

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»  
УКРАЇНСЬКЕ ТОВАРИСТВО З МЕХАНІКИ РУЙНУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ  
НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ІМЕНІ ШЕВЧЕНКА



**14-й МІЖНАРОДНИЙ СИМПОЗИУМ  
УКРАЇНСЬКИХ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ  
У ЛЬВОВІ**

Матеріали симпозиуму

**14-th International Symposium of Ukrainian Mechanical Engineers in Lviv**  
Proceedings

**Львів**

**23 — 24 травня 2019 р.**

Ч 665

УДК 531+621+669+681

14-й Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові (м. Львів, 23 травня – 24 травня 2019 р.) : Матеріали симпозіуму. – Львів : КІНПАТРІ ЛТД, 2019. – 174 с.

Опубліковані матеріали доповідей, виголошені авторами на 14-му Міжнародному симпозіумі українських інженерів-механіків у Львові. До збірника увійшли праці, які стосуються проблем статички та динаміки пружних і пружно-пластичних систем, міцності та надійності машин і приладів, математичних основ теорії тріщин, машинознавства, синтезу й оптимізації машинобудівних конструкцій, технології та автоматизації виробництва, функціональних і конструкційних матеріалів, поверхневого оброблення та захисту деталей машин і конструкцій, трибології, зварювального виробництва і діагностики металевих конструкцій, проектування, виготовлення, експлуатації і сервісу транспортних засобів, піднімально-транспортних машин, вібротехніки та вібраційних технологій.

Для наукових працівників, аспірантів, викладачів закладів вищої освіти, інженерів та студентів.

**Редакційна колегія:**

О. Андрейків, І. Дмитрах, Б. Кіндрацький (голова), Р. Качмар (секретар),  
Р. Кушнір, О. Ланець, В. Панасюк, Г. Сулим

© Національний університет «Львівська політехніка»,

автори, 2019 р.

© Оформлення ТзОВ «КІНПАТРІ ЛТД», 2019 р.

<b>СЕКЦІЯ 5. Сучасні матеріали, поверхнєве оброблення та захист деталей машин і конструкцій .....</b>	<b>155</b>
Дзюбик А. Особливості формування залишкових зварювальних деформацій при застосуванні різних типів зварних швів .....	155
Зінь І., Похмурський В., Тимусь М., Корній С., Хлопик О. Застосування природного полісахариду для захисту сталі від корозії .....	156
Колесніков В. Дослідження механічної обробки аустенітної високонікелевої сталі (ЕП33, 10Х11Н23ТЗМР) .....	157
Лаврись С., Погрелюк І. Триботехнічна поведінка титанового сплаву VT22 з поверхневими модифікованими шарами .....	159
Паздрій І., Склярчук В. Структурні критерії формування фазового складу еквіатомних сплавів .....	161
Посвятенко Е., Аксьом П., Будяк Р. Поліпшення оброблюваності різанням пластичних матеріалів. 163	
Пулька Ч., Сенчишин В., Шарик М. Пристрій для керування енергоощадним режимом при індукційному наплавленні тонких елементів конструкцій .....	164
Стечишин М., Курской В., Лук'янюк М., Люховець В. Фізико-хімічні властивості та зносостійкість азотованої сталі 38ХМЮА .....	166

