# Облікова картка ДіР

Image not found or type unknow

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0221U107131

**Державний реєстраційний номер:** 0121U114393

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 27-12-2021

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Кріогенна ультразвукова ударна обробка для наноструктуризації поверхні металів

**Початок етапу:** 12.2018

**Закінчення етапу:** 11.2021

**Вид звітного документа:** Остаточний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417331

**Місцезнаходження:** бульвар Академіка Вернадського, буд. 36, м. Київ, 03142, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380444243110, 380444241005

## IV. Відомості про співвиконавців ДіР

## V. Відомості про замовника ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Вольфсон школа механічного та виробничого інженірінгу, Університет Лакборо

**Код за ЄДРПОУ:** 00000000

**Місцезнаходження:** Epinal Way (Епінал Вей), Лакборо, LE11 3TU, Велика Британія

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** L.Zhao@lboro.ac.uk

## VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

**Підстава для проведення ДіР:** 09 - договір із закордонним замовником

**Напрям фінансування:** 2.5 - програми і проекти у сфері міжнародного науково-технічного співробітництва

### Джерела фінансування

#### 7716 - кошти замовників іноземних держав

| |
|---|
| **Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):** 268.330 |

## VII. Відомості про ДіР

### Назва роботи українською:

Кріогенна ультразвукова ударна обробка для створення наноструктурованої поверхні металевих сплавів

### Назва роботи англійською:

Cryogenic Ultrasonic Impact Treatment for Surface Nanotwinning of Metal Alloys

### Реферат українською:

Досліджено структурно-фазовий стан і механічні властивості аустенітної сталі 12Х18Н10Т і латуні Cu37Zn після високочастотного ударного оброблення за допомогою ультразвуку (УЗУО) на повітрі та у середовищі рідкого азоту. Показано, що за однакової прикладеної інтенсивності оброблення у зразках сталі впродовж кріо-УЗУО процес структуроутворення відбувається із залученням двійникуванням та мартенситних альфа-епсилон-альфа штрих перетворень, а також формується нанорозмірна зеренна структура із меншим розміром зерен ніж за оброблення у аргоні. Зразки латуні за умов кріо-УЗУО за однакової прикладеної інтенсивності оброблення зазнають в 4 рази більшої деформації ніж після УЗУО на повітрі. Показано, що зміна механічних властивостей, а саме зростання твердості, виміряної наноіндентуванням, межі текучості та межі міцності за збереження значної пластичності за розтягу, обумовлена сформованим структурним станом поверхневого шару. Основними чинниками зміцнення за умов кріо-УЗУО є накопичення дислокацій у плоских скупченнях, формування мікродвійників і зсувних смуг з високою густиною дислокацій в них, які забезпечують диспергування зеренної структури. Особливу роль відіграє наявність підвищеної кількості двійникових границь, зафіксованої як прямим спостереженням за допомогою трансмісійної електронної мікроскопії тонких фольг і растрової електронної мікроскопії поверхонь руйнування, так і завдяки аналізу накопиченої енергії у границях зерен/двійників методом сканувальної диференційної калориметрії. Двійникові границі, що мають когерентний характер, додатково сприяють ковзанню дислокацій і збереженню пластичності після кріо-УЗУО, а також є додатковими чинниками зміцнення. Такий механізм узгоджується з літературними даними.

### Реферат англійською:

The structural-phase state and mechanical properties of 12X18H10T austenitic steel and Cu37Zn brass after high-frequency mechanical impact treatment using ultrasound (ultrasonic impact treatment - UIT) in the air and liquid nitrogen environments were studied. As shown, the same process intensity applied to the steel samples during cryo-UIT results in the structure formation involving twinning and martensitic alpha-epsilon-alpha prime transformations, as well as nanoscale grain structure with smaller grain size than that after the argon-UIT treatment. The brass samples processed by cryo-UIT at the same applied intensity undergo four times higher strain extent than that occurred after air-UIT. It is shown that the change in mechanical properties, namely the increase in hardness measured by nanoindentation, yield strength and tensile strength while maintaining significant tensile plasticity, is due to the formed structural state in the surface layer. The main factors of the cryo-UIT induced hardening are the accumulation of dislocations in pile-ups, the formation of microtwins and shear bands with a high density of dislocations in them, which provide subdivision of the grain structure. A special role is played by the presence of increased number of twin boundaries, recorded both by direct observation by transmission electron microscopy of thin foils and scanning electron microscopy of fracture surfaces, and by analysis of stored energy in grain / twin boundaries by scanning differential calorimetry measurements. Coherent twin boundaries further contribute to the dislocation of dislocations and thus preserve a tolerable plasticity after cryo-UIT, and they play a role of additional hardening factors. This mechanism is consistent with the literature.

