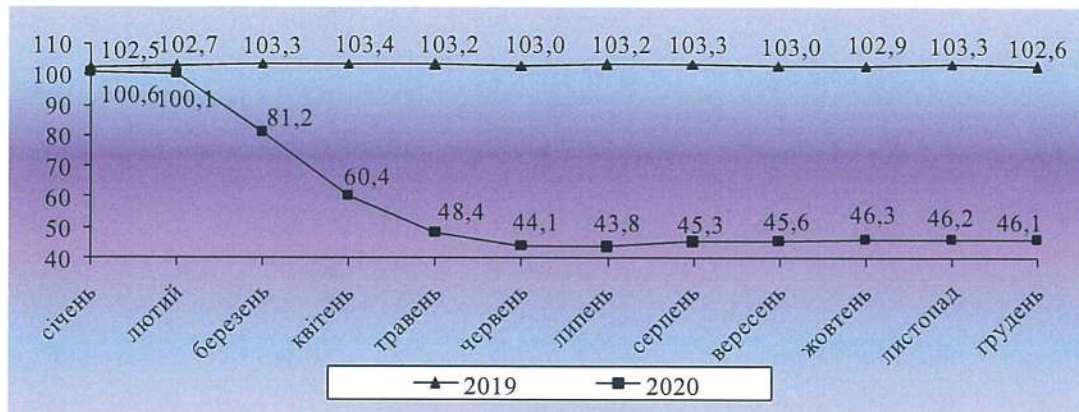
### Пасажи́рські перевезення.

В Україні за підсумком року найбільші негативні результати через пандемію COVID-19 продемонстрував пасажирський транспорт, який найбільше серед інших видів економічної діяльності відчув вплив карантинних обмежень. В даній сфері падіння темпів випуску було найглибшим серед інших видів економічної діяльності на тлі штучного чинника, що обумовив отримання за підсумком року критичного

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

падіння у сфері пасажирських перевезень, якого не спостерігалося за всі роки статистичних спостережень.

У 2020 р. пасажирообіг підприємств транспорту становив 49,4 млрд. пас. км, або 46,1 % від обсягу 2019 року. Графік представлено на рисунку 5.



(у % до відповідного періоду попереднього року, наростаючим)

Рис. 5. Пасажирообіг підприємств транспорту

Послугами пасажирського транспорту скористалося 2568,7 млн пасажирів, або 60,3 % від обсягу 2019 року (див. таблицю 2).

Таблиця 2. - Пасажирські перевезення за видами транспорту

	Пасажирообіг		Перевезено пасажирів	
	млн.пас.км	у % до 2019	млн	у % до 2019
Транспорт	49379,8	46,1	2568,7	60,3
залізничний <sup>1</sup>	10450,4	36,8	67,8	43,8
автомобільний	19009,0	56,1	1082,9	60,0
водний	4,0	15,7	0,3	46,0
авіаційний	10780,9	35,6	4,8	35,0
грамвайний	2541,0	68,1	422,8	67,4
тролейбусний	3452,9	63,9	579,0	61,2
метрополітен	3141,6	57,4	411,1	57,5

<sup>1</sup> З урахуванням перевезень міською електричкою.

Для з'ясування основних причин падіння обсягів виробництва вагонів в Україні було проведено експертне оцінювання. В якості основних причин були розглянуті наступні:

1. вплив пандемії COVID-19;
2. відсутність коштів у замовників;
3. відсутність Державної програми підтримки вітчизняних виробників вагонобудування;
4. посилення конкуренції з боку іноземних виробників профіцит вантажних вагонів, падіння вантажних перевезень.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

За результатами експертного оцінювання встановлено, що причинами падіння обсягів виробництва вагонобудування в Україні є:

1. відсутність Державної програми підтримки вітчизняних виробників вагонобудування (36 %);

2. відсутність коштів у замовників (25 %).

В той же час вплив пандемії COVID-19 згідно проведеного опитування експертів оцінюється на рівні 12 %, що також привело до втрат об'ємів виробництва в Україні.

### Залізнична галузь Європейського Союзу.

Здається, європейські залізничні оператори стикаються з фінансовими перешкодами на початку 2021 року. Рік розпочався, а втрати пасажирів та вантажних перевезень через обмеження, пов'язані з Covid-19, не гарантують будь-якого періоду покращення на наступні місяці. Спільнота європейських залізничних та інфраструктурних компаній (CER) підтвердила свій первинний звіт у січні наступним дослідженням.

У 2020 році залізнична вантажна галузь Європейського Союзу отримала на 2 млрд євро доходів менше, проти попереднього року. Так, падіння за рік становить 12 % (див. рисунок 6).

Загалом залізнична галузь ЄС втратила 26 млрд євро доходів минулого року через пандемію COVID-19.

Негативні тенденції продовжуються і в цьому році. За даними CER, втрати вантажних операторів становлять від 3 % до 32 %. Одночасно в пасажирських перевезеннях втрати від 3 % до 91 % [9].

Оператор залізничних вантажних перевезень DB Cargo сильно постраждав від кризи в 2020 році. Компанія отримала збитки більш ніж удвічі. Збільшившись на 136 %, показники знизились до мінус 728 мільйонів євро, порівняно з 308 мільйонами євро у 2019 році. Ці цифри були представлені концерном Deutsche Bahn у 2021 році [10].



Рис. 6. Діаграма втрати доходу 2020/2019 – вантажні перевезення ЄС



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Більших збитків зазнали пасажирські перевезення: галузь втратила 42 млрд євро доходів, що на 42 % менше проти 2019 року ( див.рис.7).

	LOSS OF REVENUES (Turnover decrease 2020/2019)	
	€	%
Passenger Services	- 24 billion	-42%
Freight Services	- 2 billion	-12%

*Data collected by CER*

*Рис. 7. Збитки європейських залізничних операторів*

### **Підсумок.**

З початку пандемії COVID-19 залізниці не мають рівних у забезпеченні руху пасажирів та вантажів. Але пандемія безпрецедентно вплинула на їх економічну життєздатність.

Для економіки України і Європейського Союзу пандемія COVID-19, безсумнівно, показала переваги залізничних вантажних перевезень. Окрім переміщення значної частки вантажу по коліях через неможливість роботи інших видів транспорту, криза також довела, що залізниця може бути досить надійною та ефективною, щоб привернути увагу вантажовідправника.

Звичайно, залізничним операторам також довелося вирішувати купу проблем у цей безпрецедентний період. Непередбачуваність планування поїздок, обмеження на поїздки через регіональні перекриття та перевантаженість кордонів через величезний вантажний рух, були однією з основних проблем. Проте з часом залізничний сектор почав розуміти, що ця криза не триватиме вічно. Отже, виявлення точної межі між цим «режимом короткотермінового виживання в умовах кризи та все ще вкладанням достатньої кількості ресурсів для більш важливих середньо - та довгострокових проектів» виявилось критичним.

Цей "баланс" як найскладніше завдання на даний момент. Залізничні оператори не повинні поглинатися лише вирішенням тимчасових проблем. Навпаки, їм також слід зосередитись та інвестувати в майбутнє, оскільки день, коли пандемія закінчиться, не за горами. Саме тоді залізничному сектору доведеться довести, що він присутній і готовий взяти на себе завдання перевезення великих вантажів.

### **Висновки.**

Аналіз досліджень дозволив однозначно встановити, що пандемія COVID-19 безпрецедентно негативно вплинула на економічну життєздатність практично всіх галузей, в тому числі залізничної, забезпечення руху пасажирів та вантажів.

В умовах пандемії існують переваги залізничних вантажних перевезень порівняно з іншими видами транспорту завдяки організації надійних, ефективних, стабільних перевезень, а також здешевлення цих перевезень внаслідок профіциту рухомого складу, що має привернути увагу вантажовідправника.

Проаналізовано вплив пандемії COVID-19 на вітчизняне промислове виробництво в цілому та за окремими галузями, що в цілому дозволило визначити галузі, що найбільше постраждали. Встановлено, що однією з найбільш постраждалих галузей є машинобудування (скорочення виробництва у середньому на 18,5 %). При цьому найбільше скорочення зафіксовано у виробництві транспортних засобів, зокрема вагонобудуванні.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

Проаналізовано обсяги падіння виробництва вагонів в умовах пандемії та інші причини падіння вагонобудування.

За результатами експертного оцінювання встановлено, що причинами падіння обсягів виробництва вагонобудування в Україні є: відсутність Державної програми підтримки вітчизняних виробників вагонобудування (36 %); відсутність коштів у замовників (25 %).

В той же час вплив пандемії COVID-19 згідно проведеного опитування експертів оцінюється на рівні 12 %, що також привело до втрат об'ємів виробництва в Україні.

Приведені ефективні заходи щодо подолання кризи в галузі вагонобудування, що дозволить відновити роботу підприємств залізничного транспорту та суміжних галузей, створити нові робочі місця, збільшити відрахування до бюджетів всіх рівнів та в цілому збільшити ВВП України.

Наведено дані щодо падіння перевезень залізничним транспортом внаслідок пандемії як в Україні, так і в країнах Європейського Союзу, та за результатами порівняльного аналізу зроблено висновок, що темпи падіння практично однакові.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Долбнева Д. В. (2020) Вплив COVID-19 на економіку країн світу / Д. В. Долбнева // Проблеми економіки. № 1. С. 20-26.
2. Н. Лук'яненко, О. Зайцева (2020) Пандемія коронавірусу: правові механізми захисту трудових та соціальних прав працівників. Режим доступу: [http://rv.dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2021/02/lhsi\\_pandemya\\_koronavirusu.pdf](http://rv.dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2021/02/lhsi_pandemya_koronavirusu.pdf)
3. Промислове виробництво за минулий рік скоротилося на 5,2% — Держстат. - [Електронний ресурс] // Мультимедійна платформа іномовлення України «Укрінформ». 2021. Режим доступу до ресурсу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3176370-promislove-virobnictvo-za-minulij-rik-skorotilos-na-52-derzstat.html>.
4. Українська промисловість: підсумки 2020 року та проноз. - [Електронний ресурс] // Інформаційно-аналітичний портал «ua.NEWS». 2021. Режим доступу до ресурсу: <https://ua.news/ua/ukrajskaya-promyshlennost-ytogy-2020-goda-y-prognoz/>.
5. Падіння обсягів вагонобудування у 2020 році склало 70%. - [Електронний ресурс] // Інформаційно-аналітичне видання про залізницю в Україні «Rail.insider». 2021. Режим доступу до ресурсу: <https://www.railinsider.com.ua/padinnya-obsyagiv-vagonobuduvannya-u-2020-roczj-sklalo-70/>.
6. На КВБЗ виробництво вагонів упало на 70%. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу. - <https://www.railinsider.com.ua/na-kvzb-vyrobnytvo-vagoniv-vpalo-na-70/>.
7. Альона Лебедева: Вагонобудування України — to be, or not to be? - [Електронний ресурс] // Інформаційно-аналітичне видання про залізницю в Україні «Rail.insider». 2021. Режим доступу до ресурсу: <https://www.railinsider.com.ua/alona-lebedeva-vagonobuduvannya-ukrayiny-to-be-or-not-to-be/>.
8. Експрес - випуск Держстату України. Підсумки роботи транспорту січень-грудень 2020 році. Режим доступу: URL <https://www.ukrstat.gov.ua>.
9. ОГЛЯД ЕКОНОМІЧНОЇ АКТИВНОСТІ (підсумки 2020 року). - [Електронний ресурс] // Інформаційний ресурс Мінекономіки «GOV.UA». 2021. Режим доступу до ресурсу: [https://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=642e389c-d53c-489a-8a43-61612bfd264e&title=OgliadEkonomichnoiAktivnosti-pidsumki2020-Roku- \(12.02.2021\)](https://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=642e389c-d53c-489a-8a43-61612bfd264e&title=OgliadEkonomichnoiAktivnosti-pidsumki2020-Roku- (12.02.2021)).
10. European railways struggle to balance Covid-related losses. - [Електронний ресурс] // ProMedia Group «RailFreight». 2021. Режим доступу до ресурсу: <https://www.railfreight.com/railfreight/2021/03/19/european-railways-struggle-to-balance-covid-related-losses/> (23.02.2021).
11. DB Cargo's loss more than doubled in 2020. - [Електронний ресурс] // ProMedia Group «RailFreight». 2021. Режим доступу до ресурсу: <https://www.railfreight.com/railfreight/2021/03/29/db-cargos-loss-more-than-doubled-in-2020/> (23.02.2021).

**I.V. Gladkykh\***

State Enterprise "Ukrainian Scientific Railway Car Building Research Institute "  
33 I. Prykhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
tel: +38 (05366) 6-01-42

**N.V. Lupitko**

State Enterprise "Ukrainian Scientific Railway Car Building Research Institute "  
33 I. Prykhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
tel: +38 (05366) 6-00-28

### RESEARCH OF THE CONSEQUENCES OF THE COVID-19 PANDEMIC EFFECT ON THE RAILWAY TRANSPORT ENTERPRISES

*The article deals with the study of the negative effects of the COVID-19 pandemic on the world economy. The impact on industrial production and particularly on machine-building industry of Ukraine is considered. The figures of freight and passenger cars manufactured by plants of Ukraine are given. The issue of importing old-aged freight wagons to the territory of Ukraine, which caused an overbalance of life-expired wagons, was considered. This has become a huge problem at such challenging times for domestic freight wagons manufacturers. The activities aimed at bringing the current technical condition of wagons with expired service life to normative condition, reducing the risks of man-made disasters, increasing the competitiveness of rail transportation and engaging the operators of freight cars in the purchase of new freight wagons manufactured by Ukrainian producers are proposed. The paper presents the results of the impact of quarantine restrictions on railway transport. The data on the drop in railway transportation caused by the pandemic in Ukraine and in the countries of the European Union, and the results of the comparative analysis are given. The volumes of the downfall in the production of freight cars and their reasons are analyzed, suggestions on the overcoming the crisis in machine building industry are defined, which will allow to resume the work of rail transport and related industries. This provides a real vision of the possible course of economic processes that will have an immediate effect on the standards of the social life.*

**Key words:** economic crisis, COVID-19, economic recession, industry, machine-building industry, railway transport, railcar-building industry, freight transportation, passenger transportation, EU railways.

#### REFERENCES

1. Dolbnieva D. V. (2020), Vplyv COVID-19 na ekonomiku krain svitu [Influence of COVID-19 on the world economy], Problemy ekonomiky [Problems of economics], № 1, pp. 20-26 [in Ukrainian].
2. N. Lukianenko, O. Zaitseva (2020), Pandemiia koronavirusu: pravovi mekhanizmy zakhystu trudovykh ta socialnykh prav pratsivnykiv. [Pandemic of coronavirus: Legal mechanisms for protecting labor and social rights of employees]. URL: [http://rv.dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2021/02/lhsi\\_pandemya\\_koronavirusu.pdf](http://rv.dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2021/02/lhsi_pandemya_koronavirusu.pdf) [in Ukrainian].
3. Promislove vyrobnytstvo za mynulii rik skorotylosia na 5,2% - Derzhstat [Industrial production for the past year decreased by 5.2% - State Statistics] (2021). Multimedia platform of foreign language in Ukraine "Ukrinform" [Multimediina platforma Inomovlennia Ukrainy «Ukrinform»]. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3176370-promislove-virobnictvo-za-minulij-rik-skorotilosa-na-52-derzhstat.htm> [in Ukrainian].

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

4. Ukraïnska promyslovist: pidsumky 2020 roku ta prognoz. [Ukrainian industry: the results of 2020 and forecast.] (2021). Informaciino-analitychnii portal «U.News» [Information and analytical portal «U.News»]. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3176370-promislove-virobnictvo-za-minulij-rik-skorotilosana-52-derzstat.html> [in Ukrainian].
5. Padinnia obsiahiv vagonobuduvannia u 2020 roci sklalo 70%. [Downfall in railcar-building production volumes in 2020 was 70%] (2021). Informacijno-analitychne vydannia pro zaliznytsiu v Ukrayini «Rail.insider». [Information and analytical edition of the railway in Ukraine "Rail insider"]. URL: <https://www.railinsider.com.ua/padinnya-obsyagiv-vagonobuduvannya-u-2020-roczy-sklalo-70/> [in Ukrainian].
6. Na KVBZ vyrobnytstvo vagoniv upalo na 70% [On the KVBZ production of cars fell by 70%]. URL: <https://www.railinsider.com.ua/na-kvbz-vyrobnycztvo-vagoniv-vpalo-na-70/> [in Ukrainian].
7. Alona Lebedyeva: Vahonobuduvannia Ukrainy - to be, or not to be? [Railcar-building of Ukraine - to be, or not to be?] (2021). Informaciino-analitychne vydannia pro zaliznytsiu v Ukrayini «Rail.insider» [Information and analytical edition of the railway in Ukraine "Rail.insider"]. URL: <https://www.railinsider.com.ua/alona-lebedyeva-vagonobuduvannya-ukrayiny-to-be-or-not-to-be/> [in Ukrainian].
8. Ekspres - vypusk Derzhstatu Ukrainy. Pidsumky roboty transportu sichen-gruden 2020 roku [Express - issue of the State Statistics Committee of Ukraine. Results of transport of January-December 2020]. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].
9. Ogliad ekonomichnoi aktyvnosti (pidsumky 2020 roku) [Overview of economic activity (the results of 2020)] (2021). Informaciinii resurs Minekonomiky' «GOV.UA». [Information resource of the Ministry of Economy "Gov.UA"]. URL: <https://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=642e389c-d53c-489a-8a43-61612bfd264e&title=OgliadEkonomichnoiAktivnosti-pidsumki2020-Roku-> (accessed at 12 February 2021) [in Ukrainian].
10. European railways struggle to balance Covid-related losses. (2021). ProMedia Group «RailFreight».. URL: <https://www.railfreight.com/railfreight/2021/03/19/european-railways-struggle-to-balance-covid-related-losses/> (accessed at 23 February 2021).
11. DB Cargo's loss more than doubled in 2020. (2021). ProMedia Group «RailFreight». URL: <https://www.railfreight.com/railfreight/2021/03/29/db-cargos-loss-more-than-doubled-in-2020/> (accessed at 23 February 2021).



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

УДК 656.0.27(477)

DOI: 10.47675/2304-6309-2021-22-32-42

### **О.М. Сафронов**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходько 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-03-24

### **Ю.Я. Водянніков**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходько 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-03-24

### **О.Г. Макєєва**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходько 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-03-24

### **С.В. Кукін**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходько 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-03-24

## ВИСОКОШВИДКІСНИЙ РУХОМИЙ СКЛАД УКРАЇНИ

*Наведено коротка історія розвитку високошвидкісного пасажирського руху в країнах світу, показано, що протяжність високошвидкісних магістралей (ВШМ) в світі становить 44 тис. км. Незважаючи на те, що Україна не входить до переліку 28 країн з ВШМ, на базі ПУБЛІЧНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «КРЮКІВСЬКИЙ ВАГОНОБУДІВНИЙ ЗАВОД» (ПАТ «КВБЗ») був створений двосистемний електропоїзд ЕкрІ «Тарпан» для швидкості руху більше 200 км/год. Наведено опис електропоїзда і особливості гальмівної системи. Показано, що гальмівна система відповідає світовим аналогам для високошвидкісних поїздів про що свідчать результати випробувань, які через відсутність ВШМ, були проведені для швидкості 160 км/год. Результати розрахункових досліджень, із застосуванням математичної моделі і результатів ходових гальмівних випробувань показали, що гальмівний шлях електропоїзда при швидкості 200 км/год складає 1539 м, а при швидкості 300 км/год - 3172 м. Отримані значення гальмівних шляхів відповідають технічним вимогам Євросоюзу TSI. Проведені дослідження підтверджують, що Україна володіє високошвидкісним рухомим складом для швидкостей руху до 300 км/год.*

*Ключові слова:* високошвидкісний рухомий склад, електропоїзд, гальмівна система, гальмівний шлях, швидкість.

© Сафронов О.М., Водянніков Ю.Я., Макєєва О.Г., Кукін С.В., 2021

---

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

### **О.М. Сафронов**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24

### **Ю.Я. Водяников**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24

### **Е.Г. Макеева**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24

### **С.В. Кукин**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24

## ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ УКРАИНЫ

*Приведена краткая история развития высокоскоростного пассажирского движения в странах мира показано, что протяжённость высокоскоростных магистралей (ВСМ) в мире составляет 44 тыс. км. Несмотря на то, что Украина не входит в перечень 28 стран с ВСМ, на базе ПУБЛИЧНОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «КРЮКОВСКИЙ ВАГОНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД» (ПАО «КВСЗ») был создан двухсистемный электропоезд Экр1 «Тарпан» для скорости движения более 200 км/ч. Приведено описание электропоезда и особенности тормозной системы. Показано, что тормозная система соответствует мировым аналогам для высокоскоростных поездов о чем свидетельствуют результаты испытаний, которые из-за отсутствия ВСМ были проведены для скорости 160 км/ч. Результаты расчетных исследований с применением математической модели и результатов ходовых тормозных испытаний показали, что тормозной путь электропоезда при скорости 200 км/ч составляет 1539 м, а при скорости 300 км/ч – 3172 м. Полученные значения тормозных путей соответствуют техническим требованиям Евросоюза TSI. Проведенные исследования подтверждают, что Украина обладает высокоскоростным подвижным составом для скоростей движения до 300 км/ч.*

*Ключевые слова:* высокоскоростной подвижной состав, электропоезд, тормозная система, тормозной путь, скорость.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Міжнародний союз залізниць визначає високошвидкісні залізниці, як залізничні траси, що забезпечують рух швидкісних поїздів зі швидкістю не менше 200 км/год для звичайних модернізованих залізничних трас і 250 км/год або швидше для спеціально побудованих трас.

Регулярний рух високошвидкісних поїздів почався вперше в 1964 році в Японії, з 1981 року - у Франції, з 1984 року - в Італії. У цих країнах, а також в Німеччині і в Іспанії національні системи високошвидкісного руху засновані на вітчизняному швидкісному рухомому складі, в той час як в ряді інших країн, включаючи Росію, використовується іноземний рухомий склад.

Західну частину Європи об'єднує єдина високошвидкісна залізнична мережа Eurostar і Thalys. На початку XXI століття світовим лідером в мережі високошвидкісних ліній, а також експлуатантом першого регулярного високошвидкісного магістраллю став Китай. На відміну від швидкісного, для високошвидкісного руху використовуються як правило, не реконструйовані звичайні, а спеціально побудовані залізничні колії. Станом на 2015 рік, загальна протяжність ВШМ в світі становила 32 тис. км, до кінця 2018 року вона перевищила 44 тис. км.

У таблиці 1 представлені всі високошвидкісні лінії (швидкість 200 км/год і більше), які знаходяться в експлуатації або на стадії будівництва (модернізації) станом на 2020 рік.

*Таблиця 1. – Високошвидкісні лінії світових країн*

№, п/п	Країна	В експлуатації, (км)	На стадії будівництва (модернізації), (км)	Загальна протяжність, (км)	Максимальна швидкість, (км/год)
1	2	3	4	5	6
1	Австрія	352	298	650	250
2	Бельгія	354,80	147,90	502,70	250,00
3	Великобританія	113,00	620,00	733,00	300,00
4	Німеччина	3641,00	1122,00	4763,00	300,00
5	Гонконг	26,00	0,00	26,00	200,00
6	Греція	700,00	695,00	1395,00	200,00
7	Данія	65,00	646,80	711,80	250,00
8	Індія	0,00	508,00	508,00	0,00
9	Іран	0,00	410,00	410,00	0,00
10	Іспанія	3567,00	1958,00	5525,00	310,00
11	Італія	1467,00	890,96	2357,96	300,00
12	Китай	36000,00	34000,00	70000,00	350,00
13	Марокко	186,00	1287,00	1473,00	320,00

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Закінчення таб. 1

1	2	3	4	5	6
14	Норвегія	103,50	445,55	549,05	210,00
15	Нідерланди	175,00	116,80	291,80	300,00
16	Росія	650,00	1298,10	1948,10	250,00
<p>У Росії діє одна високошвидкісна залізниця магістраль (Жовтнева залізниця). Дана лінія є звичайною модернізованою залізничною лінією. Більшу частину шляху поїзди прямують з максимальною швидкістю 200 км/год; на окремій ділянці - до 250 км/год. У Росії максимальна швидкість швидкісного поїзда «Сапсан» під час руху між містами Москва і Санкт-Петербург обмежена 250 км/год (більшу частину шляху поїзд прямує з максимальною швидкістю 200 км/год).</p>					
17	Саудівська Аравія	453,00	2354,00	2807,00	300,00
18	США	362,00	1789,30	2151,30	240,00
19	Тайвань	348,00	54,60	402,60	300,00
20	Турція	802,00	3798,00	4600,00	300,00
21	Польща	272,20	492,50	764,70	200,00
<p>У Польщі є одна високошвидкісна залізнична лінія (лінія № 4), але через технічні проблеми, поїзди можуть розвивати швидкість в 200 км/год тільки на двох ділянках лінії (на 143 км та 224 км лінії). На 2023 рік намічено закінчення модернізації лінії під спочатку розраховану швидкість в 250 км/год. Також на частині лінії № 9 поїзда можуть розвивати швидкість в 200 км/год.</p>					
22	Португалія	227,00	626,00	853,00	220,00
23	Узбекистан	741,00	50,00	791,00	250,00
24	Фінляндія	1079,40	95,00	1174,40	220,00
25	Франція	3460,80	341,30	3802,10	320,00
26	Швейцарія	163,10	362,11	525,19	250,00
27	Швеція	1706,00	349,10	2055,10	205,00
28	Південна Корея	1104,50	425,00	1529,50	305,00
29	Японія	2764,60	684,30	3448,90	320,00

Швидкісні поїзди в Україні почали створюватися ще в 2002 році на базі ПАТ «КВБЗ» - перший «Столичний експрес» заробив на маршруті Київ - Харків. Тоді не всі ділянки були електрифіковані, тому склад складався з звичайних вагонів з «сидячими» місцями і локомотива.

Передумовами започаткування високошвидкісного рухомого складу в Україні слід вважати початок виробництва пасажирських вагонів з дисковими гальмами і

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

безлюлечними візками з центральним пневмопідвішуванням. Так, при підготовці до чемпіонату Європи з футболу Євро-2012 на ПАТ «КВБЗ», за власною ініціативою, почали створювати свій високошвидкісний поїзд з розрахунковою швидкістю (200-220) км/год [1]. Однак завод не зміг повністю розробити і сертифікувати свій поїзд до початку чемпіонату, так як за станом на вересень 2012 року поїзд проходив заводські випробування і лише 31 січня 2013 року міжвідомча приймальна комісія за участю ПУБЛІЧНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ» (ПАТ «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ») прийняла в експлуатацію перший склад Екр1 - 001.

В результаті уряд прийняв рішення про закупівлю швидкісного моторвагонного рухомого складу: були закуплені 10 поїздів Hyundai Rotem (6 поїздів до початку чемпіонату, а ще 4 поставлені після закінчення). Зараз у філії «Українська залізнична швидкісна компанія», структурного підрозділу ПАТ «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ», всього 16 швидкісних поїздів: десять Hyundai Rotem, два - Skoda і чотири поїзди виробництва ПАТ «КВБЗ» Екр1 «Тарпан»; плюс два поїзда локомотивної тяги.

Незважаючи на те, що конструкційна швидкість «Інтерсіті» і «Інтерсіті +», а також Екр1 «Тарпан» становить (200-220) км/год, максимальна швидкість руху поїздів по Україні становить 150 км/год. тільки на окремих коротких ділянках шляху, в даний час фактична середня швидкість цих поїздів не перевищує (80-90) км/год.

Найбільш перспективними видами залізничного транспорту для перевезення пасажирів на відстані (500 – 700) км є електропоїзди, основні переваги яких полягає в їх високій екологічності, можливості перевезення пасажирів у великих кількостях, реалізації високошвидкісного руху, високою оперативною готовністю.

Одним з таких є електропоїзд Екр1, створений на ПАТ «КВБЗ» та призначений для конструкційної швидкості руху більше 200 км/год.

У розробці та будівництві електропоїзда брали участь, крім ПАТ «КВБЗ», фірми «Knorr-Bremse», «STEMMANN» (Німеччина), «MEDCOM» (Польща), «Хартрон-Експрес» (Харків), «МДС» (Дніпропетровськ) та інші. Всебічні випробування гальмівної системи електропоїзда були проведені ДЕРЖАВНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ «УКРАЇНСЬКИМ НАУКОВО-ДОСЛІДНИМ ІНСТИТУТОМ ВАГОНОБУДУВАННЯ» (ДП «УкрНДІВ»).

**Електропоїзд оснащений наступними (такими) системами та вузлами**

- ✓ безлюлечними візками з центральним пневмопідвішуванням моделі 68-7072 (головний вагон) та моделі 69-7049 (проміжний вагон);
- ✓ жорсткими зчіпними пристроями і герметичними переходами;
- ✓ місцями для перевезення інвалідів в інвалідних колясках;
- ✓ системою електроживлення - централізованої від високовольтної підвагонної магістралі, через статичний перетворювач, від промислової електромережі 380 В на стоянках, від акумуляторних батарей (електрообладнання даних вагонів має резервну систему електроживлення у разі виходу з ладу основного статичного перетворювача);
- ✓ системою гарячого і холодного водопостачання;
- ✓ комбінованою системою опалення з автоматичним регулюванням температури;
- ✓ системою кондиціонування повітря з автоматичним регулюванням температури;
- ✓ санітарно-технічним обладнанням (мийка, умивальники, душ, туалети замкнутого типу);

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

- ✓ протипожежним обладнанням (пожежна сигналізація, пожежні сповіщувачі, установка водяного пожежогасіння, установка автоматичного пожежогасіння в електрощиті);
- ✓ системою автоматичного управління, контролю і діагностики (САУКД);
- ✓ системою контролю нагрівання букс (СКНБ);
- ✓ системою контролю стану дискових гальм (СКСТ);
- ✓ поїзною автоматичною системою діагностики (ПАІДС);
- ✓ системою відеоспостереження;
- ✓ інформаційною системою (інформаційні табло та показчики);
- ✓ системою поїзного зв'язку «провідник-пасажир»;
- ✓ системою аудіотрансляції і ТВ- моніторами;
- ✓ системою супутникової навігації і зв'язку, Wi-Fi;
- ✓ автоматичними електропривідними дверима;
- ✓ автоматичними тамбурними електропривідними дверима зсувного типу;
- ✓ системою блокування дверей на швидкості понад 5 км/год.;
- ✓ головні вагони електропоїзда вперше на Україні обладнані системою поглинання енергії (до 2 МДж) при лобових зіткненнях.

Електропоїзд призначений для одночасного перевезення 609 пасажирів на відстань до 700 км зі швидкістю понад 200 км/год та може експлуатуватися на електрифікованих ділянках залізничної колії, як з постійним, так і зі змінною напругою мережі. Складається з дев'яти жорстко з'єднаних між собою вагонів. Головний та хвостовий вагони - моторні, середні 7 вагонів - причіпні (проміжні), які виконані на базі вагонів поліпшеної комфортності серійного ряду 788, на безлюлечних візках, з пневмопідвішуванням (рис. 1).



*Рис. 1. Зовнішній вигляд межрегіонального швидкісного двосистемного електропоїзда Екр1*

Електропоїзд відповідає кращим світовим аналогам. Система контролю і діагностики електропоїзда забезпечує запис його основних параметрів, їх архівування та за необхідності вивід параметрів на дисплей, розташований на пульті управління.

Гальмівна система електропоїзда оснащена наступними видами гальм [2]:

1. рекуперативним-реостатним електродинамічним гальмом (тільки для головних моторних вагонів);

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

2. електропневматичним прямодіючим фрикційним дисковим гальмом, який є основним - робочим;
3. пневматичним не прямодіючим фрикційним дисковим гальмом (резервний, автоматичний);
4. автоматичним стоянковим гальмом з пружинним акумулятором, який впливає на накладки фрикційного дискового гальма вагона.

Гальмівна система поїзда в робочому (штатному) режимі управляється органами управління розташованими на пульті машиніста в кабінах управління головних вагонів за допомогою майстер-контролера (для управління електропневматичним гальмом) та краном машиніста - для управління пневматичним гальмом. При цьому керуючі сигнали направляються в бортовий комп'ютер системи контролю, діагностики та управління.

Сигнали на гальмування, що надходять з пульта управління в бортовий комп'ютер блоку управління гальмуванням, обробляються за допомогою спеціальної програми, а потім надходять в блок електропневматичного гальмування (EP Control) для реалізації гальмівної сили (тиску в гальмівних циліндрах) в залежності від завантаження вагона (тиску в балонах пневмопідвішування).

При службовому гальмуванні активується електродинамічне гальмо двигунами, що працюють в генераторному режимі на моторних вагонах, і одночасно пневматичне фрикційне гальмування прямодіючим гальмом на немоторних вагонах. У разі недостатньої ефективності електродинамічного гальма для зупинки поїзда, електродинамічне гальмо на приводних вагонах доповнюється прямодіючим пневматичним фрикційним гальмом.

Після зупинки поїзда, для забезпечення його утримання, робоче пневматичне гальмо заміщується 70 % зусиллям автоматичного гальма стоянки.

В аварійному режимі роботи гальмівної системи поїзда (саморозчеп поїзда, за командами системи безпеки і т.д.), гальмування виконується резервним пневматичним непрямодіючим гальмом.

Крім того, однією з функцій гальмівної системи є можливість перерозподіляти гальмівну ефективність поїзда, з урахуванням виходу з ладу (відмови гальма) одного або декількох вагонів потяга. У цій ситуації, автоматично підвищується гальмівна сила пропорційно гальмівної маси вагонів, на яких зафіксована відмова.

