

**Секція: МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО, МІЦНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ, БУДІВНИЦТВО**

**Керівники: проф. П. Ясній, проф. П. Стухляк, проф. М. Підгурський, проф. П. Марущак**

**Вчений секретар: доц. Золотий Р.З.**

**УДК 621.762.4:546.261**

**Л.Г. Бодрова, к.т.н., доц, Г.М. Крамар, к.т.н., доц, С.Ю. Мариненко, к.т.н., доц, І.В. Коваль, к.т.н.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МІКРОСТРУКТУРИ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ TiC АВТОМАТИЗОВАНИМ МЕТОДОМ**

**L.G. Bodrova, Ph.D., Assoc. Prof, G.M. Kramar, Ph.D., Assoc. Prof, S.Yu. Marynenko Ph.D., Assoc. Prof, I.V. Koval, Ph.D.**

**DETERMINATION OF QUANTITATIVE MICROSTRUCTURE CHARACTERISTICS OF TiC BASED HARD ALLOYS BY AUTOMATED METHOD**

Існує ряд пакетів прикладних програм, які використовують для кількісного металографічного аналізу мікроструктур. Програмні пакети DF-PSI, СПЕКТР МЕТ 5.6, Intron-Set, IMAGE-SP, тощо, дають можливість визначити кількісні характеристики мікроструктурних складових матеріалів, провести статистичний аналіз їх розподілу, сформувати атласи цифрових зображень і протоколи досліджень. Їх застосовують для одно- і двофазних структур, рівновісних і нерівновісних зерен, для визначення регламентованих характеристик мікроструктурних складових та побудови гістограм розподілу розмірів зерен. Проте, їх практичне використання не дає змоги автоматизувати процес оцінки параметрів багатофазних високодисперсних мікроструктур з необхідною точністю та достовірністю.

Тверді сплави на основі карбиду титану мають типову кільцеву мікроструктуру (ядро-периферійний шар), однак для них параметри структури не регламентовані стандартами.

З метою автоматизації обробки та аналізу металографічних зображень високодисперсних твердих сплавів спільно із науковцями Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України розроблено програмний пакет. Для оброблення зображень використовували різні алгоритми бінаризації, поліпшення контрасту, сегментації, морфологічної фільтрації, виділення меж, а також визначення геометричних параметрів об'єктів аналізу. Для сегментації зображень в автоматичному режимі використали метод, що ґрунтується на оптимізації функцій вартостей, що описують відповідність пікселів на зображення у тому чи іншому об'єкті. Класифікація відбувається автоматично з використанням методів кластерного аналізу. Вхідні зображення з приблизно однаковими параметрами зйомки можна обробляти не поодиночі, а пакетом.

В результаті використання розробленого автоматизованого методу була запропонована процедура виділення карбідних зерен і їх ядер: вихідне зображення обрізали та переходили до півтонового зображення, здійснювали медіанну фільтрацію для згладжування адитивних і імпульсних шумів зображення, покращили контраст методом вирівнювання гістограм, сегментували зображення методом поділу на кластери у псевдокольорах і об'єднували утворені кластери з метою отримання зображення з чотирма типами досліджуваної структури.

В результаті підрахунку площ карбідних зерен, їх ядер, периферійного шару, гомогенних карбідних зерен, середніх розмірів зв'язки будували графіки розподілу розмірів за відповідними діаметрами та їх ймовірнісний розподіл.

Розроблена програма дозволяє визначати кількісні характеристики дрібнодисперсної мікроструктури твердих сплавів з негомогенними карбідними зернами автоматизованим методом.