**Індекс УДК:** 621.795.3; 667.6; 666.29; 678.026.3, 621.787.6

**Коди тематичних рубрик:** 55.21.21

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Мордюк Богдан Миколайович

**Науковий ступінь:** д. ф.-м. н.

**Вчене звання:** старший науковий співробітник

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

## VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

**Назва НТП українською:** Заключний звіт

**Назва НТП англійською:** Final report

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Матеріали

**Галузь застосування:** машинобудування

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Показано, що за однакової прикладеної інтенсивності оброблення у зразках сталі впродовж кріо-УЗУО процес структуроутворення відбувається із залученням двійникуванням та мартенситних альфа-епсилон-альфа штрих перетворень, а також формується нанорозмірна зеренна структура із меншим розміром зерен ніж за оброблення у аргоні. Основними чинниками зміцнення латуні за умов кріо-УЗУО є накопичення дислокацій у плоских скупченнях, формування мікродвійників і зсувних смуг з високою густиною дислокацій в них, які забезпечують диспергування зеренної структури.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Зменшення зносу обладнання

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** 12.2018

**Закінчення етапу:** 11.2021

**Споживачі продукції:**

**Перспективні ринки:**

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:**

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:**

**Наявність бізнес-плану:**

**Техніко-економічне обгрунтування:**

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:**

**Очікуваний термін окупності (років):**

**Додаткова інформація:**

## IX. Бібліографічний опис

B. N. Mordyuk, M. A. Vasylyev, S. I. Sidorenko, S. M.Voloshko, A.P. Burmak, L. G. Zhao, Effect of Zener–Hollomon Parameter on the Microstructures and Properties of Deformed Austenitic Steels, Int. Conf. “Functional materials for Innovative energetic”- FMIE-2019, 13-15 May 2019, Kyiv, Ukraine

B.N.Mordyuk, M.A.Vasylyev, Voloshko S.M., A.P.Burmak, L.G.Zhao, Microstructure and hardness of AISI 321 austenitic steel after cryogenic ultrasonic impact treatment, VI International Conference “HighMatTech-2019”, 28-30 October 2019, Kyiv, Ukraine

M. A. Vasylyev, B. N. Mordyuk, S. M.Voloshko, V.I.Zakiev,A.P. Burmak, D.V. Pefti, Hardening of Surface Layers of Cu–39Zn–1Pb Brass at Holding and High-Frequency Impact Deformation in Liquid Nitrogen, Metallofiz. Noveish. Technol. 41, №11 (2019) 1499-1517. https://doi.org/10.15407/mfint.41.11.1499

M. A. Vasylyev, B. N. Mordyuk, S. M.Voloshko, A.P. Burmak, D.V. Pefti, Structural-Phase State of Surface Layers of Cu–39Zn–1Pb Brass After High-Frequency Impact Treatment in Liquid Nitrogen Metallofiz. Noveish. Technol. 41, №12 (2019) 1611-1629. https://doi.org/10.15407/mfint.41.12.1611

B. Mordyuk, N. Khripta, V. Odnosum, S. Kedrovsky, L.G. Zhao, D. Lesyk, Enhancing properties of TiZrHfNbTa alloy by surface layers’ nanostructuring using cryogenic ultrasonic impact treatment, 2021 IEEE 11th International Conference on “Nanomaterials: Applications & Properties” (NAP-2021) Odesa, Ukraine, Sept. 5-11, 2021, 10.1109/NAP51885.2021.9568529

B.N.Mordyuk, N.I.Khripta, L.G.Zhao, Twinning-related enhancement in strength and ductility of Cu-37Zn alloy by the cryogenic ultrasonic impact treatment supplemented with ECAP, Materials Letters MLBLUE-D-21-04011 - Accepted

## X. Заключні відомості

**Керівник юридичної особи** Татаренко Валентин Андрійович
д. ф.-м. н.

**Перелік осіб-виконавців**

Васильєв Михайло Олексійович
(д.ф.-м.н., 01.04.18)

Піскун Наталія Олексіївна

Хріпта Наталія Ігорівна
(к. ф.-м. н., 01.04.13)

**Відповідальний за підготовку облікових документів** Піскун Н.О.

**Телефон** +38 (044) 424-05-21

**Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності**