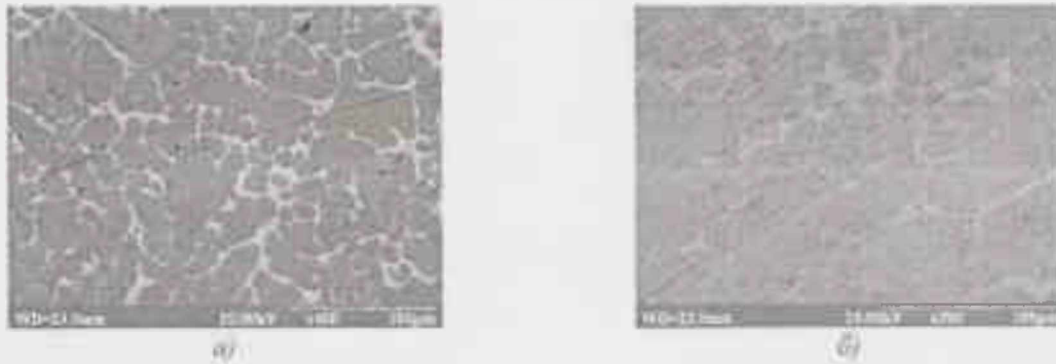


Рис. 2. Електронно-мікроскопічні зображення структури ВЕС: а – AlCoCuFe, б – AlCoCuFeNi

Аналізуючи результати експериментів, можна стверджувати, що у сплавах AlCoCuFe та AlCoCuFeNi формується двофазна суміш твердих розчинів з ОЦК та ГЦК-ратками. При зменшенні частки атомів Al прослідковується тенденція до розупорядкування твердого розчину ОЦК-фази. Встановлено, що сплави характеризуються дендритною будовою, в якій збагачена Cu ГЦК-фаза виділяється в проміжках між дендритами основної ОЦК-фази. Виявлено кореляцію мікротвердості сплавів з об'ємною часткою фазових складових.

На дифрактограмі сплаву AlCoCuFe (рис. 1, а) спостерігаються дві системи дифракційних максимумів, що відповідають упорядкованому твердому розчину з ОЦК-раткою (структурний тип B2) та твердого розчину з ГЦК-раткою (структурний тип A1). В результаті обробки дифракційних даних виявлено суттєве збільшення параметра комірки ГЦК-фази у порівнянні з чистим Cu ( $a \approx 0,365$  нм) та наявність значної деформації кристалічної ґратки, як ГЦК (0,2 %) так і ОЦК-фази (0,24 %). Можна вважати, що основною причиною вказаних структурних змін є присутність в твердому розчині більших за розміром атомів Al. Мікроструктура сплаву є дендритною (рис. 2, а) яка збагачена атомами Fe та Co (~30 ат.%) і відповідає упорядкованій ОЦК-фазі. Світлі ділянки ГЦК-твердого розчину формуються в міждендритному просторі і являють собою збагачений Cu твердий розчин (78 ат.%).

У сплавах AlCoCuFeNi (рис. 1, б) спостерігаються дві системи дифракційних максимумів відповідно упорядкованої ОЦК (структурний тип B2) та ГЦК (A1) фаз. Причому збільшується об'ємна частка ГЦК-фази. На мікроструктурі сплаву (рис. 2, б) характерні темні (дендрити) та світлі (міждендритні) області. Темні області, що збагачені елементами Fe, Co та Ni відповідають упорядкованій ОЦК-фазі, а світлі області, навпаки, характеризуються високим вмістом Cu (36,5 ат.%) і відповідають твердому розчину з ГЦК-раткою.

1. Yeh J.-W., Chen S.-K., Lin S.-J., Gan J.-Y., Chou Ts.-Sh., Shun T.-Ts., Tsau Ch.-H., Chang Sh.-Y. *Nanostructured High-Entropy Alloys with Multiple Principle Elements: Novel Alloy Design Concepts and Outcomes* // *Advanced Engineering Materials*, 2004, 6 №8, 299-303. 2. Wang Y.P., Li B.Sh., Heng Zh.F. *Solid Solution or Intermetallics in a High-Entropy Alloy* // *Advanced Engineering Materials*, 2009, 11 № 8, 641-644.

УДК 621.919

## ПОЛІПШЕННЯ ОБРОБЛЮВАНОСТІ РІЗАННЯМ ПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

### IMPROVEMENT OF MACHINABILITY BY CUTTING PLASTIC MATERIALS

Едуард Посвятенко<sup>1</sup>, Петро Аксьом<sup>1</sup>, Руслан Будяк<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний транспортний університет,  
вул. Омеляновича-Павленка, 1, м. Київ, 01019, Україна;

<sup>2</sup>Вінницький національний аграрний університет,  
вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна.