Гальмівна система вагонів оснащена електронною системою протиюзного захисту, до складу якої входять блок управління і сигналізатор тиску, які розташовані в гальмівному контейнері, клапани протиковзання, встановлені в підвагонному просторі в безпосередній близькості від візка, датчики швидкості і полюсні колеса встановлені в буксових вузлах візків.

Так як електропоїзд проектувався для швидкості руху більше 200 км/год, то на осях немоторних вагонів були встановлені по три гальмівних диска, диски на моторних вагонах встановлювалися на колісному центрі.

Для оцінки ефективності гальмівної системи були проведені стаціонарні та ходові гальмівні випробування [3]. Під час яких визначалася працездатність і ефективність гальмівних систем, як окремих вагонів, так і гальмівної системи електропоїзда в цілому, в порожньому та завантаженому станах [4]. Ходові випробування здійснювалися при швидкості 160 км/год методом послідовних гальмувань, в режимі вибігу при екстремому пневматичному, екстремому електропневматичному і службовому гальмуваннях до повної зупинки поїзда, а також при спрацьовуванні приладів безпеки. При проведенні ходових гальмівних випробувань на кожній осі були встановлені по два гальмівних блоки, а вибір максимальної швидкості 160 км/год, був обумовлений неможливістю реалізувати

---



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

швидкість 200 км/год із-за стану залізничної колії, крім того використовувалися гальмівні накладки з коефіцієнтом тертя 0,35.

Отримані, в ході проведених випробувань, значення параметрів і характеристик гальмівної системи електропоїзда підтвердили їх відповідність технічним завданням і технічним вимогам для швидкості 160 км/год.

Для визначення гальмівної ефективності електропоїзда при швидкостях 200 км/год та 300 км/год були використані результати гальмівних випробувань [3], а розрахунок гальмівних шляхів виконаний із застосуванням математичної моделі, викладеної в [5].

При двох гальмівних дисках коефіцієнт сили натиснення накладок, які приведені до поверхні кочення колеса, за результатами вимірювань (рис. 2), склав 0,29, а питома гальмівна сила при коефіцієнті тертя 0,35 – 0,1017.

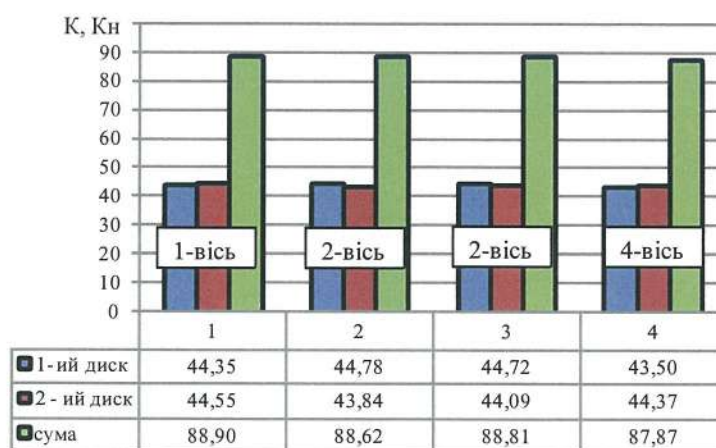


Рис. 2. Сумарна сила натиснення накладок на вісь при двох гальмівних дисках

Включення третього диска збільшує коефіцієнт сили натиснення накладок, приведений до поверхні кочення колеса, на 25,4 % до величини 0,39, а питому гальмівну силу - до 0,136. Така величина питомої гальмівної сили є надмірною, так як при швидкості 300 км/год гальмівний шлях складає 2844 м, що набагато більше граничної величини 3650 м (технічні вимоги Євросоюзу TSI). Крім того, в значній мірі збільшується нагрівання гальмівного диска.

У зв'язку з цим, рекомендується обмежити питому гальмівну силу до 0,119.

Результати розрахункових досліджень для питомої гальмівної сили 0,119 показав (рис. 3, 4, 5), що гальмівні шляхи електропоїзда при швидкостях 200 км/год та 300 км/год задовольняють вимогам норм Євросоюзу TSI (табл. 2).

Щоб досягти таких показників, ПАТ «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ» потрібно модернізувати залізничне полотно або побудувати окрему високошвидкісну лінію.

В даний час в Україні відсутні державні стандарти, що регулюють високошвидкісні залізничні перевезення, тому при розробці технічних вимог на високошвидкісний рухомий склад може бути використаний зарубіжний досвід проектування, зокрема норми Євросоюзу TSI, останній раз актуалізовані в 2014 році.



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

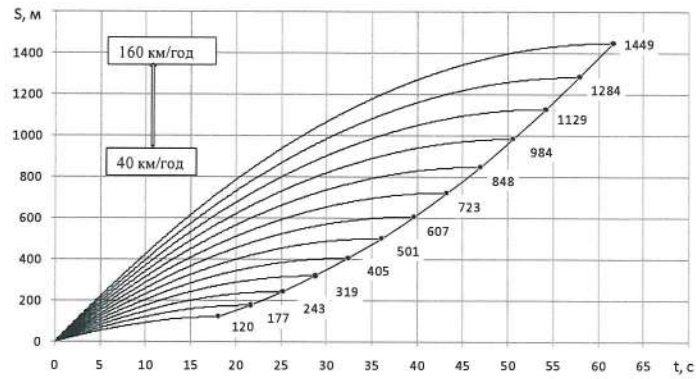


Рис. 3. Гальмівний шлях електропоїзда в діапазоні швидкостей на початку гальмування (40 – 160) км/год

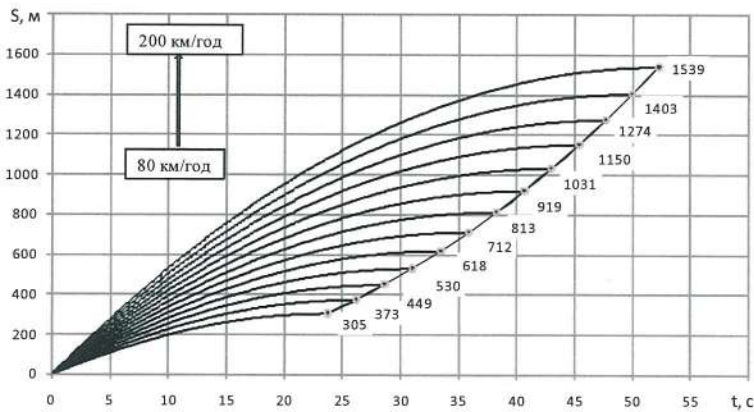


Рис. 4. Гальмівний шлях електропоїзда в діапазоні швидкостей на початку гальмування (80 – 200) км/год

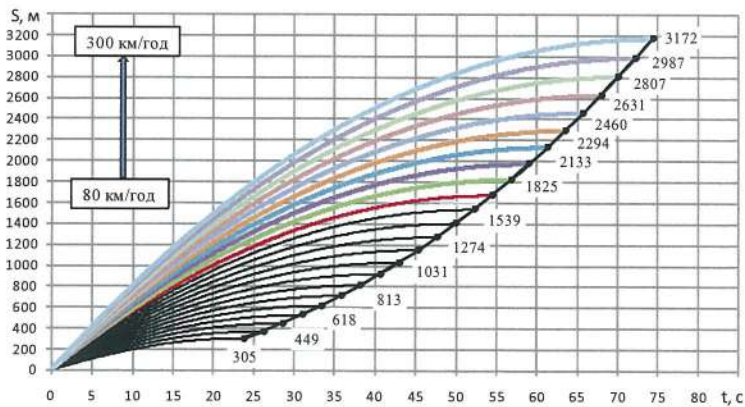


Рис. 5. Гальмівний шлях електропоїзда в діапазоні швидкостей на початку гальмування (80 - 300) км/год

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 2. – Міжнародні стандарти в галузі перевезень та експлуатації

Експлуатаційна швидкість, км/год	Технічні вимоги	
	Технічні вимоги Євросоюзу TSI (сприятливі умови)	Технічні вимоги Євросоюзу TSI (Несприятливі умови)
350	5360	-
300	3650	4690
250	2430	3130
200	1500	1940

Разом з тим, в планах ПАТ «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ» про розвиток високошвидкісного сполучення передбачається до 2025 року купити 13 електропоїздів подвійного живлення, витративши на це близько \$ 400 млн.

### ВИСНОВКИ

1. На відміну від Росії, Україна володіє високошвидкісним пасажирським рухомим складом вітчизняного виробництва для швидкості до 300 км/год;
2. Електропоїзд Екр1 відповідає світовим стандартам і в рамках розвитку високошвидкісного сполучення в Україні має всі переваги в порівнянні з зарубіжними аналогами;
3. Основна перевага електропоїзд Екр1 полягає в тому, що він виготовляється на заводах України і дозволяє в значній мірі знизити витрати на створення інфраструктури, а також на технічне утримання і ремонт.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Техническое задание. Электропоезд двухсистемный для межрегионального сообщения со скоростью 160 км/ч 62.7066.ТЗ с. 87.
2. Пятаков О. О. Особенности тормозной системы электропоезда / О.О. Пятаков, Ю.Я. Водяников, А.В. Гречко, С.М. Свистун - збірник наукових праць «Рейковий рухомий склад», вип. 7, видавник ДП „УкрНДІВ”, м. Кременчук 2012, с. 59-70.
3. Пятаков О.О. Результаты исследования тормозной эффективности опытного электропоездаЭКр1 / О.О. Пятаков, Ю.Я. Водяников, С.М. Свистун, К.Л. Жихарцев - журнал "Вагонный парк" № 9(78)/2013, г. Харьков, с. 19-26.
4. Водяников Ю.Я. Анализ тормозных испытаний электропоезда с применением математических моделей / Ю.Я. Водяников, А.М. Сафронов, Т.В. Шелейко, С.М. Свистун - журнал "Залізничний транспорт" № 5/6, 2013, с. 29-39.
5. Водяников Ю.Я. Методология расчетных и экспериментальных исследований тормозной эффективности пассажирских вагонов с применением математических моделей и компьютерного моделирования (монография);/// Ю.Я. Водяников, А.М. Сафронов, Е.Г. Макеева – Кременчук Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения (УкрНИИВ) 2017 г. с. 287.

**O.M. Safronov**

State Enterprise "Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute "  
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-03-24

**YU.YA. Vodiannikov**

State Enterprise "Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute "

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-03-24

**O.G. Makeieva**

State Enterprise "Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute "  
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-03-24

**S.V. Kukin**

State Enterprise "Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute "  
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-03-24

### HIGH-SPEED ROLLING STOCK OF UKRAINE

*A brief history of the development of high-speed passenger traffic in the countries of the world is shown, it is shown that the length of high-speed highways (SMM) in the world is 44 thousand km. Despite the fact that Ukraine is not included in the list of 28 countries with the SMM, a two-system electric train ECR1 "Tarpan" was created on the basis of the PUBLIC JOINT STOCK COMPANY "KRYUKOVSKY RAILWAY CAR BUILDING WORKS" (PJSC "KVBZ") for the speed of movement of more than 200 km / h. A description of the electric train and the peculiarities of the brake system are given. It is shown that the brake system corresponds to world counterparts for high-speed trains about what evidence test results, which, due to the lack of ATS, were carried out for a speed of 160 km / h. The results of the settlement research, using the mathematical model and the results of the driving brake tests, showed that the braking pathway of the electric train at a speed of 200 km / h is 1539 m, and at a speed of 300 km / h - 3172 m. The obtained brake path values comply with the technical requirements of the European Union TSI . Studies confirm that Ukraine has high-speed rolling stock for speeds up to 300 km / h.*

**Key words:** high-speed rolling stock, electric train, brake system, brake path, speed.

### REFERENCES

1. Tekhnicheskoe zadanie. Elektropoezd dvusistemnyj dlya mezhregional'nogo soobshche-niya so skorost'yu 160 km/ch. 62.7066.TZ. s. 87.
2. Pyatakov O.O. Osobennosti tormoznoj sistemy elektropoezda / O.O. Pyatakov, YU.YA. Vodyannikov, A.V. Grechko, S.M. Svistun - zbirnik naukovih prac' «Rejkovij ruhomij sklad», vip. 7, vidavnik DP „UkrNDIV”, m. Kremenchuk 2012, - 59-70 s.;
3. Pyatakov O.O. Rezul'taty issledovaniya tormoznoj effektivnosti opytnogo elektropoezda-EKr1 / O.O. Pyatakov, YU.YA. Vodyannikov, S.M. Svistun, K.L. ZHiharev - zhurnal "Vagonnyj park" № 9(78)/2013, g. Har'kov, - 19-26 s.;
4. Vodyannikov YU.YA. Analiz tormoznyh ispytanj elektropoezda s primeneniem matematicheskih modelej / YU.YA. Vodyannikov, A.M. Safronov, T.V. SHelejko, S.M. Svistun - zhurnal "Zaliznichnij transport" № 5/6, 2013, - 29-39 s.;
5. Vodyannikov YU. YA. Metodologiya raschetnyh i eksperimental'nyh issledovanj tormoznoj effektivnosti passazhirskih vagonov s primeneniem matematicheskikh modelej i komp'yu-ternogo modelirovaniya (monografiya);/// YU.YA. Vodyannikov, A.M. Safronov, E.G. Makeieva – Kremenchug Ukrainiskij nauchno-issledovatel'skij institut vagonostroeniya (UkrNIIV) 2017 g. – 287 s.

**М.О. Багров\***

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-02-50

### ТЕХНІЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСУ НЕСНИХ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

*Останнім часом спостерігається підвищення інтересу до допуску приватних локомотивів до роботи окремими маршрутами на залізничних коліях загального користування. За ініціативою Міністерства інфраструктури затверджена Постанова Кабінету Міністрів України від 04.12.2019 р. № 1043 „Про реалізацію експериментального проекту щодо допуску приватних локомотивів до роботи окремими маршрутами на залізничних коліях загального користування”. Дія експериментального проекту розрахована на два роки, тобто до 04.12.2021 р. Згідно з вимогами „Тимчасового положення про порядок допуску приватних локомотивів до роботи окремими маршрутами на залізничних коліях загального користування”, затвердженого Наказом Міністерства інфраструктури України від 04.03.2020 р. № 191, визначені вимоги до заявників (підприємств), рухомого складу, їх технічного обслуговування і ремонту, та персоналу. В частості, встановлено, що приватні локомотиви допускаються для роботи на коліях загального користування у разі наявності сертифікату відповідності.*

*Приватні локомотиви, які заявляються до участі в експериментальному проекті, як правило, не є новими, мають певний термін експлуатації, відповідно, певні експлуатаційні характеристики, остаточний ресурс несних металокопструкцій, тому процедура сертифікації локомотивів має особливості, а саме повинна охоплювати, крім звичайних заходів з сертифікації, заходи, пов'язані з елементами технічного діагностування, тобто з оцінкою остаточного ресурсу несних металокопструкцій.*

*Ключові слова:* експериментальний проект, допуск приватних локомотивів, сертифікат відповідності, технічне діагностування.

**Н.А. Багров**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»  
ул. И. Приходько, 33, г. Кременчук, Полтавская обл., 39621, Украина  
Телефон: (05366) 6-02-50

© Багров М.О., 2021

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА НЕСУЩИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

*За последнее время наблюдается повышенный интерес к допуску частных локомотивов к работе на железных дорогах общего пользования. По инициативе Министерства инфраструктуры утверждено Постановление Кабинета Министров Украины от 04.12.2019 г. № 1043 «О реализации экспериментального проекта допуска частных локомотивов к работе на железных дорогах общего пользования». Действие экспериментального проекта рассчитано на два года, т.е. до 04.12.2021 г. В соответствии с требованиями «Временного положения о порядке допуска частных локомотивов к работе на железных дорогах общего пользования», утвержденного Приказом Министерства инфраструктуры Украины от 04.03.2020 г. № 191, определены требования к заявителям (предприятиям), подвижному составу, их техническому обслуживанию и ремонту, а также к персоналу. В частности, установлено, что частные локомотивы допускаются к работе на железных дорогах общего пользования при наличии сертификата соответствия.*

*Частные локомотивы, которые заявляются на участие в экспериментальном проекте, как правило, не новые, имеют определенный срок эксплуатации, соответственно определенные эксплуатационные характеристики, остаточный ресурс несущих металлоконструкций, поэтому процедура сертификации локомотивов имеет особенности, а именно, должна охватывать, кроме общепринятых мероприятий по сертификации, мероприятия, связанные с элементами технического диагностирования, т.е. с оценкой остаточного ресурса несущих металлоконструкций.*

*Ключевые слова:* экспериментальный проект, допуск частных локомотивов, сертификат соответствия, техническое диагностирование.

Приватні локомотиви, що заявляються до роботи окремими маршрутами на залізничних коліях загального користування відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 04.12.2019 р. № 1043 „Про реалізацію експериментального проекту щодо допуску приватних локомотивів до роботи окремими маршрутами на залізничних коліях загального користування” [1], згідно з вимогами „Тимчасового положення про порядок допуску приватних локомотивів до роботи окремими маршрутами на залізничних коліях загального користування” [2], затвердженого Наказом Міністерства інфраструктури України від 04.03.2020 р. № 191 (далі – „Тимчасове положення про допуск”) допускаються для роботи на коліях загального користування у разі наявності:

- ✓ сертифікату або декларації про відповідність рухомого складу залізничного транспорту вимогам Технічного регламенту безпеки рухомого складу залізничного транспорту, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 30 грудня 2015 року № 1194 (окрім пункту 16) - щодо рухомого складу, побудованого після 30 грудня 2015 року;
- ✓ інших сертифікатів відповідності рухомого складу залізничного транспорту, виданих органами з оцінки відповідності, які признаються в Україні - щодо рухомого складу, побудованого до 30 грудня 2015 року.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

У разі, коли заявником планується використання у експериментальному проєкті приватних локомотивів, що раніше не використовувались на коліях загального користування України, допуск на колії загального користування можливий за умови отримання сертифікату відповідності виданого органом з оцінки відповідності (органом з сертифікації), акредитованим Національним агентством з акредитації України (НААУ) відповідно до Закону України Про акредитацію органів з оцінки відповідності [3], та включеним в Реєстр організацій, які визнані Радою залізничного транспорту держав-учасниць Співдружності з урахуванням вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17065:2014 „Оцінка відповідності. Вимоги до органів з сертифікації продукції, процесів та послуг” (ISO/IEC 17065:2012) [4], оформленого на бланку органу з оцінки відповідності за встановленою ним формою.

Приватні локомотиви побудовані до 30 грудня 2015 року для сертифікації повинні мати належний технічний стан, тобто, крім справних систем, складових частин, вузлів та деталей, мати залишковий ресурс несних металоконструкцій, що в умовах планових заходів технічного обслуговування та ремонту, може забезпечити безаварійну роботу локомотива окремими маршрутами на залізничних коліях загального користування протягом встановленого „Тимчасовим положенням про допуск” терміну.

Крім того, для отримання сертифіката відповідності локомотиви повинні відповідати вимогам, принаймні, наступних нормативних та технічних документів:

ДСТУ ГОСТ 31187:2018 (ГОСТ 31187-2011, IDT) „Тепловози магістральні. Загальні технічні вимоги” [5];

ГОСТ 31187-2011 „Тепловози магістральные. Общие технические требования” [6];

ГОСТ 25463-82 „Тепловози магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические требования” [7];

ДСТУ ГОСТ 25463:2019 „Тепловози магістральних залізниць колії 1520 мм. Загальні технічні вимоги” (ГОСТ 25463-2001, IDT) [8];

ГОСТ 12.2.056-81 „Система стандартов безопасности труда. Электровозы и тепловозы колеи 1520 мм. Требования безопасности” [9];

„Правила технічної експлуатації залізниць України”, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996 року № 411, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 25 лютого 1997 року за № 50/1854 (із змінами) [10];

„Інструкція з сигналізації на залізницях України”, затверджена наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 23 червня 2008 року № 747 (наказ визнано таким, що не підлягає державній реєстрації (згідно з наказом Міністерства юстиції України від 27 червня 2008 року № 1091/5) [11];

„Правила пожежної безпеки на залізничному транспорті”, затверджені наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 21 грудня 2009 року № 1322, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 22 березня 2010 року за № 230/17525 [12].

Підприємства-власники приватних локомотивів повинні забезпечувати дотримання цих вимог протягом всього строку участі у експериментальному проєкті.

Умовам, що зазначені у пункті 3.1 „Тимчасовим положенням про допуск” щодо органів з оцінки відповідності, для проведення сертифікації приватних локомотивів з метою участі в експериментальному проєкті, відповідає орган з сертифікації продукції вагонобудування ДП „УкрНДІВ” (ОС ПВ ДП „УкрНДІВ”).

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

ОС ПВ ДП „УкрНДІВ” має атестат про акредитацію НААУ № 10080, чинний до 29.07.2022 року, та включений до Реєстру визнаних Радою з залізничного транспорту держав-учасників Співдружності і має відповідне Свідоцтво № 23, чинне до 29.07.2022 р.

ОС ПВ ДП „УкрНДІВ” вважає, що сертифікація приватного локомотива, який заявляється до участі в експериментальному проєкті, повинна розпочинатися, перш за все, з оцінки технічного стану локомотива у вигляді технічного діагностування.

Метою проведення технічного діагностування є надання відповіді на питання щодо можливості його участі в проєкті за умов виконання планових заходів з експлуатації, а саме, певних видів технічного обслуговування та ремонтів, а також доцільності проведення подальших робіт з сертифікації.

Технічне діагностування рухомого складу, у тому числі, локомотивів в Україні здійснюється спеціалізованими організаціями, акредитованими НААУ на проведення даної діяльності та визнаними Радою залізничного транспорту держав-учасниць Співдружності.

Таку акредитацію та визнання має випробувальний центр продукції вагонобудування та ливарного виробництва для вагонобудування ДП „УкрНДІВ” (ВЦ ПВ ДП „УкрНДІВ”) (атестат про акредитацію НААУ № 20388, чинний до 16.10.2024 року, свідоцтво про внесення до реєстру визнаних Радою залізничного транспорту держав-учасників Співдружності компетентних організацій № 24 дійсне до 16.10.2024 р.).

У загальному випадку технічне діагностування локомотивів являє собою комплекс робіт, який включає обстеження технічного стану несних металоконструкцій та проведення контрольних випробувань рам кузовів локомотивів, рам і надресорних балок візків.

Результати технічного діагностування дозволяють визначити остаточний ресурс несних металоконструкцій, прийняти обґрунтоване рішення щодо продовження терміну експлуатації цих локомотивів після виконання рекомендованого обсягу ремонтних робіт.

Для технічного діагностування локомотивів ВЦ ПВ ДП „УкрНДІВ” застосовує методи, що встановлені в наступних документах:

„Методика оцінки остаточного ресурса несущих конструкцій тягового подвижного состава” (ДНУЗТ, 1998 р.) [13];

„Технічне діагностування та оцінка залишкового ресурсу несучих конструкцій тепловозів з метою подовження їх терміну служби” (методика діагностування М 4.1.00740 ДП „УкрНДІВ”, 2018 р.) [14].

Обстеженню технічного стану підлягають металоконструкції рами кузова та візків локомотива.

Особливістю технічного діагностування приватних локомотивів, що заявляються на сертифікацію для участі в експериментальному проєкті, є те, що за рішенням органу з сертифікації заходи діагностування можуть обмежуватися тільки обстеженням технічного стану їх несних металоконструкцій і не передбачати проведення контрольних випробувань.

Змінні складові частини та вузли локомотива (двигун дизельний, головний генератор, двохмашинний агрегат, колісні пари, автотягач та гальмівне обладнання тощо) періодично, у встановленому в нормативній документації порядку, оглядаються, за необхідності ремонтуються або виконується їх заміна. Оскільки технічний стан змінних складових частин та вузлів оцінюється за результатами випробувань локомотива з метою сертифікації, тому до обсягу технічного діагностування змінні складові частини та вузли локомотива не входять.

---



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

Звітна інформація щодо діагностування оформлюється у вигляді анотації, технічного висновку, акта обстеження технічного стану, карт технічного стану тощо, за формами, встановленими спеціалізованою експертною організацією, акредитованою НААУ.

Остаточним документом щодо подовження терміну служби згідно з цими методиками, як правило, є технічне рішення, в якому організація, що проводить діагностування, на підставі аналізування результатів розрахунку залишкового терміну служби локомотива ( $T_{зал}$ ) пропонує термін подовження його строку служби та певний плановий або додатковий ремонт для забезпечення функціонування локомотива за призначенням.

Якщо заявник подав заявку на сертифікацію приватного локомотива до ОС ПВ ДП „УкрНДІВ”, але не має чинного технічного рішення щодо подовження терміну служби цього локомотива на період, що дорівнює періоду участі в експериментальному проєкті, то орган з сертифікації доручає проведення діагностування експертній організації – ДП „УкрНДІВ”.

Як правило, обстеження технічного стану несних металоконструкцій виконується візуально-оптичними методами та іншими методами неруйнівного контролю (наприклад – ультразвуковим методом) з метою визначення місць розташування механічних пошкоджень та деформацій, їх характеру та геометричних розмірів, а також визначення ступеня корозійного пошкодження основних несних елементів металоконструкцій.

Під час обстеження технічного стану основних несних металоконструкцій візуально-оптичним методом за допомогою оптичних систем (лінз, дзеркал тощо) підлягають виявленню наступні імовірні пошкодження та несправності:

- а) деформації, злами, прогини, обриви;
- б) ослаблення кріплень;
- в) тріщини елементів та зварних швів;
- г) пошкодження елементів корозійного характеру.

У разі виявлення механічних пошкоджень, фахівець, що проводить обстеження, звертає увагу на наявність тріщин (у тому числі в зварних швах), зламів, деформацій, слідів ремонту, спрацювання внаслідок корозії чи тертя, прогинів, обривів, зміни геометричних розмірів елементів рами кузова локомотива, рам та надресорних балок візків.

За необхідністю може бути проведено обстукування та контрольний демонтаж рознімних з'єднань. Під час обстеження технічного стану локомотивів візуально-оптичним методом враховується те, що найбільш небезпечним фактором, який впливає на міцність несної металоконструкції локомотива, є поява тріщин як у місцях з'єднання профілів (тріщини у зварних швах), так і тріщин в місцях концентрації напружень, викликаних конструктивними особливостями локомотива або порушеннями технології його ремонту.

Усі виявлені пошкодження, їх геометричні характеристики та інші результати контролю фіксують в картах технічного стану локомотива.

Визначення ступеня корозійного пошкодження основних несних елементів металоконструкцій локомотива здійснюється за результатами вимірювань фактичних товщин елементів ультразвуковим методом в зонах та перерізах, які визначені для кожного типу локомотива. Результати вимірювань товщин елементів металоконструкцій заносять у карти технічного стану локомотива.

Щоб з'ясувати, які фактичні корозійні втрати металу несних металоконструкцій, необхідно знати їх початкову товщину. Найпростішим і достовірним способом є

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

вимірювання товщини досліджуваного елемента в непошкодженому корозією перерізу.

У разі необмеженого (в просторі) і тривалого за часом впливу агресивного середовища на відкриті елементи металоконструкцій, уся площа елемента буде мати корозійне пошкодження. У цьому випадку визначити початкову товщину елемента безпосереднім вимірюванням не є можливим.

У такій ситуації параметри перерізу елементів визначають або за конструкторською документацією, або за сортаментом металопрокату, визначеному у відповідних стандартах. Такий підхід має невисоку достовірність і в ряді випадків неможливий (відсутність документації, застосування нестандартних зварних профілів тощо). Якщо конструкторська документація доступна до аналізу, імовірність визначення початкових параметрів металоконструкцій зростає. Але, гарантії того, що побудовані несні металоконструкції повністю відповідають проектним рішенням немає. Виявлення товщини елементів по сортаменту шляхом визначення загальних габаритів перерізу (висоти і ширини) також не завжди можливо. Якщо конструкції виконані із швелерів і двотаврів, для вирішення завдання необхідно мати інформацію щодо показників сортаменту певних профілів, що відповідають періоду виготовлення профілів.

Для виконання розрахунків мало мати інформацію про втрату площі перерізу (або щодо фактичної площі залишкового перерізу). Така інформація може бути достатньою тільки для розрахунку розтягнутих елементів. Для розрахунку стиснутих і вогнутих елементів необхідно знати фактичні габарити усіх елементів перерізу (полиць, стінок, куточків тощо). У разі однакової швидкості корозії всіх елементів перерізу величина втрат може бути однаковою за абсолютною величиною (мм), при цьому знос у відсотках буде однаковим тільки для елементів з однаковою початковою товщиною. Однак, на практиці, випадки корозії всіх елементів металоконструкції з однаковою швидкістю зустрічаються рідко.

Під час виконання технічного діагностування прийнято певні припущення стосовно умов та показників розповсюдження корозії, які викладені в методиках [13], [14].

При цьому, для визначення остаточного ресурсу несних металоконструкцій локомотива за показниками корозійного зносу має бути обчислена фактична швидкість корозії,  $V_{кор}$ , мм/рік, за формулою (8.1) [14], див. (1), та остаточний термін служби кожного основного несного елемента металоконструкцій локомотива  $T_{зал}$ , років, за формулою (8.2) [14], див. (2) :

$$V_{кор} = \frac{(S_{ном} - S_{ф})}{T} \quad (1)$$

де  $S_{ном}$  - номінальна товщина елемента (за конструкторською документацією), мм;

$S_{ф}$  - фактична товщина елемента за результатами вимірювань, мм;

$T$  - термін служби локомотива на момент здійснення вимірювань, років.

$$T_{зал} = \frac{(S_{ф} - S_{min})}{V_{кор}} \quad (2)$$

де  $S_{min}$  - мінімально допустима товщина елемента (за конструкторською документацією), мм

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Залишковий термін служби локомотива  $T_{зал}$  за рівнем корозійних ушкоджень встановлюють за мінімальним із обчислених за формулою (2) залишкових термінів служби основних несних елементів металоконструкцій (рами кузова локомотива, рам і надресорних балок візків).

Якщо фактичні розміри у перерізах, що контролюються, дорівнюють або перевищують номінальні, встановлені за конструкторською документацією, сортаментом тощо, то, з огляду на фактичний стан, ці розміри виключаються із загального розрахунку остаточного терміну служби несних елементів металоконструкцій локомотива  $T_{зал}$ .

Розрахунки остаточного терміну служби  $T_{зал}$  за окремо вибраними із карт технічного стану результатами вимірювання фактичних товщин елементів металоконструкцій в найбільш характерних перерізах (контрольних точках) рами кузова локомотивів, побудованих в 1987 році, рам і надресорних балок візків, термін служби яких на момент здійснення вимірювань  $T$  дорівнював 33 рокам, наведені в таблиці 1.

*Таблиця 1.- Розрахунки остаточного терміну служби*

Перерізи елементів, що контролюються	За конструкторською документацією (сор- таментом)		Результати вимірювань	Результати розрахунків	
	$S_{ном}$ , мм	$S_{мін}$ , мм	$S_{ф}$ , мм	$V_{кор}$ , мм/рік	$T_{зал}$ , років
Повздовжня балка рами кузова локомо- тива	14,20	12,07	12,2	0,061	2,13
	14,20	12,07	12,3	0,058	3,97
	14,20	12,07	12,4	0,055	6,00
	22,00	18,70	19,0	0,091	3,30
	22,00	18,70	19,1	0,088	4,55
	22,00	18,70	19,2	0,085	5,88
Кінцева балка візка	9,00	7,65	7,7	0,039	1,28
	9,00	7,65	7,8	0,036	4,16
	9,00	7,65	7,9	0,033	7,58
	5,00	4,25	4,2	0,024	2,08
	5,00	4,25	4,3	0,021	2,38
	5,00	4,25	4,4	0,018	8,33
Поперечна балка візка	15,00	12,75	12,9	0,064	2,34
	15,00	12,75	13,0	0,061	4,10
	15,00	12,75	13,1	0,058	6,03
	10,00	8,50	8,6	0,042	2,38
	10,00	8,50	8,7	0,039	5,13
	10,00	8,50	8,8	0,036	8,33

За результатами розрахунків встановлено, що чим більше становить швидкість корозії  $V_{кор}$ , тим менше становить залишковий (остаточний) термін служби  $T_{зал}$  кожного основного несного елемента металоконструкцій локомотива.

На практиці орган з сертифікації ОС ПВ ДП „УкрНДІВ” під час сертифікації приватних локомотивів для участі в експериментальному проекті в 2020 році, в

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

якості доказових документів, що підтверджують технічний стан несних металоконструкцій локомотива, використовував технічні висновки за результатами технічного діагностування з картами технічного стану, оформленими ВЦ ПВ ДП „УкрНДІВ”, а також технічні рішення іншої спеціалізованої організації, акредитованої НААУ, а саме – ТОВ „НВЦ „Укртранскад” (атестат про акредитацію НААУ № 201027, чинний до 19.11.2023 року, свідоцтво про внесення до реєстру визнаних Радою залізничного транспорту держав-учасників Співдружності компетентних організацій № 25 від 20.05.2019 р., дійсне до 15.05.2024 р.).

### Висновки

1. Найбільш зручним і продуктивним, а іноді і єдино можливим методом для визначення фактичної товщини сталевих конструкцій в перерізах є метод ультразвукового відлуння, що реалізується за допомогою ультразвукових товщиномірів.

2. Якщо фактичні розміри у перерізах, що контролюються, дорівнюють або перевищують номінальні (за конструкторською документацією, сортаментом тощо), то з огляду на фактичний стан, приймається припущення, що несні параметри металоконструкції в цих перерізах відповідають нормованим, тому ці розміри виключаються із загального розрахунку остаточного терміну служби несних елементів металоконструкцій локомотива  $T_{зап}$ .

