



Всеукраїнська громадська організація
Асоціація технологів-машинобудівників України
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля
НАН України
ТОВ «ТМ.ВЕЛТЕК»
ТОВ «НПП РЕММАШ»

Український державний університет залізничного транспорту
Суспільство інженерів-механіків Національного технічного
університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ПАТ «Ільницький завод МЗО»
Машинобудівний факультет Белградського університету

ІНЖЕНЕРІЯ ПОВЕРХНІ ТА РЕНОВАЦІЯ ВИРОБІВ

**Матеріали 25-ї Міжнародної
науково-технічної конференції**

10–12 червня 2025 р.

Київ – 2025

Житомир –  – 2025

Інженерія поверхні та реновація виробів: Матеріали 25-ї Міжнародної науково-технічної конференції, 10–12 червня 2025 р.
– Київ: АТМ України, 2025. – 116 с.

ISBN 978-617-581-674-5

Наукові напрямки конференції

- Наукові основи інженерії поверхні:
 - матеріалознавство
 - фізико-хімічна механіка матеріалів
 - фізико-хімія контактної взаємодії
 - зносо- та корозійна стійкість, міцність поверхневого шару
 - функціональні покриття поверхні
 - технологічне управління якістю деталей машин
 - питання трибології в машинобудуванні
- Технологія ремонту машин, відновлення і зміцнення деталей
- Впровадження стандартів ДСТУ ISO 9001 у промисловості, вищих навчальних закладах, медичних установах і органах державної влади
- Метрологічне забезпечення ремонтного виробництва
- Екологія ремонтно-відновлювальних робіт

Матеріали представлені в авторській редакції

УДК 658.516

ISBN 978-617-581-674-5

© АТМ України, 2025

© ПП «Рута», 2025

та марганцю (Mn) 0,1–0,4% здатних утворювати з'єднання MnS, яке виступає в ролі твердого змащення в зоні різання, в порівнянні із сірим чавуном.

Одним з шляхів підвищення стійкості та продуктивності обробки CGI є створення в контактній зоні різання змащувального шару. Формування такого шару можливе за рахунок створення композитів, в тому числі на основі КНБ, які будуть містити у своєму складі високотемпературні з'єднання із ефектом твердого змащення. Перспективними добавками є з'єднання MnS, WS₂, MoS₂, h-BN, Al₂O₃ у кількостях 1–5 мас.% без сильного зниження міцності різальних композитів.

Література

1. Machining of Compacted Graphite Iron: A review / L. J. Sirtuli et al. Journal of Materials Processing Technology. 2024. P. 118553.
2. S. Dawson, I. Hollinger, M. Robbins, J. Daeth, U. Reuter, H. Schulz, The effect of metallurgical variables on the machinability of compacted graphite iron, in: SAE Technical Papers, 2001.
3. Investigation of tool wear mechanisms in CGI machining / G. Grenmyr et al. International Journal of Mechatronics and Manufacturing Systems. 2011. Vol. 4, no. 1. P. 3.
4. Formation mechanism of alumina layer in protecting cubic boron nitride inserts in turning cast irons / D. Nguyen et al. International Journal of Machine Tools and Manufacture. 2020. Vol. 153. P. 103539.

*Комарова Г.Л., Хайнський Є.В. Український
державний університет залізничного транспорту
Лалазарова Н.О. Харківський національний
автомобільно-дорожній університет, Харків*

ІНЖЕНЕРІЯ ЯКОСТІ ОКСИДНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ВИРОБІВ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

У контексті сучасного технічного прогресу та зростаючих екологічних вимог актуальним напрямом підвищення якості та довговічності металевих деталей транспортного призначення є впровадження екологічно безпечних, енергоефективних технологій обробки поверхні. Однією з таких технологій є пароокисдування – термохі-

мічний метод насичення металевих поверхонь оксидами заліза за рахунок обробки перегрітим водяним паром. Її екологічність, економічність і технологічна гнучкість дають змогу створювати високоефективні оксидні покриття з керованими фізико-механічними властивостями. Особливої уваги заслуговують дослідження впливу електричного поля на процес формування оксидної плівки під час парооксидування, що дозволяє регулювати фазовий склад покриття.

