

Міністерство освіти і науки України
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України
Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України
Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України
Механіко-машинобудівний інститут Національного технічного університету України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова
Вінницький національний технічний університет
Інститут надміцних матеріалів НАН України ім. В.М. Бакуля
Бельцький державний університет ім. Алеку Руссо
Каракалпакський державний університет ім. Бердаха
УП "Белмікросистеми" НПО "Інтеграл"
Фізичний факультет Бакинського державного університету

Ministry of Education and Science of Ukraine
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskiy State Pedagogical University (Vinnytsia)
V.Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, NAS of Ukraine (Kyiv)
B.Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, NAS of Ukraine (Kharkiv)
G.Kurdjumov Institute of Metal Physics, NAS of Ukraine (Kyiv)
Institute of Mechanical Engineering National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
National Pedagogical Dragomanov University (Kyiv)
Vinnytsia National Technical University (Vinnytsia) V.Bakul Institute for Superhard Materials, NAS of Ukraine (Kyiv)
Alecu Russo Balti State University (Balti, Moldova)
Berdakh Karakalpatsky State University (Nukus, Uzbekistan)
UP "Belmikrosistemy" NPO "Yntehral" (Minsk, Belarusii)
Physical department, Baku State University (Baku, Azerbaijan)



МАТЕРІАЛИ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ СТРУКТУРНА РЕЛАКСАЦІЯ У ТВЕРДИХ ТІЛАХ

MATERIALS of VI INTERNATIONAL SCIENTIFIC - PRACTICAL CONFERENCE STRUCTURAL RELAXATION IN SOLIDS

**22 - 24 травня, 2018 рік, Вінниця, Україна
May 22 - 24, 2018 Vinnitsia, Ukraine**

Міністерство освіти і науки України
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України
Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України
Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України
Механіко-машинобудівний інститут Національного технічного університету України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова
Вінницький національний технічний університет
Інститут надміцних матеріалів НАН України ім. В.М. Бакуля
Бельцький державний університет ім. Алеку Руссо
Каракалпакський державний університет ім. Бердаха
УП "Белмікросистеми" НПО "Інтеграл"
Фізичний факультет Бакинського державного університету

Ministry of Education and Science of Ukraine
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University (Vinnytsia)
V. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, NAS of Ukraine (Kyiv)
B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, NAS of Ukraine (Kharkiv)
G. Kurdjumov Institute of Metal Physics, NAS of Ukraine (Kyiv)
Institute of Mechanical Engineering National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
National Pedagogical Dragomanov University (Kyiv)
Vinnytsia National Technical University (Vinnytsia)
V. Bakul Institute for Superhard Materials, NAS of Ukraine (Kyiv)
Alecu Russo Balti State University (Balti, Moldova)
Berdakh Karakalpatsky State University (Nukus, Uzbekistan)
UP "Belmikrosistemy" NPO "Yntehral" (Minsk, Belarusii)
Physical department, Baku State University (Baku, Azerbaijan)

МАТЕРІАЛИ
VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

СТРУКТУРНА РЕЛАКСАЦІЯ У ТВЕРДИХ ТІЛАХ

MATERIALS of
VI INTERNATIONAL SCIENTIFIC - PRACTICAL CONFERENCE
STRUCTURAL RELAXATION IN SOLIDS

22 - 24 травня, 2018 рік, Вінниця, Україна
May 22 - 24, 2018 Vinnitsia, Ukraine

Структурна релаксація у твердих тілах : матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції [22-24 травня 2018 р., Вінниця] / ред. : Є. Ф. Венгер, П. П. Паль-Валь, О. В. Мозговий. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. – 286 с.

Рекомендовано до друку вченою радою Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (протокол від 25 квітня 2018 року № 12)

Редакційна колегія:

