

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорту

**ІТТ** | ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ  
ТРАНСПОРТНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ



# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

III МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**Тези доповідей**



22-23 листопада 2022 р., Харків, Україна

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 3-ої міжнародної  
науково-технічної конференції**

**«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

Харків 2022

3-я міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 22-23 листопада 2022 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 225 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за чотирьма напрямками: розвиток інтелектуальних технологій при управлінні транспортними системами; транспортні системи та логістика; інтелектуальне проектування та сервіс на транспорті; функціональні матеріали та технології при виготовленні та відновленні деталей транспортного призначення.

## ЗМІСТ

### Секція РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНИМИ СИСТЕМАМИ

ОРГАНІЗАЦІЯ ПОДОРОЖЕЙ ПА САЖИРІВ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ КРАУДСОРСИНГОВИХ ДАНИХ ПРО ТРАФІК <b>Т.В. Бутько, Т. Horsin, Ю.І. Ящук .....</b>	14
ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОПУСКУ ШВИДКІСНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ <b>Т.В. Бутько, Д.А. Гайдук, В.С. Гарвона.....</b>	16
ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ НА ОСНОВІ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ <b>Т. В. Бутько, А. В. Топчій, К. А. Ступницька.....</b>	18
ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ВАГОНОПОТОКАМИ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ <b>Г.С. Бауліна, Г.Ю. Прокопенко, О.В. Антонова.....</b>	20
ІНОЗЕМНИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ <b>Т.В. Головка, І.С. Демченко.....</b>	21
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СВІТОГО ДОСВІДУ МІСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ ДЛЯ ДОСТАВКИ ОСТАННЬОЇ МИЛІ В УКРАЇНІ <b>О.О. Грекова, А.С. Галкін.....</b>	23
ОПТИМІЗАЦІЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАГОНОПОТОКІВ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ МЕРЕЖІ В УМОВАХ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ <b>П.В. Долгополов, О.Є. Думбасар, М.І. Назаренко.....</b>	26
УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗЛА В УМОВАХ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ <b>П.В. Долгополов, Ю.М. Бондар, Д.С. Гордієнко.....</b>	27
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ СКЛАДАННЯ ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ АВТОМАТИЗАЦІЇ <b>А.М. Кисельова, Ю.С. Мінейкіс, Т.І. Руденко.....</b>	29
АДАПТИВНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ <b>Д.В. Константинов, Д.А. Бєліков, А.А. Кубінський, О.П. Опанасюк.....</b>	30

ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛУ РЕЙОК, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ЇХ КОНСТРУКЦІЙНУ МІЦНІСТЬ <b>І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов, А.В. Захаров.....</b>	208
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИСОКОМІЦНИХ РАДІОПРОЗОРИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ БРОНЕЗАХИСТУ <b>С.О. Рябінін, Л.В. Волошина.....</b>	209
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРИТТІВ, ОТРИМАНИХ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОЮ НАПЛАВКОЮ СПЛАВУ $Si_3N_4+FeSi_2+Si$ , МОДИФІКУЮЧОГО МАЛОВУГЛЕЦЕВУ НИЗЬКОЛЕГОВАНУ СТАЛЬ <b>О.В. Сайчук, І.М. Рибалко, А.В. Захаров.....</b>	211
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ ПОКРИТТІВ ПАРООКСИДУВАННЯМ ІЗ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СОЛЕЙ <b>Л.А. Тимофєєва, І.П. Козловська, О.С. Гарбуз.....</b>	213
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРИТТІВ МУЛЬТИФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ <b>С.С. Тимофєєва, М.А. Колесник.....</b>	215
СТРУКТУРА ШТАМПОВОЇ СТАЛІ К390 ПІСЛЯ ОБРОБКИ ЛАЗЕРНИМ ПРОМЕНЕМ <b>В.Г. Єфременко, І. Петришинець, В.І. Зурнаджи, В. Пухи, Ю.Г. Чабак, Б.В. Єфременко.....</b>	217
НАУКОВІ ОСНОВИ ЛЕЗОВОЇ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ, ВІДНОВЛЕНИХ І ЗМІЦНЕНИХ НАПИЛЕННЯМ ТА НАПЛАВЛЕННЯМ <b>С.А. Клименко, М.Ю. Копєйкіна.....</b>	219

що припрацювання деталей з такими покриттями відбувається в 2-3 рази швидше, також одержали стабільне значення коефіцієнту тертя на протязі випробувань, температура масла в зоні контакту не змінювалася [4].