3. Залишковий термін служби локомотива  $T_{зап}$  за рівнем корозійних ушкоджень встановлюють за мінімальним із обчислених за формулою (2) залишкових термінів служби основних несних елементів металоконструкцій (рами кузова локомотива, рам і надресорних балок візків).

4. За результатами розрахунків встановлено, що чим більше становить швидкість корозії  $V_{кор}$ , тим менше становить залишковий (остаточний) термін служби  $T_{зап}$  кожного основного несного елемента металоконструкцій локомотива.

5. Якщо за результатами оцінки технічного стану локомотива встановлено, що він не потребує будь-яких додаткових заходів щодо ремонту, крім планових, то процес сертифікації продовжується.

6. Якщо встановлено необхідність проведення будь-яких позапланових заходів, то процес сертифікації зупиняється до повного виконання рекомендованих заходів та повторної оцінки технічного стану локомотива.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 04.12.2019 р. № 1043 „Про реалізацію експериментального проекту щодо допуску приватних локомотивів до роботи окремими маршрутами на залізничних коліях загального користування”. Режим доступу: - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1043-2019-%D0%BF#Text>.

2. „Тимчасове положення про порядок допуску приватних локомотивів до роботи окремими маршрутами на залізничних коліях загального користування”, затверджене Наказом Міністерства інфраструктури України від 04.03.2020 р. № 191. Режим доступу:- <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0278-20#Text>.

3. Закон України Про технічні регламенти та оцінку відповідності (Документ124-VIII), Київ, Відомості Верховної Ради (ВВР), 2015, № 14, ст.96). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/124-19#Text>.

4. ДСТУ EN ISO/IEC 17065:2014 (EN ISO/IEC 17065:2012, IDT) Оцінка відповідності. Вимоги до органів з сертифікації продукції, процесів та послуг, Режим доступу: <http://uas.org.ua/ua/natsionalniy-fond-normativnih-dokumentiv/katalog-normativnih-dokumentiv-2/>, с. 38.

5. ДСТУ ГОСТ 31187:2018 (ГОСТ 31187-2011, IDT) „Тепловози магістральні. Загальні технічні вимоги”. Київ, ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ. 2018. с. 54.

---

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

6. ГОСТ 31187-2011 „Тепловозы магистральные. Общие технические требования”. Москва, Стандартинформ, 2012. с. 32.
7. ГОСТ 25463-82 „Тепловозы магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические требования”. Москва, Издательство стандартов, 1982. с. 23.
8. ДСТУ ГОСТ 25463:2019 (ГОСТ 25463-2001, ІДТ). „Тепловози магістральних залізниць колії 1520 мм. Загальні технічні вимоги”. Київ, ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2019. с. 12.
9. ГОСТ 12.2.056-81 „Система стандартов безопасности труда. Электровозы и тепловозы колеи 1520 мм. Требования безопасности”. Москва, Издательство стандартов, 1981. с. 30.
10. „Правила технічної експлуатації залізниць України”, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996 року № 411, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 25 лютого 1997 року за № 50/1854 (із змінами). Режим доступу: - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0050-97#Text>.
11. „Інструкція з сигналізації на залізницях України”, затверджена наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 23 червня 2008 року № 747 (наказ визнано таким, що не підлягає державній реєстрації (згідно з наказом Міністерства юстиції України від 27 червня 2008 року № 1091/5). с.132.
12. „Правила пожежної безпеки на залізничному транспорті”, затверджені наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 21 грудня 2009 року № 1322, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 22 березня 2010 року за № 230/17525. Режим доступу: - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0230-10#Text>.
13. Методика оценки остаточного ресурса несущих конструкций тягового подвижного состава. К.: Гос. администрация ж.-д. транспорта Украины, ДИИТ, 1998. с. 51
14. Технічне діагностування та оцінка залишкового ресурсу несучих конструкцій тепловозів з метою подовження їх терміну служби». Методика діагностування М 4.І.00740, ДП «УкрНДІВ», 2018. с. 46.

***M.O. Bahrov\****

State Enterprise «Ukrainian Research Railway Car Building Institute»  
33, Prykhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-02-50

### TECHNICAL DIAGNOSIS OF TRACTION ROLLING STOCK. FEATURES OF APPLICATION OF THE METHOD OF EVALUATION OF THE RESIDUAL RESOURCE OF SUPPORTING METAL STRUCTURES

*Recently there is the interest increasing in admission of private locomotives to the operating on the particular headings of public railways. At the initiative of Ministry of Infrastructure the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 04.12.2019 № 1043 “About implementation of experimental project on the admission of private locomotives to the operating on the particular headings of public railways” is confirmed. The experimental project is designed for two years, it means till 04.12.2021. According to the requirements of the “Temporary Regulations on the procedure of the admission of private locomotives to the operating on the particular headings of public railways” approved by the Order of the Ministry of Infrastructure of Ukraine dated 04.03.2020 № 191, defined the requirements for applicants (enterprises), rolling stock, their maintenance and repair, personnel. In particular, it is established that private locomotives are allowed to operate on public railways with the availability of a conformity certificate.*

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

*Private locomotives, that are applied for participation in experimental project, as a rule, are not new, and have certain service life, respectively, certain performance characteristics, remaining operating life of load-bearing metal structures, so the certification procedure of locomotives has some particularities and should cover, except common measures of certification, measures of technical diagnoses, i.e. with the assessment of final resources of load-bearing metal structures.*

**Key words:** experimental project, allowance for private locomotives, a conformity certificate, technical diagnoses.

### REFERENCES

1. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No 1043. "On the implementation of pilot project opening access to certain public railway routes for private locomotives." (2019, December 04). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1043-2019-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
2. Temporary Regulation on the procedure for admission of private locomotives to work on certain routes on public railways, approved by the Order of the Ministry of Infrastructure of Ukraine No 191 (2020, March 3]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0278-20#Text> [in Ukrainian].
3. Law of Ukraine "On technical regulations and assessment of the conformity" No 124-VIII. (2015). Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrainy No 14, p. 96. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/124-19#Text> [in Ukrainian].
4. Conformity assessment. Requirements for bodies certifying products, processes and services (2014). DSTU EN ISO/IEC 17065:2014 (EN ISO/IEC 17065:2012, IDT) Available at: <http://uas.org.ua/ua/natsionalniy-fond-normativnih-dokumentiv/katalog-normativnih-dokumentiv-2/>, p. 38 [in Ukrainian].
5. Main-line diesel locomotives. General technical requirements (2018). DSTU HOST 31187:2018 (HOST 31187-2011, IDT). Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, p.54 [in Ukrainian].
6. Mainline diesel locomotives. General technical requirements (2012). GOST 31187-2011. Moscow: Standartinform, p.32 [in Russian].
7. Diesel locomotives of 1520 mm gauge mainline railways. General technical requirements (1982). GOST 25463-82. Moscow: Izdatelstvo standartov, p. 12 [in Russian].
8. "Diesel locomotives of main railways of 1520 mm. General technical requirements (2019). DSTU HOST 25463:2019 (HOST 25463-2001, IDT). Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, p.12 [in Ukrainian].
9. Occupational safety standards system. Electric and diesel locomotives for 1520 mm gauge. Safety requirements (1981). GOST 12.2.056-81. Moscow: Izdatelstvo standartov, p.30 [in Russian].
10. Rules of technical operation of railways of Ukraine, approved by the order of the Ministry of Transport of Ukraine from December 20, 1996 № 411, registered in the Ministry of Justice of Ukraine on February 25, 1997 for No 50/1854 (with changes), p.120. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0050-97#Text> [in Ukrainian].
11. Instruction on signaling on the railways of Ukraine", approved by the order of the Ministry of Transport and Communications of Ukraine dated June 23, 2008 No 747 (the order was recognized as not subject to state registration (according to the order of the Ministry of Justice of Ukraine dated June 27, 2008 No 1091/5), p.132 [in Ukrainian].
12. Order of the Ministry of transport and of Communication of Ukraine No. 1322 of December 21, 2009 "About rules of fire safety on railway transport" registered in the Ministry of Justice of Ukraine on March 22, 2010 No. 230/17525 Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0230-10#Text> [in Ukrainian].
13. Methods for estimating the final resource of traction rolling stock load-bearing structures (1998). Kyiv: Gosadministratsia zh-d transporta Ukrainy, DIIT, p.51 [in Russian].
14. Technical diagnostic and assessment of the residual life of locomotives load-bearing structures in order to extend their service life" Diagnostic procedure. М 4.1.00740) (2018), DP "UkrNDIV", p.46 [in Ukrainian].



**О.М. Сафронов**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: +38 (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

**П.О. Хозя**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: +38 (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8948-6032>

**Ю.Я. Водянніков**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: +38 (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6111-7128>

**В.С. Речкалов**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: +38 (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

**О.В. Орлов**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: +38 (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

### МЕТОДИ СХЕМАТИЗАЦІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ ВАНТАЖНОГО ВАГОНА

*Світовим трендом, останнім часом, є створення високошвидкісного вантажного рухомого складу для швидкостей руху більше 160 км/год. У цих умовах актуального значення набувають питання міцності конструкції вантажного вагона.*

*У процесі руху в конструкції вагона виникають напруження, змінні в часі. Під дією змінної напруги в елементах конструкції відбувається процес поступового накопичення пошкоджень, що призводять спочатку до утворення мікроскопічної тріщини, а потім до її розвитку і подальшому раптовому руйнуванню - втоми металу.*

*Одним із основних властивостей вагона є здатність витримувати діючі на нього експлуатаційні навантаження зі збереженням цієї здатності без руйнування на всіх етапах життєвого циклу. Оцінка несучої здатності визначається за результатами ходових випробувань на міцність, метою яких є визначення та оцінка коефіцієнта запасу опору втоми при впливі еквівалентних*

© Сафронов А.М., Хозя П.А., Водянніков Ю.Я., Речкалов В.С.,  
Орлов О.В., 2021

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

*наведених амплітуд динамічних напружень. Як правило, динамічні напруження є випадковими через збурюючий вплив з боку рейкової колії на колісні пари, який також є випадковим.*

*Тому важливим розділом дослідження є вибір методів отримання, обробки і аналізу експериментальних даних. Підвищення достовірності результатів випробувань досягається застосуванням більш досконалих методів запису і обробки результатів.*

*Для оцінки рівня навантаженості конструкції вантажного вагона використовуються методи, засновані на заміні реального випадкового процесу деяким схематизованим процесом, який за рівнем накопичення втомного пошкодження повинен бути еквівалентним реальному процесу. З усього різноманіття методів схематизації виділяються два методи - метод повних циклів і метод «дощу», які найбільш повно відображають реальний процес.*

*Перевагою методу «дощу» є можливість обробки процесу в реальному режимі часу. Однак, алгоритм методу «дощу» є досить складним і не дозволяє обробляти великі обсяги інформації. У зв'язку з цим, було запропоновано метод максимальних розмахів, який є різновидом методу повних циклів і дозволяє в режимі онлайн обробляти необмежений обсяг інформації. Схематизований процес розбивається по класах - величинам амплітуд напружень. Залежно від розподілу амплітуд напружень по класах, встановлюється частота (ймовірність) попадання амплітуди в клас.*

*Наведена амплітуда динамічного напруження визначається як сума добутоків ймовірності попадання в кожен клас на середню величину амплітуди напруг в класі.*

*Ключові слова:* вантажний вагон, процес, динамічні напруження, амплітуда.

### ***А.М. Сафронов***

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагостроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24

### ***П.А. Хозя***

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагостроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8948-6032>

### ***Ю.Я. Водяников***

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагостроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6111-7128>

### ***В.С. Речкалов***

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагостроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24

**О.В. Орлов**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24

### МЕТОДЫ СХЕМАТИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА

*Мировым трендом, в последнее время, является создание высокоскоростного грузового подвижного состава для скоростей движения более 160 км/ч. В этих условиях актуальное значение приобретают вопросы прочности конструкции грузового вагона.*

*В процессе движения в конструкции вагона возникают напряжения, переменные во времени. Под действием переменных напряжений в элементах конструкции происходит процесс постепенного накопления повреждений, приводящих вначале к образованию микроскопической трещины, а затем к ее развитию и последующему внезапному разрушению – усталости металла.*

*Одним из основных свойств вагона является способность выдерживать воздействующие на него эксплуатационные нагрузки с сохранением этой способности без разрушения на всех этапах жизненного цикла. Оценка несущей способности определяется по результатам ходовых прочностных испытаний, целью которых является определение и оценка коэффициента запаса сопротивления усталости при воздействии эквивалентной приведенной амплитуды динамических напряжений.*

*Как правило, динамические напряжения являются случайными из-за возмущающего воздействия со стороны рельсового пути на колесные пары, которое также является случайным.*

*Поэтому важным разделом исследования является выбор методов получения, обработки и анализа экспериментальных данных. Повышение достоверности результатов испытаний достигается применением более совершенных методов записи и обработки результатов.*

*Для оценки уровня нагруженности конструкции грузового вагона используются методы, основанные на замене реального случайного процесса некоторым схематизированным процессом, который по уровню накопления усталостного повреждения должен быть эквивалентен реальному процессу. Из всего многообразия методов схематизации выделяются два метода – метод полных циклов и метод «дождя», которые наиболее полно отражают реальный процесс.*

*Преимуществом метода «дождя» является возможность обработки процесса в реальном режиме времени. Однако, алгоритм метода «дождя» является достаточно сложным и не позволяет обрабатывать большие объемы информации. В этой связи был предложен метод максимальных размахов, который является разновидностью метода полных циклов и позволяет в режиме онлайн обрабатывать неограниченный объем информации. Схематизированный процесс разбивается по классам – величинам амплитуд напряжений. В зависимости от распределения амплитуд напряжений по*

---

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

классам, устанавливается частота (вероятность) попадания амплитуды в класс.

Приведенная амплитуда динамического напряжения определяется как сумма произведений вероятности попадания в каждый класс на среднюю величину амплитуды напряжений в классе.

**Ключевые слова:** грузовой вагон, процесс, динамические напряжения, амплитуда.

В последние годы мировым трендом становится создание высокоскоростных грузовых поездов со скоростями 160 км/ч и более. В связи с этим, вопросы прочности и надежности грузовых вагонов приобретают первостепенное значение.

В большинстве конструкций вагонов в процессе движения возникают напряжения, переменные во времени. Под действием переменных напряжений в элементах конструкции происходит процесс постепенного накопления повреждений, приводящих вначале к образованию микроскопической трещины, а затем к ее развитию и последующему внезапному разрушению – усталости металла.

Сопротивление усталости оценивается в многоцикловой постановке по коэффициенту запаса  $n$ , определяемому по формуле [1]:

$$n = \frac{\sigma_{a,N}}{\sigma_{a,z}}, \quad (1)$$

где  $\sigma_{a,N}$  – предел выносливости по амплитуде в расчетном сечении при вероятности неразрушения 0,95, МПа, при базовом числе циклов  $N_0 = 10^7$ ;

$\sigma_{a,z}$  – приведенная амплитуда динамического напряжения МПа, эквивалентная по повреждающему действию распределению амплитуд напряжений за расчетный срок службы.

Как следует из формулы (1), основная задача состоит в определении приведенной амплитуды динамических напряжений, причем амплитуды динамических напряжений являются случайными, что обусловлено случайными возмущающими воздействиями со стороны рельсового пути.

Информацию о величинах амплитуд динамических напряжений получают путем проведения ходовых прочностных испытаний в виде последовательного набора записей (реализаций) при различных скоростях и режимах движения опытного поезда на характерных заранее выбранных (намеченных) участках железнодорожного пути.

Для оценки уровня нагруженности используются методы, основанные на замене реального случайного процесса некоторым схематизированным процессом, который по уровню накопления усталостного повреждения должен быть эквивалентен реальному процессу.

Результаты схематизации используются для:

- ✓ расчетной оценки усталостной долговечности элементов по критериям накопления усталостных повреждений на стадиях до появления макроскопической усталостной трещины и ее развития;
- ✓ сравнительной оценки процессов нагружения однотипных элементов с целью выявления наиболее нагруженных элементов;

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

- ✓ количественной оценки эксплуатационных режимов машин и конструкций по их повреждающему воздействию;
- ✓ моделирования реального нагружения элементов при испытаниях на усталость и расчетном определении характеристик их сопротивления усталости.

Схематизация процессов нагружения элементов машин и конструкций и статистическое представление результатов схематизации включает следующие этапы:

- предварительная подготовка процесса нагружения к схематизации;
- дискретизация процесса нагружения;
- вычисление статистических характеристик дискретной последовательности ординат процесса нагружения;
- выделение экстремумов процесса по дискретной последовательности его ординат;
- замена реального процесса нагружения схематизированным по выбранному методу схематизации.

Запись амплитуд напряжений, как правило, производится через равные промежутки времени, определяемые заданной частотой опроса и, следовательно, реальная осциллограмма может содержать множество промежуточных значений (рис. 1), кроме того, на работу электронной аппаратуры могут оказывать влияние внутренние и внешние факторы не связанные с динамическим процессом (рис. 2).

Поэтому реальная осциллограмма перед схематизацией должна подвергаться первичной обработке с целью устранения указанных недостатков (рис. 3).

Для практического применения используются различные методы схематизации.

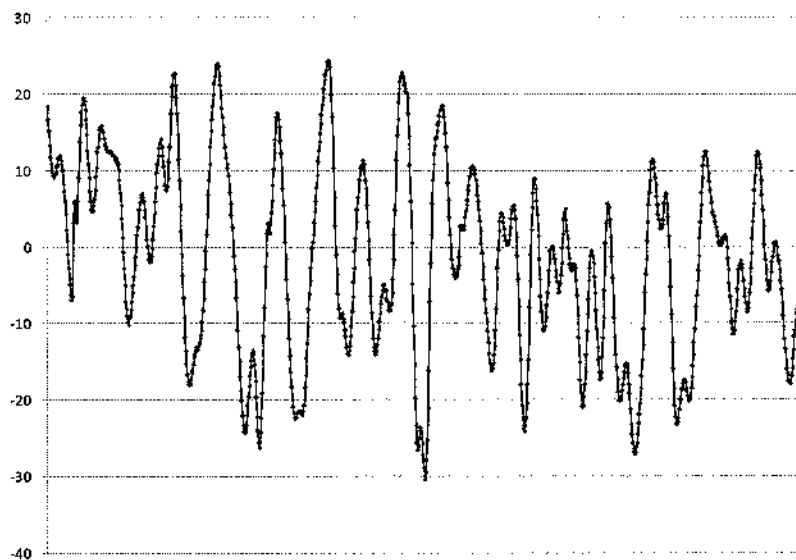


Рис. 1. Фрагмент осциллограммы случайного динамического процесса

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

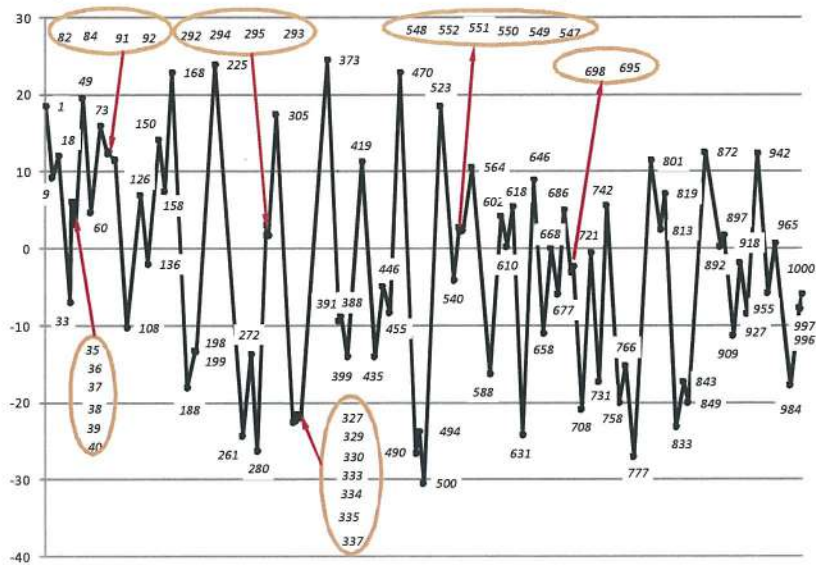


Рис. 2. Осциллограмма после удаления промежуточных значений записи

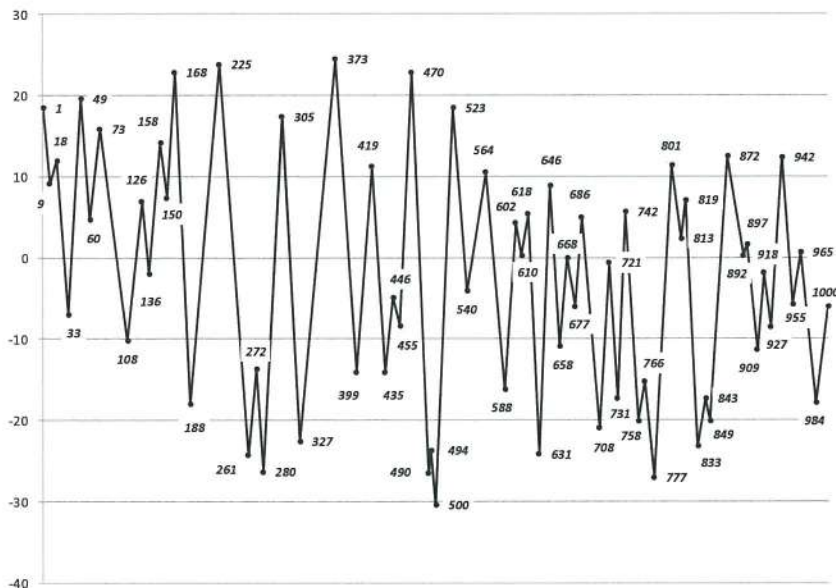


Рис. 3. Окончательный вид осциллограммы, используемый для схематизации

*Метод максимумов* (рис. 4) [2]. Схематизация реального процесса приведена на рис. 1, в котором приведен график зависимости от времени  $t$ .

Величина  $\sigma_{cp} = \sigma_m$  характеризует средний уровень процесса и определяется как среднее арифметическое значение случайных ординат. За амплитуды напряжений отдельных полуциклов принимают отклонения между всеми максимумами данного процесса и средним уровнем. При этом предполагают, что распределение минимумов процесса симметрично распределению максимумов вследствие чего



учитывают только максимумы. Метод максимумов приводит к схематизированному процессу, который вызывает более сильные повреждения в смысле усталости, чем реальный процесс.

**Метод учета одного экстремума** (рис. 5) [2]. Между двумя соседними точками пересечения среднего уровня. В этом методе учитывают только один наибольший экстремум между каждыми двумя пересечениями кривой процесса с линией среднего уровня. Для этого случая схематизированный процесс является менее повреждающим, чем реальный процесс.

**Метод размахов** (рис. 6) [2]. В этом методе за амплитуду напряжений принимают половину размаха между двумя соседними экстремумами процесса, причем учитывают все экстремумы, как показано на рис. Метод размахов приводит к схематизированному процессу, обладающему меньшим повреждающим действием, чем реальный процесс (получаемые при этом расчетные оценки долговечности являются верхними оценками для срока службы).

**Метод укрупненных размахов** [3]. Согласно этому методу, на основании линейной гипотезе суммирования повреждений сравнивают повреждающее действие, оказываемое совокупностью промежуточных циклов, с повреждающим действием основного полуцикла, образованного крайними экстремумами. Для регистрации выбирают вариант, оказывающий наибольшее повреждающее действие. Так, применительно к рис. 6, следует сравнивать повреждения от совокупности полуциклов 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6 с повреждением от полуцикла 1-6.

**Метод полных циклов** (рис. 7) [4], [5], [6]. В методе полных циклов рабочий диапазон изменения напряжений разбивают на несколько участков (разрядов) причем каждому разряду соответствует некоторое приращение напряжений  $\Delta\sigma$ . По этому методу (см. рис. 4) вначале выделяют простые промежуточные циклы, размах которых не превышает  $2\Delta$ . Здесь вначале выделяют заштрихованные циклы с размахом  $\Delta < a < 2\Delta$ , которые регистрируют и из дальнейшего рассмотрения исключают. Процесс  $X_1(t)$ , изображенный на черт. 2б, получен из исходного  $x(t)$  после исключения циклов с  $\Delta < a < 2\Delta$ . Затем выделяют циклы с  $2\Delta < a < 3\Delta$  (черт. 2б). Процесс  $x_2(t)$ , изображенный на черт. 2в, получен из процесса  $x_1(t)$  после исключения циклов с размахом  $2\Delta < a < 3\Delta$ . После исключения циклов с размахами  $a < 5\Delta$  будет получен процесс  $x_3(t)$ , изображенный на черт. 2г.

**Метод «дождя»** [4], [7]. Метод «дождя» является разновидностью метода полных циклов. При схематизации удобно представить, что ось времени направлена вертикально вниз (рис. 8).

Пусть линии, соединяющие соседние экстремумы это последовательность крыш, по которым стекают потоки дождя. Номерам максимумов соответствуют нечетные числа, номерам минимумов - четные.

Траектории потоков определяют в соответствии со следующими правилами:

1. Потоки начинаются с внутренней стороны экстремумов последовательно. Каждый поток определяет полуцикл нагружения. Величину размаха определяют проекцией траектории потока на ось нагрузки.

2. Поток, начавшийся в точке максимума, прерывается в тот момент, когда встретится максимум больший, чем исходный. Например, поток из максимума 1 стекает по направлению к максимуму 2 и прерывается напротив максимума 3, поскольку он больше исходного.

3. Поток, начавшийся в точке минимума, прерывается, когда встретится минимум меньший, чем исходный. Например, поток из точки 10 прерывается напротив 16, поскольку минимум 16 меньше исходного.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

4. При встрече на одной из крыш нескольких потоков движение продолжает тот, который берет начало в экстремуме с меньшим номером, а остальные прерываются. Например, поток из точки 5 продолжает свой путь, а потоки из точек 7 и 9 прерываются.

5. Поток, не встретивший препятствий, падает на землю, например поток из максимума 19.

Метод «дождя» позволяет ввести схематизацию в режиме реального времени. При этом запоминают лишь траектории потоков дождя и обработку проводят по мере ввода экстремумов.

Метод дождевого потока сводится к следующему:

- выделение полных полуциклов происходит в координатах напряжения (деформация) время, причем время отложено по вертикальной оси, направленной вниз;
- полуциклы представляют собой как бы дождевые потоки, льющиеся по графику вправо, влево и вниз («растяжение - сжатие» соответственно). Условиями окончания полуцикла служат: а) попадание потока, соответствующего этому полуциклу, в поток от предыдущего полуцикла; б) выход полуцикла, идущего в противоположном направлении, за минимальное (начальное) значение напряжения (деформация), соответствующее оканчиваемому полуциклу.

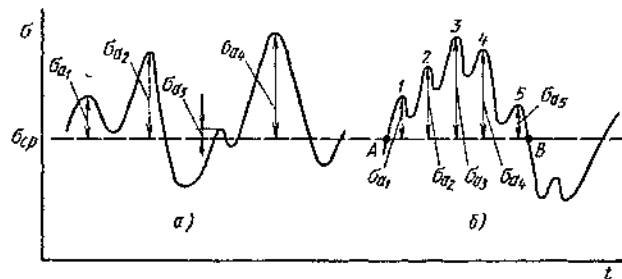


Рис. 4. Обработка осциллограмм по методу максимумов

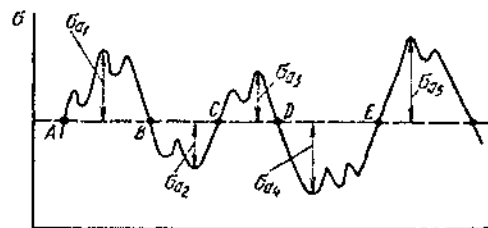


Рис. 5. Обработка осциллограмм по методу учета одного экстремума между соседними пересечениями среднего уровня

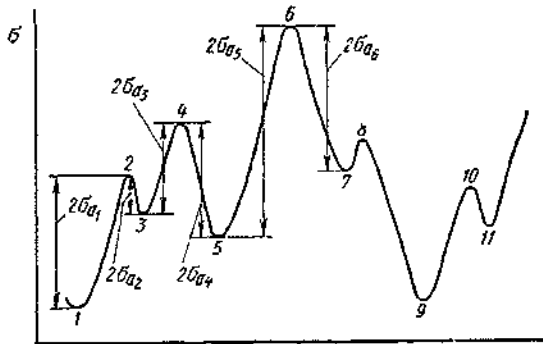


Рис. 6. Обработка осциллограмм по методу размахов

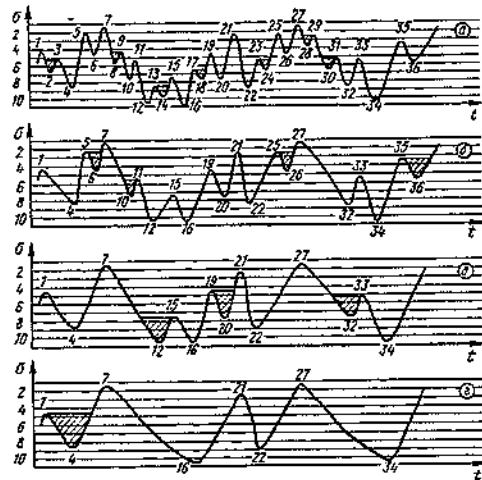


Рис. 7. Обработка осциллограмм по методу полных циклов

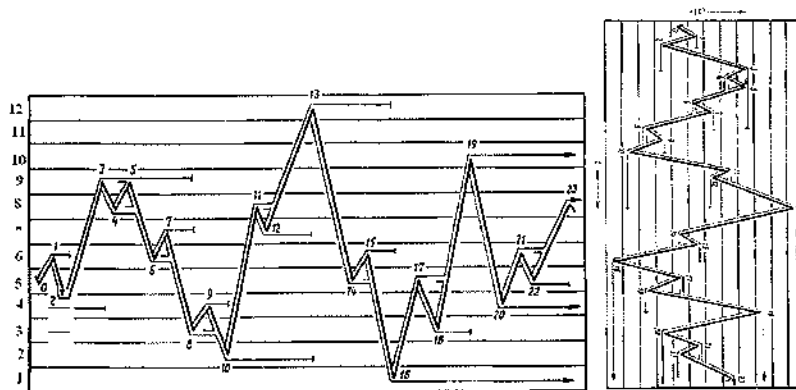


Рис. 8. Обработка осциллограмм по методу «дождя»

Следует отметить, алгоритм реализации по методу «дождя» достаточно сложен, сложность многократно увеличивается при обработке большого объема информации. В этой связи предложена методика схематизации по **максимальным размахам**, которая является модификацией метода полных циклов. Суть метода состоит в выделении восходящих и нисходящих размахов с максимальными амплитудами (рис. 9) при этом удаляются внутренние циклы (рис. 10).

Метод максимальных размахов реализован в виде программы на ЭВМ (табл. 1), написанной на языке Бейсик в среде EXCEL, позволяет в режиме реального времени обрабатывать неограниченное число записей, так как внутренние циклы определяются последовательно по каждому максимальному размаху.

Для сравнительного анализа методов схематизации «дождя» и максимальных размахов (рис. 11) был использован пример, приведенный в [4]. Анализ показал удовлетворительное совпадение обоих методов (рис. 12).

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Окончательным этапом схематизации является дискретизация и оценка статистических характеристик процесса нагружения. Для этого процесс нагружения разбивается на классы.

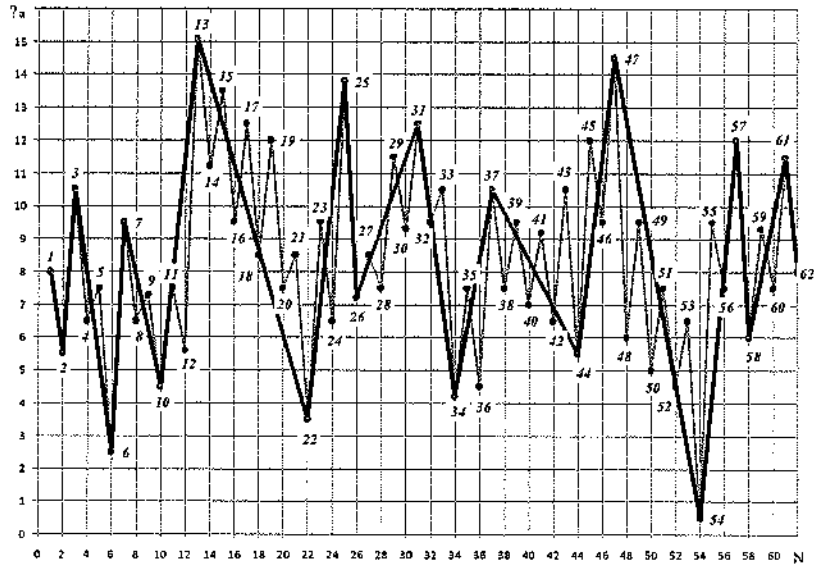


Рис. 9. Обработка осциллограмм по методу максимальных размахов

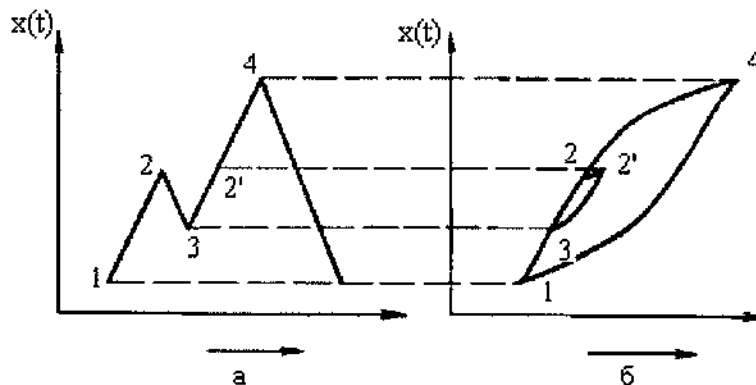


Рис. 10. Наложение циклов

(а - фрагмент процесса нагружения; б - диаграмма "напряжение-деформация").