- Бобир М. І. - д.т.н., професор (Київ, Україна)
Бочечка О. О. – д.т.н., с.н.с. (Київ, Україна)
Венгер Є.Ф. - член-кор. НАН України, д.ф.-м.н., професор (Київ, Україна)
Гордієнко А. І.- Академік НАН Білорусії, професор, (Мінськ, Білорусія)
Джафаров Т. Д.- член-кор. НАН Азербайджана, д.ф.-м.н., проф. (Азербайджан)
Думенко В. П. - к.т.н. (Вінниця, Україна)
Заболотний В. Ф.- д.п.н., професор (Вінниця, Україна)
Ісмаїлов К. А. - д.ф.-м.н., професор (Нукус, Узбекистан)
Касіяненко В.Х. д.ф.-м.н., професор, Україна
Конакова Р. В. – д.т.н., професор (Київ, Україна)
Макара В. А.- член.-кор. НАН України, д.ф.-м.н., професор (Київ, Україна)
Маслов В. П.- д.т.н. (Київ, Україна)
Матохнюк Л.Є.- к.т.н., с.н.с. (Київ, Україна)
Мозговий О. В. - к.т.н., доцент (Вінниця, Україна)
Нащик В.Д.- д.ф.-м.н, професор (Харків, Україна)
Огородніков В.А. – д.т.н., професор, (Вінниця, Україна)
Остаповець А. – доктор філософії (Брно, Чеська Республіка)
Паль-Валь П. П.- д.ф.-м.н. (Харків, Україна)
Пилипенко В.О. - д.т.н., професор, чл. кор. НАН Білорусії (Мінськ, Білорусія)
Подольнчук С.В., к.ф.-м.н., доцент (Вінниця, Україна)
Прокопенко Г. І.- д.т.н., с.н.с. (Київ, Україна)
Січкач Т. Г.- к.ф.-м.н., доцент, (Київ, Україна)
Соколенко В.І. - д.ф.-м.н. (Харків, Україна)
Тагаєв М. Б.- д.т.н., професор, (Нукус, Узбекистан)
Татаренко В. А.- д.ф.-м.н., член.-кор. НАН України (Київ, Україна)
Тітов В.А.- д.т.н., професор (Київ, Україна)
Черниш Л.В.- к.ф.-м.н., доцент (Ватерло, Канада)
Шарагов В.А.- д.х.н, к.т.н. (Бельци, Республіка Молдова)
Шут М. І.- Академік НАПН України, д.ф.-м.н., професор (Київ, Україна)

Editorial board:

- | | | | |
|----------------|---------------------|-----------------|-----------------------|
| N. Bobur | Kyiv (Ukraine) | A. Ostapovec | Brno (Czech Republic) |
| A. Bochechka | Kyiv (Ukraine) | P. Pal-Val | Kharkiv (Ukraine) |
| L. Chernysh | Waterlo (Canada) | S. Podoljanchuk | Kyiv (Ukraine) |
| A. Gordienko | Minsk (Belarus) | V. Pilipenko | Minsk (Belarus) |
| V. Dumenko | Vinnytsia (Ukraine) | G. Prokopenko | Kyiv (Ukraine) |
| T. Dzhafarov | Baku (Azerbaijan) | T. Sichkar | Kyiv (Ukraine) |
| K. Ismailov | Nukus (Uzbekistan) | V. Sharagov | Balti (Moldova) |
| V. Kasiyanenko | Vinnytsia (Ukraine) | N. Shut | Kyiv (Ukraine) |
| R. Konakova | Kyiv (Ukraine) | V. Sokolenko | Kharkiv (Ukraine) |
| V. Makara | Kyiv (Ukraine) | M. Tagaev | Nukus (Uzbekistan) |
| V. Maslov | Kyiv (Ukraine) | V. Tatarenko | Kyiv (Ukraine) |
| L. Matohnyuk | Kyiv (Ukraine), | V. Titov | Kyiv (Ukraine) |
| O. Mozhovyy | Vinnytsia (Ukraine) | E. Venger | Kyiv (Ukraine) |
| V. Natsik | Kharkiv (Ukraine) | V. Zabolotnyj | Vinnytsia(Ukraine) |
| V. Ohorodnikov | Vinnytsia (Ukraine) | | |

Відповідальний за випуск О.В.Мозговий
Комп'ютерна верстка В.П. Думенко
ISBN 978-966-924-797-1