До переваг даної технології також віднесемо значне скорочення часу на обробку деталі порівняно з традиційними технологіями ХТО; забезпечення насичення у важкодоступних місцях; відносно невелика собівартість, ресурсозбереження і екологічна чистота, завдяки низькій концентрації насичуючих елементів у розчині.

1. Timofeeva, L.A./ Surface modification of machine parts made of iron– carbon alloys operating under conditions of friction and wear / L.A. Timofeeva, S.S. Timofeev, A.Y. Dyomin et al. // J. of friction and wear. – 2018. Vol. 39, No. 3, pp. 283–289.
2. Тимофеева, Л.А. Визначення технологічних параметрів процесу обробки в залежності від експлуатаційних властивостей покриття / Л.А. Тимофеева, Л.В. Волошина // Вісник НТУ «ХП». Серія нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП», 2012. – № 66. – С. 20–23.
3. Волошина, Л.В. Визначення та оптимізація параметрів нової технології залежно від заданих властивостей покриття / Л.В. Волошина // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 134. – С. 224–229.
4. Волошина, Л.В. Аналіз технологічних параметрів процесу нанесення зносостійкого покриття / Л.А. Тимофеева, Л.В. Волошина, П.М. Гордієнко // Зб. наук. праць УкрДУЗТ. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – Вип. 170. – С. 13–19.

**УДК 621.729.92**

## **СТРУКТУРА ШТАМПОВОЇ СТАЛІ К390 ПІСЛЯ ОБРОБКИ ЛАЗЕРНИМ ПРОМЕНЕМ**

### **THE STRUCTURE OF COLD-WORK TOOL STEEL K390 AFTER LASER BEAM TREATMENT**

*докт. техн. наук В.Г. Єфременко<sup>1</sup>, PhD И. Петришинец<sup>2</sup>,*

*канд. техн. наук В.І. Зурнадзю<sup>1</sup>, PhD Пухи В.<sup>2</sup>,*

*канд. техн. наук Чабак Ю.Г.<sup>1</sup>, канд. техн. наук Єфременко Б.В.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>«Приазовський державний технічний університет» (м. Маріуполь, Україна)*

*<sup>2</sup>«Інститут матеріалознавства» (м. Кошице, Словаччина)*

*Efremenko V.G., Petryshynets I., Zurnadzhy V.I.,*

*Puchy V., Chabak Yu.G., Efremenko B.V.*

*<sup>1</sup>«Pryazovskyi State Technical University» (Mariupol, Ukraine)*

*<sup>2</sup>«Institute of Materials Research» (Kosice, Slovakia)*

В роботі досліджено вплив лазерної обробки на структуру (рис. 1) і твердість порошкової сталі К390 (Buhler), яку використовують для виготовлення штампів холодного штампування [1, 2]. Хімічний склад сталі; 2,3 % С; 0,5 % Si; 4 % Cr; 1,8 % Mo; 8-9 % V; 0,8-1,0 % W; 1-1,5 % Co.