Проведені експериментальні дослідження з парооксидування сталі 20 за різних температурних режимів (450 °C і 600 °C) з використанням і без використання електричного поля напруженістю $2 \cdot 10^6$ В/м дозволили встановити вплив температури та електричного поля на фазовий склад захисної плівки. Результати рентгенофазового аналізу оксидних плівок наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Фазовий склад оксидної плівки, отриманої парооксидуванням сталі 20 (%)

Температура, °C	Електричне поле	Гематит (Fe ₂ O ₃)	Магнетит (Fe ₃ O ₄)	Вюстит (FeO)
450	відсутнє	15 %	85 %	—
	присутнє			—
600	відсутнє	10 %	55 %	35 %
	присутнє	12 %	56 %	32 %

Як видно з табл. 1, при підвищенні температури до 600 °C у структурі плівки з'являється вюстит (FeO), а кількість магнетиту (Fe₃O₄) зменшується. Вплив електричного поля виявляється більш відчутним при нижчих температурах, де воно стимулює активне перенесення іонів кисню, підвищуючи вміст гематиту. Це підтверджується також результатами аналізу дифрактограм (рис. 1), які візуалізують динаміку зміни фазового складу залежно від параметрів обробки

Наявність гематиту забезпечує високу хімічну стійкість покриття, тоді як магнетит підвищує його зносостійкість. Можливість регулювання співвідношення фаз завдяки електричному полю дозволяє оптимізувати структуру покриття для досягнення необхідних триботехнічних властивостей у транспортному машинобудуванні. За умов зменшення температури електричне поле відіграє ключову роль у керуванні процесами оксидзації завдяки зростанню інтенсивності міграції кисневих іонів.

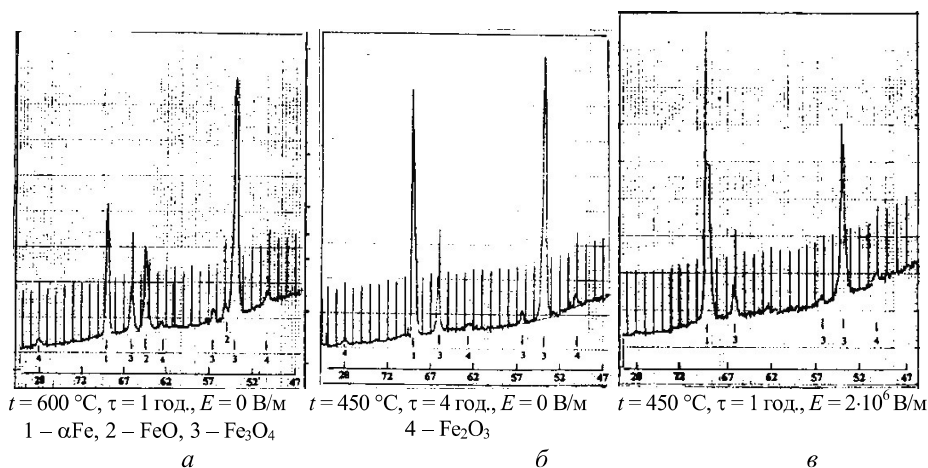


Рис. 1 – Дифрактограми захисних покриттів

Таким чином, застосування електричного поля дозволяє зберегти якісний фазовий склад, характерний для високотемпературного режиму, за умов зниження температури процесу, що значно підвищує енергоефективність.

Фізико-хімічний механізм дії електричного поля пов'язаний з посиленням міграції іонів кисню до поверхні металу, що сприяє зміні фазової рівноваги в системі $\text{Fe}-\text{O}$ та керованому формуванню товщини і складу оксидної плівки. Це підтверджено результатами рентгеноструктурного аналізу та сканувальної електронної мікроскопії, які засвідчили сталість фази гематиту при зміні параметрів обробки та виявили зростання щільності й однорідності плівки.

З метою метрологічного забезпечення процесу пареооксидавання необхідним є постійний контроль температури, вологості, напруженості електричного поля та часу експозиції, а також застосування сертифікованих методів неруйнівного контролю для оцінки структури та товщини покриттів. Визначення параметрів якості, таких як адгезія, твердість, зносостійкість та корозійна стійкість, дозволяє класифікувати отримані покриття відповідно до міжнародних стандартів, зокрема ISO 9227.