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

*Таблиця 1.- Фрагмент програми схематизації по методу  
Максимальних размахів*

Наименование	Фрагмент программы
1	2
Формирование рабочего файла «ggg»	<pre> ww = 10000 *****     ij = 1     kkk = 0     Do While ww &gt; 0     ww = ActiveCell.Offset(5 + ij, 1).Range("A1")     Select Case ww     Case Is &gt; 0     ggg(ij) = ActiveCell.Offset(5 + ij, 3).Range("A1")     uskor(ij) = ActiveCell.Offset(5 + ij, 2).Range("A1")     ij = ij + 1     End Select     Loop inter = ij - 1 kol = inter ***** * </pre>
Определение координат узлов максимальных экстремумов (массив uskor)	<pre> ikk = 1 krk = 1 For krk = 1 To (kol + 1) / 2     If ikk = 1 Then     uskor(ikk) = krk * 2 - 1     End If     ij = krk     For a1 = 1 To 20     maxx = ggg(2 * krk - 1) - ggg(2 * krk + 1)     mixx = ggg(2 * krk) - ggg(2 * krk + 2)     If maxx &gt; 0 And mixx &gt; 0 Then     krk = krk + 1     Else     Exit For     End If     Next a1     ikk = ikk + 1     If krk * 2 &gt; kol Then     uskor(ikk) = kol     Else     uskor(ikk) = krk * 2     End If     'uskor(ikk) = krk * 2     *****     *     For a1 = 1 To 20     maxx = ggg(2 * krk + 1) - ggg(2 * krk + 3) </pre>

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Продолжение таб.1

1	2
	<pre> mixx = ggg(2 * krk) - ggg(2 * krk + 2) If maxx &lt; 0 And mixx &lt; 0 Then krk = krk + 1   Else     Exit For   End If Next a1 krk = krk + 1 ikk = ikk + 1   If krk * 2 - 1 &gt; kol Then     uskor(ikk) = kol   Else     uskor(ikk) = krk * 2 - 1   End If Next krk inter = ikk </pre>
<p>Определение узловых точек максимальных размахов</p>	<pre> For kkk = 1 To inter If kkk + 1 &gt; inter Then   Exit For End If rkk = Abs(uskor(kkk + 1) - uskor(kkk)) dekr = Int(rkk / 2) ***** If rkk = 1 Then ikk = ikk + 1 mmm(ikk) = uskor(kkk) nnn(ikk) = uskor(kkk + 1) sum(ikk) = Abs(ggg(mmm(ikk)) - ggg(nnn(ikk))) ***** Else ikk = ikk + 1 mmm(ikk) = uskor(kkk) nnn(ikk) = uskor(kkk + 1) sum(ikk) = Abs(ggg(mmm(ikk)) - ggg(nnn(ikk))) ***** For ij = 1 To dekr ikk = ikk + 1 mmm(ikk) = uskor(kkk) + 2 * ij - 1 'mmm(ikk) = krk 'krk = krk + 2 * ij nnn(ikk) = uskor(kkk) + 2 * ij sum(ikk) = Abs(ggg(mmm(ikk)) - ggg(nnn(ikk))) sum(ikk + 1) = Abs(ggg(mmm(ikk)) - ggg(nnn(ikk))) ActiveCell.Offset(5 + ikk + 1, 15).Range("A1") = sum(ikk) ikk = ikk + 1 </pre>

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Окончание таб. 1

1	2
	<pre> Next ij End If Next kkk koll = ikk *****                     </pre>
<p>Распределение размахов по классам, количество классов принимается равным <math>kolk1 = 28</math>, а интервал класса <math>dt = 2</math></p>	<pre> For ikk = 1 To kolk1 chast1 = (ikk - 1) * dt chast2 = ikk * dt ij = 0 For krk = 1 To koll gg = sum(krk) If gg &gt;= chast1 And gg &lt; chast2 Then ij = ij + 1 End If Next krk chh(ikk) = ij sred(ikk) = (chast1 + chast2) / 2 Next ikk                     </pre>
<p>Передача полученных данных в рабочий лист «расчет» для определения вероятности распределения напряжений</p>	<pre> Sheets("расчет").Select Range("a5:ad1500").Select Selection.ClearContents Range("A1").Select rkk = 0 For ikk = 1 To kolk1 If ikk = 1 Then rkk = chh(ikk) Else rkk = rkk + chh(ikk) End If koll Next ikk End Sub                     </pre>

Разбиение на классы состоит из двух этапов:

- 1 На первом этапе определяется диапазон изменения нагрузок процесса:

$$a_{max} = X_{max} - X_{min},$$

где  $X_{max}$  и  $X_{min}$  – максимальные и минимальные значения размахов;

- 2 Второй этап состоит в разбиении процесса на равноотстоящие уровни размахов (классы) шириной  $\Delta$ :

$$\Delta = a_{max}/m$$



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

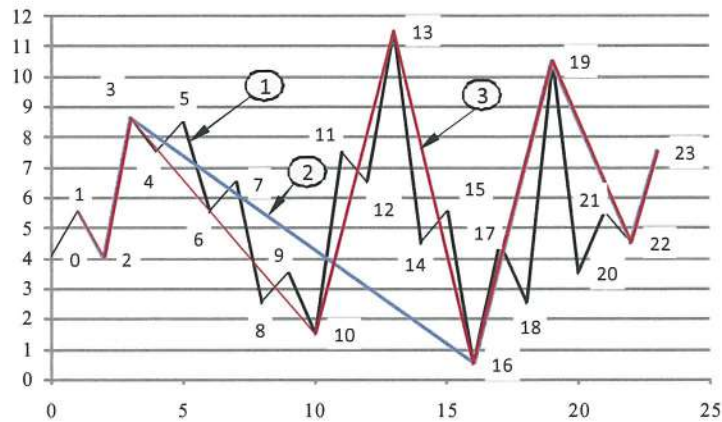


Рис. 11. Сравнительная схематизация по методу «дождя» и максимальных размахов  
(1- исходная осциллограмма, 2- схематизация по методу «дождя», 3 - схематизация по методу максимальных размахов)

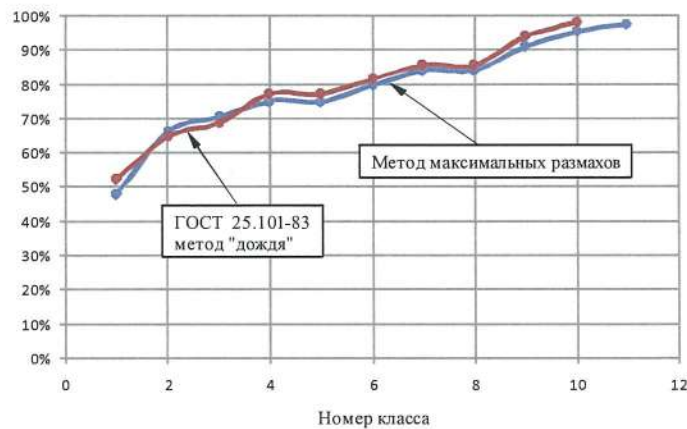


Рис.12. Эмпирические функции распределения

Величина  $\Delta$  отражает масштаб при схематизации и показывает, какая нагрузка соответствует одному классу. Количество классов  $m$  должно удовлетворять неравенству  $14 < m < 32$ .

Нумерация классов  $i$  производится снизу вверх в направлении возрастания нагрузок процесса, начиная с первого класса (рис. 13).

В зависимости от распределения амплитуд напряжений по классам, устанавливается частота (вероятность) попадания амплитуды в класс.

Приведенная амплитуда динамического напряжения определяется как сумма произведений вероятности попадания в каждый класс на среднюю величину амплитуды напряжений в классе.

Вместе с тем следует отметить, что современные вероятностные методы расчета на прочность при многоцикловом нагружении не находят достаточно полного отражения в практике исследования конструкций.

# РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

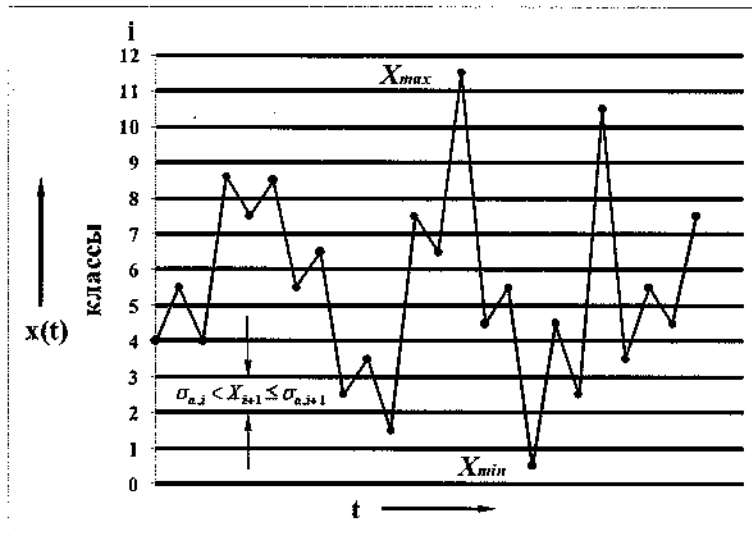


Рис. 13. Разбиение схематизированного процесса на классы

Преимущество вероятностных методов по сравнению с традиционными методами расчета по коэффициентам запаса прочности или по допускаемым напряжениям заключается в том, что в них учитывается реальный случайных характер изменения эксплуатационных напряжений, рассеяния характеристик сопротивления усталости, накопления усталостных повреждений при нерегулярном нагружении. В результате расчета получают функцию распределения ресурса, являющейся важнейшей характеристикой ее надежности.

### Выводы

1. Предложенная схематизация позволяет в режиме онлайн обрабатывать неограниченное число записей динамического процесса;
2. Разработанный алгоритм и пакет прикладных программ повышают автоматизацию определения коэффициента запаса прочности грузового вагона (рис. 14).

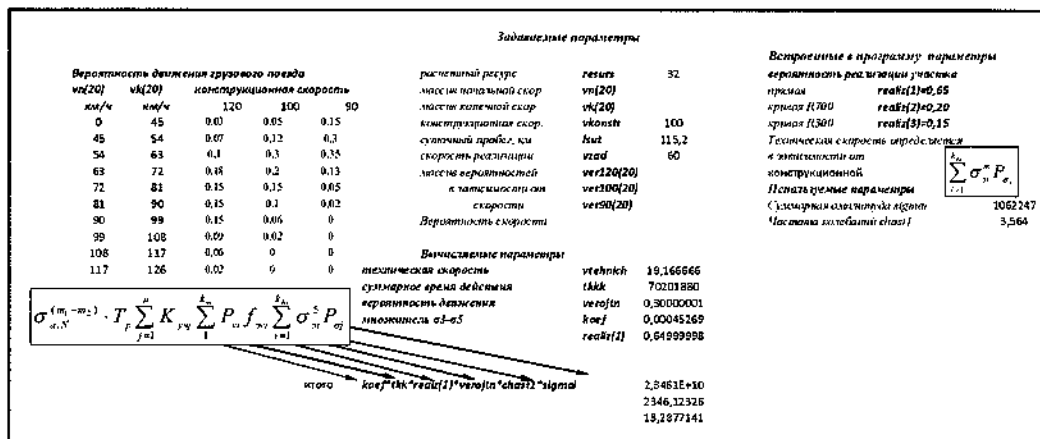


Рис. 14. Результаты расчета тестового примера

### ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колес 1520 мм (несамоходных), ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996 г.;
2. С. В. Серенсен. Несущая способность и расчет деталей машин на прочность. / Серенсен С. В., Когаев В. П., Шнейдерович Р. М. // Руководство и справочное пособие по редакции С. В. Серенсена. Москва, «Машиностроение», 1975 г., С. 488.;
3. Р. М. Шнейдерович. Прочность при статическом и повторно-статическом нагружениях. М. «Машиностроение», 1968 г., С. 355.;
4. ГОСТ 2 5 .101 -83. РАСЧЕТЫ И ИСПЫТАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ. Методы схематизации случайных процессов нагружения элементов машин и конструкций и статистического представления результатов. С. 25.;
5. Гусев А. С. О распределении амплитуд в широкополосных случайных процессах при схематизации их по методу полных циклов. // Статистические методы расчетов. М. «Машиноведение», 1974 г., №1., С. 336.;
6. Когаев В.П. Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени. Москва, «Машиностроение», 1977 г., С. 232.;
7. Гусев А.С. Сопротивление усталости и живучесть конструкций при случайных нагрузках. М. «Машиностроение», 1989 г., С. 248.

#### ***O.M. Safronov***

State Enterprise "Ukrainian Scientific Railway Car Bulding Research Institute"  
33 I. Prikhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
tel.: (05366) 6-03-24

#### ***P.O. Khozia***

State Enterprise "Ukrainian Scientific Railway Car Bulding Research Institute"  
33 I. Prikhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
tel.: (05366) 6-03-24  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8948-6032>

#### ***YU.YA. Vodiannikov***

State Enterprise "Ukrainian Scientific Railway Car Bulding Research Institute"  
33 I. Prikhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
tel.: (05366) 6-03-24  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6111-7128>

#### ***V.S. Rechkalov***

State Enterprise "Ukrainian Scientific Railway Car Bulding Research Institute"  
33 I. Prikhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
tel.: (05366) 6-03-24

#### ***O.V. Orlov***

State Enterprise "Ukrainian Scientific Railway Car Bulding Research Institute"  
33 I. Prikhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
tel.: (05366) 6-03-24

### METHODS FOR THE SCHEMATIZATION OF THE OPERATIONAL LOADING OF THE FREIGHT CAR

*The world trend, recently, is the creation of a high-speed cargo rolling stock for speeds with 160 km / h. In these condition, the durability of the structure of the cargo car are relevant.*

---

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

*In the process of movement in the design of the car, voltages occur, variables in time. Under the action of alternating voltages in the design elements, the process of gradual accumulation of damage, leading to the formation of microscopic crack, and then to its development and subsequent sudden destruction - metal fatigue.*

*One of the main properties of the wagon is the ability to withstand operational loads acting on it while maintaining this ability without destruction at all stages of the life cycle. The assessment of the bearing capacity is determined by the results of the undercarriage tests, the purpose of which is the definition and assessment of the reserve coefficient of fatigue resistance of the equivalent reduced amplitude of dynamic stresses.*

*As a rule, dynamic stresses are random due to the perturbing effect on the side of the rail path on the wheeled pairs, which are also random.*

*Therefore, an important section of the study is the choice of methods for obtaining, processing and analyzing experimental data. Improving the reliability of test results is achieved by applying more advanced recording methods and processing results.*

*To estimate the level of loading of the cargo car, methods are used based on the replacement of a real random process by some schematized process, which in terms of the accumulation of fatigue damage should be equivalent to a real process. Of the variety of schematics methods, two methods are distinguished - the method of complete cycles and the rain method, which most fully reflect the real process.*

*The advantage of the "rain" method is the ability to process the process in real time. However, the algorithm of the "rain" method is quite complicated and does not allow processing large amounts of information. In this regard, the method of maximum discharges was proposed, which is a type of full cycles method and allows you to process an unlimited amount of information online. The schematic process is divided into classes - voltage amplitudes values. Depending on the distribution of voltage amplitudes in classes, the frequency (probability) of amplitude in the class is established.*

*The reduced amplitude of the dynamic voltage is defined as the amount of products of the likelihood of entering each class on the average magnitude of the voltage amplitude in the class.*

*Key words:* cargo car, process, dynamic, voltage, amplitude.

## REFERENCES

1. Normy dlya rascheta i proektirovaniya vagonov zheleznyh dorog MPS kolei 1520 mm (nesamohodnyh), GosNIIV-VNIIZhT, 1996 g.;
2. S. V. Serensen. Nesushaya sposobnost i raschet detalej mashin na prochnost. / Serensen S. V., Kogaev V. P., Shnejderovich R. M. // Rukovodstvo i spravochnoe posobie po redakciej S. V. Serensena. Moskva, «Mashinostroenie», 1975 g., S. 488.;
3. R. M. Shnejderovich. Prochnost pri staticheskom i povtorno-staticheskom nagruzheniyah. M. «Mashinostroenie», 1968 g., S. 355.;
4. GOST 25.101 -83. RASChETY I ISPYTANIYa NA PROChNOST. Metody shematizacii sluchajnyh processov nagruzheniya elementov mashin i konstrukcij i statisticheskogo pred-stavleniya rezultatov.
5. Gusev A. S. O raspredelenii amplitud v shirokopolosnyh sluchajnyh processah pri shematizacii ih po metodu polnyh cyklov. // Statisticheskie metody raschetov. M. «Mashinostroenie», 1974 g., № 1., S. 336.;
6. Kogaev V. P. Raschety na prochnost pri napryazheniyah, peremennyh vo vremeni. Moskva, «Mashinostroenie», 1977 g., S. 232.;
7. Gusev A. S. Soprotivlenye ustalosti i zivuchest konstrukcij pri sluchajnyh zagruzkah. M. «Mashinostroenie», 1989 g., S. 248.

**О.М. Сафронов\***

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-03-24

**А.О. Сулим**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-03-54

**Ю.Я. Водянніков**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-02-50

**О.Г. Макеєва**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька, 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-02-50

### ШВИДКІСНИЙ ВАНТАЖНИЙ ПОЇЗД ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ КОНТЕЙНЕРІВ ЗІ ШВИДКІСТЮ 200 КМ/ГОД

*Стаття присвячена створенню вантажних поїздів для перевезення контейнерів залізничним транспортом зі швидкістю 200 км/год. В статті розглянуто досвід створення швидкісних вантажних поїздів для перевезення контейнерів зі швидкістю руху до 350 км/год. Проаналізовано основні технічні характеристики рухомого складу, який задіяно у вантажних швидкісних залізничних перевезеннях іноземних країн. Мета цієї статті полягає у розкритті конструктивних особливостей рухомого складу для здійснення вантажних перевезень зі швидкістю 200 км/год та моделюванні гальмівних процесів під час здійснення електропневматичного і пневматичного гальмування рухомим складом зі швидкості 200 км/год та 160 км/год.*

*Запропоновано концепцію гальмівної системи рухомого складу для здійснення швидкісних перевезень контейнерів. В якості рухомого складу використовується спеціалізована платформа, на якій встановлено візки з дисковим гальмом і ресорним пневмонідачуванням. Наведено короткий опис гальмівної системи, показано основні її особливості. Наведено пневматичну схему контейнерного блоку гальмівного обладнання та загальний вигляд контейнерного блоку. Запропоновано для швидкісних перевезень маршрутний вантажний потяг, який складається з 30 вагонів-платформ і має два локомотиви з кожного боку. Розраховано гальмівні шляхи під час електропневматичного та пневматичного гальмуваннях зі швидкості руху вантажного поїзда 160 км/год.*

© Сафронов О.М., Сулим А.О., Водянніков Ю.Я., Макеєва О.Г., 2021

---

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

*Наведено результати розрахункових досліджень гальмівної ефективності поїзда, які показали, що при швидкості руху вантажного поїзда 200 км/год гальмівні шляхи при електроннепневматичному і пневматичному гальмуваннях складають відповідно 1472 м і 1571 м, що відповідає Технічним вимогам Євросоюзу TSI.*

*Ключові слова:* високошвидкісні вантажні поїзди, контейнер, швидкість, гальмівний шлях, дискові гальма.

### **А.М. Сафронов**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»  
ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина  
Телефон: (05366) 6-03-24

### **А.О. Сулим**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»  
ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина  
Телефон: (05366) 6-03-24

### **Ю.Я. Водяников**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»  
ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина  
Телефон: (05366) 6-02-50

### **Е.Г. Макеєва**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»  
ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина  
Телефон: (05366) 6-02-50

## СКОРОСТНОЙ ГРУЗОВОЙ ПОЕЗД ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ СО СКОРОСТЬЮ 200 КМ/Ч

*Статья посвящена созданию грузовых поездов для перевозки контейнеров железнодорожным транспортом со скоростью 200 км/ч. В статье рассмотрен опыт создания скоростных грузовых поездов для перевозки контейнеров со скоростью движения до 350 км/ч. Проанализированы основные технические характеристики подвижного состава, который используется в грузовых скоростных перевозках зарубежных стран. Цель этой статьи состоит в описании конструктивных особенностей подвижного состава для осуществления грузовых перевозок со скоростью 200 км/ч и моделировании тормозных процессов при осуществлении электроннепневматического и пневматического торможения подвижным составом со скорости 200 км/ч и 160 км/ч.*

*Предложено концепцию тормозной системы подвижного состава для осуществления скоростных перевозок контейнеров. В качестве подвижного состава используется специализированная платформа, на которой установлены тележки с дисковым тормозом и рессорным пневмоподвешиванием. Приведено*

---



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

*краткое описание тормозной системы, показано основные ее особенности. Приведена пневматическая схема контейнерного блока тормозного оборудования и внешний вид контейнерного блока. Предложено для скоростных перевозок маршрутный грузовой поезд, который состоит из 30 вагонов-платформ и имеет два локомотива с каждой стороны. Рассчитаны тормозные пути при электропневматическом и пневматическом торможениях со скоростью движения грузового поезда 160 км/ч. Приведены результаты расчетных исследований тормозной эффективности поезда, которые показали, что при скорости движения грузового поезда 200 км/ч тормозные пути при электропневматическом и пневматическом торможениях составляют соответственно 1472 м и 1571 м, что соответствует Техническим требованиям Евросоюза TSI.*

**Ключевые слова:** высокоскоростные грузовые поезда, контейнер, скорость, тормозной путь, дисковый тормоз.

**Вступ.** Світовим трендом є інтеграція залізниць. Досвід створення швидкісних вантажних поїздів для перевезення контейнерів зі швидкістю руху до 350 км/год [1], [2]. Держави будують спільні транспортні коридори і розробляють нові маршрути [3]. Причому транспортні міжнародні маршрути вибудовують не тільки для пасажирських поїздів, а й для вантажних. Вантажні транспортні коридори призначені в основному для перевезення контейнерів. Це обумовлено тим, що перевезення вантажів у контейнерах - найбільш безпечна, екологічна, економічно вигідна транспортування.

Доставка вантажів в контейнерах об'єднує всі типи перевезень за рахунок мультимодальних, додатково мають технічні та сервісні плюси:

**Універсальність.** Підходять для перевезення харчових, хімічних продуктів, всіх класів небезпечних вантажів, зріджених газів.

**Мультимодальні.** Перевезення вантажів в контейнерах здійснюється автомобільним (рис. 1), водним (рис. 2) або залізничним транспортом (рис. 3).



Рис. 1. Перевезення контейнерів автомобільним транспортом



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---



*Рис. 2. Перевезення контейнерів морським транспортом*



*Рис. 3. Перевезення контейнерів залізничним транспортом*

**Економічність.** Оренда контейнера обходиться дешевше закупівлі/оренди традиційної авто або залізничної цистерни. Відсутність необхідності робити перевалку в портах і на залізничних станціях значно скорочує тривалість перевезення і транспортні витрати.

**Екологічна безпека.** Завдяки своїй конструкції і сучасних матеріалів, використовуваних при виробництві контейнерів, ризик аварійних ситуацій при

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

перевезеннях вантажів поїздом, морем або автотранспортом скорочується до мінімуму.

Гарантія збереження вантажу. Мають чинний сертифікат огляду на справність і герметичність і відповідають вимогам ISO.

Щоб прийти до нової концепції високошвидкісного вантажного руху, одним з основних напрямків є створення високошвидкісного рухомого складу. Такі поїзди дозволять значно знизити час перевезення, особливо на далекі відстані.

Аналіз існуючих досліджень. Так, у китайській провінції Хубей створили швидкісний вантажний поїзд. Його максимальна швидкість сягає 350 км/год. Транспорт оснащений 2,9-метровими дверима. Це сприятиме його швидкому завантаженню та розвантаженню. Вантажний відсік можна завантажити до 85 % (рис. 4).



Рис. 4. Високошвидкісний вантажний поїзд китайського виробництва

Італійський вантажний оператор Mercitalia - дочірня компанія залізниць Італії (FS Group) - почав виконувати високошвидкісні вантажні перевезення між терміналами в Казерте (поруч з Неаполем) і Болоньї [4]. Поїзд, призначений для перевезень, складається з 12 вагонів і переобладнаний під горизонтальну навантаження контейнерів розміром 70 × 80 × 180 см. Цей поїзд зможе проходити маршрут протяжністю приблизно 600 км за 3,5 години зі швидкістю 180 км/год. У сфері вантажних перевезень, на стадії розробки знаходяться нові вантажні вагони з максимальною швидкістю понад (140-160) км/год.

Наприклад, в Росії, на стадії розробки знаходяться нові вантажні вагони з максимальною швидкістю понад (140-160) км/год. Одним із прикладів є швидкісна платформа моделі 13-6954 [5]. Швидкісна вагон-платформа моделі 13-6954 призначена для перевезення одного контейнера 40/45 футів. Вагон розроблено з використанням ходової частини і вузлів пасажирського рухомого складу (рис. 5), включаючи швидкісний візок [6] з люлечно-центральною підвішуванням моделі 18-6960.

Експлуатаційна швидкість платформи становить 160 км/год. Вагон обладнаний електропневматичною гальмівною системою.



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 5. Вагон-платформа моделі 13-6954 (з візками моделі 18-6960)

Основні технічні характеристики: вантажопідйомність - 36 т; маса тари - 24 т; довжина по осях зчеплення автозчепів не більше 15270 мм. Передбачається, що вагони будуть використовуватися для формування швидкісних контейнерних поїздів в транзитному сполученні Китай-ЄС по Транссибірській магістралі.

Функціональна схема гальмівної системи платформи представлена на рис. 6. У даній схемі застосований блок гальмівного обладнання, що представляє собою контейнер-кожух (рис. 7) з високим ступенем захисту, в якому розташоване обладнання, що виконує функції пневматичного і електропневматичного гальм.

У блоці гальмівного обладнання застосований новий пневматичний повітророзподільник вантажопасажирського типу з поліпшеними технічними характеристиками, що забезпечує необхідну сумісність швидкісних вагонів-платформ в складі не тільки вантажних, а й пасажирських поїздів, незалежно від місця розташування в складі поїзда.

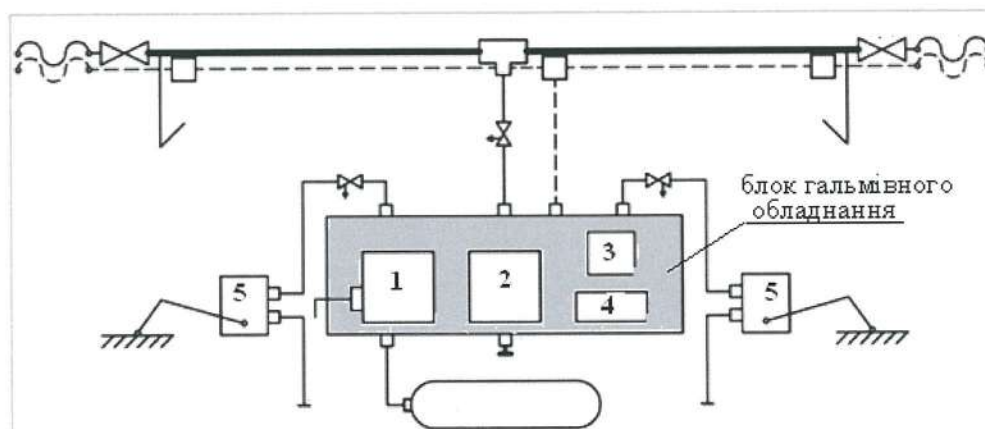


Рис. 6. Функціональна схема гальмівної системи платформи на швидкість 160 км/год

1 - пневматичне гальмо; 2 - електропневматичне гальмо; 3 - прискорювач екстреного гальмування;  
4 - електронний блок управління; 5 - автоматичний режим безінерційний

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

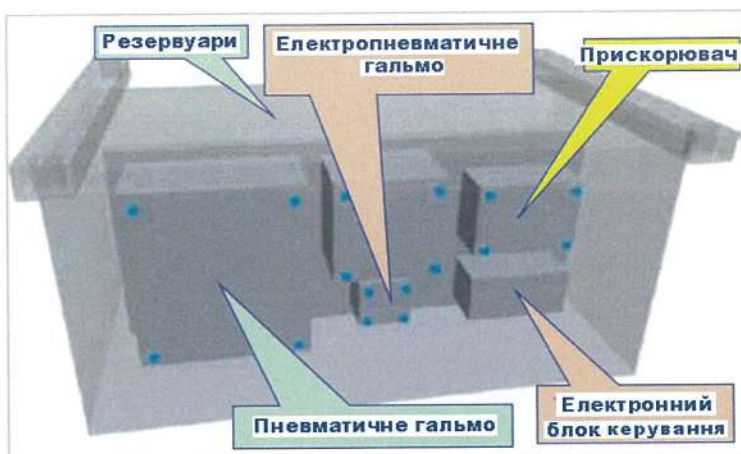


Рис. 7. Блок гальмівного обладнання в контейнері-кожусі

Новий повітророзподільник має ступінчастий або безступінчатий відпуск як на вантажному, так і на пасажирському режимах, а також відключається прискорювач екстреного гальмування.

Разом з тим, колодкове гальмо не дозволяє реалізувати швидкість вище 160 км/год., тому для досягнення більш високих швидкостей необхідно використовувати дискові гальма.

Дискові гальма мають істотні переваги перед колодковими з точки зору компактності гальмівного обладнання та стабільності робочих характеристик. При дисковому гальмі поверхню катання коліс вільна від посиленого нагріву і зносу при цьому усуваються перегрів коліс, ненормальні виробки на поверхні кочення та ін.

Тому для високошвидкісної платформи пропонується використовувати пасажирський візок з дисковим гальмом і ресорним пневмопідвішуванням (рис. 8).



Рис. 8. Візок з дисковим гальмом і ресорним пневмопідвішуванням

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

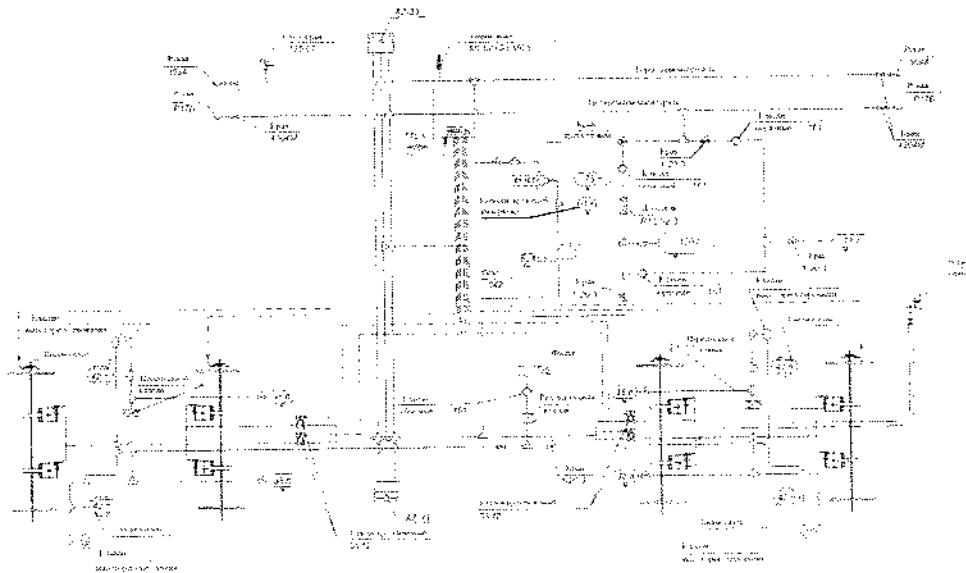
Пневматична схема гальма приведена на рис. 9. Пневматична ресора має гумокордову оболонку, заповнену стисненим повітрям, живлення стисненим повітрям здійснюється від живильної гальмівної магістралі.

Тиск повітря в пневморесорі визначається положенням важеля регулятора, один кінець якого шарнірно з'єднаний з кузовом вагона, а інший - з рамою візка (рис. 10).

Якщо важіль займає горизонтальне положення, то регулятор перекриває доступ повітря в ресору. Якщо кут повороту важеля виявляється більше деякого порогового значення ( $\sim 20$ ), регулятор впускає або випускає повітря з пневморесори в залежності від того, вниз або вгору змістився кузов. При невеликих ( $< 80$ ) кутах повороту важеля повітря проходить через дросельний отвір, тому його витрата, а разом з ним і швидкість зміни тиску в ресорі, невеликі. При повороті важеля на більший кут ( $> 80$ ) впуск (випуск) стисненого повітря відбувається в обхід дросельного отвору, яке призводить до істотного збільшення витрат.

Пневмобалони одного візка пов'язані перепускним клапаном, який спрацьовує, відкриваючи шлях повітря з однієї ресори в іншу, коли різниця тиску в них виявляється більшою деякого порогового значення.

Наведена на рис. 11 залежність витрати повітря від кута повороту важеля, має три характерні області: область «А» відповідає перекриття повітря в ресорі, «В» - випуск повітря через дросельний отвір і «С» - випуск повітря в обхід дросельного отвору. Гілки а) і в) відповідають регуляторам відповідно з одним або двома пропускними отворами.