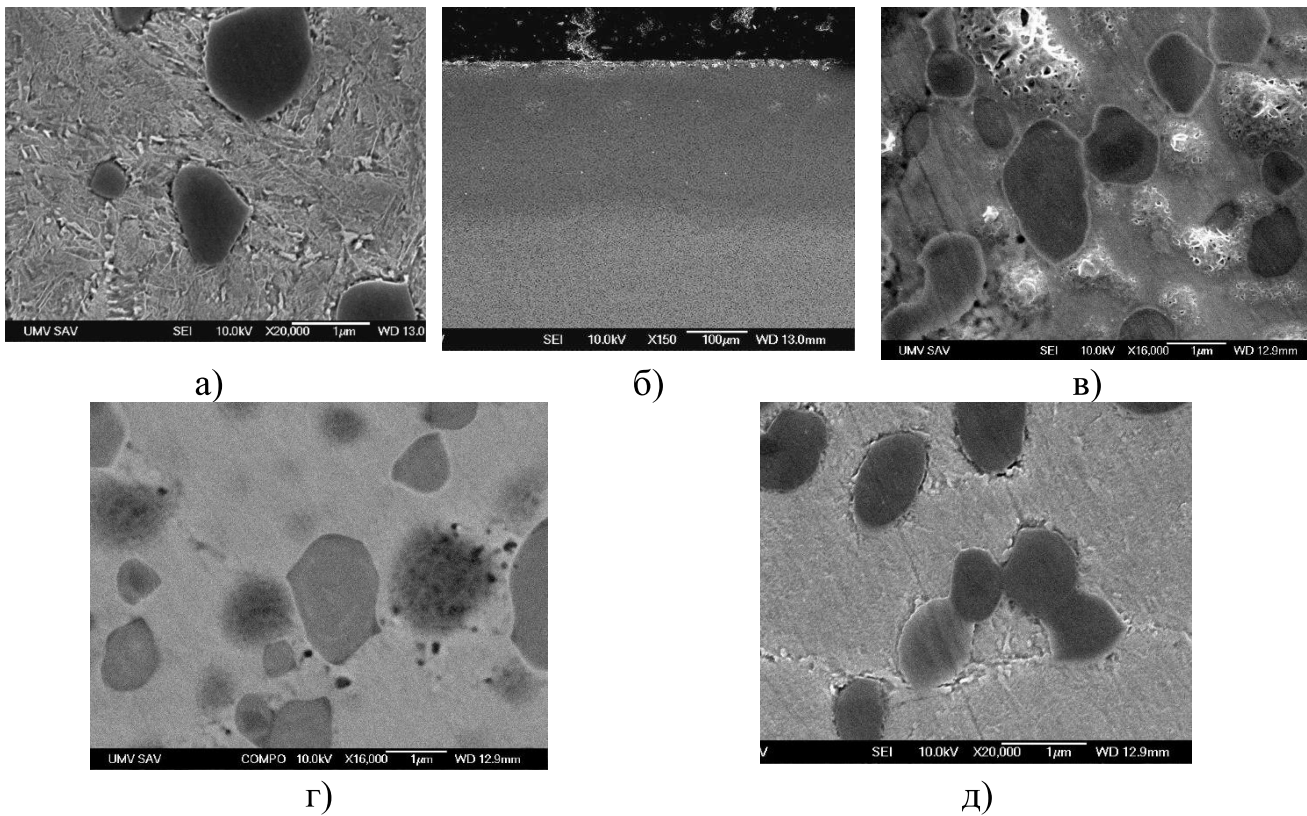
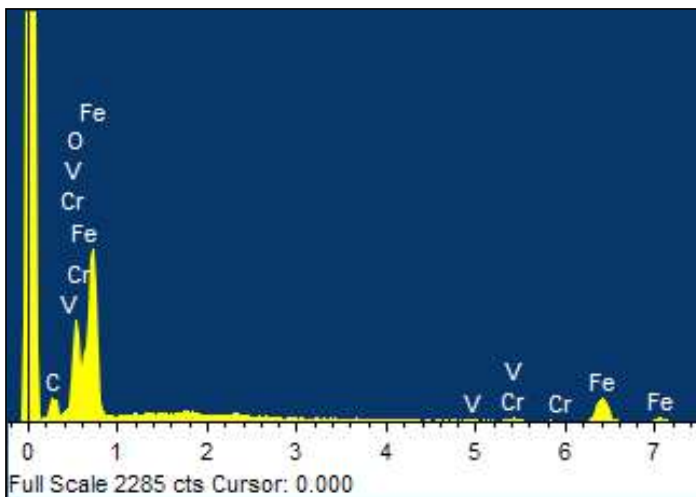