© Автори статей 2018

2. Нацик В. Д., Паль-Валь П. П., Паль-Валь Л. Н., Семеренко Ю. А. Статистический анализ низкотемпературного α -пика внутреннего трения в монокристаллах железа // ФНТ. – 2000. – Т. 26. – № 7. – С. 711–720.
3. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач. - М.: Наука, 1979. – 288с.
4. Kakegawa M., Sakamoto K. Low temperature internal friction and modulus change in plastically deformed iron single crystals // Jpn. J. Appl. Phys. – 1970. – V. 9, № 9. – P. 1057-1062.
5. Pal-Val P. P., Natsik V. D., Kadečková S. Low-temperature dislocation absorption of ultrasound in high-purity alpha-iron single crystals. Effect of Peierls barriers and impurities on dislocation motion // Phil. Mag. A. - 1987. - V. 56, № 3. - P. 407-418.
6. Ritchie I. G., Dufresne J. F., Moser P. Internal friction in deformed pure iron // Phys. Stat. Sol. (a). – 1978. – V. 50, № 2. – P. 617-626.
7. Astie P. Dislocation relaxation peaks in high purity iron and substitutional alloys // Proceedings of Summer School on Internal Friction in Solids, edited by Gorczyca S. and Magalas L. B. – Krakow. – 1984. – P. 43-87.
8. Magalas L. B. Internal friction in deformed iron // Proceedings of Summer School on Internal Friction in Solids, edited by Gorczyca S. and Magalas L. B. – Krakow. – 1984. – P. 89-130.
9. Semerenko Yu. A. // Proc. 21th Int. Conf. "Relaxation Phenomena in Solids", - Voronezh. - 2004. – P. 234.

RECOVERY OF THE ENERGY ACTIVATION SPECTRUM OF THE LOW-TEMPERATURE ACOUSTIC RELAXATION IN THE HIGH-PURITY IRON SINGLE CRYSTAL. THE SOLUTION OF THE INVERSE PROBLEM OF ACOUSTIC SPECTROSCOPY BY THE TIKHONOV REGULARIZATION METHOD

Semerenko Yu.

Abstract. *It is shown, that the problem of recovering of spectral function $P(U)$ of acoustic relaxation of a real crystal can be reduced to the solving of the Fredholm integral equation of the first kind with an approximately known right part and concerns to a class of ill-posed problems. The method based on Tikhonov regularizing algorithm for recovering $P(U)$ from experimental temperature dependences of absorption or elasticity module is offered. It is established, that acoustic relaxation in high-purity iron single crystal in the temperature range 5-100 K is characterized by two-modes spectral function $P(U)$ with maxima at 0.037 eV and 0.015 eV.*

Keywords: acoustic relaxation, Tikhonov regularization method, energy activation spectrum

ВИЯВЛЕННЯ, РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ОБЧИСЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯМОК ВІДРИВУ НА ФРАКТОГРАМАХ МЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Коноваленко І.В.¹, Марущак П.О.¹, Побережний Л.Я.², Сорочак А.П.¹

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, вул. Руська 56, Україна, Maruschak.tu.edu@gmail.com

²Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна, вул. Карпатська 15, Україна

Анотація. *Запропоновано та апробовано метод виявлення ямок в'язкого відриву на фрактографічному зображенні, з використанням згорткової нейронної мережі. Порівняно з класичними алгоритмами обробки зображень, використання нейромережі суттєво зменшує кількість параметрів, які слід налаштувати вручну.*

Ключові слова: поверхня руйнування, ямки відриву, морфологія руйнування.

Деформаційні процеси в матеріалах за різних видів навантаження спричиняють процеси накопичення мікродфектів, формування пор, або мікротріщин, їх злиття із подальшим макроруйнуванням. До останнього часу вимірювання параметрів поверхні руйнування виконували вручну, або автоматизовано, але шляхом позиціонування програмних засобів вимірювання оператором, що ускладнювало фрактографічні дослідження. Разом з тим, для неруйнівного візуального аналізу поверхонь широко використовують системи машинного зору. Серед методів для виявлення дефектів виділяють чотири основні категорії: статистичні [1], структурні, фільтрувальні [2] ін. Часто застосовують також аналіз гістограм [3,4], матриць суміжності [5] та локальних бінарних шаблонів [6,7]. Все частіше застосовують підходи, що базуються на використанні нейронних мереж. Останні досягнення в області згорткових нейронних мереж та застосуванні графічних процесорів для виконання паралельних розрахунків забезпечують можливість практичного використання такого підходу у реальних виробничих умовах. У цій роботі ми пропонуємо метод для виявлення на фрактограмах титанових сплавів ямок в'язкого відриву, оснований на використанні згорткової нейронної мережі.