**Рис. 9. Пневматична схема пасажирського вагона з ресорним пневмопідвішуванням**

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

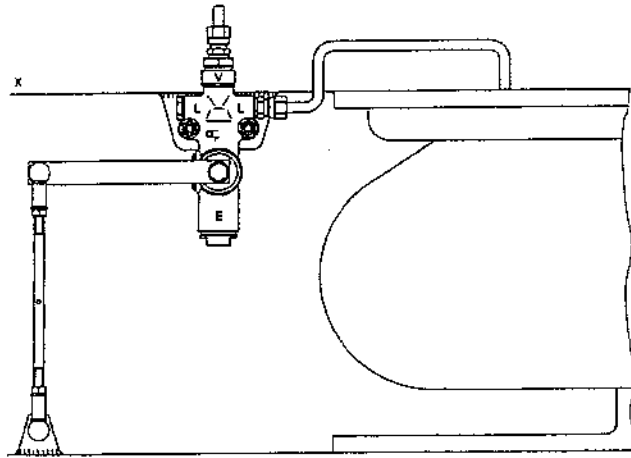


Рис. 10. Схема регулятора тиску в пневморессорі

Пневмопідвішування вагона дозволяє в значній мірі знизити навантаження на залізничне полотно і підвищити плавність ходу.

Для усунення запобігання повного блокування (заклинювання) колісних пар на вагоні використовується протиюзний пристрій з мікропроцесорними блоками-аналізаторами, безконтактними імпульсними сенсорними датчиками і регулятором тиску.

Клапани протиковзання встановлені на кожній колісній парі, а на торцях осі - датчики швидкості обертання.

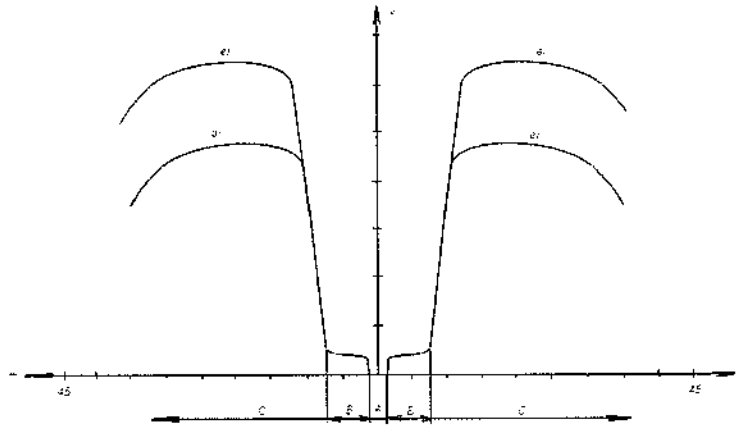


Рис. 11. Залежність витрат повітря (л/с) від кута повороту важелю



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

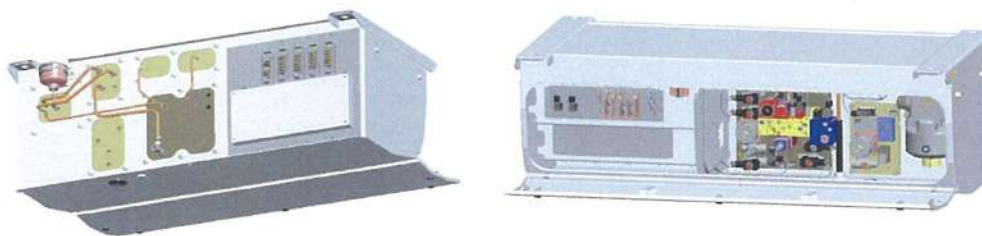
Противозний пристрій включає:

- аналізатор електронного типу (комутаційний апарат);
- датчики швидкості обертання кожної колісної пари, що передають електричні сигнали аналізатору;
- клапани електромагнітні, призначені для швидкого випуску повітря з гальмівних циліндрів в атмосферу;
- регулятори тиску, служать для включення протвоюзного пристрою.

Живильний резервуар, в залежності від команди реле тиску (при спрацьовуванні противозного пристрою), забезпечує наповнення стисненим повітрям гальмівні циліндри дискових гальм, які встановлені на візках. На запасному і живильному резервуарах передбачені випускні клапани.

На кожній осі візка вагонів жорстко закріплені по 2 чавунних гальмівних диска з пластинчастим графітом діаметром 610 мм, товщиною 110 мм і радіусом тертя 233 мм, до яких при гальмуванні з двох сторін притискаються гальмівні накладки зі зносостійких композитних матеріалів.

Управління гальмами здійснюється контейнерним блоком (рис. 12), який розташовується в підвагонному просторі і містить функціонально ув'язані між собою блоки (модулі).



*Рис. 12. Контейнерний блок*

Кожен з блоків в свою чергу може складатися з набору електропневматичних і інших пневматичних приладів, покликаних виконувати певні функції, наприклад, таких як: електропневматичні клапани; редукційні, зворотні клапани; датчики тиску; реле тиску; фільтри; роз'єднувальні крани та ін. Пневматична схема контейнерного блоку гальмівного обладнання, зображено на рис. 13. Крім того, в контейнері знаходиться повітророзподільник типу КЕ і обладнання прямодіючим електропневматичним гальмом.



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

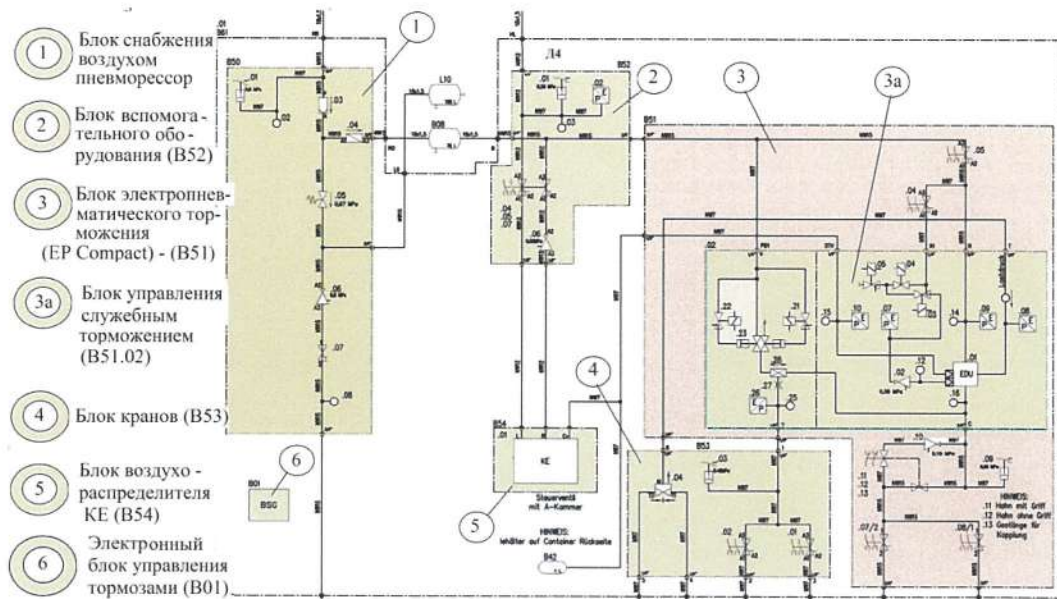


Рис. 13. Пневматична схема контейнерного блоку гальмівного обладнання

Поїзд для перевезення контейнерів складається з 30 платформ і двох головних моторних вагонів з кожного боку (рис. 14).



Рис. 14. Схема поїзда для перевезення контейнерів

Гальмівна система поїзда оснащена наступними видами гальм:

- рекуперативним-реостатним електродинамічним гальмом (тільки для головних моторних вагонів);
- електропневматичним прямодіючим фрикційним дисковим гальмом, який є основним - робочим;
- пневматичним не прямодіючим фрикційним дисковим гальмом (резервний, автоматичний);
- автоматичним стоянковим гальмом з пружинним акумулятором, який впливає на накладки фрикційного дискового гальма вагона.

Поїзд повинен бути обладнаний:

- ✓ двома пневмоприводами - гальмівним і поживним;
- ✓ спеціальним контейнером для розміщення гальмівного обладнання кожного вагона;
- ✓ автозчепами напівжорсткого типу.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Розрахунок гальмівного шляху поїзда виконувався методом комп'ютерного моделювання [7] при наступних умовах: для швидкості руху 200 км/год і додатково - 160 км/год вантажопідйомність - 36 т; маса тари - 24 т; осьове навантаження 15 тс; довжина вагона по осях зчеплення - 16 м; швидкість поширення гальмівної хвилі - 250 м.

Для реалізації швидкості 200 км/год, коефіцієнт сили натиснення накладки на диск, приведений до поверхні кочення колеса, був прийнятий 3,42 кН/т, що відповідає питомій гальмівній силі 1,2 кН/т при коефіцієнті тертя 0,35.

Результати моделювання показали, що гальмівний шлях вантажного поїзда при електропневматичному гальмуванні при швидкості 200 км/год склав 1482 м (рис. 15), а при пневматичному - 1571 м (рис. 16).

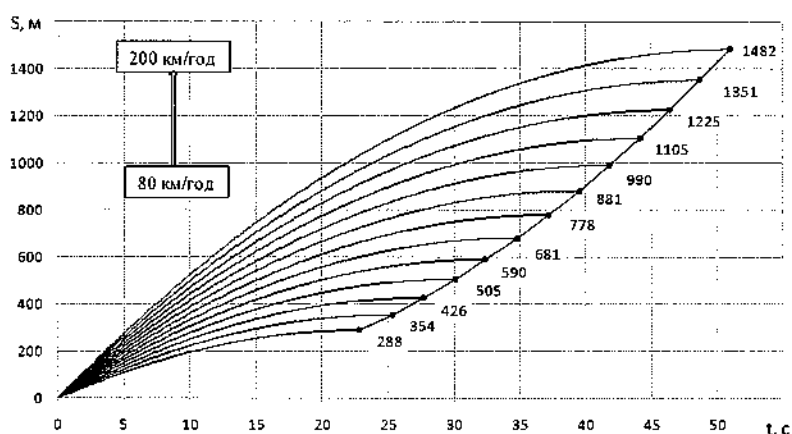


Рис. 15. Гальмівні шляхи вантажного поїзда при електропневматичному гальмуванні при швидкості 200 км/год

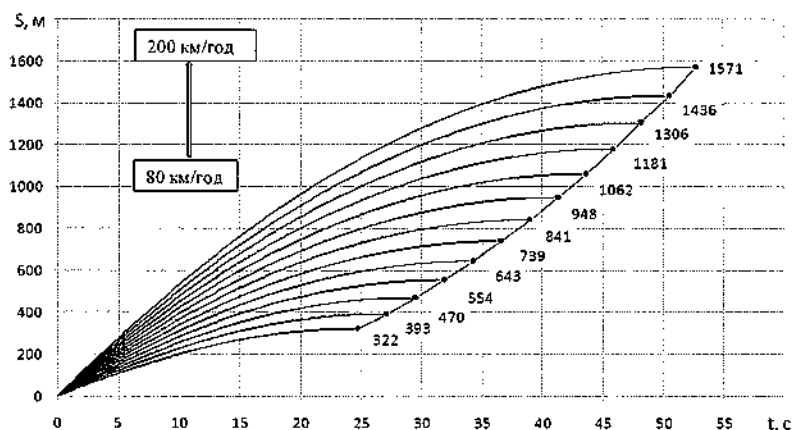


Рис. 16. Гальмівні шляхи вантажного поїзда при пневматичному гальмуванні при швидкості 200 км/год

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

При конструкційній швидкості платформи 160 км/год коефіцієнт сили натиснення накладки на диск, приведений до поверхні кочення колеса, приймався рівним 2,57 кН/т, що відповідає питомій гальмівній силі 0,9 кН/т при коефіцієнті тертя 0,35.

Результати дослідження показали, що гальмівний шлях вантажного поїзда при електропневматичному гальмуванні за швидкості 160 км/год склав 1257 м (рис. 17), а при пневматичному - 1329 м (рис. 18).

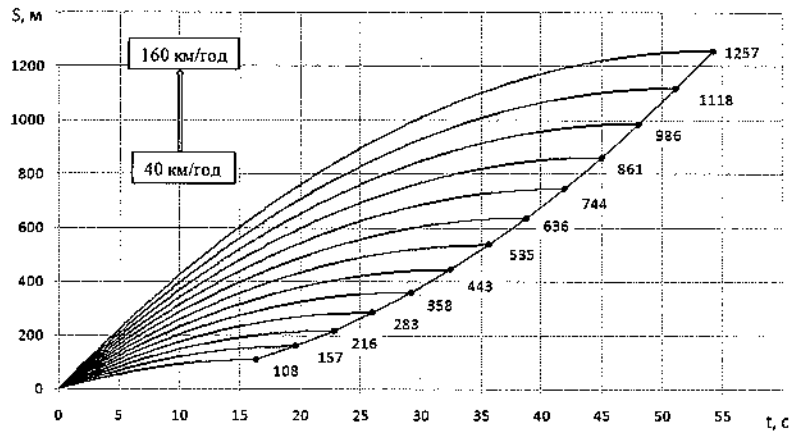


Рис. 17. Гальмівні шляхи вантажного поїзда при електропневматичному гальмуванні при швидкості 160 км/год

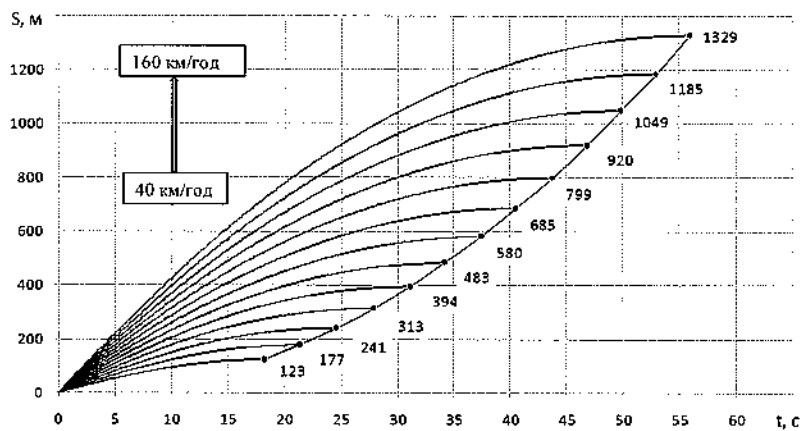


Рис. 18. Гальмівні шляхи вантажного поїзда при пневматичному гальмуванні при швидкості 160 км/год

### Висновки.

1. Розкрито конструктивні особливості рухомого складу для здійснення швидкісних вантажних перевезень. Представлено схеми та зовнішній вигляд комплектуючого обладнання для цього рухомого складу.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

2. Результати розрахунків досліджень гальмівної ефективності поїзда показали, що при гальмуванні зі швидкості руху вантажного поїзда 200 км/год гальмівні шляхи при електропневматичному і пневматичному гальмуваннях складають відповідно 1472 м і 1571 м; при гальмуванні зі швидкості руху вантажного поїзда 160 км/год. - відповідно 1257 м і 1329 м.

3. Запропонована концепція вантажного поїзда, а також гальмівна система, дозволяє реалізувати перевезення контейнерів зі швидкістю 200 км/год. При цьому гальмівна ефективність поїзда відповідає Технічним вимогам Євросоюзу TSI.

### ЛІТЕРАТУРА

1. В Италии собираются запустить скоростные грузовые поезда. [Електронний ресурс] / ЦТС, 2017. Режим доступу до ресурсу. [https://cfts.org.ua/news/2018/04/23/v\\_italii\\_sobirayutsy\\_zapustit\\_skorostnye\\_gruzovye\\_poezda\\_46887](https://cfts.org.ua/news/2018/04/23/v_italii_sobirayutsy_zapustit_skorostnye_gruzovye_poezda_46887).

2. РЖД и китайцы проектируют грузовой поезд со скоростью 350 км/ч. [Електронний ресурс] / Ведомости, 2017. Режим доступу до ресурсу. <https://www.vedomosti.ru/business/news/2017/02/01/675754-rzhd-gruzovoi-poezd>.

3. Дикань В.Л., Корнилова И.В., Скоростное движение железнодорожного транспорта в мире и перспективы его развития в Украине / Вісник економіки транспорту і промисловості, Харків 2010 № 32, – 344 с.

4. В Италии запустили скоростные грузовые поезда между Неаполем и Болоньей. [Електронний ресурс] / Гудок, 2018. Режим доступу до ресурсу. <https://gudok.ru/news/?ID=1441816>.

5. С.Г. Чуев, Тормозные системы для грузового скоростного движения с цифровым управлением / Популовский С.А., Тагиев П.М. // «Вагоны и вагонное хозяйство» Российские железные дороги, Москва. 2018 № 4 (56). С.82-90.

6. Тележка для скоростного грузового движения. [Електронний ресурс] / МИИТ, 2009. Режим доступу до ресурсу. <https://www.mii.ru/news/54883>.

7. Водяников Ю.Я. Методология расчетных и экспериментальных исследований тормозной эффективности пассажирских вагонов с применением математических моделей и компьютерного моделирования (монография):// Ю.Я. Водяников, А.М. Сафронов, Е.Г. Макеева – Кременчуг Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения (УкрНИИВ) 2017 г. – 287 с.

#### ***O.M. Safronov***

State enterprise «Ukrainian Scientific Railway Car Building Institute»  
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-03-24

#### ***A.O.Sulim***

State Enterprise «Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute»  
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-03-24

#### ***YU.YA. Vodiannikov***

State Enterprise «Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute»  
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-02-50

#### ***O.G. Makeieva***

State Enterprise «Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute»  
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: (05366) 6-02-50

### HIGH SPEED FREIGHT TRAIN FOR TRANSPORTATION OF CONTAINERS AT SPEED OF 200 KM/H

*The article is devoted to building of freight trains for transportation of containers with railway transport at speed of 200 km/h. The article considers building experience of the high speed freight trains for transportation of containers at speed of 350 km/h. Main technical characteristics of the rolling stock, involved in freight high speed railway transportation in foreign countries are analyzed. The purpose of the article is to discover design features of the rolling stock for freight transportations at speed of 200 km/h and in modeling of the braking processes during electro pneumatic and pneumatic braking of the rolling stock from speed of 200 km/h to 160 km/h.*

*The concept of the rolling stock for high speed freight transportation of containers is proposed. A specialized platform with bogies, disc brake and air-spring suspension*

*Installed on it is used as a rolling stock. A brief description of the brake system is given; its main features are shown. A pneumatic scheme of the container block of the braking equipment and the general view of container block is given. Classified freight train, which consists of 30 platform cars and has two locomotives on each side is proposed for high speed transportation. Brake distance during electro pneumatic and pneumatic braking at freight train speed of 160 km/h is calculated. The results of calculated studies of the trains braking efficiency are given, which showed that at the speed of the freight train of 200 km/h, the brake distances at electro pneumatic and pneumatic braking are represented by 1472 m and 1571 m respectively, which corresponds to the technical requirements of the European Union TSI.*

**Key words:** high-speed freight trains, container, speed, brake distance, disc brakes.

#### REFERENCES

1. V Italii sobirayutsia zapustit skorostnye gruzovye poezda. [Elektronnyi resurs] /TTS, 2017. Access mode to the resource. [https://cfts.org.ua/news/2018/04/23/v\\_italii\\_sobirayutsya\\_zapustit\\_skorostnye\\_gruzovye\\_poezda\\_46887](https://cfts.org.ua/news/2018/04/23/v_italii_sobirayutsya_zapustit_skorostnye_gruzovye_poezda_46887).
2. RZD i kitaytsi proektiruyut gruzovoi poezd so skorostyu 350 km/c. [Elektronnyi resurs] / Vedomosti, 2017. Access mode to the resource. <https://www.vedomosti.ru/business/news/2017/02/01/675754-rzhd-gruzovoi-poezd>.
3. Dikan V.L., Kornilova I.V., Skorostnoe dvizhenie zheleznodorozhnogo transporta v mire i perspektivy ego razvitiya v Ukraine / Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti, Kharkiv 2010 № 32,-344 s.
4. V Italii zapustili skorostnye gruzovye poezda mezhdru Neapolem I Boloniei [Elektronnyi resurs] / Gudok, 2018. Access mode to the resource. <https://gudok.ru/news/?ID=1441816>.
5. S.G. Chuev\_ Tormoznye sistemy dlya gruzovogo skorostnogo dvizheniya s tsifrovym upravleniem / Populovskii S.A.\_ Tagiev P.M. // «Vagony i vagonnoe hozyaistvo» Rossijskie zheleznye dorogi\_ Moskva. 2018 №4 \_56.. S.82\_90.
6. Trolley for high-speed freight traffic. [Electronic resource] / MIIT, 2009. Access mode to the resource. <https://www.miit.ru/news/54883>.
7. Vodyannikov Yu. Ya. Metodologiya raschetnyh i eksperimentalnyh issledovaniy tormoznoi effektivnosti passazhirskikh vagonov s primeneniem matematicheskikh modelei i kompyuternogo modelirovaniya \_monografiya, /// Yu.Ya. Vodyannikov\_ A.M. Safronov\_ E.G. Makeeva – Kremenchug Ukrainskii nauchno\_issledovatel'skii institut vagonostroeniya (UkrNIIV) 2017.-287 s.

**С.А. Чебуров\***

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-11-80

### **ВИГОТОВЛЕННЯ ОСЕЙ ЧОРНОВИХ ПОПЕРЕДНЬО ОБРОБЛЕНИХ МЕТОДОМ ОБТОЧУВАННЯ КРУГЛОЇ ЗАГОТОВКИ**

*В статті надано визначення терміну вісь чорнова (заготовка профільна). Серед іншого, наведено інформаційні дані щодо технології отримання заготовок, а також методів виробництва осей чорнових в Україні. Осі чорнові в нашій країні виготовляються трьома різними методами гарячого деформування: вільним куванням, гвинтовим прокатуванням та радіально-ротаційним деформуванням. Представлено опис нового методу виготовлення осі чорнкової попередньо механічно обробленої. Надано посилання на роботу представлення порівняльних характеристик дефектів матеріалу осей чорнових різних типів, виготовлених різними методами, за різними технологіями, декількома Вітчизняними виробниками. Ці характеристики визначені підприємством ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ» під час різних видів випробувань осей чорнових, виготовлених у період із 2002 по 2017 рр. Наведено опис випробувань та перелік параметрів об'єктів випробувань, що визначалися: геометричні розміри, дефекти поверхні, маркування, контроль звукопровідності та наявності внутрішніх дефектів, хімічний склад осей, механічні властивості матеріалу, контроль макроструктури, забрудненість сталі неметалевими вкрапленнями, контроль мікроструктури, а також представлені результати випробувань осей чорнових попередньо оброблених, виготовлених методом обточування круглої трубної заготовки, проведених підприємством ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ» у період із 2018 по 2021 рр. Представлено висновки за результатами проведених випробувань, а саме: за перевіреними параметрами об'єкти випробувань відповідають вимогам нормативної документації, технологія витоплення сталі та технологія виготовлення осей чорнових, вироблених на ПАТ «ІНТЕРПАП НТЗ», забезпечують виконання вимог ДСТУ ГОСТ 31334:2009, ДСТУ ГОСТ 4728:2014 та ТУ У 30.2-23365425-701:2018. Наведено перелік використаної, під час написання роботи, літератури, що включає державні стандарти, технічні умови та статтю.*

*Ключові слова:* вісь чорнова, безперервнолита технологія, кругла заготовка.

© Чебуров С.А., 2021

---

**С. А. Чебуров**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-11-80

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОСЕЙ ЧЕРНОВЫХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОБРАБОТАННЫХ МЕТОДОМ ОБТОЧКИ КРУГЛОЙ ЗАГОТОВКИ

*В статье дано определение термина ось черновая (заготовка профильная). Среди прочего, приведены информационные данные о технологиях получения заготовок, а также методов производства осей черновых в Украине. Оси черновые в нашей стране изготавливаются тремя разными методами горячего деформирования: свободной ковкой, винтовой прокаткой и радиально-ротационным деформированием. Представлено описание нового метода изготовления оси черновой предварительно механически обработанной. Дана ссылка на работу: «Представление сравнительных характеристик дефектов материала осей черновых разных типов, изготовленных разными методами, по разным технологиям, несколькими отечественными производителями». Эти характеристики определены предприятием ИЦ ПВ ГП «УкрНИИВ» во время разных видов испытаний осей черновых, изготовленных в период с 2002 по 2017 гг. Приведено описание испытаний и перечень определяемых параметров объектов испытаний: геометрические размеры, дефекты поверхности, маркировка, контроль прозвучиваемости и отсутствия внутренних дефектов, химический состав, механические свойства материала осей, контроль макроструктуры, загрязненности стали неметаллическими включениями, контроль микроструктуры, а также представлены результаты испытаний осей черновых предварительно обработанных, изготовленных методом обточки круглой трубной заготовки, проведенных предприятием ИЦ ПВ ГП «УкрНИИВ» в период с 2018 по 2021 гг. Представлены выводы по результатам проведенных испытаний, а именно: по проверенным параметрам объекты испытаний соответствуют требованиям нормативной документации, технология изготовления стали и технология изготовления осей черновых, изготовленных на ПАО «ИНТЕРПАЙП НТЗ», обеспечивают выполнение требований ДСТУ ГОСТ 31334:2009, ДСТУ ГОСТ 4728:2014 и ТУ У 30.2-23365425-701:2018. Приведено перечень использованной, при написании работы, литературы, которая включает государственные стандарты, технические условия статьи.*

*Ключевые слова:* ось черновая, непрерывнолитая технология, круглая заготовка.

Згідно з чинним в Україні стандартом ДСТУ ГОСТ 31334 [1], вісь чорнова (заготовка профільна) – це вісь, яка отримана методом гарячого деформування, піддана термічній обробці, має припуск під механічну обробку та пройшла ультразвуковий контроль.

Осі чорнові виготовляють із безперервнолитих заготовок за ДСТУ ГОСТ 4728 [2] або зі злиwkів сталі марки ОС. Сталь повинна бути піддана позапічній обробці та вакуумуванню [3].



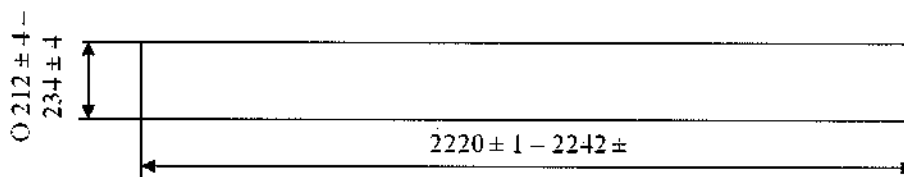
## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Осі чорнові в нашій країні виготовляються зі злиwkів та, з 2009 року, підприємства-виробники впровадили у виробництво осі чорнові, що виготовлені із заготовок, які отримані за безперервною технологією.

Осі чорнові виготовляються на чотирьох вітчизняних підприємствах, трьома різними методами гарячого деформування: вільним куванням, гвинтовим прокатуванням та радіально-ротаційним деформуванням.

Загальний вигляд та характеристики осей чорнових (заготовок профільних) представлено у роботі [3].

На даний час ПУБЛІЧНИМ АКЦІОНЕРНИМ ТОВАРИСТВОМ «ІНТЕРПАЙП НИЖНЬОДНІПРОВСЬКИЙ ТРУБОПРОКАТНИЙ ЗАВОД» (ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»), що розташоване у м. Дніпро, проводиться впровадження у виробництво осей чорнових попередньо механічно оброблених, які виготовляються методом обточування круглої трубної заготовки. Ескіз загального вигляду круглої заготовки, для виготовлення осі чорнової, показаний на рисунку 1.



*Рис. 1. Загальний вигляд круглої заготовки попередньо механічно обробленої для виготовлення осі чорнової*

У якості осьової заготовки використовується заготовка постійного діаметра, яка виготовлена методом радіально-ротаційного деформування зі ступенем укова метала, при виготовленні, не менше трьох. Заготовки піддають термічній обробці, нормалізації, або нормалізації з наступним відпуском у відповідності до ТУ У 30.2-23365425-701 [4].

Випробувальним центром продукції вагонобудування та ливарного виробництва для вагонобудування ДП «УкрНДІВ» (ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ») проводяться випробування осей чорнових для рухомого складу залізниць різних вітчизняних виробників на відповідність їх показників вимогам нормативної документації.

У роботі [3] наведено порівняння характеристик дефектів матеріалу осей чорнових (заготовок профільних) різних вітчизняних виробників, виготовлених у період із 2002 по 2017 рр.

У період із 2018 по 2021 рр. ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ» проводив випробування осей чорнових, що виготовлені обточуванням круглої заготовки на підприємстві ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ», з метою поставлення їх на виробництво та подальшої сертифікації.

Визначення геометричних розмірів проводилося методом вимірювання за допомогою універсальних засобів вимірювальної техніки.

Дефекти поверхні та маркування контролювалися візуально та за допомогою універсальних засобів вимірювальної техніки.

Контроль звукопровідності та наявності внутрішніх дефектів проводилося методом ультразвукового неруйнівного контролю за РД 32.144-2000 [5].

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Хімічний склад осей визначався методом фотоелектричного спектрального аналізу у відповідності до ГОСТ 18895 [6] та ДСТУ 8919:2019 [7].

Механічні властивості матеріалу осей чорнових визначали за: ГОСТ 1497 [8], ДСТУ ISO 6892-1 [9] – випробування на розтяг та за ДСТУ EN 10045-1 [10] і ГОСТ 9454 [11] – випробування на ударну в'язкість руйнування.

Контроль макроструктури осей чорнових проводили на протравлених повнопрофільних поперечних темплетях за ГОСТ 10243 [12].

Контроль забрудненості сталі неметалевими вкрапленнями виконували методом ШІ за ГОСТ 1778 [13] на 6 (шести) шліфах. Оцінка неметалевих вкраплень деформованого металу проводилася під мікроскопом, порівнянням з еталонними шкалами, під час перегляду всієї площини нетравленого шліфа.

Контроль мікроструктури матеріалу осей чорнових та визначення розміру зерна виконували за допомогою ГОСТ 5639 [14].

У таблиці 1 представлені результати випробувань осей чорнових, що виготовлені обточуванням круглої заготовки на підприємстві ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» у період із 2018 по 2021 рр.

**Таблиця 1. Результати випробувань з визначення властивостей матеріалу чорнових попередньо механічно оброблених осей, які виготовлені із круглої заготовки у період із 2018 по 2021 рр.**

Характеристики, що контролюються, параметри	Одиниці вимірювання	Нормативна документація, що містить значення, вимогу до параметру (позначення розділу, пункту документа)	Параметр		
			за документацією		фактично
			параметр	відхилення	параметр
1	2	3	4	5	6
<b>Хімічний склад сталі марки ОС:</b>					
- вуглець	%	п. 4.1.3 ДСТУ ГОСТ 31334 [1], п. 4.2 ДСТУ ГОСТ 4728 [2], п. 5.3.1 ТУ У 30.2-23365425-701 [4]	0,42-0,50	+0,03 -0,02	0,46-0,50
- марганець	%		0,60-0,90	+0,10 -0,05	0,72-0,85
- кремній	%		0,15-0,35	± 0,05	0,18-0,30
- фосфор, не більше	%		0,035	± 0,005	0,008-0,013
- сірка, не більше	%		0,035	± 0,005	0,002-0,007
- нікель, не більше	%		0,30	-	0,09-0,11
- хром, не більше	%		0,30	-	0,08-0,21
- мідь, не більше	%		0,25	-	0,16-0,18
- алюміній, не більше	%		0,035	-	0,006-0,029
- сірка + фосфор, не більше	%		0,045	-	0,010-0,016

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Закінчення таб. I

<b>Механічні властивості сталі марки ОС:</b> - тимчасовий опір, не менше - границя текучості, не менше - відносне подовження, не менше - ударна в'язкість при 20 °С КСУ: середнє значення, не менше мінімальне значення, не менше	МПа	п. 4.1.9 ДСТУ ГОСТ 31334 [1], п. 4.4 ДСТУ ГОСТ 4728 [2], п. 5.5 ТУ У 30.2-23365425-701 [4]	600	-	645,0-720,0
	МПа		310	-	366,0-435,0
	%		19	-	20,0-22,0
	Дж/см <sup>2</sup>		44	-	51,5-61,0
	Дж/см <sup>2</sup>		34	-	48,0-60,0
<b>Макроструктура:</b> - флокени, несущільності, чужорідні металеві та неметалеві включення, сліди усадкової раковини, рихлість, розшарування, тріщини, пухирі, кірочки		п. 4.1.13 ДСТУ ГОСТ 31334 [1], п. 4.7 ДСТУ ГОСТ 4728 [2], п. 5.3.2 ТУ У 30.2-23365425-701 [4]	не допускаються		відсутні
- осьова пористість, не більше	бал		2	-	1,0-2,0
- осьова ліквация, не більше	бал		2	-	0-1,0
- світла смужка, не більше	бал		2	-	0
- ліквацийні смужки та тріщини, не більше	бал		2	-	0
- крайове крапкове забруднення, не більше	бал		2	-	0
<b>Ультразвуковий контроль осі:</b> - затухання ультразвукових коливань на частоті 2,5 МГц, не більше	дБ	п. 4.1.14 ДСТУ ГОСТ 31334:2009 [1]	46		38-42
<b>Неметалеві включення, не більше:</b>		п. 4.1.15 ДСТУ ГОСТ 31334 [1], п. 4.8 ДСТУ ГОСТ 4728 [2], п. 5.3.3 ТУ У 30.2-23365425-701 [4]			
- сульфіди	бал		2,5	-	0-1,1
- оксиди рядкові	бал		2,5	-	0-0,2
- силікати пластичні	бал		2,5	-	0,1-0,42
- силікати крихкі	бал		2,5	-	0,4-1,0
- силікати, що не деформуються	бал	2,5	-	1,3-1,6	
<b>Мікроструктура:</b> - структура		п. 4.1.16 ДСТУ ГОСТ 31334 [1], п. 5.7 ТУ У 30.2-23365425-701 [4]	однорідна перліт-но-феритна		однорідна перліт-но-феритна
- розмір зерна, не менше	бал		5	-	6-7

У результаті проведених випробувань встановлено:

- за геометричними параметрами, якістю поверхні та наявністю дефектів, що виявляються методами неруйнівного контролю, осі, які виготовлені з круглої заготовки, відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 31334 [1];

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

- за хімічним складом, механічними властивостями, структурою матеріалу та наявністю неметалевих вкраплень ці осі відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 31334 [1] та ДСТУ ГОСТ 4728 [2] (див. таблицю 1).