Рис. 1. Структура сталі К390: основа (а), загальний вигляд поверхнього шару (б), оксиди (в, г), мікроструктура в зоні лазерної обробки (д)

Зразки сталі попередньо піддавали стандартній термічній обробці (гартування від 1180 °С в масло, 3-х кратний відпуск при 500 °С). Після такої обробки твердість становила  $763 \pm 3$  HV<sub>20</sub>, а структура складалась із великих сфероїдальних карбідів (V,Mo,W,Cr)C (0,3-2 мкм) та матриці із голчастого мартенситу із дисперсними карбідами переважно по границях зерен (діаметр зерен – 1-3 мкм) (рис. 1,а). Обробку поверхні виконували за допомогою лазера «TruFiber 400» (TRUMPF), довжина хвилі - 1064 нм. Обробку проводили без оплавлення поверхні за таких параметрів: потужність – 400 Вт, діаметр плями – 0,6 мм, 50 % перекриття доріжок, швидкість сканування – 30 мм/с.

Після лазерної обробки відбулися зміни структури на глибину 220-240 мкм. Біля самої поверхні (20-40 мкм) в структурі виявлено оксиди у вигляді кулястих включень діаметром до 1 мкм (рис. 1, г,д). Оксидна природа цих включень підтверджена спостереженням структури в режимі «Back-Scattered Electron» (рис. 1,д), а енерго-дисперсійною спектроскопією (EDS) (рис. 2). В зоні залягання оксидів твердість складала  $643 \pm 36$  HV<sub>20</sub>.



Element	Weight%
C K	6.29
O K	10.83
V K	1.71
Cr K	3.02
Fe K	78.15
Totals	100.00

а)

б)

Рис. 2 EDS-спектр (а) та хімічний склад (б) оксидного включення

На більшій відстані від поверхні структура складалась із карбідів ванадію незмінених розмірів та форми та матриці, яка набула більш однорідного малюнку, без вираженої голчастості, характерної для мартенситу. Твердість в цій зоні зросла до  $855 \pm 14 \text{ HV}_{20}$ , тобто перевищила твердість вихідної структури. Причиною може бути часткове розчинення вторинних карбідів при лазерному нагріві, що підвищило вміст вуглецю та легуючих елементів в матриці. Дослідження виконані в рамках українсько-словацького наукового проекту (№ 0122U200119).

[1] Böhler K390 Microclean. <http://www.bohler-edelstahl.com>

[2] Sturm R., Stefanikova M., Petrovic D. S. Influence of pre-heating on the surface modification of powder-metallurgy processed cold-work tool steel during laser surface melting // Applied Surface Science. – 2015. – vol. 325. – P. 203-210.

УДК 621.9.416

## НАУКОВІ ОСНОВИ ЛЕЗОВОЇ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ, ВІДНОВЛЕНИХ І ЗМІЦНЕНИХ НАПИЛЕННЯМ ТА НАПЛАВЛЕННЯМ

### SCIENTIFIC BASIS OF MECHANICAL PROCESSING OF PARTS, REPAIRED AND REINFORCED BY SPRAYING AND WELDING

*Член-кореспондент НАН України, док. техн. наук С.А. Клименко,  
канд. техн. наук М.Ю. Конєйкіна  
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.Н. Бакуля НАН України (м. Київ)*

*S. Klymenko, Corresponding Member of NAS of Ukraine, Dr. Tech. Sci.,  
M. Kopeikina, Cand. Tech. Sci.  
V.N. Bakul Institute of Superhard Materials NAS of Ukraine (Kyiv)*