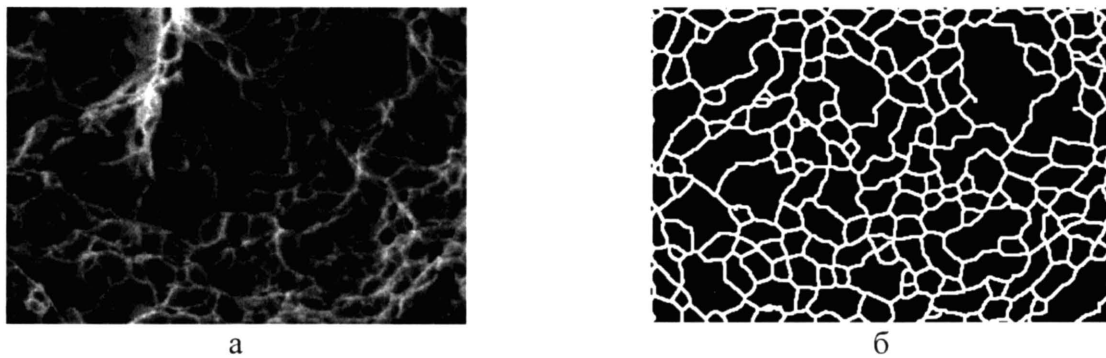


Рис. 1. (а) Ямки в'язкого відриву на поверхні зразка титанового сплаву BT23; (б) результат їх виявлення за допомогою алгоритму [8]

Всі пікселі зображення поділили на два класи: ті, що належать ямкам відриву, і ті, що належать краям між ямками. Для навчання нейромережі використали результат виявлення ямок за раніше розробленим алгоритмом [8]. В основу цього алгоритму покладено пошук країв ямок відриву. Він містить операції фільтрування набором фільтрів для виявлення країв, адаптивне порогування, скелетизацію, дилацію та виділення зв'язних областей. Кожен з цих кроків при практичному застосуванні потребує налаштування своїх параметрів. Використання навченої нейронної мережі дозволяє скоротити кількість параметрів, які потрібно налаштувати вручну, що у свою чергу спрощує процес аналізу зображень.

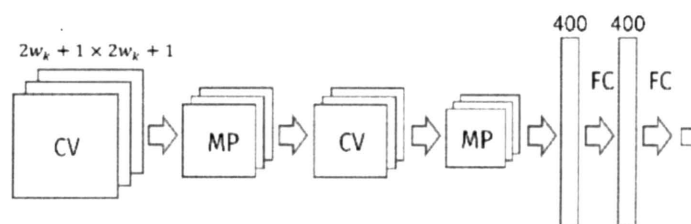


Рис. 2. Архітектура нейромережі для виявлення ямок в'язкого відриву. CV – згорткові шари, MP – макс-пулінгові шари, FC – повнозв'язні шари

З загального погляду структура мережі містить два блоки шарів: а) згорткові шари (у парі з підвибірковими) для виявлення просторових ознак, та б) повнозв'язні шари для

узагальнення знайдених ознак (рис. 2). Вхідний шар складався з $2w_k + 1 \times 2w_k + 1$ нейронів, а вихідний – з двох нейронів із функцією активації softmax. Перший з нейронів показує імовірність того, що центральний піксель поданого на вхід фрагмента зображення належить класу "ямка", а другий – класу "край". Для нейронів прихованих згорткових шарів та узагальнюючих повнозв'язних шарів використовували лінійну функцію активації ReLU (Rectified Linear Unit).

На вхід нейромережі подавали фрагменти розміром $2w_k + 1 \times 2w_k + 1$ пікселів. Мережу досліджено при $w_k = 7$, $w_k = 10$ та $w_k = 15$. Виявлено, що для аналізованих зображень оптимальним є $w_k = 10$. При малому вікні ($w_k = 7$) точність діагностики є низькою. Велике вікно ($w_k = 15$) дозволяє досягти вищої точності, але її приріст дуже незначний порівняно з середнім вікном ($w_k = 10$). На рис. 3а показано отриману за допомогою електронного мікроскопа фрактограму поверхні розриву титанового сплаву VT23, а на рис. 3б – результат діагностики за допомогою вибраної моделі нейромережі. Хоча при навчанні мережі використовували тільки дві мітки: 0 (належність ямці) та 1 (належність до краю), на виході для кожного пікселя отримується значення в межах діапазону $[0 \dots 1]$, яке показує імовірність приналежності до певного класу ("край", "ямка") відповідно до вибраної моделі нейромережі. Позначимо масив вихідних значень нейромережі для класу "край", як $P_{cnn}(x, y)$. Візуалізація цього масиву подана на рис. 3б.