Запропонований підхід створює нові можливості для застосування пареооксидавання в транспортному машинобудуванні, зокрема для виготовлення чи ремонту деталей, що працюють в умовах підвищених навантажень та агресивного середовища — колісних пар, гальмівних дисків, корпусів редукторів, рам та елементів кріплення.

Отже, поєднання термохімічного насичення паром із впливом електричного поля є перспективним напрямом підвищення експлуатаційної надійності транспортних виробів при одночасному зниженні температури та екологічного навантаження, що відповідає принципам сталого розвитку та ресурсозбереження.

Література

1. Комарова, Г. Вплив феримагнітного резонансу на перетворення мікрохвильової енергії системою, що складається з двох циліндрів в механічну / Г. Комарова // Радіотехніка. – 2023. – № 1(212). – С. 102–114.
2. ДСТУ EN ISO 9227:2022. Випробування на корозію в штучній атмосфері. Випробування сольовим туманом (EN ISO 9227:2017, IDT; ISO 9227:2017, IDT) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://online.budstandart.com/ua/catalog/searchdoc.html?request=ISO+9227&langbs=ua>.
3. Комарова, Г. Л., Светош, В. Ю. Підвищення якості деталей машин сучасними методами нанесення покриттів / Г. Л. Комарова, В. Ю. Светош // 4-та міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», 27–28 листопада 2023 р. : тези доповідей. – Харків : УкрДУЗТ, 2023. – С. 314–316.

Кузін О.А., Копилов В.І., Петренко В.В. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ
Кузін М.О. Національний університет «Львівська політехніка», Львівський науково-дослідний інститут судових експертиз, Львів

ПІДВИЩЕННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ДЕТАЛЕЙ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ НАПЛАВЛЕННІ І ЗВАРЮВАННІ

Для виготовлення залізничних конструкцій широко використовують сталі з обмеженою і важкою зварюваністю, що містять понад 0,45% вуглецю і є схильними до утворення тріщин при ремонтах та експлуатації виробів.

Оптимізація процесів технологічної обробки деталей вимагає встановлення зв'язку між кількісними параметрами структурно-енер-

ЗМІСТ

<i>Аврамчук С.К., Волкогон В.М., Кравчук А.В.</i> СУЧАСНА МЕТОДОЛОГІЯ ТА НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА	3
<i>Балицька Н.О.</i> ЗМОЧУВАНІСТЬ ФРЕЗЕРОВАНИХ ПОВЕРХОНЬ СПЛАВУ NiTi	5
<i>Бурикін В.В., Мановицький О.С.</i> ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОТВОРІВ У ВИРОБАХ З КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	6
<i>Бутенко В.М., Чуб С.Г.</i> ПОКРАЩЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН КООРДИНАТНО-ВИМІРЮВАЛЬНИМИ МАШИНАМИ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ПРОГРАМНИХ КОМПОНЕНТІВ	9
<i>Вислоух С.П., Волошко О.В., Юрковець В.І.</i> МОДЕЛЮВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОЄДНАННЯ ВІСЕСИМЕТРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ	12
<i>Волошина Л.В., Роценко О.В., Шипіло Р.Г.</i> РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ АДАПТИВНОЇ МЕТОДИКИ КАЛІБРУВАННЯ ЛІНІЙНО-КУТОВИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯМ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ	16
<i>Гнатенко І.О., Андреев І.В.</i> ВПЛИВ ЗВ'ЯЗУЮЧОГО МЕТАЛУ НА ВЛАСТИВОСТІ ВОЛЬФРАМОВИХ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ	18
<i>Даниленко Ю.А., Сарасва В.А.</i> ЯК ПРАЦЮВАТИМУТЬ ТК ЗА НОВИМИ ПРАВИЛАМИ: КЛЮЧОВІ ЗМІНИ У ДСТУ 1.14:2024	20
<i>Клименко С.А., Манохін А.С., Клименко С.Ан., Чумак А.О., Мельничук Ю.О., Копсикіна М.Ю., Найдено А.Г., Филипович А.С.</i> КОМПОЗИТИ ІЗ ПОРОШКІВ cBN З ПОКРИТТЯМ ДЛЯ РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ	23
<i>Клименко С.Ан., Манохін А.С., Чумак А.О., Клименко С.А., Мельничук Ю.О., Zhang Hao, Stelmakh O.U.</i> ЗНОС ІНСТРУМЕНТУ З PcbN ПРИ ТОЧІННІ СТАЛЕЙ ВИСОКОЇ ТВЕРДОСТІ В УМОВАХ ДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ	25