### Висновки.

За результатами проведених ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ», у період із 2018 по 2021 рр., випробувань встановлено:

- за геометричними параметрами, якістю поверхні та наявністю дефектів, що виявляються методами неруйнівного контролю, осі, які виготовлені з круглої заготовки, відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 31334 [1];

- за хімічним складом, механічними властивостями, структурою матеріалу та наявністю неметалевих вкраплень, осі, які виготовлені з круглої заготовки, відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 31334 [1], ДСТУ ГОСТ 4728 [2] та ТУ У 30.2-23365425-701 [4].

Технологія витоплення сталі марки ОС та технологія виготовлення осей чорнових, вироблених на ПАТ «ІНТПРПАЙП НТЗ» забезпечують виконання вимог ДСТУ ГОСТ 31334 [1], ДСТУ ГОСТ 4728 [2] та ТУ У 30.2-23365425-701 [4].

Осі чорнові попередньо механічно оброблені, які виготовляються методом обточування круглої трубної заготовки за своїми характеристиками відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 31334 [1] та ДСТУ ГОСТ 4728 [2], які пред'являють до осей чорнових для рухомого складу залізниць колії 1520 мм.

### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ ГОСТ 31334:2009 (ГОСТ 31334-2007, IDT) Осі для рухомого складу залізниць колії 1520 мм. Технічні умови. 28 с. 2, 3 с.
2. ДСТУ ГОСТ 4728:2014 (ГОСТ 4728-2010, IDT) Заготовки осевые для железнодорожного подвижного состава. Технические условия. 8 с. 2-4 с.
3. «Порівняння характеристик дефектів матеріалу осей чорнових (заготовок профільних) різних вітчизняних виробників». Збірник наукових праць «Рейковий рухомий склад», вип. 16, – ДП «УкрНДІВ», м. Кременчук, 2018. – 7 с.
4. ТУ У 30.2-23365425-701:2018 Осі чорнові для вантажних вагонів. Технічні умови. 33 с. 7 с.
5. РД 32.144-2000 Контроль неразрушающий приемочный. Колеса цельнокатаные, бандажи и оси колесных пар подвижного состава. Технические требования. 26 с. 19-23 с.
6. ГОСТ 18895-97 Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа. 15 с. 2-6 с.
7. ДСТУ 8919:2019 Сталь. Метод фотоелектричного спектрального аналізу. 22 с. 2-14 с.
8. ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84) Металлы. Методы испытаний на растяжение. 26 с. 3-14 с.
9. ДСТУ ISO 6892-1:2019 (ISO 6892-1:2016, IDT) Металеві матеріали. Випробування на розтяг. Частина 1. Метод випробування за кімнатної температури. 70 с. 6-40 с.
10. ДСТУ EN 10045-1:2006 Металеві матеріали. Випробування на ударний вигин за Шарпі. Частина 1. Метод випробування (EN 10045-1:1990, IDT). 11 с. 2-6 с.
11. ГОСТ 9454-78 Металлы. Методы испытаний на ударный изгиб при пониженных комнатной и повышенных температурах. 13 с. 1-3 с.
12. ГОСТ 10243-75 Сталь. Методы испытаний и оценки макроструктуры. 29 с. 1-7 с.
13. ГОСТ 1778-70 (ИСО 4967-79) Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений. 26 с. 1-8, 17 с.
14. ГОСТ 5639-82 Стали и сплавы. Метод выявления и определения величины зерна. 21 с. 1-8 с.

### **S.A. Cheburov**

State Enterprise «Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute»  
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel: (05366) 6-11-80

---

### MANUFACTURE OF ROUGH AXLES PRE-MACHINED BY THE ROUNDING PROCESS

*The article deals with the definition of the term "rough axle" (profile billet). Among other things, data on the manufacturing process of axle billets, as well as manufacturing methods for rough axles in Ukraine are presented. Rough axles in our country are manufactured using three different methods of hot-forming process: free forging, screw rolling and radial-rotation profile forming. New method of manufacturing a pre-machined rough axle is described. References to the paper, i.e., determination of comparative characteristics of internal defects of different types of rough axles produced by several domestic manufacturers using various methods and technological processes are made. These characteristics were determined by the Testing Center for railcar-building products of DP "UkrNDIV" during different types of testing rough axles manufactured in the period from 2002 to 2017. The testing is described and the parameters of the test objects which were determined, namely, geometrical dimensions, surface integrity, marking, testing of sound permeability and internal defects of the axles, chemical composition and mechanical characteristics of the axle structure, macrostructure cleanliness, nonmetallic inclusions in the steel, micrographic cleanliness are indicated. Also, the testing results of pre-machined rough axles, manufactured by the method of turning the round billet, carried out by the Testing Center of DP "UkrNDIV" in the period from 2018 to 2021 are presented. Findings based on the tests results are set forth, that is, the tested parameters of test objects meet the requirements of regulatory documentation, steel-melting and manufacturing technological processes for rough axles manufactured by PJSC "INTERPIPE NTRP" comply with DSTU HOST 31334:2009, DSTU HOST 4728:2014 and TU U 30.2-23365425-701:2018. The list of literature sources including state standards and technical specification used while writing the paper and the article itself are given.*

**Key words:** rough axle, continuously steel-casting method, round billet.

#### REFERENCES

1. DSTU HOST 31334: 2009 (HOST 31334-2007, IDT) Axles for rolling stock of 1520 mm gauge railways. Specifications. 28 p., pp. 2-3.
2. DSTU HOST 4728: 2014 (HOST4728-2010, IDT) Axle billets for railway rolling stock. Specification. 8 p., pp. 2-4
3. "Comparison of the characteristics of defects in rough axles (profile billets) manufactured by various domestic producers." Collection of scientific works "Rail-bound rolling stock", vol. 16, DP "UkrNDIV", Kremenchuk, 2018, pp. 7
4. TU U 30.2-23365425-701: 2018 Rough axles for freight cars. Specifications. 33 p., 7 p.
5. RD 32.144-2000 Acceptance non-destructive testing. Solid-rolled wheels, rims and axles of wheel-sets for the rolling stock. Technical specifications. 26 p., pp. 19-23.
6. HOST 18895-97 Steel. Method of photoelectric spectral analysis, 15 p., pp. 2-6
7. DSTU 8919: 2019 Steel. Method of photoelectric spectral analysis. 22 p., pp. 2-14.
8. HOST 1497-84 (ISO 6892-84) Metals. Methods of tension test. 26 p., pp. 3-14.
9. DSTU ISO 6892-1: 2019 (ISO 6892-1: 2016, IDT) Metallic materials. Tensile testing. Part 1. Test method at room temperature. 70 p., pp. 6-40
10. DSTU EN 10045-1: 2006 Metallic materials. Charpy impact test. Part 1. Test method (EN 10045-1: 1990, IDT). 11 p., pp. 2-6
11. HOST 9454-78 Metals. Methods for testing the impact strength at the low, room and elevated temperatures. 13 p., pp. 1-3
12. HOST 10243-75 Steel. Methods of test and evaluation of the macrostructure. 29 p., pp. 1-7
13. HOST 1778-70 (ISO 4967-79) Steel. Metallographic methods for determination of nonmetallic inclusions. 26 p. pp. 1-8, 17
14. HOST 5639-82 Steels and alloys. Method for detection and determination of grain size. 21 p. pp. 1-8.

**М.Ю. Рубан\***

Департамент сталого розвитку та внутрішніх комунікацій АТ «Укрзалізниця», голова правління громадської організації «Фонд відновлення залізничної спадщини України»

вул. Єжи Ґедройця, 5, м. Київ, 03105, Україна

Телефон: +38(099)-444-25-54; +38(063)-498-45-38

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6396-4531>

### ДО ІСТОРІЇ ОНОВЛЕННЯ ПАРКУ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ ДЕРЖАВНИХ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ (1918 – 1919)

*У статті здійснено спробу дослідити історичні обставини технологічного оновлення парку вантажних вагонів державних залізниць України 1918 – 1919 рр. З'ясовано, що в умовах політичної нестабільності та глибокої економічної кризи Міністерство шляхів України спромоглося не тільки стабілізувати роботу транспортного комплексу, але й здійснити спробу закладення передумови його сталого функціонування. Потреба злагодженості експлуатації залізничного транспорту обумовлювалась загостренням фінального акту Першої світової війни, що також вплинуло технічне завдання рухомого складу в контексті його оснащення засобами для перевезення військ. Визначено, що на тлі обмеження наявних ресурсів вітчизняні машинобудівні підприємства представили концептуальні зразки двовісних критих вантажних вагонів типу НТВ, розроблених на підставі усіх тогочасних вимог з урахуванням можливих технічних заміщень окремих вузлів. З'ясовано причини уповільнення процесу оновлення парку рухомого складу державних залізниць, а надто ж загального відновлення транспортної галузі гетьманської України 1918 – 1919 рр. Доводиться думка про те, що історичні обставини технологічного розвитку вітчизняного рухомого складу є важливою сторінкою історії української інженерної думки, а збереження останніх зразків легендарних пам'яток вітчизняного вагонобудування має бути пріоритетним завданням ревіталізації технологічної спадщини залізничного транспорту України. Подальше вивчення теми потребує з'ясування широкого кола питань щодо впливу вказаних подій на відновлення радянської залізничної галузі першої половини 1920-х рр. Практичне значення запропонованого дослідження може бути втілене при розробці концепції відновлення об'єктів історичного рухомого складу для галузевого музейного господарства залізниць України.*

*Ключові слова:* вантажний вагон, рухомий склад, залізниці України, промисловість, транспорт.

© Рубан М.Ю., 2021

**Н.Ю. Рубан**

Департамент устойчивого развития и внутренних коммуникаций АО «Укрзалізниця», председатель правления общественной организации «Фонд восстановления железнодорожной наследия Украины»

ул. Ежи Гедройца, 5, г. Киев 03150, Украина

Телефон: +38 (099) -444-25-54; +38 (063) -498-45-38

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6396-4531>

### К ИСТОРИИ ОБНОВЛЕНИЕ ПАРКА ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ (1918 - 1919)

*В статье предпринята попытка исследовать исторические обстоятельства технологического обновления парка грузовых вагонов государственных железных дорог Украины 1918 - 1919 гг. Установлено, что в условиях политической нестабильности и глубокого экономического кризиса Министерство путей Украины сумело не только стабилизировать работу транспортного комплекса, но и осуществить попытку закладки предпосылки его устойчивого функционирования. Потребность слаженности эксплуатации железнодорожного транспорта обуславливалась обострением финального акта Первой мировой войны, также повлияло техническое задание подвижного состава в контексте его оснащение средствами для перевозки войск. Определено, что на фоне ограничения имеющихся ресурсов отечественные машиностроительные предприятия представили концептуальные образцы двухосных крытых грузовых вагонов типа НТВ, разработанных на основании всех тогдашних требований с учетом возможных технических замещений отдельных узлов. Выявлены причины замедления процесса обновления парка подвижного состава государственных железных дорог, а особенно общего восстановления транспортной отрасли гетманской Украины 1918 - 1919 гг. Приходится мнение о том, что исторические обстоятельства технологического развития отечественного подвижного состава является важной страницей истории украинской инженерной мысли, а сохранение последних образцов легендарных памятников отечественного вагоностроения должно быть приоритетной задачей ревитализации технологического наследия железнодорожного транспорта Украины. Дальнейшее изучение темы требует выяснения широкого круга вопросов влияния указанных событий на восстановление советской железнодорожной отрасли первой половины 1920-х гг. Практическое значение предложенного исследования может быть воплощено при разработке концепции восстановления объектов исторического подвижного состава для отраслевого музейного хозяйства железных дорог Украины.*

**Ключевые слова:** грузовой вагон, подвижной состав, железные дороги Украины, промышленность, транспорт.

**Постановка проблемы.** Всупереч поширеному уявленню щодо виключного занепаду промисловості та державного комплексу залізничного транспорту України в період революційних подій 1917 – 1921 рр. існував короткий період не тільки



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

тимчасової стабілізації політичної ситуації, але й закладення перспектив сталого економічного зростання. Навесні 1918 р. гетьманський уряд зіштовхнувся з гострою проблемою нормалізації стану залізничної галузі в умовах революційних потрясінь. П. Скоропадський відзначав, що за відсутності робітників ремонт в залізничних майстернях не здійснювався, рухомий склад був приведений до неможливого стану, і зрештою сфера транспорту зазнала розладу. За орієнтовними підрахунками Міністерства шляхів збитки державних залізниць у 1918 р. мали скласти понад 600 000 крб. [1, с. 216]. На тлі поглиблення технічного та економічного дефолту залізниць Міністерство шляхів України вжило рішучі заходи щодо відновлення роботи галузі, що проявилось у поліпшенні умов праці та суттєвому збільшенні обсягів ремонтів техніки на виробничих підрозділах. У той же час, відновлення промисловості вимагала закупівлі нового рухомого складу не тільки в контексті підвищення обсягів вантажних перевезень, але й забезпечення в умовах революційних подій безперервної роботи вітчизняних машинобудівних підприємств. Потреба злагодженості експлуатації залізничного транспорту обумовлювалась загостренням фінального акту Першої світової війни, що також вплинуло технічне завдання рухомого складу в контексті його оснащення засобами для перевезення військ.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Історія технологічного розвитку вагонного парку вітчизняних залізниць представлена в монографіях Є. Мокрицького [2], О. Вульфова, Л. Макарова, Р. Молочникова [3], Т. Антонюк [4] та Я. Дорошенка [5]. Положення та діяльність українських залізничників у вказаний період розглянуто в пропагандистській роботі профспілкового радянського діяча Б. Дашкевича [6], а обставини відновлення діяльності залізничних майстерень у вказаний період досліджено в роботі автора [7]. Однак, вказані дослідження зосереджені виключно на узагальнених аспектах функціонування галузі, натомість спроба аналізу історичних обставин технологічного розвитку парку рухомого складу державних залізниць України саме в період Визвольних змагань 1917 – 1921 рр. потребує введення до наукового обігу додаткових джерел. Отже, предметом запропонованої статті виступають обставини розвитку вітчизняного вагонобудування. Дослідження технологічного розвитку вітчизняного залізничного комплексу актуалізується на тлі загального реформування української промисловості із врахуванням історичного досвіду вирішення вказаного питання.

**Мета** запропонованого дослідження полягає в тому, щоб на підставі комплексного аналізу історичних джерел, періодичних видань та наукової літератури відтворити цілісну картину заходів щодо оновлення парку вантажних вагонів державних залізниць України 1918 – 1919 рр., що передбачає вирішення наступних дослідницьких завдань: по-перше, з'ясувати історичні обставини створення проекту нормального товарного вагону; по-друге, визначити тогочасний стан вагонного парку та експлуатаційні потреби державних залізниць України в оновлені рухомого складу; по-третє, проаналізувати затверджені технічні завдання та обставини реалізації програми оновлення парку вантажних вагонів в Україні 1918 – 1919 рр.

**Виклад основного змісту дослідження.** На початку ХХ ст. основною одиницею вантажного вагонного парку вітчизняних залізниць складали т.зв. вагони НТВ. Оскільки на початку 1870-х рр. на російських магістралях одночасно перебувало експлуатації понад 50 різних типів критих вагонів, які суттєво відрізнялись за технічними формами виконання вузлів та розмірами, виникла гостра потреба уніфікації парку рухомого складу з метою забезпечення безперевантажувального прослідування поїздів між залізницями. Загальноприйнятий проект нормального товарного вагону було розроблено в 1875 р. на базі прототипу Ковровських

---

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

майстерень Московсько-Нижегородської залізниці під назвою «товарний вагон урядового типу 1875 року» та затверджено розпорядженням Міністерства шляхів сполучення щодо обов'язкового будівництва нових кузовів товарних вантажних вагонів з внутрішніми розмірами кузова (довжина 6400 мм, ширина 2743 мм) [2, с. 25]. У 1884 р. на VII дорадчому з'їзді інженерів служб рухомого складу та тяги російських залізниць були розглянуті та схвалені креслення товарних вагонів та платформ, розробки товариства «Південно-Західних залізниць», які були створені з усуненням поширених недоліків [2, с. 40]. Конструкція вагонів НТВ передбачала можливість їх швидкого переобладнання з метою передислокації військ.

Улітку 1918 р. експлуатаційні потреби вагонного парку державних залізниць України склали 8400 одиниць [8, арк. 14зв]. Ситуація загострювалась у зв'язку з тим, що під час відступу більшовицькі війська Червоної армії перегнали до РСФСР велику кількість паровозів та понад 80 000 вагонів [1, с. 153]. В умовах політичної та військової нестабільності закупівля рухомого складу здійснювалась не за виробленою комплексною програмою, а в міру негайних потреб за пропозиціями заводів на вже виготовлену техніку. Основними постачальниками стали Російське паровозобудівне та механічне товариство, а також Південно-російське дніпровське металургійне товариство, які освоїли промислове виробництво вантажних критих вагонів з 1910 р. [2, с. 49]. 22 червня 1918 р. правління Південно-російського дніпровського металургійного товариства виступило з пропозицією поставки 10 000 вагонів для потреб державних залізниць з організацією виробництва перших 1000 одиниць у поточному році [9, арк. 86 – 86зв]. У липні 1918 р. директор Харківського паровозобудівного заводу Російського паровозобудівного та механічного товариства І. Кац звертався до Міністерства шляхів з проханням розрахуватися за зданий в експлуатацію державним залізницям рухомий склад та відзначав наявність на підприємстві нової техніки на суму 5 000 000 крб. [10, арк. 13зв] З огляду на катастрофічний стан із матеріально-технічним забезпеченням підприємства, який загрожував зупинці заводу, 9 липня Міністерство торгівлі та промисловості передало в його користування 695 вагонних бандажів [11]. Загалом протягом червня – вересня 1918 р. на державні залізниці України надійшло 225 товарних вагонів виробництва Російського паровозобудівного та механічного товариства [12].

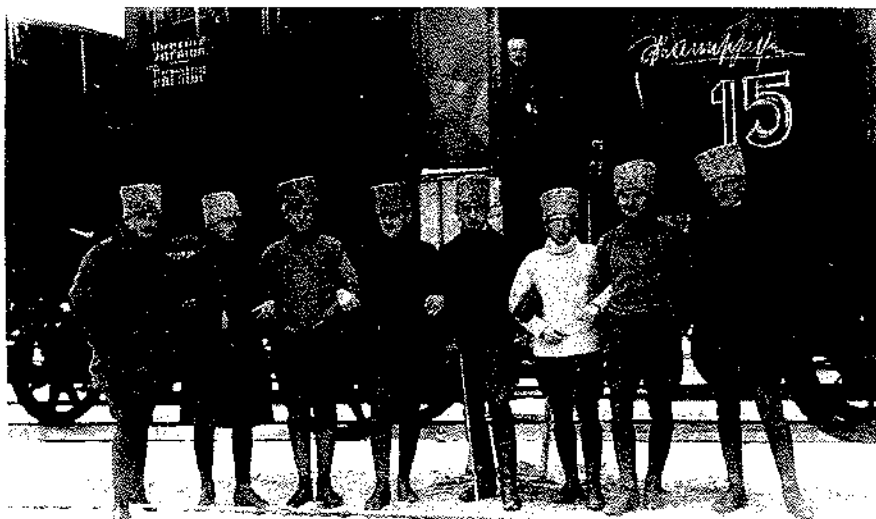
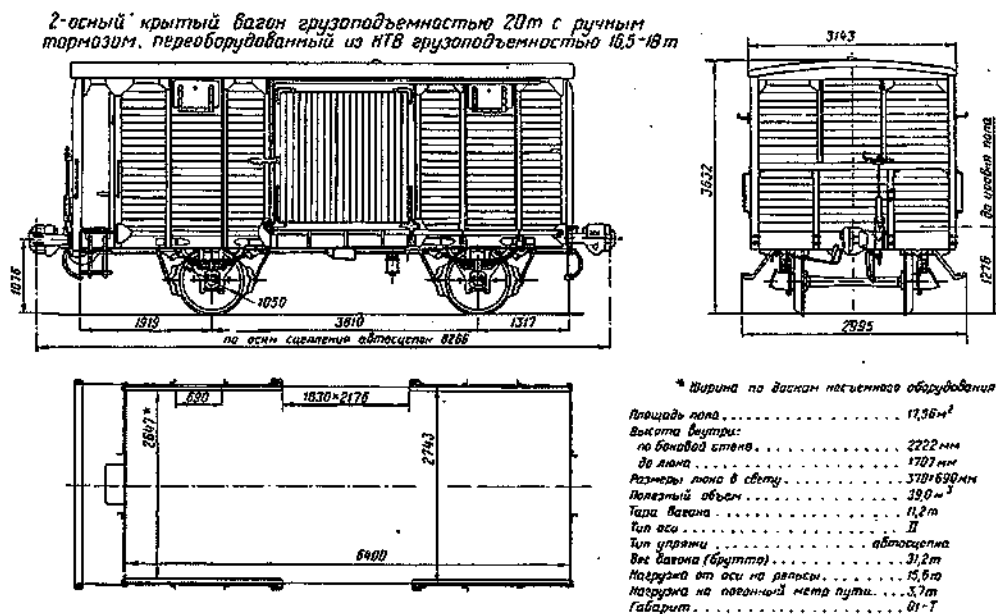


Рис. 1. Критий вагон з маркуванням державних залізниць України 1918 р.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

У вересні 1918 р. з метою опрацювання широкого кола питань щодо оновлення парку рухомого складу Українських державних залізниць було створено тимчасову фінансово-господарчу комісію при Міністерстві шляхів, якою було розглянуто комерційні пропозиції, на підставі яких сформовано проекти замовлення на 1918 – 1919 р. 3200 вантажних вагонів нового типу (вантажопідйомністю 1200 пудів) виробництва Південно-російського дніпровського металургійного товариства та 1500 вагонів нормального типу (вантажопідйомністю 1000 пудів) – Російського паровозобудівного та механічного товариства [8, арк. 14]. Офіційна ціна вантажного палубчастого гальмівного вагона (вантажопідйомністю 1000 пудів) складала 14 423 крб., вантажного палубчастого негальмівного вагона – 12 667 крб., вантажного палубчастого вагона нового типу (вантажопідйомністю 1200 пудів) – 17 679 крб., а його негальмівного варіанту – 15 403 крб. Загальна вартість замовлення складала 135 000 000 крб., які мали бути виділені Радою Міністрів України на кредитній основі [8, арк. 14зв – 15].

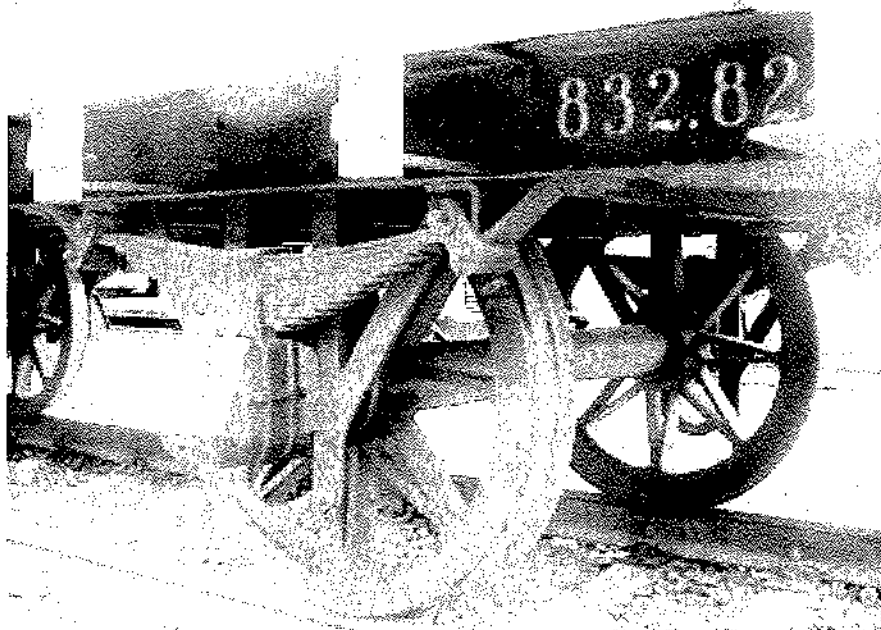


**Рис. 2. Креслення двовісного вантажного критого вагону вантажопідйомністю 1200 пудів (20 т)**

Двовісні криті вагони вантажопідйомністю 1200 пудів будувались за власними кресленнями Південно-російського дніпровського металургійного товариства та склалися з кузова із залізною решіткою й дерев'яною обшивкою підлоги, стін, даху, дверей, а також залізної рами, яка розміщувалась на двох колісних парах. Внутрішні розміри кузова: довжина на підлозі – 6934 мм, вище верхньої кромки воїнських дощок – 6956 мм, ширина – 2743 мм, у бокової стіни – 2401 мм. Довжина рами: гальмівного вагона – 7602 мм, негальмівного вагона – 7000 мм, база вагона – 4000 мм. Загальна довжина з буферами: гальмівного вагона – 8792 мм, негальмівного – 8190 мм. Тара вагона: гальмівного – 661 пудів 12 футів, негальмівного – 577 пудів 24,16 футів [13, арк. 44].

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---



*Рис. 3. Ходова частина двовісного кртого вагона*

Ходова частина вагона була представлена колісними парами з осями за кресленнями великовантажних американських вагонів, але з відстанями між серединами шийок 2114 мм (розмір шийки 140x254 мм, подступичної частини 173 мм та посередині вісі – 150 мм). Допускались спицеві, металеві, ковані, сталеві литі, та дискові вальцьовані з литого металу колісні центри. Кріплення бандажа з ободом – безперервне за російсько-німецьким способом або ж іншим, схваленим Технічно-Експлуатаційним Департаментом Міністерства шляхів України. Букси мали бути суцільними сталевими литими за типом, розробленим для американських вагонів Дніпровським заводом або чавунні. Підшипники мали бути пригнані до поверхні клина. Підвісні ресори для обох типів вагонів – одинадцятилистові листові, розміром 90x13 мм. Ресорні серезки та валики – сталеві [13, арк. 45].

Рама складалась із залізних балок за нормальним сортаментом. Із зовнішньої сторони рами до швейлерів були приклепані кронштейни, виготовлені з полосового заліза та перекриті обв'язувальними вугольниками перерізу 65x65x6 мм. Упряж не наскрізна, посиленна з нормальною стяжкою 1916 р. У буферних брусах містились отвори розміром 37x37 мм для встановлення запасних ланцюгів, самі ж ланцюги не ставилися. Під упряж'ю до нижньої полки буферного бруса приклеювався гак для підвішування неробочої стяжки, відповідно до Циркуляра Управління залізниць від 25 вересня 1913 р. № 25808. Ударно-тягові буфера були посилені точеним стержнем діаметром 70 мм. Допускались сталеві литі, чавунні або ковані буферні стакани дзвінного типу. Посилені пружини з полосової сталі мали поперечний переріз витка 145x10 мм. Під буферними стаканами до нижньої полки буферних балок на заклепках ставились металеві скоби – поручні для сидящих. Гальмівне обладнання було двостороннім. По обох сторонах гальмівного майданчика до швейлерів прикріплювались косоури, а до них – соснові сходи з пригвинченою до кожної

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

полосою рифленого або накерненого заліза згори. По боках встановлювались два поручня, а на гальмівному майданчику – лава для кондуктора [13, арк. 46].

Остов-каркас вагонного кузова складався з металевих стійок, верхніх об'язочних брусків, проміжних стельових дуг та соснових кінцевих фрамуг: а) 4 вуглові стійки для негальмівного вагона та 6 – для гальмівного вагона, а також праві дверні стійки образного перерізу 80x80x10 мм. б) 8 бокових проміжкових стійок, 4 кінцевих стійок для негальмівного вагона, 2 ліві дверні стійки образного перерізу 120x80x12 мм, 6 кінцевих стійок для гальмівного вагона, 5 верхніх об'язочних брусків гальмівного вагона та 3 для негальмівного вагона. Стіни вагона складалися з ординарної горизонтально розташованої соснової шпунтованої обшивки. Обшивочні дошки прикріплювались до стійок болтами через одну обшивку. Нижні ряди обшивочних дошок у лобових стінах, а також ряди до верхньої кромки верхньої воїнської дошки та до нижньої кромки нижньої воїнської дошки у бічних стінах встановлювались товщиною 33 мм, а решта – 22 мм. Підлоговий настил був зроблений зі строганих соснових дошок не тонших 48 мм, укладених поперек кузова та поєднаних між собою у чверть. Місця дотику підлоги до стінок кузова були прикриті угольниками розмірами 45x30x6 мм [13, арк. 46 – 47].

Ординарна стеля складалась з розташованих уздовж кузова дошок поєднаних у шпунт товщиною 22 мм. Обшивка стелі прикріплювалась цвяхами до соснових прокладок, вставлених під дуги. Дах покривався 10-футовим залізом розміром 2x1 аршин та фарбувався у червоний колір. На бічних стінках вагону по краях даху встановлювались соснові прямі карнізи, а на торцевих стінках (на дерев'яних арках) – металеві вигнуті карнізи перерізу 45x30x6 мм. Під бічними карнізами по діагоналі вагона встановлювались гаки для сигнальної мотузки (по одному з кожного боку), у гальмівних вагонів окрім того – гаки для сигнального ліхтаря на вуглових стійках з кожної сторони гальмівного майданчика, а на торцевих стійках над лівим буфером – по скобі для встановлення буферного ліхтаря. У середині кожної бічної стіни розміщувались засувні двері розміром 1998x2300 мм, які складалися із металевої в'язки, були обшиті зсередини вертикально розташованою сосною обшивкою товщиною 33 мм та мали верхню підвіску за американським типом. По обох кінцях бічних стінок з кожної сторони вагона розміщувалось по одному люку розміром 730x410 мм [13, арк. 47].

Криті вагони Російського паровозобудівного та механічного товариства будувались за кресленнями альбому нормального товарного вагона та складалися з дерев'яного кузова, змішаної металево-дерев'яної рамою, яка також розміщувалась на двох колісних парах. Внутрішні розміри кузова: довжина – 6400 мм, ширина – 2743 мм, висота посередині – 2337 мм, біля бокової стіни – 2222 мм. Довжина рами гальмівного вагона – 7046 мм, негальмівного – 6444 мм, база вагона – 3810 мм. Загальна довжина з буферами: гальмівного вагона – 8236 мм, негальмівного – 7634 мм. Тара вагона: гальмівного від 485 до 500 пудів, негальмівного – від 425 до 440 пудів [14, арк. 50].

У ходовій частині допускались свинцеві, металеві ковани, сталеві литі та дискові вальцьовані з литого металу товарні колісні пари. Закріплення бандажа колеса з ободом – безперервне за російсько-німецьким типом або іншим, схваленим Міністерством шляхів України. Буксові коробки складалися з двох частин, зокрема, у нижній частині знаходилась паперова підбивка. Підшипники виготовлялись зі звичайного або ковкого чавуна та заливались антифрикційним свинцевим сплавом. Підшипники мали бути пригнані до верхньої частини коробки так, щоб вийнятий з однієї коробки підшипник підходив до іншої. Прилягання верхньої частини букси до нижньої було масло-щільним, а закріплювальні болти мали костилькову головку та

---

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

гайку з контргайкою. При складанні коробок кінці болтів розклепувалися. Укріплення струнок буксових лап здійснювалось відповідно до Циркуляра Управління залізниць від 31 січня 1909 р. № 2488. На негальмівних вагонах встановлювались 10-листові ресори, а на гальмівних – 11-листові з фабричною стрілою в 111 мм відповідно до циркуляра від 24 червня 1913 р. № 18097. Сталеві ресорні сережки та валики встановлювались відповідно до креслення, затвердженого циркуляром Управління залізниць від 11/12 листопада 1913 р. № 30153. Рама вагона складалась із металевих та дерев'яних балок. Зокрема, з металевих балок виготовлялись швелера, буферні бруси, а також підлобовий брус № 234 235x90x20x12 мм або № 34 240x85x9,5x14 мм та поперечні бруси для підвішування колодок та поздовжні для підвішування гальмівних важелів № 12 120x55x6,5x95 мм – у гальмівного вагона. З дубового дерева виготовлялись 4 поперечних бруса для гальмівних та 6 брусів для негальмівних вагонів; діагональні бруси, поздовжні бруси тягового апарату та розпірні бруси під гальмівним майданчиком. Із зовнішньої сторони рами до швелерів були приклепані кронштейни, виготовлені з полосового заліза та прикриті обшивочними вугільниками [14, арк. 50 – 50зв].