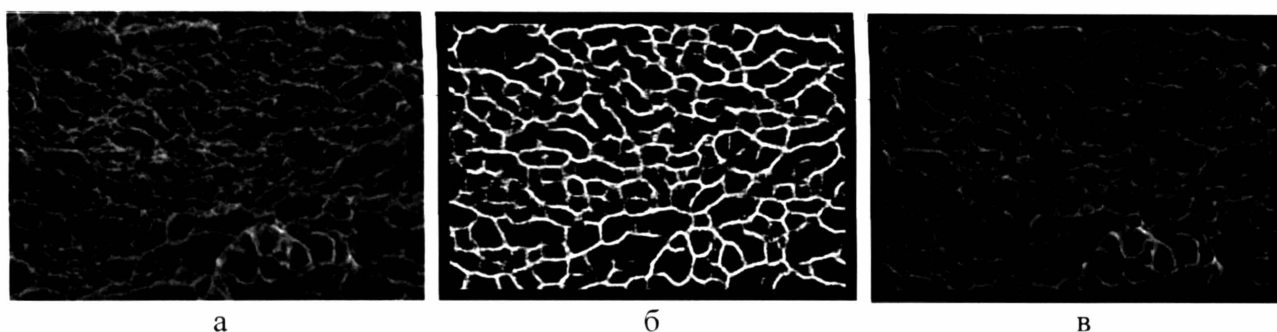


Рис. 3. (а) Фрактограма титанового сплаву VT23М; (б) Візуальне подання результату з виходу нейромережі для класу "край"; (в) Результат виявлення ямок (чорні ділянки), накладений на фрактограми

Для прийняття однозначного рішення про приналежність пікселів до одного з класів потрібно вибрати певне граничне значення T . Пікселі, для яких $P_{cnn}(x, y) \leq T$, вважатимуться належними до класу "ямка", в протилежному випадку – до класу "край". Розроблена нейромережа виконує попиксельну обробку зображення, роблячи передбачення для кожного пікселя про його приналежність до одного з класів. Але практичну цінність представляє розрахунок параметрів ямок на зображенні: їх загальна площа, еквівалентний діаметр, кут нахилу тощо. Порівняння результатів, отриманих на основі запропонованої нейромережі, з результатами, отриманими за допомогою початкового алгоритму [8], показують їх високу схожість (таблиця 1).

Таблиця 1. Порівняння результатів застосування запропонованої нейромережі та методу [8]

Параметр	Метод [8]	Метод згорткової нейромережі
Загальна площа ямок, %	40,0	40,8
Кількість ямок, шт	702	724
Середній еквівалентний діаметр ямки, пікс	22,6	22,9

На нашу думку, використання згорткової нейронної мережі для оцінювання параметрів ямок в'язкого відриву (кількості, розмірів, форми і т.д.) є достатньо ефективним, що

підтверджується експериментально. Пропоновані підходи виявлення країв ямок на фрактографічних зображеннях дозволяють ідентифікувати, розпізнавати та обчислювати їх параметри та забезпечують високу повторюваність експерименту. Порівняно з класичними алгоритмами обробки зображень [9], використання нейромережі суттєво зменшує кількість параметрів, які слід налаштовувати вручну. Крім цього, нейромережа під час навчання може виявляти значно більше характерних ознак, аналізованих об'єктів, що позитивно впливає на якість розпізнавання.

Література

1. Zitova B., Flusser J. Image registration methods: A survey // Image and Vision Computing. – 2003. - 21(11). - P. 977-1000.
2. Jong Pil Yun, Sung Hoo Choi, Boyeul Seo, Chang Hyun Park, Sang Woo Kim Defects detection of billet surface using optimized Gabor filters // Proc. of the 17-th World Congress The International Federation of Automatic Control, Seoul, Korea, (July 6-11), 2008. - P. 77-82.
3. Vidal M., Ostra M., Imaz N., Garcia-Lecina E., C. Ubide, Analysis of SEM digital images to quantify crack network pattern area in chromium electrodeposits // Surf. Coat. Technol. – 2016. - 285. - P. 289-297.
4. Hassani A., Ghasemzadeh Tehrani H. Crack detection and classification in asphalt pavement using image processing. Pavement Cracking: Mechanisms, Modeling, Detection, Testing and Case Histories. - 2008. - P. 891-896.
5. Samik Dutta, Arpan Das, Kaustav Barat, Himadri Roy Automatic characterization of fracture surfaces of AISI 304LN stainless steel using image texture analysis // Measurement. - 2012. - 45. P. 1140-1150.
6. Yong Hu, Chun-Xia Zhao. A Local binary pattern based methods for pavement crack detection // Journal of Pattern Recognition Research. - 2010. - 1. - P.140-147.
7. Ojala T., Pietikainen M., and Maenpaa T., Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. - 2002. - 24(7). - P. 971-987.
8. Konovalenko I.; Maruschak P.; Prentkovskis O. Automated method for fractographic analysis of shape and size of dimples on fracture surface of high-strength titanium alloys // Metals. - 2018. - 8. - P. 161; doi:10.3390/met8030161.
9. Ле Хай Нинь Измерение 2D и 3D-морфологии вязких изломов конструкционных сталей: дисс. ... канд. техн. наук. Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС". - Москва, 2015. - 155с.