<i>Клименко С.Ан., Чумак А.О., Манохін А.С., Клименко С.А., Рижов Ю.Е., Копейкіна М.Ю., Найдено А.Г.</i> ВПЛИВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ НА ОБРОБЛЮВАНІСТЬ ВИСОКОМІЦНИХ ЧАВУНІВ (ОГЛЯД)	28
<i>Комарова Г.Л., Хайнський Є.В., Лалазарова Н.О.</i> ІНЖЕНЕРІЯ ЯКОСТІ ОКСИДНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ВИРОБІВ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	30
<i>Кузін О.А., Копілов В.І., Петренко В.В., Кузін М.О.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ДЕТАЛЕЙ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ НАПЛАВЛЕННІ І ЗВАРЮВАННІ	33
<i>Куць Н.Г., Добровольська Л.Н.</i> НАНОІНЖЕНЕРІЯ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ ТЕРТЯ НА ТРАНСПОРТІ	36
<i>Лавріненко В.І., Льницька Г.Д., Смоквіна В.В., Логінова О.Б., Зайцева І.М., Тимошенко В.В., Діюк В.Є.</i> ОЦІНКА ПОВЕРХНЕВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИСОКОМІЦНИХ ШЛІФПОРОШКІВ АЛМАЗУ	38
<i>Лавріненко В.І., Скрябін В.В., Полторацький В.Г., Петасюк Г.А., Ситник Б.В., Солод В.Ю., Музичка В.А.</i> СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В НАПРЯМКУ ЗАСТОСУВАННЯ КАРБІДНИХ ПОКРИТТІВ НА АЛМАЗНИХ ЗЕРНАХ	41
<i>Лавріненко В.І., Смоквіна В.В., Льницька Г.Д., Скрябін В.О., Бологов П.І., Кошкін О.М., Солод В.Ю., Проц Л.А.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АЛМАЗНОГО ІНСТРУМЕНТУ ШЛЯХОМ ЗМІНИ ХАРАКТЕРИСТИК ШЛІФПОРОШКІВ АЛМАЗІВ АДГЕЗІЙНО-МАГНІТНИМ СОРТУВАННЯМ В РІДИНІ	45
<i>Ланкін Ю.М., Семікін В.Ф., Байштрюк Є.М., Романова І.Ю., Рибницька І.О., Страшко Р.В.</i> ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ З РЕГУЛЯТОРОМ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ/СТРУМУ	49
<i>Логінова Ю.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ УПРАВЛІННЯ РИЗИКІВ ДЛЯ ЯКОСТІ В ЗВАРЮВАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ	50
<i>Лопата Л.А., Буйських К.П., Лопата О.В., Солових А.Є.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ КОМПОЗИЦІЙНИМИ ПОКРИТТЯМИ	54