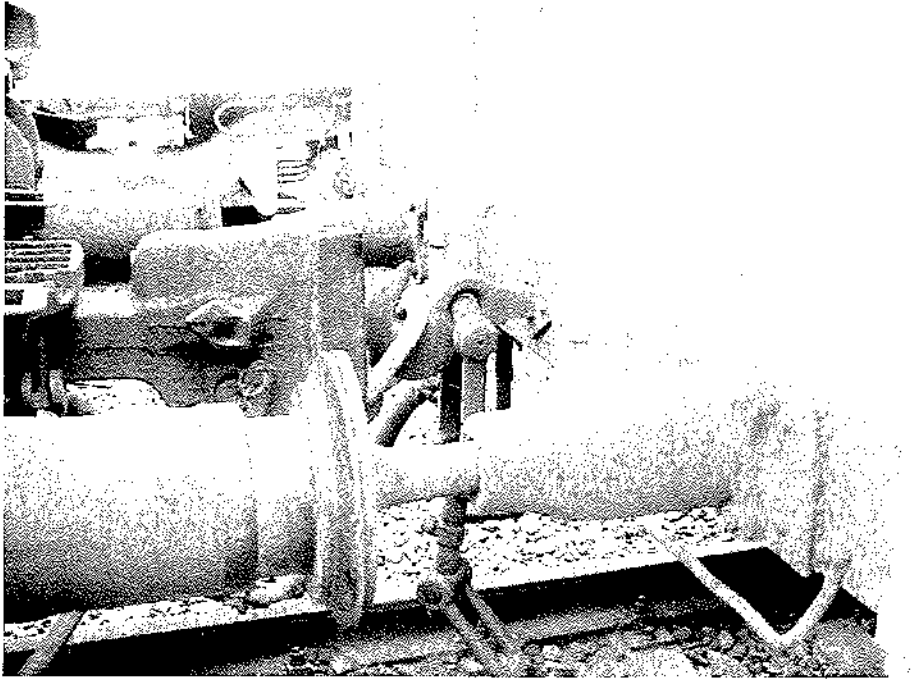
Упряж була наскрізною з об'єднаною стяжкою. Упряжна пружина виготовлялась з полосової сталі з поперечним перерізом витка 127x7 мм. У буферних брусах містились отвори розміром 27x27 мм для встановлення запасних частин, самі ж ланцюги не встановлювались. З метою підвішування неробочої стяжки під упряж'ю до нижньої полки приклепувався гак. Вагонні буфера були посилені точеним стрижнем діаметром 70 мм відповідно до креслення прикладеному до Циркуляру Управління залізниць від 18 травня 1913 р. № 14596 та діаметром тарілки 340 мм. Допускались лапчасті металеві ковани, сталеві литі, дзвінні сталеві литі та сталеві пресовані буферні стакани. Посилені пружини були з полосової сталі мали поперечний переріз витка 153,4x7 мм. Між буферним стаканом та буферним брусом встановлювалась штампована залізна шайба з виступами для утримання спиральної пружини на місці. Під буферними стаканами до нижньої полки буферних балок встановлювались металеві скоби-поручні на заклепках для сидячих місць відповідно до циркуляру Управління залізниць від 21 грудня 1909 р. № 33954. Обладнання гальмівних критих товарних вагонів з важільною передачею для ручного гальмування встановлювалось відповідно до циркулярів Управління залізниць від 31 серпня та 30 вересня 1906 р., опублікованих у Віснику Шляхів Сполучення № 41 та 42. По обох боках гальмівного майданчика швелерами прикріплювались косоури, а до них – соснові сходинки з пригвинченою до кожної половою рифленого або накерненого заліза згори. На гальмівному майданчику встановлювались два поручні та кондукторська лава [14, арк. 51].

Остов-каркас вагонного кузова складався з дубових стійок, соснових верхніх обв'язочних брусів, соснових кінцевих фрамуг та проміжкових стельових дуг. Дуги виготовлювались залізними таврового перерізу 70x35x6 мм або дерев'яні перерізу 51x51 мм. Дерев'яні дуги, які встановлювались біля дверних стійок, при вказаних розмірах армувались полосовим залізом розміром 50x10 мм або виконувались без армування з перерізом 64x107 мм. Дерев'яні дуги, виготовлені з дубу, сосни, або ж не гірших за якістю порід дерева, мали бути не гнуті, а випелені. Кріплення середнього дверного кронштейна до обв'язочного вугольника обв'язково мало бути здійснене болтом. Стіни вагонів складались з ординарної горизонтально розташованою сосноюю шпунтованою обшивкою товщиною 22 мм, яка входила до фальців вуглових та дверних стійок. Настил підлоги був здійснений зі строганих укладених поперек кузова та поєднаних між собою у чверть соснових дошок не тонших 48 мм.

---

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---



*Рис. 4. Упряж та буфери двовісного критого вагона*

Місця дотику підлоги зі стінами кузова були прикриті дерев'яними штабиками. Ординарна стеля складалась з розташованих уздовж кузова вагона дошок товщиною 22 мм, поєднаних у шпунт. Дах покривався кровельним 10-футовим залізом розміром 2х1 аршин та фарбувався у червоний колір. По краям даху на стінках кузова встановлювались бічні прями та торцеві вигнуті карнизи. Під бічними карнизами по діагоналі вагона встановлювались гаки для сигнальної мотузки по одному з кожної сторони, а у гальмівних вагонів – також гаки для сигнального ліхтаря на вуглових стійках з кожної сторони гальмівного майданчика та по скобі для встановлення буферного ліхтаря – на торцевих стінах над лівим буфером. У середині кожної бічної стіни встановлювались задвижні двері розміром 2014х2176 мм, які складались з дубової в'язки, обшитої ззовні вертикально розташованою сосною обшивкою, а всередині, у нижній половині двері – горизонтальною сосною обшивкою по розмірам однакової з обшивкою стін. Вушко запобіжного штиря двері встановлювалось за кресленням, прикладеному до циркуляру Управління залізниць від 31 січня 1909 р. № 2489. По обох кінцях бічних стінок з кожної сторони вагона знаходились по одному люку розміром 730х410 мм, який закривався щитом з листового заліза товщиною 2 мм [14, арк. 51зв – 52].

Всередині кузовів усі криті вагони державних залізниць були обладнані нез'ємним військовим устаткуванням, відповідно до «Правил пристосування товарних вагонів критих та платформ для перевезення військ по залізницях нормальної колії» та належних креслень, затверджених Циркуляром Управління залізниць колишньої Російської імперії від 17 липня 1903 р. № 32380. Вагони фарбувались масляною фарбою. Усередині двічі у сталевий колір, зовні тричі у червоний колір. Усі металеві та чавунні частини, рама ходова частина та підлога знизу фарбувались у чорний колір, зовнішня грань бандажів – у білий колір, а вісі – червоні. На поздовжніх швелерах вагона наносились написи щодо підйомної сили та

---



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

тари в пудах, зазначались фірма заводу та рік побудови. На бічних стінках вагонів позначались ініціали або найменування залізниці, номер вагона, а також усі відповідні позначки, вказані у Циркулярах Управлінь залізниць колишньої Російської імперії від 15 липня 1911 р. № 15589, від 26 квітня 1912 р. № 12522 та від 13 травня 1913 р. № 14596 [14, арк. 52].

9 жовтня 1918 р. головний інженер правління Російського паровозобудівного та механічного товариства звертався до Міністерства шляхів за дозволом встановлення на частину замовлених вагонів зкріплення бандажа з колесом за системою Манзеля, позаяк за відсутності комплектуючих підприємство здійснило випадкову закупку 76 одиниць бандажів цього типу [15]. Колеса з дерев'яними суцільними центрами системи Манзеля отримали широке поширення у вагонобудуванні на тлі складнощів забезпечення якісними матеріалами вітчизняних заводів 1868–1878 рр. При якісному виготовленні центрів з твердих порід деревини та проварювання їх у мастилі вони забезпечували тривалу експлуатацію з м'яким безшумним ходом та меншим зношенням бандажів. З розвитком металургійного виробництва дерев'яні колеса Манзеля замінювались литими залізними [2, с. 28]. На початку ХХ ст. кріплення бандажа до обох колес за системою Манзеля здійснювалось двома фасонними залізними кільцями, зтягнутими між собою за допомогою болтів або заклепок. При цьому вісь виступала за межі колеса в зовнішню сторону та закінчувалась обточеними частинами меншим діаметром (обмеженими заклепками), т.зв. осьовими шийками, які за допомогою підшипників, букс та ресор підтримували вагонну раму. Подібне розташування точок опори ззовні коліс надавали рамі стійкості та спрощували огляд букс для змащування [16, с. 41]. Попри те, що Технічно-експлуатаційним департаментом Міністерства шляхів була погоджена вказана заміна, вже 7 листопада 1918 р. на харківському заводі розпочався страйк [17].

7 грудня 1918 р. фінансово-господарчою радою Міністерства шляхів був затверджений новий договір на постачання, в рамках якого кількість вагонів вантажопідйомністю 1200 пудів була збільшена з 1200 до 3500 одиниць [9]. Утім, 26 грудня 1918 р. правління Південно-російського дніпровського металургійного товариства в листі до Міністерства відзначало, що попри затвердження проектів вагонів у серпні місяці замовлення так і не було оформлене. Як зазначав в.о. директора техніко-експлуатаційного департаменту договори з підприємствами на постачання рухомого складу були затримані з огляду на потребу їх перекладу на українську мову [18, арк. 89 зв.]. Зі 135 000 000 крб. кредиту Міністерству було асигновано лише 20 000 000, з яких 11 067 230 крб. 93 коп. було виплачено Російському паровозобудівному та механічному товариству за придбаний рухомий склад у червні – липні [18, арк. 90]. Подальше стрімке падіння Гетьманату, загострення економічної кризи та військові дії призвели до остаточного розладу транспортної галузі та нівелювали усі позитивні досягнення Міністерства шляхів України 1918 р.

### Висновки.

Отже, історичний аналіз обставин розвитку парку рухомого складу державних залізниць 1918 р. доводить, що в умовах політичної нестабільності та глибокої економічної кризи Міністерство шляхів України спромоглося не тільки стабілізувати роботу транспортного комплексу, але й здійснити спробу закласти передумови його сталого функціонування. На тлі обмеження наявних ресурсів вітчизняні підприємства представили концептуальні зразки двовісних вантажних критих вагонів типу НТВ, розроблених на підставі усіх тогочасних вимог з урахуванням можливих технічних заміщень окремих вузлів. Утім, внаслідок раптової зміни влади

---

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

оновлення вагонного парку державних залізниць так і не було завершено, а відновлення транспортної галузі – відкладене до завершення війни. Зрештою, історичні обставини технологічного розвитку вітчизняного рухомого складу є важливою сторінкою історії української інженерної думки, а збереження останніх зразків легендарних пам'яток вітчизняного вагонобудування має бути пріоритетним завданням ревіталізації залізничної спадщини України. Опрацювання питань подальшого розвитку вітчизняного залізничного машинобудування потребує з'ясування широкого кола питань щодо впливу вказаних подій на відновлення радянської залізничної галузі першої половини 1920-х рр. Практичне значення запропонованого дослідження може бути втілене при розробці концепції відновлення об'єктів історичного рухомого складу для галузевого музейного господарства залізниць України.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Скоропадський П.П. Спогади: кінець 1917 – грудень 1918. Упорядник Ігор Гирич. К.: Наш Формат, 2016. 480 с.
2. Мокрицкий Е.И. История вагонного парка железных дорог СССР. М.: Трансжелдориздат, 1946. 204 с.
3. Вульф А., Макаров Л., Молочников Р. История грузовых железнодорожных перевозок в России XIX – XX века. М.: «Книга-Пента», 2008. 200 с.
4. Антонюк Т. Історія розвитку вантажного вагонного парку в Україні (1875 – 1917). Дослідження з історії техніки. К., 2013. Вип. 18. С. 4 – 7.
5. Дорошенко Я. Вагоны канадского типа. М.: Железнодорожное Дело, 2011. 80 с.
6. Дашкевич Б.Н. Железнодорожники в период Австро-Германской оккупации Украины 1918 г. М.: Изд. ЦК Ж.Д., 1925. 214 с.
7. Рубан М.Ю. Діяльність Луганських залізничних майстерень в період гетьманату Української держави 1918 р. Луганщина: краєзнавчі розвідки: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 19 квіт. 2019 р. Старобільськ, 2019. С. 165 – 169.
8. Центральний державний архів вищих органів влади та управління України (далі – ЦДАВО України). Ф. 2200. Оп. 1. Спр. 226. Арк. 14 – 15.
9. ЦДАВО України. Ф. 2200. Оп. 1. Спр. 226. Арк. 86 – 86 зв.
10. ЦДАВО України. Ф. 2200. Оп. 1. Спр. 209. Арк. 13 – 14.
11. ЦДАВО України. Ф. 2200. Оп. 1. Спр. 209. Арк. 20.
12. ЦДАВО України. Ф. 2200. Оп. 1. Спр. 209. Арк. 36.
13. ЦДАВО України. Ф. 2200. Оп. 1. Спр. 226. Арк. 44 – 49.
14. ЦДАВО України. Ф. 2200. Оп. 1. Спр. 226. Арк. 50 – 52 зв.
15. ЦДАВО України. Ф. 2200. Оп. 1. Спр. 209. Арк. 32 – 32 зв.
16. Цеглинский К.Ю. Курс железных дорог. Том. 1. Вып. 1: Общие сведения о железных дорогах. Подвижной состав и условия прохождения его по рельсовой колее. Проектирование железнодорожной линии. М.: Типо-литография Т-ва Владимир Чичерин. 1913. 260 с.
17. ЦДАВО України. Ф. 2200. Оп. 1. Спр. 209. Арк. 46.
18. ЦДАВО України. Ф. 2200. Оп. 1. Спр. 226. Арк. 89 – 90.

#### ***M. Yu. Ruban***

Sustainable Development and Internal Communications Department JSK «Ukrzaliznytsia»,  
chairman of the public organization «Ukrainian Railway Heritage Restoration Fund»  
5 Jerzy Giedroyc St., Kyiv, 03150, Ukraine  
Phone: +38 (099) -444-25-54; +38 (063) -498-45-38  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6396-4531>

---

### TO THE HISTORY OF RENEWING THE PARK OF FREIGHT CARS OF THE STATE RAILWAYS OF UKRAINE (1918 – 1919)

*The article attempts to investigate the historical circumstances of technological renewal of the fleet of freight cars of the state railways of Ukraine in 1918-1919. It is found that in conditions of political instability and deep economic crisis its sustainable operation. The need for coherence in the operation of railway transport was due to the aggravation of the final act of the First World War, which also affected the technical task of rolling stock in the context of its equipment with means of transporting troops. It is determined that against the background of limited available resources, domestic machine-building enterprises presented conceptual samples of biaxial covered freight cars of the NTV type, developed on the basis of all the requirements of the time, taking into account possible technical replacements of individual components. The reasons for the slowdown in the process of renewal of the rolling stock of state railways, as well as the general restoration of the transport industry of Hetman Ukraine in 1918-1919 are clarified. The latest examples of legendary monuments of domestic car building should be a priority for the revitalization of the technological heritage of railway transport of Ukraine. Further study of the topic requires clarification of a wide range of issues concerning the impact of these events on the restoration of the Soviet railway industry in the first half of the 1920s. The practical significance of the proposed study can be introduced into the development of the concept of restoration of historical rolling stock for the branch museum collection of Ukrainian railways.*

**Key words:** freight car, rolling stock, railways of Ukraine, industry, transport.

#### REFERENCES

1. Skoropadsky P.P. Spohady: kinets' 1917 – hruđen' 1918. [Memories: end of 1917 – December 1918]. Compiled by Igor Girich. Kyiv: Nash Format. 480 p. [in Ukrainian].
2. Mokrshitskiy Ye.I. (1946). Istoriya vagonnogo parka zheleznykh dorog SSSR. [History of the wagon fleet of the USSR railways]. Moscow: Transzheldorizdat. 204 p. [in Russian].
3. Vulfov A., Makarov L., Molochnikov R. (2008). Istoriya gruzovykh zheleznodorozhnykh perevozok v Rossii XIX – XX veka. [The history of rail freight traffic in Russia in the XIX – XX centuries]. Moscow: «Kniga-Penta», 200 p. [in Russian].
4. Antonyuk T. (2013). Istoriya rozvytku vantazhnoho vahonnoho parku v Ukrayini (1875 – 1917). [History of development of freight carriage park in Ukraine (1875 – 1917)]. *Research on the history of technology*. K. Vol. 18. P. 4 – 7. [in Ukrainian].
5. Doroshenko Ya. (2011). Vagony kanadskogo tipa. [Canadian type wagons]. Moscow: Zheleznodorozhnoye Delo. 80 p. [in Russian].
6. Dashkevych B.N. (1925). Zheleznodorozhniki v period Avstro-Germanskoy okkupatsii Ukrainy 1918 g. [Railway workers during the Austro-German occupation of Ukraine in 1918]. Moscow: Izd. CK Zh.D. 214 p. [in Russian].
7. Ruban M.Yu. (2019). Diyal'nist' Luhans'kykh zaliznychnykh maysteren' v period het'manatu Ukrayins'koyi derzhavy 1918 r. [Activities of Luhansk railway workshops during the hetmanate of the Ukrainian state in 1918]. *Luhanshchyna: krayeznavchi rozvidky: materialy Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi*, 19 kvit. 2019 r. Starobilsk. P. 165 – 169. [in Ukrainian].
8. Central State Archive of the highest authorities and administration of Ukraine. F. 2200. In. 1. C. 226. L. 14 – 15. [in Ukrainian].

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

9. Central State Archive of the highest authorities and administration of Ukraine. F. 2200. In. 1. C. 226. L. 86 – 86rev. [in Russian].
10. Central State Archive of the highest authorities and administration of Ukraine. F. 2200. In. 1. C. 209. L. 13 – 14. [in Russian].
11. Central State Archive of the highest authorities and administration of Ukraine. F. 2200. In. 1. C. 209. L. 20. [in Russian].
12. Central State Archive of the highest authorities and administration of Ukraine. F. 2200. In. 1. C. 209. L. 36. [in Russian].
13. Central State Archive of the highest authorities and administration of Ukraine. F. 2200. In. 1. C. 226. L. 44 – 49. [in Russian].
14. Central State Archive of the highest authorities and administration of Ukraine. F. 2200. In. 1. C. 226. L. 50 – 52rev. [in Russian].
15. Central State Archive of the highest authorities and administration of Ukraine. F. 2200. In. 1. C. 209. L. 32 – 32rev. [in Russian].
16. Tsegliński K.Yu. (1913). Kurs zheleznykh dorog. Tom. 1. Vyp. 1: Obshchiye svedeniya o zheleznykh dorogakh. Podvizhnoy sostav i usloviya prokhozheniya yego po rel'sovoy koleye. Proyektirovaniye zheleznodorozhnoy linii. [Railroad course. Vol. 1. Issue. 1: General information about railways. Rolling stock and conditions for its passage along the rail track. Railway line design]. Moscow: Tipolitografiya T-va Vladimir Chicherin, 260 p. [in Russian].
17. Central State Archive of the highest authorities and administration of Ukraine. F. 2200. In. 1. C. 209. L. 46. [in Russian].
18. Central State Archive of the highest authorities and administration of Ukraine. F. 2200. In. 1. C. 226. L. 89 – 90. [in Ukrainian].

**Ж.О.Семко\***

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
вул. І. Приходька, 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна  
Телефон: (05366) 6-02-50  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0047-8509>

### МЕТОДИ, ПРОЦЕДУРИ, ПОРЯДОК І ПРАВИЛА ПРОВЕДЕННЯ СЕРТИФІКАЦІЇ У СИСТЕМІ СЕРТИФІКАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ ВАГОНБУДУВАННЯ

*Із прийняттям Закону України Про технічні регламенти та оцінку відповідності, та, у зв'язку з переходом від обов'язкової сертифікації в державній системі до сфери технічного регулювання, перед органами, що здійснюють сертифікацію продукції постала необхідність у створенні власних систем сертифікації. З однієї сторони – це вимушений крок, а з іншої – це: отримання деяких свобод у виборі методології проведення робіт з сертифікації; можливість вдосконалення діяльності; сприяння розвитку перспективних напрямків у рамках сфери акредитації; поліпшення функціональних можливостей.*

*Водночас наведені вище позитивні аспекти створення власної системи сертифікації, яка, доречі, може відрізнитися від інших, створюють для органу з сертифікації умови дуже високої відповідальності за прийняті рішення щодо відповідності сертифікованої продукції.*

*Метою цієї статті є надання інформації про методологічні підходи до створення, розвитку та вдосконалення Системи сертифікації продукції вагонобудування.*

*Власне створення системи сертифікації продукції вагонобудування відбулося у період створення системи сертифікації УкрСЕПРО. На цей час в Україні було надано чинності національним стандартам серії 3400, в яких було встановлено основні принципи, правила, вимоги та структура системи сертифікації УкрСЕПРО.*

*Сучасний підхід щодо оцінки відповідності продукції, запроваджений в сфері технічного регулювання, не знищив сертифікацію взагалі, як це подають некомпетентні представники засобів масової інформації, а надав їй інший статус і місце у системі оцінки відповідності.*

*Зокрема відповідно до Закону України Про технічні регламенти та оцінку відповідності під терміном «сертифікація» розуміють «підтвердження відповідності третьою стороною, яке стосується продукції, процесів, послуг, систем або персоналу».*

© Семко Ж.О., 2021

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

*Водночас згідно з цим законом термін «система оцінки відповідності» визначено як «правила, процедури та управління для проведення оцінки відповідності».*

*Ключові слова:* система сертифікації, технічні регламенти, оцінка відповідності, орган з сертифікації, принципи, правила, порядок сертифікації.

**Ж.А.Семко**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько, 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-02-50

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0047-8509>

### МЕТОДЫ, ПРОЦЕДУРЫ, ПОРЯДОК И ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ СЕРТИФИКАЦИИ В СИСТЕМЕ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ ВАГОНОСТРОЕНИЯ

*С принятием Закона Украины Про технические регламенты и оценку соответствия, и, в связи с переходом от обязательной сертификации в государственной системе к сфере технического регулирования, перед органами, которые осуществляют деятельность по сертификации продукции возникла необходимость в создании собственных систем сертификации. С одной стороны – это вынужденный шаг, а с другой – это: приобретение некоторых свобод в выборе методологии проведения работ по сертификации; возможность совершенствования деятельности; способствование развитию перспективных направлений в рамках сферы аккредитации; улучшение функциональных возможностей.*

*В то же время приведенные выше положительные аспекты создания собственной системы сертификации, которая, кстати сказать, может отличаться от других систем, создают для органа по сертификации условия очень высокой ответственности за принятые решения по соответствию сертифицированной продукции.*

*Целью этой статьи является предоставление информации о методологических подходах к созданию, развитию и совершенствованию Системы сертификации продукции вагоностроения.*

*В общем случае создание системы сертификации продукции вагоностроения произошло в период создания системы сертификации УкрСЕПРО. Но в тот период в Украине были введены в действие национальные стандарты серии 3400, в которых были установлены основные принципы, правила, требования и структура системы сертификации УкрСЕПРО.*

*Современный подход к оценке соответствия продукции, введенный в сфере технического регулирования, не уничтожил сертификацию вообще, как это представляют некомпетентные представители средств массовой информации, а наделил её другим статусом и местом в системе оценки соответствия.*

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

*При этом согласно Закону Украины Про технические регламенты и оценку соответствия под термином «сертификация» понимают «подтверждение соответствия третьей стороной, которое касается продукции, процессов, услуг, систем или персонала».*

*В то же время в соответствии с этим законом термин «система оценки соответствия» определен как «правила, процедуры и управление для проведения оценки соответствия».*

*Ключевые слова:* система сертификации технические регламенты, оценка соответствия, орган сертификации, принципы, правила, порядок сертификации.

У сфері технічного регулювання відповідно до Закону України Про технічні регламенти та оцінку відповідності [1] (розділ VI, стаття 24) визначено:

«1. Здійснення добровільної оцінки відповідності не вимагається технічними регламентами.

2. Добровільна оцінка відповідності здійснюється на добровільних засадах, в будь-яких формах, включаючи випробування, декларування відповідності, сертифікацію та інспектування, та на відповідність будь-яким заявленим вимогам.

3. Орган з оцінки відповідності залучається до здійснення добровільної оцінки відповідності на умовах, визначених договором між заявником і таким органом».

Отже, законодавчо встановленими вимогами сертифікацію, як процес підтвердження відповідності, віднесено до діяльності, яка виконується на добровільних засадах та на відповідність будь-яким заявленим вимогам.

Під заявленими вимогами слід розуміти вимоги, у відповідності до яких було виготовлено продукцію, або надано послугу, або здійснено певний процес, та щодо яких було заявлено відповідність продукції, або послуги, або процесу.

Зрозуміло, що найпростішим способом оприлюднити заявлені вимоги є посилання на відповідні національні нормативні документи (стандарти, кодекси ustalenoї практики, технічні умови організацій та підприємств).

В такому випадку, сертифікація стає процесом підтвердження відповідності на добровільній основі вимогам нормативних документів.

Такий підхід значно полегшує розуміння заявлених вимог, як з боку органа з сертифікації, так і з боку організації (підприємства), що має намір провести сертифікацію своєї продукції, або послуги, або процесу (далі – продукція).

Для методологічного підходу у створенні системи сертифікації наявність точно визначених нормативними документами вимог до продукції стає відправною точкою. Але для отримання повного уявлення про систему цього замало.

Національні стандарти серії 3400, втрата дії яких відбулась з 01.01.2018 згідно з наказом ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від 29.12.2017 № 500 Про перенесення терміну надання чинності та перенесення терміну скасування чинності національних нормативних документів [2], а саме:

- ДСТУ 3410-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Основні положення [3];
- ДСТУ 3412-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до випробувальних лабораторій [3];
- ДСТУ 3413-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Порядок проведення сертифікації продукції [5];
- ДСТУ 3414-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Порядок проведення атестації виробництва [6];
- ДСТУ 3415-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Реєстр системи [7];



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

- ДСТУ 3417-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Процедура визнання результатів сертифікації продукції, що імпортується [8];
- ДСТУ 3418-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до аудиторів та порядок їх атестації [9];
- ДСТУ 3419-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Сертифікація системи якості [10];
- ДСТУ 3420-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до органів, що здійснюють сертифікацію систем управління [11];
- ДСТУ 3498-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Бланки документів. Форма та опис [12];

ДСТУ 3957-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Порядок обстеження виробництва під час проведення сертифікації продукції [13].

Скасовані, при цьому, на мою думку, дуже необачно, дозволяють, як йдеться у загально відомому вислові, не видумувати велосипед та з достатньою долею здорового глузду, творчого підходу та врахуванням сучасних реальних вимог створити власну актуальну та адекватну систему сертифікації.

Завдяки існуючому потенціалу опрацьованих документів, отриманому досвіду у здійсненні робіт із сертифікації продукції та атестації виробництв, орган з сертифікації продукції вагонобудування (далі - ОС ПВ) поставив перед собою задачу щодо перероблення документів з урахуванням сучасних вимог.

Під час виконання цієї роботи були ураховані вимоги нормативних документів, які розповсюджуються на діяльність органу з сертифікації продукції:

- ДСТУ EN ISO/IEC 17065:2014 (EN ISO/IEC 17065:2012, IDT) Оцінка відповідності. Вимоги до органів з сертифікації продукції, процесів та послуг [14];
- ДСТУ EN ISO/IEC 17067:2014 (EN ISO/IEC 17067:2013, IDT) Оцінка відповідності. Основні положення сертифікації продукції та керівні вказівки щодо схем сертифікації продукції [15];
- ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Системи управління якістю. Вимоги [16].

Для більш прийняттого розуміння загальним колом представників заінтересованих сторін у сертифікації продукції (інші органи з оцінки відповідності, субпідрядники, виробники та користувачі продукції, послуг, процесів) є доцільним надати короткий опис методів, процедур, порядків та правил здійснення сертифікації у системі сертифікації продукції вагонобудування (далі – СС ПВ).

Задля однозначного тлумачення та чіткого уявлення відмінностей у застосованих термінах далі наведено їх пояснення:

**Метод** від давньогрецької (Μέθοδος) – шлях дослідження або пізнання,— спосіб досягнення будь якої мети.

У відмінності від області знань або досліджень, метод є авторським твором, тобто створеним конкретною особою або групою осіб, науковою або практичною школою. В силу своєї обмеженості рамками дії та отримання результатів, методи мають тенденцію старіти, перетворюючись в інші методи, розвиватися з часом у відповідності до досягнень технічної та наукової думки, до потреб суспільства. Сукупність однорідних методів прийнято називати підходом. Розвиток методів є природним наслідком розвитку наукової думки.

Також метод – це спосіб теоретичного дослідження або практичного здійснення чого-небудь.

**Процедура** взаємозв'язана офіційна послідовність дій у будь-якій діяльності.

---

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

### Порядок

- 1) правильний, налагоджений стан, розташування чого-небудь.
- 2) послідовний хід чого-небудь.
- 3) правила, за якими здійснюється що-небудь; існуючий устрій, режим.

### Правило

1) положення, в якому відображена закономірність, постійне співвідношення яких-небудь явищ.

2) постанова, норма, яка встановлює порядок чого-небудь.

Метою сертифікації є встановлення відповідності продукції заявленим вимогам, тому методи, які застосовуються ОС ПВ для досягнення цієї мети, полягають у здійсненні всіх передбачених системою сертифікації процедур у всебічному недискримінаційному аналізі та дослідженні об'єктів сертифікації, пов'язаних з її виготовленням процесів та прийнятті рішення щодо відповідності продукції на підставі отриманих об'єктивних даних. Методологічною основою застосування методів є процесний підхід у відповідності до вимог ДСТУ ISO 9001:2015 [16].

Для забезпечення процесного підходу ОС ПВ розроблено відповідні методики системи управління якістю ОС ПВ:

- 1) МС 9.18 Контроль документів;
- 2) МС 9.19 Контроль протоколів;
- 3) МС 9.20 Контроль невідповідної послуги;
- 4) МС 9.21 Внутрішній аудит;
- 5) МС 9.22 Коригувальні дії.

Ризик-орієнтовний підхід у діяльності ОС ПВ, використання якого визначено у пункті 6.1 «Дії стосовно ризиків і можливостей» ДСТУ ISO 9001:2015 [16], забезпечується наступними організаційно-методичними документами ОС ПВ:

- ПС 9.33 Порядок визначення ризиків щодо неупередженості
- МС 9.34 Методика виявлення ризиків, пов'язаних з діяльністю ОС ПВ ДП «УкрНДІВ», їх оцінка та визначення форми управління ними.

До **процедур**, які застосовує ОС ПВ, належать дії щодо:

- здійснення саме процесу сертифікації;
- здійснення процесу атестації виробництва;
- проведення в рамках сертифікації обстеження виробництва;
- здійснення технічного нагляду за виробництвом сертифікованої продукції або атестованим виробництвом, як обов'язкової частини процесу сертифікації продукції або атестації виробництва.

Процес сертифікації продукції або атестації виробництва провадиться ОС ПВ за **Порядками**, якими встановлено вимоги щодо:

- взаємодії з субпідрядниками під час виконання робіт з оцінки відповідності (сертифікації);
- визначення вартості робіт з оцінки відповідності (сертифікації) та формування договірних документів;
- формування справ з сертифікації продукції;
- сертифікації продукції для рейкового рухомого складу;
- прийняття рішення за заявкою щодо оцінки відповідності (сертифікації) продукції;
- відбору та ідентифікації зразків для випробувань;
- поводження із зразками, що використовуються під час оцінки відповідності (сертифікації);

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

- обстеження виробництва під час проведення оцінки відповідності (сертифікації) продукції;
- атестації виробництва;
- визнання результатів оцінки відповідності (сертифікації) продукції;
- прийняття рішення щодо оцінки відповідності (сертифікації), видавання і скасування документів з оцінки відповідності (сертифікації) та контролю за їх використанням;
  - проведення технічного нагляду за виробництвом оцінюваної (сертифікованої) продукції та атестованим виробництвом;
  - розглядання апеляцій, скарг і спірних питань;
  - застосування документів постачальника під час оцінки відповідності (сертифікації);
  - застосування ліцензій, сертифікатів, атестатів, дозволених ОС ПВ.

Правила, за якими ОС ПВ виконує роботи із сертифікації продукції або атестації виробництва, полягають:

1) у застосуванні принципів неупередженості, об'єктивності, компетентності, відповідальності, відкритості із дотриманням вимог конфіденційності, при постійному поліпшенні процесів системи управління якістю, що гарантує усім замовникам робіт з сертифікації задоволення їх вимог щодо послуг, які надаються органом з сертифікації.

2) у регулярному вирішенні таких завдань, як:

- використання чинних нормативних документів з сертифікації з урахуванням особливостей продукції;
- оцінка продукції за критеріями, що відповідають вимогам, встановленим в нормативних документах на цю продукцію;
- підвищення кваліфікації персоналу, що зайнятий на роботах з сертифікації;
- вдосконалення розподілу відповідальності та повноважень між підрозділами (виконавчими групами) і провідними фахівцями ОС;
- аналіз світового досвіду виконання робіт з сертифікації аналогічної продукції;
- забезпечення фінансової стабільності і незалежності від заявника;
- проведення внутрішніх перевірок системи управління якістю, діючої в ОС ПВ;
- укладання договорів про проведення випробувань з метою сертифікації лише з компетентними випробувальними лабораторіями (центрами).

