

УДК 621.771

**І.В. Коноваленко, канд. техн. наук, доц.; П.О. Марущак, докт. техн. наук, проф.; М.М. Дзіх; М.Т. Турчин; Ю.І. Рожицький; О.В. Саць**  
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

## **АВТОМАТИЗОВАНЕ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ МЕТАЛЕВИХ ПОВЕРХОНЬ З ДЕФЕКТАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ ДЕФЕКТОМЕТРІЇ**

UDC 621.771

**I.V. Konovalenko, PhD, Assoc. Prof.; P.O. Maruschak, DSc., Prof.; M.M. Dzikh;  
M.T. Turchyn; Yu.I. Rozhitskyi; O.V. Sats**

## **AUTOMATED ASSESSMENT OF THE CONDITION OF METAL SURFACES WITH DEFECTS USING COMPUTERIZED DEFECTOMETRY**

Листовий прокат є одним з основних видів продукції чорної металургії. Його широко використовуються для виготовлення металоконструкцій. Разом з тим є певні технологічні резерви вдосконалення його виробництва, оскільки значна частина готового прокату мають поверхневі дефекти. Одна частина дефектів прокату визначається вихідної заготовки. Інша – пов'язана із особливостями хімічного складу сталей. Третя – з недоліками роботи прокатного обладнання, налаштуванням стану, калібрування, зношеністю. Порушення технології лиття та прокатування інколи комбінуються та посилюють дефектність прокату. У зв'язку з цим, науковий і практичний інтерес представляє встановлення кількісного зв'язку між дефектністю поверхні листових заготовок і технологічними факторами процесу прокатування смуг автоматизованими методами. Встановлення такої залежності дозволить розробити раціональні технологічні режими.

Розроблено та досліджено на тестовому масиві даних класифікатор для розпізнавання пошкоджень типу подряпин та потертостей на металевих поверхнях. Класифікатор побудовано на основі глибокої згорткової нейронної мережі ResNet152. Натренована модель дозволяє з високою точністю розпізнавати на зображеннях наявність дефектів. Усереднена бінарна точність класифікації на тестових даних для всіх зображень (включаючи бездефектні) становить 96.5%. Досліджено, що ансамбль найкраще визначає пошкодження третього класу та неушкоджені поверхні. Модель виявляє більше 86% зображень з дефектами, забезпечуючи при цьому високу влучність – майже 93%.

Дослідження показало, що головну частку помилок складають false positives – 13.9% від зображень з дефектами. При цьому найчастіше модель робить помилки у випадку значної візуальної схожості поверхневих артефактів та дефектів.

Досліджено поля активації нейронів у згорткових шарах моделі. Виявлено, що карти ознак, які при цьому формуються, добре відображують особливості положення, розміру і форми шуканих об'єктів. Показано, що активовано саме ті ділянки згорткових шарів, які відповідають місцям початкового зображення, на яких міститься дефект. Таким чином, модель при виявленні дефектів фокусується саме на їх особливостях. Це дозволяє припустити, що на основі запропонованих моделей нейронних мереж можна побудувати засіб для семантичної сегментації.