

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

*В. В. ПАНАСЮК* (головний редактор), *В. М. ФЕДІРКО* (заст. головного редактора), *Р. Р. КОКОТ* (відповідальний секретар), *О. Є. АНДРЕЙКІВ*, *С. А. БИЧКОВ*, *Л. О. ВАСИЛЕЧКО*, *Р. Є. ГЛАДИШЕВСЬКИЙ*, *І. М. ДМИТРАХ*, *І. Ю. ЗАВАЛІЙ*, *І. М. ЗІНЬ*, *Г. С. КИТ*, *Р. М. КУШНІР*, *Л. М. ЛОБАНОВ*, *З. Т. НАЗАРЧУК*, *Г. М. НИКИФОРЧИН*, *І. В. ОРІНЯК*, *О. П. ОСТАШ*, *В. І. ПОХМУРСЬКИЙ*, *О. В. РЕШЕТНЯК*, *М. П. САВРУК*, *З. А. СТОЦЬКО*, *О. В. СУБЕРЛЯК*, *Г. Т. СУЛИМ*, *В. В. ФЕДОРОВ*, *С. О. ФІРСТОВ*, *М. С. ХОМА*, *П. В. ЯСНІЙ*

## МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

*Р. АКІД* (Великобританія), *С. ВОДЕНІЧАРОВ* (Болгарія), *І.-Р. ГАППІС* (Великобританія), *Г. ГЛІНКА* (Канада), *В. ДІЦЕЛЬ* (Німеччина), *О. М. ЛОКОЩЕНКО* (Росія), *Е. ЛУНАРСЬКА* (Польща), *М. А. МАХУТОВ* (Росія), *М. Ф. МОРОЗОВ* (Росія), *А. НЕЙМІЦ* (Польща), *Г. ПЛЮВІНАЖ* (Франція), *Я. ПОКЛЮДА* (Чехія), *Р.-О. РІЧІ* (США), *Д.-М.-Р. ТЕПЛИН* (Великобританія), *Л. ТОТ* (Угорщина), *С. ТОРІБІО* (Іспанія)

## EDITORIAL BOARD

*V. V. PANASYUK* (Editor-in-Chief), *V. M. FEDIRKO* (Deputy Editor-in-Chief), *R. R. KOKOT* (Secretary), *O. Ye. ANDREIKIV*, *S. A. BYCHKOV*, *I. M. DMYTRAKH*, *V. V. FEDOROV*, *S. O. FIRSTOV*, *R. Ye. GLADYSHEVSKII*, *M. S. KHOMA*, *H. S. KIT*, *R. M. KUSHNIR*, *L. M. LOBANOV*, *Z. T. NAZARCHUK*, *H. M. NYKYFORCHYN*, *I. V. ORYNIAK*, *O. P. OSTASH*, *V. I. POKHMURSKII*, *O. V. RESHETNYAK*, *M. P. SAVRUK*, *Z. A. STOTSKO*, *O. V. SUBERLYAK*, *H. T. SULYM*, *L. O. VASYLECHKO*, *P. V. YASNII*, *I. Yu. ZAVALIY*, *I. M. ZIN'*

## INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

*R. AKID* (Great Britain), *W. DIETZEL* (Germany), *I. R. HARRIS* (Great Britain), *H. HLINKA* (Canada), *A. M. LOKOSHCHENKO* (Russia), *E. LUNARSKA* (Poland), *N. A. MAKHUTOV* (Russia), *N. F. MOROZOV* (Russia), *A. NEIMITZ* (Poland), *G. PLUVINAGE* (France), *Ya. POKLUDA* (Czech Republic), *R. O. RITCHIE* (USA), *D. M. R. TAPLIN* (Great Britain), *J. TORIBIO* (Spain), *L. TÓTH* (Hungary), *S. VODENICHAROV* (Bulgaria)

Відповідальний за випуск чл.-кор. НАНУ, д-р техн. наук, проф. В. М. Федірко  
Responsible for issue corr.-member NASU, Dr. (Engn.), Prof. V. M. Fedirko

**Адреса редакції:** 79601, Львів МСП, Наукова, 5. Фізико-механічний інститут  
ім. Г. В. Карпенка НАН України. Тел.: (032) 263-73-74,  
(032) 229-62-30. Факс: (032) 264-94-27.  
E-mail: pcmm@ipm.lviv.ua

**WWW-address:** <http://www.ipm.lviv.ua/journal/Journal.htm>

**Editorial office address:** Karpenko Physico-Mechanical Institute, 5, Naukova St.,  
Lviv 79601, Ukraine. Tel.: (38) 032 263-73-74,  
(38) 032 229-62-30. Fax: (38) 032 264-94-27.  
E-mail: pcmm@ipm.lviv.ua