3) у забезпеченні виконання політики у сфері якості такими засобами, як:

- організаційна структура, що гарантує незалежність ОС від розробників, виробників і споживачів сертифікованої продукції;
  - технічні ресурси, що включають організаційно-технічні засоби, виробничі приміщення;
  - достатня кількість компетентного персоналу, що має право здійснювати сертифікацію продукції, атестацію виробництва, технічний нагляд за сертифікованою продукцією;
  - актуалізований фонд нормативних документів на закріплену продукцію та методи її випробувань, фондом нормативних документів з сертифікації в різних системах сертифікації;
  - фінансовий стан, фінансова стабільність і ресурси, необхідні для функціонування;
  - система оплати персоналу ОС, що забезпечує престижність роботи;
-

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

– система угод з технічно компетентними випробувальними лабораторіями (центрами) та компетентними аудитором (експертами, технічними експертами), фахівцями інших організацій;

– система двосторонніх зв'язків з виробниками або постачальниками сертифікованої продукції;

– документовані процедури, необхідні для виконання діяльності з сертифікації закріпленої продукції, реєстрації і видавання сертифікатів, атестатів виробництва, проведення технічного нагляду, розгляду апеляцій, внутрішнього контролю відповідності органу певним вимогам до нього, що встановлені ДСТУ ENISO/IEC 17065:2014 [14], ДСТУ ISO 9001:2015 [16];

4) у провадженні своєї діяльності недискримінаційним шляхом, не практикуючи будь-які форми дискримінації, такі як приховану дискримінацію, прискорюючи чи затримуючи обробку заявок;

5) у застосовуванні процедур таким чином, щоб вони не перешкоджали або не ускладнювали заявникам звертатися до ОС, крім випадків, які передбачено ДСТУ ENISO/IEC 17065:2014 [14];

6) у наданні послуг таким чином, що є загальнодоступним для всіх заявників, чия діяльність потрапляє в сферу діяльності ОС;

7) у забезпеченні відсутності неприйнятних фінансових або інших умов;

8) у впровадженні доступу до процесу оцінки відповідності (сертифікації), не залежно від величини постачальника або від його членства в будь-якій асоціації чи групі, так само як і сертифікація не залежить від кількості уже виданих сертифікатів;

9) у обмеженні своїх вимог щодо оцінювання, розгляду, прийняття рішення і наглядання тими питаннями, які мають конкретне відношення до певної сфери сертифікації;

10) у визначенні відповідальності за формування та реалізацію політики у сфері якості;

11) у проведенні, під час підготовки до сертифікації продукції, аналізування щодо відповідальності заявників за забезпечення того, що продукція відповідає вимогам сертифікації.

Наприкінці слід зауважити, що наведені вище документи щодо процедур, порядків, правил не є прикладами стаціонарного консервативного процесу. Як і все у світі, створена система сертифікації продукції вагонобудування потребує постійного аналізу, перегляду та поліпшення з урахуванням сучасних вимог.

### **Висновок.**

Отже, функціонування системи сертифікації це процес, який може змінюватись у відповідності до:

- нових сучасних вимог у сфері технічного регулювання, визначених на законодавчому рівні;

- встановлених потреб замовників сертифікації з урахуванням вимог нормативно-правових актів;

- потенційних очікувань кінцевих споживачів сертифікованої продукції.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України Про технічні регламенти та оцінку відповідності (Документ124-VIII), Київ, Відомості Верховної Ради (ВВР), 2015, № 14, ст. 96), Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/law/show/124-19#Text>.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

2. Наказ ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від 29.12.2017 № 500, Режим доступу: <http://uas.org.ua/ua/services/standartizatsiya/nakazi-dp-ukrindnts/2017-2/gruden/>.

3. ДСТУ 3410-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Основні положення, Київ, ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2013, с.14.

4. ДСТУ 3412-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до випробувальних лабораторій, Київ, ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2013, с. 27.

5. ДСТУ 3413-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Порядок проведення сертифікації продукції, Київ, ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2013, с. 28.

6. ДСТУ 3414-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Порядок проведення атестації виробництва, Київ, ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2013, с. 20.

7. ДСТУ 3415-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Реєстр системи, Київ, ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2013, с. 4.

8. ДСТУ 3417-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Процедура визнання результатів сертифікації продукції, що імпортується, Київ, ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2013, с. 8.

9. ДСТУ 3418-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до аудиторів та порядок їх атестації, Київ, ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2013, с.18.

10. ДСТУ 3419-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Сертифікація системи якості, Київ, ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2013, с. 19.

11. ДСТУ 3420-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Вимоги до органів, що здійснюють сертифікацію систем управління, Київ, ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2013, с. 18.

12. ДСТУ 3498-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Бланки документів. Форма та опис, Київ, ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2013, с. 13.

13. ДСТУ 3957-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Порядок обстеження виробництва під час проведення сертифікації продукції, Київ, ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2000, с. 16.

14. ДСТУ EN ISO/IEC 17065:2014 (EN ISO/IEC 17065:2012, IDT) Оцінка відповідності. Вимоги до органів з сертифікації продукції, процесів та послуг, Режим доступу: <http://uas.org.ua/ua/natsionalniy-fond-normativnih-dokumentiv/katalog-normativnih-dokumentiv-2/>, с. 38.

15. ДСТУ EN ISO/IEC 17067:2014 (EN ISO/IEC 17067:2013, IDT) Оцінка відповідності. Основні положення сертифікації продукції та керівні вказівки щодо схем сертифікації продукції, Режим доступу: <http://uas.org.ua/ua/natsionalniy-fond-normativnih-dokumentiv/katalog-normativnih-dokumentiv-2>, с. 23.

16. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Системи управління якістю. Вимоги. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016, с. 22.

### **Zh.O. Semko**

State Enterprise “Ukrainian Scientific Railway Car Building Research Institute

33 I.Pryhodko Str., Kremenchuk, Ukraine, 39621

tel: +38 (05366) 6-02-50

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0047-8509>

## **METHODS, PROCEDURES, PRACTICES AND RULES OF CARRYING OUT CERTIFICATION IN THE CERTIFICATION SYSTEM OF RAILCAR BUILDING PRODUCTS**

*After adoption of the Law of Ukraine On Technical Regulations and Conformity Assessment, and, in connection with the transition from mandatory certification in the state system to the sphere of technical regulation, the bodies that carry out activities on*

---

*product certification were facing the need to create their own certification systems. On the one hand, this is a necessity step, and on the other, it is the acquisition of some freedoms in the choice of the methodology for carrying out certification work; the possibility of improving activities; promoting the development of promising areas within the scope of accreditation; enhanced functionality.*

*In this case, the above-mentioned positive aspects of creating the own certification system, which, by the way, may differ from other systems, provide conditions for the certification body to be very responsible for the decisions made on the conformity of certified products.*

*The purpose of this article is to provide information on methodological approaches to the creation, development and improvement of the Certification System for railcar building products.*

*In general, the creation of a certification system for railcar-building products took place during the period of formation of the UkrSEPRO certification system. But during this period in Ukraine national standards of the 3400 series were put into effect, in which the basic principles, rules, requirements and structure of the UkrSEPRO certification system were specified.*

*The modern approach to product conformity assessment, introduced in the field of technical regulation, did not destroy certification at all, as incompetent representatives of the mass media imagine it, but endowed it with a different status and place in the conformity assessment system.*

*Furthermore, according to the Law of Ukraine "On Technical Regulations and Conformity Assessment", the term "certification" is interpreted as "confirmation of conformity by a third party in relation to products, processes, services, systems or personnel."*

*At the same time, in accordance with this law, the term "conformity assessment system" is defined as "rules, procedures and management for carrying out conformity assessment".*

*Key words:* certification system, technical regulations, conformity assessment, certification body, principles, rules, certification procedure.

### REFERENCES

1. Law of Ukraine on Technical Regulations and Conformity Assessment Document 124-VIII, No. 14, Art 96. (2015). Kyiv: Vidomosti Verhovnoi Rady Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/124-19#Text> [in Ukrainian].
2. Order of the State Enterprise "Ukrainian Research and Training Center for Standardization, Certification and Quality Problems" No. 500 (2017, December 29). Retrieved from: <http://uas.org.ua/ua/services/standartizatsiya/nakazi-dp-ukrindnts/2017-2/gruden/>.
3. Certification system for Ukrainian certification of products. Basic principles. (2013). DSTU 3410-96. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 14 [in Ukrainian].
4. Certification system for Ukrainian certification of products. Requirements for testing laboratories (2013). DSTU 3412-96. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 27 [in Ukrainian].
5. Certification system for Ukrainian certification of products. Procedure for certification of products (2013). DSTU 3413-96. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 28 [in Ukrainian].
6. Certification system for Ukrainian certification of products. Attestation of production (2013). DSTU 3414-96. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 20 [in Ukrainian].
7. Certification system for Ukrainian certification of products. Register of system (2013). DSTU 3415-96. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 4 [in Ukrainian].

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

8. Certification system for Ukrainian certification of products. Procedure for recognition of certification results of imported production (2013). DSTU 3417-96. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 8 [in Ukrainian].
9. Certification system for Ukrainian certification of products. Requirements for auditors and procedure for their certification (2013). DSTU 3418-96. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 18 [in Ukrainian].
10. Certification system for Ukrainian certification of products. Certification of quality systems (2013). DSTU 3419-96. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 19 [in Ukrainian].
11. Certification system for Ukrainian certification of products. Requirements for certification bodies, quality systems and procedure for their accreditation (2013). DSTU 3419-96. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 18 [in Ukrainian].
12. Certification system for Ukrainian certification of products. Document forms. Form and description (2013). DSTU 3498-96. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 13 [in Ukrainian].
13. Certification system for Ukrainian certification of products. Procedure for survey of manufacture during certification of products. (2013). DSTU 3457-96. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 16 [in Ukrainian].
14. Conformity assessment. Requirements for bodies certifying products, processes and services. (2014). DSTU EN ISO/IEC 17065:2014 (EN ISO/IEC 17065:2012, IDT). p. 38. Retrieved from: <http://uas.org.ua/ua/natsionalniy-fond-normativnih-dokumentiv/katalog-normativnih-dokumentiv-2/>.
15. Conformity assessment. Fundamentals of product certification and guidelines for product certification schemes. (2014). DSTU EN ISO/IEC 17067:2014 (EN ISO/IEC 17067:2013, IDT), p. 23. Retrieved from: <http://uas.org.ua/ua/natsionalniy-fond-normativnih-dokumentiv/katalog-normativnih-dokumentiv-2>,
16. Quality management systems. Requirements (2016). DSTU ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT). Kyiv: DP «UkrNDNC», p. 22.



### ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Редакція ДП «УкрНДІВ» на постійній основі здійснює прийом наукових та науково-технічних статей в збірник наукових праць «Рейковий рухомий склад».

1. До друку у Збірнику приймаються лише наукові статті, які мають такі необхідні елементи: постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття; формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

Матеріали потрібно надавати в друкованому та в електронному виглядах у програмі Microsoft Word. Для перевірки правильності написання формул просимо надавати публікацію також в PDF форматі, тому що різні версії програмного забезпечення текстових редакторів можуть бути несумісні і змінювати зміст статті.

2. Стаття має відповідати тематичному спрямуванню журналу і бути завізована власноручно підписом автора. Відповідальність за матеріали, наведені у статті, несе автор.

Разом з текстом статті і електронний варіант записаним текстом до редколегії Збірника подаються:

- рецензія на статтю;
- експертний висновок про можливість опублікування матеріалів;
- витяг з протоколу засідання кафедри чи лабораторії або наукового підрозділу, що рекомендує статтю до друку;

- довідка про авторів (порядковий номер (верхній індекс – арабська цифра та додатково зірочка для автора-кореспондента), місце роботи, повна поштова адреса (вулиця, корпус, будинок, назва населеного пункту, країна, індекс), номери телефонів, електронна пошта та ORCID. Кожна наступна адреса та дані для листування починаються з нового рядка. (TNR 9, начертання звичайне, інтервал перед блоком – 0 пт, після – 12 пт).

3. Матеріал треба викладати стисло, послідовно, стилістично грамотно. Терміни та позначення повинні відповідати чинним стандартам. Не допускаються повтори, а також зайві подробиці при переказі раніше опублікованих відомостей – замість цього подаються посилання на літературні джерела. Одиниці вимірювання слід подавати лише за міжнародною системою одиниць SI чи в одиницях, допущених до застосування в Україні згідно з вимогами чинних державних стандартів.

4. До рукопису додається анотація одним абзацем, обсягом від 250 до 300 слів, структурована (мета, методика, результати, наукова новизна, практична значимість) – з вирівнюванням по ширині.

Блок російською (для україномовної статті) або українською (для російськомовної) обсягом не менш як 1800 знаків – формат відповідає вимогам до оформлення статті: повний список (спів)авторів; відомості про (спів)авторів; назва статті; анотація; ключові слова і розташовується по ширині сторінки перед основним текстом.

Для авторів – не громадян України переклад назви статті, відомостей про автора, анотації та ключових слів на українську та російську мови не є обов'язковим.

5. Цитати, таблиці, статистичні дані, цифрові показники, що підвищують рівень аналітичних матеріалів, подаються з посиланням на джерела. Таблиці мають бути пронумеровані й мати заголовок. Відповідальність за наведені показники несе автор.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

6. Текстові матеріали готуються та друкуються на аркушах білого односортного паперу з використанням комп'ютерних текстових редакторів MS Word for Windows, для набору формул використовують вбудовані редактори рівнянь, табличні матеріали можуть готуватись з використанням електронних таблиць (MS Excel). При цьому має застосовуватись шрифт Times New Roman.

7. Параметри сторінки Збірника встановлені такі:

- розмір сторінки – 210x297 (A4)
- орієнтація книжна
- поля верхні та бокові – 35 мм;
- поле нижнє – 45 мм;
- відступ від верхнього колонтитула – 12 мм;
- відступ від нижнього колонтитула – 20 мм.

Верхній і нижній колонтитули, а також номери сторінок не вводити.

Текст, формули, таблиці, рисунки, діаграми, схеми розміщуються на сторінці в одній колонці. Відступ першого рядка абзацу – 5 мм, інтервал між рядками – одинарний.

8. Матеріали набирають такими шрифтами:

- УДК – 11 пунктів, курсив, вирівнювання тексту по лівому краю;
- автори – 12 пунктів, напівжирний курсив вирівнювання тексту по лівому краю;
- **НАЗВА СТАТТІ** – усі прописні літери, 12 пунктів, напівжирний вирівнювання тексту по центру;
- **анотація** – 11 пунктів, напівжирний курсив вирівнювання тексту по ширині;
- **Ключові слова** (5–12 окремих слів та/або у складі декількох словосполучень) – з вирівнюванням по ширині
- **основний текст** – 11 пунктів, звичайний вирівнювання тексту по ширині;
- *слова Рисунок, Таблиця, Діаграма, Схема та їхні номери* – 11 пунктів, курсив;

*Рис. 1. Зовнішній вигляд*

*Таблиця 1. – Окремі характеристики*

- **назви рисунків, таблиць, діаграм, схем** – 11 пунктів, напівжирний, вирівнювання тексту по центру;
- © **Дьоміна А. К., 2018** – 12 пунктів, напівжирний курсив вирівнювання тексту по лівому краю;
- **заголовки в підрозділі** – 11 пунктів, напівжирний, вирівнювання тексту по лівому краю.
- **ЛІТЕРАТУРА**– 11 пунктів, напівжирний, вирівнювання тексту по центру;
- **Джерела в списку** – 9 пунктів звичайним шрифтом, вирівнювання тексту по ширині;

9. Усі рисунки, таблиці, діаграми повинні мати назви та номери (у випадку, коли в одному матеріалі міститься два і більше названих елементів):

Якщо після тематичного заголовка підпису наводиться розшифрування, то між ними ставиться двокрапка і розміщену далі розшифровку набирають шрифтом 9 пт, наприклад:

Рис. 15. Дискове гальмо:

1 – гальмівний диск; 2 – клішовий механізм

Також ілюстрації надаються у вигляді окремих файлів формату JPEG, TIFF (для растрових) або PSD (для растрових, виконаних у Photoshop), CDR (для векторних, виконаних в CorelDRAW).

Написи на ілюстрації можливі двох видів: 1) написи на самій ілюстрації проти відповідних деталей; 2) позначення цифрами або літерами з виносом тексту написів у відповідний текст або під рисунком підпис. У статтях, призначених для кваліфікованого читача, немає потреби зберігати написи на ілюстраціях, тобто другий варіант є прийнятнішим.

Написи набираються шрифтом Times New Roman, кегль 10 пт, накреслення світле, курсивне.

Фотографії повинні бути чіткими і контрастними. Якщо на фотографіях потрібно вказати номери (позиції), то це виконується у програмі Photoshop.

10. Назви та номери таблиць розміщуються над таблицями, а рисунків, діаграм, схем – під ними. Відривати назви від зазначених елементів забороняється. Посилання в тексті на таблиці даються у скороченому вигляді: «табл. 1», – звичайним шрифтом.

**У статті тільки в разі нагальної потреби і в обмеженій кількості допускаються таблиці, розгорнуті по вертикалі (альбомна орієнтація).**

*Таблиці набираються в Microsoft Word.*

Однакові за характером таблиці повинні бути оформлені одноманітно по всьому виданню (шрифти, лінійки, заголовки і графі, розбивка між рядками і т.д.).

Таблиця має бути надрукована якомога ближче до першого посилання на неї в тексті.

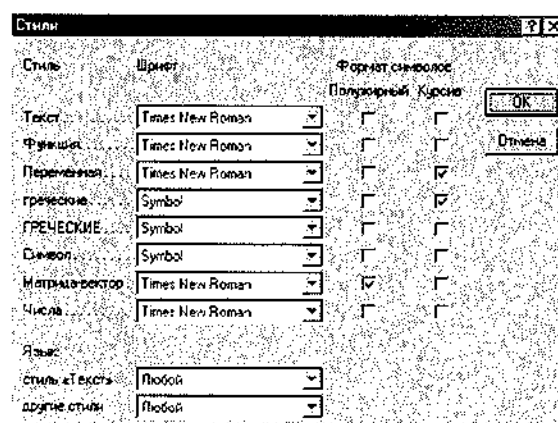
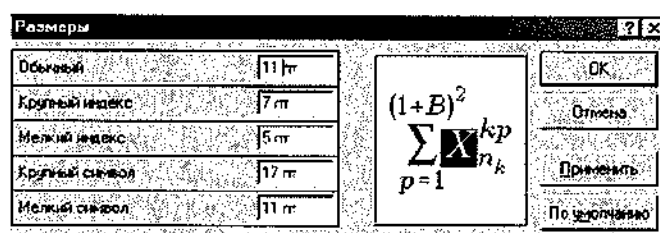
Якщо таблиця не вміщається на одній сторінці, всі її колонки нумерують, а над перенесеною частиною таблиці справа надписують: «Продовження табл. 1» або «Закінчення табл. 1»

### 11. Формули

- При використанні формул необхідно дотримуватися певних техніко-орфографічних правил.
- Графічні файли з формулами, графіками, рисунками, схемами та фотографіями повинні бути розташовані в тексті в рамці MS Word. Номер формули проставляється справа в кінці рядка, в круглих дужках, не виходячи на поле. Формули розташовуються на сторінці по центру. Між ними та текстом витримується інтервал в один рядок.
- Вводяться вони в графічному редакторі «Equation Editor» для «Windows». Латинські літери та позначення величин (символи) набирають курсивом, українські та російські літери – тільки прямим шрифтом.
- Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів треба подавати безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони дані у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта треба подавати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки.
- Рівняння і формули треба виділяти з тексту вільними рядками. Вище і нижче кожної формули потрібно залишити не менше одного вільного рядка. Якщо рівняння не вміщується в один рядок, його слід перенести після знака рівності (=) або після знаків плюс (+), мінус (–), множення (·) і ділення (:).
- Загальне правило пунктуації в тексті з формулами таке: формула входить до речення як його рівноправний елемент. Тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, передбачених правилами пунктуації: а) у тексті перед формулою є узагальнююче слово; б) цього вимагає побудова тексту, що передує формулі.
- Розділовими знаками між формулами, котрі йдуть одна за одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безпосередньо за формулою до її номера.
- Параметри редактора формул:



- **Забороняється** розмішувати окремі об'єкти (ілюстрації, підписуночі підписи, формули) у середині таблиці!

### 12. ЛІТЕРАТУРА

- обсяг – 7-20 джерел (за виключенням оглядових статей);
- більша частина джерел повинна відображати сучасний стан наукових досліджень та бути не старша 10 років;

(бібліографічний опис джерел, використаних при підготовці статті, мовою оригіналу), оформлений згідно зі стандартом ДСТУ 8302:2015.

13. Всі бібліографічні описи джерел подаються мовою оригіналу. При посиланні на використану літературу потрібно зазначити назву використаного видання та (у квадратних дужках звичайним шрифтом) його номер у списку, наприклад: «...і визначаються тарифною схемою Прейскуранта 0–01 [2]».

14. В переліку повинна вказуватись сучасна англomовна література з ретроспективою не більше 5 років.

15. Інтервали між елементами матеріалу такі:

- УДК – автори – 2;
- автори – назва статті – 3;
- назва статті – анотація – 2;
- анотація – основний текст – 1;

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

- основний текст – назва таблиці (верхній край рисунка, схеми, діаграми) – 2;
- назва таблиці – її верхній край (нижній край рисунка, діаграми, схеми – їхні назви) – 1;
- нижній край таблиці (назва рисунка, діаграми, схеми) – основний текст – 2:
- основний текст – знак авторського права – 1;
- основний текст – ЛІТЕРАТУРА – 1;
- ЛІТЕРАТУРА – список літератури – 1.

*Якщо видання не є повністю англомовним, кожна публікація не англійською мовою супроводжується анотацією англійською мовою обсягом не менш як 1800 знаків, включаючи ключові слова.*

блок англійською мовою та латиницею – формат відповідає вимогам до оформлення статті: повний список (спів)авторів; відомості про (спів)авторів; назва статті; анотація; ключові слова. Розташовується по ширині сторінки після ЛІТЕРАТУРИ.

**References** – транслітерований список літератури (латинськими літерами), стандарт APA. Подається після англомовної анотації.

1. Транслітерований список літератури, відповідно до вимог наукометричних баз SCOPUS та Web of Science, є повним аналогом списку літератури і виконується шляхом транслітерації мови оригіналу латиницею. При цьому порядок і кількість джерел у списку літератури мають залишатися незмінними. Посилання на англомовні джерела не транслітеруються.

2. Список літератури повинен бути оформлений згідно стандарту APA (American Psychological Association).

3. Постанова КМ України від 27 січня 2010 року № 55 «Про впорядкування транслітерації українського алфавіту латиницею» затверджує офіційну транслітерацію українського алфавіту латиницею. Встановлює діючі правила транслітерації прізвищ та імен громадян України латиницею в закордонних паспортах. Он-лайн транслітератор (<http://translit.kh.ua/?passport>)

4. На сайті [http://shub123.ucoz.ru/Sistema\\_transliterazii.html](http://shub123.ucoz.ru/Sistema_transliterazii.html) можна безкоштовно скористатись програмою транслітерації російського тексту в латиницю з точки зору Правил транслітерації Держдепартаменту США.

### REQUIREMENTS FOR DRAWING-UP OF ARTICLES

The editorial office of the State Enterprise "UkrNDIV" on a permanent basis accepts scientific and scientific-technical articles for the collection of scientific works.

1. Only scientific articles are accepted for publication in the Collection, which have the following necessary elements: statement of the problem in general and its connection with important scientific or practical tasks; analysis of the latest research and publications, in which the solution of this problem has been initiated and on which the author relies, selection of previously unsolved parts of the general problem, to which the mentioned article is devoted; formulation of the purposes of the article (task statement); presentation of the main material of the study with a full justification of the obtained scientific results; conclusions drawn from this study and prospects for further exploration in this area. Papers must be submitted in printed and electronic form in Microsoft Word. To verify the spelling of the formulas, please provide the publication also in **PDF** format, because different versions of software for text editors may be incompatible and change the content of the article.

2. The article should correspond to the subject of the journal and be signed by the author's signature. The author is responsible for the materials presented in the article. Along with the text of the article and the electronic version of the recorded text to the editorial board of the Collection following items should be submitted:

- review of the article;
- expert opinion on the possibility of publishing materials;
- extract from the record of the department, laboratory or research unit meeting that recommends the article for publication;
- information about the authors (serial number (superscript - Arabic numeral and an additional asterisk for the corresponding author), place of work, full postal address (street, block, building, name of the settlement, country, index), telephone numbers, e-mail and ORCID. Each subsequent address and data for correspondence should begin with a new line. (TNR 9, normal type face, interval before the block is 0 pt, after is 12 pt).

3. The material should be presented concisely, consistently, stylistically competently. Terms and designations must comply with applicable standards. Repetitions, as well as unnecessary details when transferring previously published information are not allowed - references to literary sources should be provided instead. Units of measurement should be submitted only according to the international system of SI units or in units approved for use in Ukraine in accordance with the requirements of current state standards. 4. The paper should be accompanied by an annotation in one paragraph of 250 to 300 words, structured (purpose, methodology, results, scientific novelty, practical significance), with alignment in width. Block in Russian (for a Ukrainian-language article) or Ukrainian (for a Russian-language article) should consist of at least 1800 characters; the format should meet the requirements for the design of the article: full list of (co) authors; information about (co) authors; article title; annotation; keywords and should be located across the width of the page in front of the main text. For non-Ukrainian authors, translation of the title of the article, information about the author, annotations and keywords into Ukrainian and Russian is not required.

5. Quotations, tables, statistics, numerical indicators that increase the level of analytical materials should be submitted with reference to sources. Tables should be numbered and have a title. The author is responsible for these indicators.

6. Text materials are prepared and printed on sheets of white single-grade paper using computer text editors MS Word for Windows, to set formulas built-in editors of equations should be used, tabular materials can be prepared using spreadsheets (MS Excel). The Times New Roman font should be used.

7. The parameters of the Collection page are set as follows:

- page size – 210 x 297 (A4)
- book orientation
- top and side margins - 35 mm;
- lower field - 45 mm;
- deviation from the header - 12 mm;
- deviation from the footer - 20 mm.

Do not enter headers and footers, or page numbers.

Text, formulas, tables, figures, diagrams, flow charts should be placed on a page in one column. Indent of the first line of the paragraph should be 5 mm, the interval between lines should be single.

8. Materials should be typed in the following fonts:

- **UDC** - 11 points, italics, text alignment on the left edge;
- **authors** - 12 points, bold italics of text alignment on the left edge;
- **ARTICLE TITLE** - all capital letters, 12 points, bold text, center alignment;
- **annotation** - 11 points, bold italics, text width alignment;
- **Keywords** (5–12 individual words and / or several phrases), width alignment;
- **main text** - 11 points, the usual width alignment of the text;
- words *Figure, Table, Diagram, Diagram and their numbers* - 11 points, italics;

*Fig. 1. External appearance*

*Table 1. - Some characteristics*

- **names of figures, tables, diagrams, schemes** - 11 points, bold, text center alignment;
- **© Domina A.K., 2018** - 12 points, bold italics text alignment on the left edge;
- **headings in the section** - 11 points, bold, text alignment on the left edge.
- **REFERENCES** - 11 points, bold, centering of the text;
- **Sources in the list** - 9 items in regular font, width alignment of the text;

9. All figures, tables, diagrams must have names and numbers (if one the material contains two or more of these elements):

If after the thematic title of the signature there is a decryption, then between them a colon should be placed and the following transcript should be typed in 9 pt, for example:

Fig. 15. Disc brakes:

1 - brake disk; 2 – caliper

**Illustrations should also be presented as separate JPEG, TIFF files (for raster) or PSD (for rasters made in Photoshop), CDR (for a vector, performed in Corel DRAW).**

*Inscriptions on the illustration* can be of two types: 1) inscriptions on the illustration itself against the corresponding details; 2) designation by numbers or letters with removal of the text of inscriptions in the corresponding text or under the signature. There is no need to save articles intended for the qualified reader inscriptions on the illustrations, i.e. the second option is more acceptable.

The inscriptions should be typed in Times New Roman font, 10 pt font size, light, italic typeface.

Photos should be clear and contrasting. If you need to indicate in the photos numbers (positions), it should be made in Photoshop.

10. Names and numbers of tables should be placed above the tables, and figures, diagrams, flow charts to be located under them. It is forbidden to separate names from the



specified elements. References in the text on the table should be given in abbreviated form: "table. 1 ", - in the usual font.

**In the article only in case of urgent need and in a limited number of tables are allowed, deployed vertically (landscape orientation).**

*Tables are typed in Microsoft Word.*

Tables of the same nature should be designed uniformly throughout the publication (fonts, rulers, headings and columns, line breaks, etc.).

The table should be printed as close as possible to the first reference to it in the text.

If the table does not fit on one page, all its columns are numbered, and above the transferred one part of the table on the right is inscribed: "Continuation of the table. 1 "or" End of table.1 »

### 11. Formulae

- When using formulas it is necessary to adhere to certain technical-orthographic rules.

- Graphic files with formulas, graphs, figures, diagrams and photographs should be located in the text in the MS Word box. The formula number should be affixed to the right at the end line, in parentheses, without going to the field. The formulae should be located on the page by the center. An interval of one line should be maintained formulae and the text.

- The formulae should be entered in the graphical editor "Equation Editor" for "Windows". Latin letters and notation of values (symbols) in italics, Ukrainian and Russian letters are to be executed in direct font only.

- An explanation of the values of the symbols and numerical coefficients should be given directly under formula in the order in which they are given in the formula. The value of each character and the numerical coefficient should be entered from a new line. The first line of explanation begins from the word "where" without a colon.

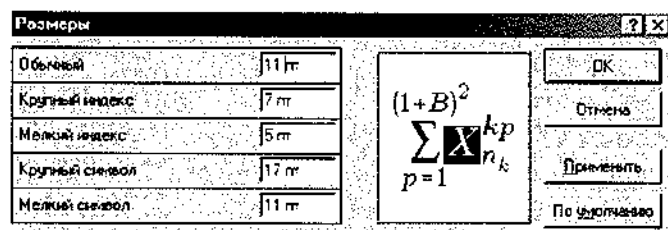
- Equations and formulae should be separated from the text by free lines. Above and below each formula at least one free line should be left. If the equation does not fits in one line, it should be moved after the equal sign (=) or after the signs plus (+), minus (-), multiplication (·) and division (:).

- The general rule of punctuation in the text with formulae is as follows: the formula is included in the sentence as its equal element. Therefore, at the end of the formulae and in the text before them punctuation marks should be put in accordance with the rules of punctuation.

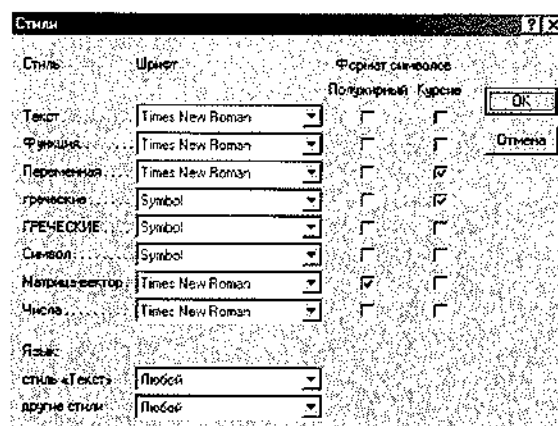
- A colon is placed before the formula only in cases provided by the punctuation rules: a) if in the text before the formula there is a generalizing word; b) if it is required by the composition of the text preceding the formula.

- As separating characters between formulae that follow each other and are not separated by the text, a comma or semicolon immediately following the formula to its number can be used.

- Formula editor parameters:



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



• **It is forbidden** to place individual objects (illustrations, captions, formulas) in the middle of the table!

### 12. REFERENCES

- volume is 7-20 sources (excluding review articles);
- Most sources should reflect the current state of research and be not older than 10 years; (bibliographic description of the sources used in the preparation of the article should be presented in the original language) and executed in accordance with the standard DSTU 8302: 2015.

13. All bibliographic descriptions of sources should be given in the original language. When referring to documents cited the name of the publication used and (in square brackets in regular font) its number in the list should be indicated, for example: «... and are determined by the tariff scheme of the Price list 0–01 [2] ».

14. The list should include modern English literature not older than 5 years.

15. The intervals between the elements of the material are as follows:

- UDC - authors - 2;
- authors - title of the article - 3;
- title of the article - annotation - 2;
- annotation - main text - 1;
- main text - the name of the table (upper edge of the figure, diagrams, charts) -2;
- name of the table - its upper edge (lower edge of the figure, charts, diagrams - their names) - 1;
- the lower edge of the table (name of the figure, diagram, charts) - the main text -2;
- main text - copyright mark - 1;
- main text - REFERENCES - 1;
- REFERENCES - list of references - 1.

**If the publication is not entirely in English**, each non-English publication should be accompanied by an annotation in English of at least 1800 characters, including keywords.

The format of the text block in English and Latin should meet the requirements for the drawing-up of the article: full list (co) authors; information about (co) authors; article title; annotation; keywords and should be located across the width of the page after the REFERENCES.

**References** is a transliterated bibliography (Latin letters), APA standard and presented after the English annotation.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

1. Transliterated list of literature, in accordance with the requirements of scientometric databases SCOPUS and Web of Science, is a complete analogue of the bibliography and is performed by transliteration of the language of the original in Latin. The order and number of sources in the bibliography must remain unchanged. References to English-language sources are not transliterated.

2. The list of references should be executed in compliance with the ARA standard (American Psychological Association).

3. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of January 27, 2010 № 55 "On streamlining transliteration of the Ukrainian alphabet in Latin" approves the official transliteration of Ukrainian Latin alphabet. Establishes the current rules for transliteration of surnames and names of citizens of Ukraine in Latin in foreign passports. Online transliterator (<http://translit.kh.ua/?passport>).

4. On the website [http://shub123.ucoz.ru/Sistema\\_transliterazii.html](http://shub123.ucoz.ru/Sistema_transliterazii.html) you can use for free the program for transliteration of Russian text into Latin in terms of the Transliteration rules of the US State Department.