<i>Лопата В.М., Качинська І.Р., Черновол М.І., Катеринич С.Є.</i> ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ГАЗОПОЛУМЕНЕВОГО НАПИЛЕННЯ СКЛОЕМАЛЕВИХ ПОКРИТТІВ	58
<i>Лупкін Б.В., Андреев О.В., Andrzej Dzierwa, Антонюк В.С., Вислоух С.П., Волошко О.В.</i> ОЦІНКА ОБРОБЛЮВАНOSTІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ МАРКИ AL-БОР В ПРОЦЕСІ РОЗРІЗАННЯ	62
<i>Олійник Н.О., Ільницька Г.Д., Петасюк Г.А., Базалій Г.А., Заболотний С.Д., Сизоненко О.М., Рудь В.Д., Циба М.М.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКУВАННЯ ПОРОШКІВ СИНТЕТИЧНОГО АЛМАЗУ СПОСОБОМ ІМПУЛЬСНОГО ОБРОБЛЕННЯ ВИСОКОВОЛЬТНИМИ ЕЛЕКТРИЧНИМИ РОЗРЯДАМИ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ	67
<i>Петасюк Г.А., Петасюк О.У.</i> ОРИГІНАЛЬНЕ МЕТОДИЧНО-ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СПРОЩЕНОЇ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ В ЗАДАЧАХ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА	69
<i>Посвятенко Н.І., Посвятенко Е.К., Будяк Р.В.</i> ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ РОЗРОБКИ КОМБІНОВАНОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ОБРОБКИ ГЛИБОКИХ ОТВОРІВ	72
<i>Рябченко С.В., Сільченко Я.Л., Федоренко В.Т.</i> ШЛІФУВАННЯ ЗАГАРТОВАНИХ СТАЛЕЙ АБРАЗИВНИМИ КРУГАМИ ІЗ ЗОЛЬ-ГЕЛІЄВОГО КОРУНДУ	75
<i>Salenko O.F., Kostenko A.O., Orel V.M., Habuzian H.V., Swook Hann</i> POST-TREATMENT AS A MEANS OF ENSURING FUNCTIONAL SURFACE PROPERTIES	77
<i>Сахнюк І.О., Федосєєва І.К., Тітова Г.М., Битков М.Х.</i> ПИТАННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ В ЧАСТИНІ ВІДНОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ	82
<i>Сохань С.В., Сороченко В.Г., Возний В.В.</i> ЕФЕКТИВНИЙ ПРОЦЕС АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ КЕРАМІЧНИХ КУЛЬ ДІАМЕТРОМ ≤ 12 мм	87

<i>Сохань С.В., Сороченко В.Г., Возний В.В.</i> ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСУ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОГО ДОВЕДЕННЯ КЕРАМІЧНИХ КУЛЬ	92
<i>Тимофєєва Л.А., Баглай О.П., Назаренко М.Р.</i> ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ЗВАРЮВАННІ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ	96
<i>Тимофєєва Л.А., Гарбуз О.С., Харченко Б.-А.О.</i> ЗАХИСТ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТИСКУ У ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ	97
<i>Тимофєєв С.С., Волошин Д.І., Сергєєв О.В.</i> СУБМІКРОННІ МІКРОМЕТРИ У МЕТРОЛОГІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ: ВИКЛИКИ, РІШЕННЯ ТА КОНЦЕПЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ВИМІРЮВАНЬ	99
<i>Томашевський О.О., Балицька Н.О.</i> СИЛИ І ТЕМПЕРАТУРИ РІЗАННЯ ПРИ МІКРОФРЕЗЕРУВАННІ АУСТЕНІТНОГО ТА МАРТЕНСИТНОГО СПЛАВУ NiTi	102
<i>Хворостяний В.В., Долгов М.А., Бодунов В.Є., Цисар М.О., Немерцева Н.В.</i> ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ВИПРОБУВАНЬ В УМОВАХ ЗГИНУ З ПОДВІЙНИМ СПІВВІСНИМ КІЛЬЦЕМ ПЛОСКИХ ЗРАЗКІВ ФЛОАТ- СКЛА	104
<i>Цисар М.О., Псярнецька Т.О., Косенчук Т.О., Панасюк Т.С.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЦІ ПРУЖНОСТІ АЛМАЗІВ ТИПУ ІЬ ОКТАЕДРИЧНОГО ГАБІТУСУ, ЩО ВИКОРИСТОУВЮТЬСЯ У ЯКОСТІ РІЗУЧОГО ЕЛЕМЕНТУ ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ	108

Навчальне видання

ІНЖЕНЕРІЯ ПОВЕРХНІ ТА РЕНОВАЦІЯ ВИРОБІВ

Матеріали 25-ї Міжнародної науково-технічної конференції,
10–12 червня 2025 р., Київ

Мови конференції: українська, англійська

Комп'ютерна верстка: Копейкіна М.Ю.

Асоціація технологів-машинобудівників України
04074, м. Київ, вул. Автозаводська, 2

Підписано до друку 02.06.2025
Формат 60×84×1/16.
Ум. вид. арк. 7,25.



Віддруковано в ПП «Рута»
10014, Україна,
м. Житомир, вул. Мала Бердичівська, 17 а,
тел. 0679621687
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №3671 від 14.01.2010
E-mail: ruta-bond@ukr.net