*Preliminary cold plastic deformation of materials is one of the effective methods of improving the machinability of cutting materials: steel, copper, brass, deformable aluminum, magnesium, titanium and other alloys. In the process of cold plastic deformation, a part of the work that the cutting tool should perform is performed, especially at low and medium cutting speeds (stretching, drilling, milling, threading and teeth cutting, etc.).*

Попереднє холодне пластичне деформування (ХПД) матеріалів є одним з ефективних методів поліпшення оброблюваності різанням цих матеріалів: сталі, міді, латуні, деформівних алюмінієвих, магнієвих, титанових та інших сплавів. У процесі ХПД виконується частина роботи, яку мав би виконати різальний інструмент, особливо на низьких та середніх швидкостях різання (протягування, свердління, фрезерування, нарізання різьби та зубців тощо).

У результаті численних експериментів на пластичних феритних, феритно-перлітних та аустенітних сталях марок 10, 20Г, 40Х, 40Х13, 08Х18Н10, 12Х15Г9НД та 110Г13Л з використанням мастильно-охолоджувальних екологічно чистих рідин рослинного походження і сульфозфрезолу Р встановлено наступне.

Для підвищення оброблюваності пластичних сталей як основного конструкційного матеріалу та матеріалу захисних покриттів рекомендується застосовувати попереднє об'ємне холодне пластичне деформування з використанням екологічно чистих мастил рослинного походження. Таке поєднання дозволяє отримати спільний позитивний ефект при різанні з боку зони стружкоутворення і контактної зони на передній поверхні інструмента. Поліпшення оброблюваності при використанні попереднього холодного пластичного деформування пояснюється збільшенням густини дислокацій. Їх об'єднання призводить до появи мікротріщин в оброблюваному матеріалі та структурними перетвореннями останнього. Повернення початкових високих експлуатаційних властивостей виробів з пластичних сталей рекомендується застосування прецизійної фінішної термообробки.

Визначена наступна послідовність операцій з поліпшення оброблюваності аустенітних, феритних і феритно-перлітних сталей: холодне об'ємне пластичне деформування методом поперечного стискання з деформаціями 40 – 90% – формоутворювальне різання лезовим інструментом – повернення початкових експлуатаційних властивостей деталей прецизійною термообробкою, наприклад, середнім відпусканням у захисній атмосфері.

Результати дослідження, наведеного у статті, можуть стати основою, як мінімум, створення чотирьох технологій виробництва відповідальних деталей машин.

УДК 621.791.927.7

### **ПРИСТРІЙ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГООЩАДНИМ РЕЖИМОМ ПРИ ІНДУКЦІЙНОМУ НАПЛАВЛЕННІ ТОНКИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ**

**DEVICE TO CONTROL THE POWER SAVING MODE IN THE INDUCTION SURFACING OF THE CONSTRUCTION THIN ELEMENTS**

**Чеслав Пулька, Віктор Сенчишин, Мирослав Шарик**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001, Україна*

*Наукове видання*

**14-й МІЖНАРОДНИЙ СИМПОЗИУМ  
УКРАЇНСЬКИХ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ  
У ЛЬВОВІ**

Матеріали симпозиуму

ТЗОВ «КІНПАТРИ ЛТД»

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів  
видавничої продукції ЛВ №39 від 10.08.2005.

Підписано до друку 14.05.19 р.  
Формат 60×84 1/8. Папір офсетний. Друк RIZO.  
Умов. друк. арк. 20,23  
Зам. 05-2/19

Надруковано з готового оригінал-макете  
у Дослідно-видавничому центрі  
Наукового товариства імені Шевченка.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єктів видавничої справи ДК №884 від 04.04.2002 р.