IDENTIFICATION, RECOGNITION AND CALCULATION OF THE PARAMETERS OF THE SEPARATION DIMPLES ON IMAGES OF FAILURE SURFACES OF METALLIC MATERIALS USING THE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Konovalenko I.V., Maruschak P.O., Poberezhny L.Ya., Sorochak A.P.

Abstract. *A method for testing the viscous separation dimples on a SEM image, using a convolutional neural network was proposed. Compared to classic image processing algorithms, the using of the neural network significantly reduces the number of manually adjusted parameters.*

Keywords: surface of fracture, separation dimples, morphology of fracture.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. РЕЛАКСАЦІЙНІ ЯВИЩА У МЕТАЛАХ І СПЛАВАХ	3
ПЕРСПЕКТИВИ МОДИФІКАЦІЇ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ КОНСТРУКЦІЙНИХ СПЛАВІВ АДИТИВНИМИ МЕТОДАМИ ТА УЛЬТРАЗВУКОВИМ УДАРНИМ ОБРОБЛЕННЯМ Прокопенко Г.І. , Мордюк Б.М.	3
ЗМІЦНЮЮЧА І РЕЛАКСАЦІЙНА ОБРОБКА ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ВИСОКОЧАСТОТНОЮ МЕХАНІЧНОЮ ПРОКОВКОЮ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ ЇЇ ЯКОСТІ Прокопенко Г.І., Мордюк Б.М., Красовський Т.А., Книш В.В., Соловей С.О.	7
ПРОБЛЕМНІ ЗАДАЧІ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ І ОБРОБЦІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ Мозговий О.В., Абрамчук В.С., Абрамчук І.В.	11
ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ СТАЛІ Ст.3 ЛАЗЕРНИМ ОБРОБЛЕННЯМ У ПОЄДНАННІ З УЛЬТРАЗВУКОВИМ УДАРНИМ ОБРОБЛЕННЯМ Прокопенко Г.І., Мордюк Б.М., Джемелінський В.В., Лесик Д.А., Піскун Н.О., Єфімов М.О., Грінкевич К.Е., Ткаченко І.В.	13
ТЕХНОЛОГІЧНА СПАДКОВІСТЬ В ЗАДАЧАХ ОБРОБКИ ТИСКОМ Огородніков В.А., Архіпова Т.Ф. .	16
ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УДАРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ И КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ СПЛАВА ZR-1%NB Хрипта Н.И., Мордюк Б.Н., Карасевская О.П., Прокопенко Г.И., Васильев М.А.	19
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕФОРМАЦІЇ В КРИСТАЛАХ In У ШИРОКОМУ ІНТЕРВАЛІ ТЕМПЕРАТУР Раранський М.Д., Олійнич-Лисюк А.В., <u>Ташук Р.Ю.</u>, Лисюк О.В, Ташук О.Ю	23
ПРО НЕПРУЖНЕ ДВІЙНИКУВАННЯ, АУКСЕТИЗМ ТА СТРУКТУРНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ В Ве Корпан В.О., Олійнич-Лисюк А.В., Раранський М.Д.,Ташук О.Ю.	26
СПЕКТР ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ РЕЛАКСАЦИИ В МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ ВЫСОКОЧИСТОМ ЖЕЛЕЗЕ. РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ МЕХАНИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ МЕТОДОМ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ ТИХОНОВА Семеренко Ю.А.	28
ВИЯВЛЕННЯ, РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ОБЧИСЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯМОК ВІДРИВУ НА ФРАКТОГРАМАХ МЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ Коноваленко І.В., Марущак П.О., Побережний Л.Я., Сорочак А.П.	32
FORMATION OF BUILD-UPS IN SOLID DEFORMED BODIES Posvyatenko E.K., Posvyatenko N.I., Budyak R.V.	36