Відповідальний секретар редакції **Р. Р. Кокот**

Редактори *Д. С. Бриняк*, *О. Т. Досин*, *Л. Є. Єлейко*

Технічний редактор *І. В. Калинюк*

Зав. групою комп'ютерної підготовки видання *І. В. Калинюк*

Комп'ютерний набір *Л. Г. Копчак*, *Г. М. Кулик*

---

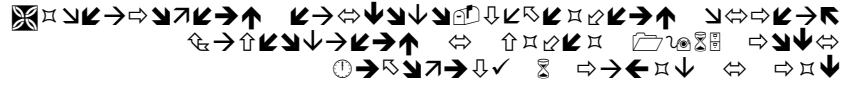
Підписано до друку 27.04.2018. Формат 70×108/16. Папір офсетний № 1. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 12.  
Умовн. фарбо-відбитків 12,5. Тираж 200 прим. Замовлення 100518 від 10.05.2018. Ціна договірна.  
Реєстраційне свідоцтво серія КВ №203 від 10.11.93

Друкарня ТзОВ "Простір-М", 79000, Львів, вул. Чайковського, 8

---

© ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Г. В. Карпенка НАН УКРАЇНИ,  
"ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ", 2017

# ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ



ТОМ 54, № 2, 2018

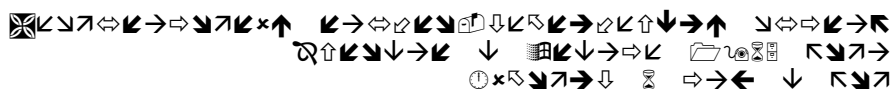
березень – квітень

## ЗМІСТ

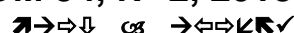
<i>Скальський В. Р., Станкевич О. М., Кузь І. С.</i> Застосування вейвлет-перетворення для аналізу сигналів акустичної емісії під час руйнування матеріалів (Огляд) .....	7
<i>Панасюк В. В., Маруха В. І., Силованюк В. П.</i> Ефективні ін'єкційні матеріали та технології відновлення роботоздатності пошкоджених будівельних споруд тривалої експлуатації .....	22
<i>Новіков А. І., Цибаньов Г. В.</i> Врахування кінетики непружних деформацій під час підсумовування втомних пошкоджень сталей .....	30
<i>Коноваленко І. В., Маруцак П. О., Кузь О. Н.</i> Метод оброблення та аналізу зображень сітки тріщин термовтоми поверхні ролика машини безперервного лиття заготовок .....	41
<i>Bilyu O. L., Alonzo-Medina G. M., González-Sánchez J., Acuña Gonzalez N. A.</i> Оцінювання довговічності пластин з медичного цементу з еліпсоподібними дефектами: вплив геометрії та розташування дефекту .....	49
<i>Козачок О. П., Слободян Б. С., Мартиняк Р. М.</i> Контакт двох пружних тіл із хвилястим рельєфом за наявності газу у просвітах .....	57
<i>Кривень В. А., Валяшек В. Б., Яворська М. І.</i> Пластичне відшаровування тонкого жорсткого включення, паралельного межі півпростору, за однобічного контакту зі середовищем .....	64
<i>Wen Guang Song, Іваницький Я. Л., Кунь П. С., Чирва В. М.</i> Оцінювання тріщиностійкості конструкційних матеріалів за мішаних макромеханізмів руйнування .....	70
<i>Дзюбик А. Р., Войтович А. А., Дзюбик Л. В., Бабій Л. О.</i> Особливості втомного руйнування зварних з'єднань сталі 34ХН2МА, сформованих електродами різного фазового складу .....	75
<i>Федоренко Л. Л., Прудніков А. М., Євтух А. А., Медвідь А. П., Стеблова О. В., Онуфрієв П. А., Корчовий А. А., Уваров В. С.</i> Лазерно-стимульовані фазові перетворення в тонких шарах SiO <sub>x</sub> та CN <sub>x</sub> -Ni .....	82
<i>Балицький О. І., Квасницька Ю. Г., Іваськевич Л. М., Мьяльніца Г. П.</i> Корозійна та воднева тривкість жароміцних лопаткових нікелькобальтових сплавів .....	89

<i>Торон В. М., Рабкіна М. Д., Штофель О. О., Усов В. В., Шкатуляк Н. М., Савчук О. С.</i> Про причини руйнування арматурних канатів захисних оболонок енергоблоків АЕС.....	98
<i>Топчевска К.</i> Вплив тривалості збільшення контактного тиску під час гальмування на температуру трибосистеми накладка–диск.....	107
<i>Саленко О. Ф., Щетинін В. Т., Лашко Є. Є., Гусарова І. О., Солнцев В. П., Ситник О. О.</i> Забезпечення механічних характеристик паяних тонкостінних конструкцій із жаротривкого сплаву Ni–20Cr–6Al–1Ti–1Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	115
<i>Івасишин О. М., Саввакін Д. Г., Дехтяренко В. А., Стасюк О. О.</i> Взаємодія з воднем порошкових лігатур Ti–Al–V–Fe, Al–V–Fe та Ti–Al–Mo–Fe .....	121
<i>Бліхарський З. Я., Обух Ю. В.</i> Вплив механічних та корозійних пошкоджень на міцність термозміцненої арматури зі сталі 35ГС .....	128
<i>Похмурський В. І., Хома М. С., Винар В. А., Василів Х. Б., Рацька Н. Б.</i> Вплив потенціалу зовнішньої поляризації на трибокорозійну поведінку сталі 08X18H10T .....	134
<i>Мацько І. Й., Яворський І. М., Юзефович Р. М., Семенов П. О.</i> Статистичний векторно-тензорний аналіз вібрацій центрифуги з розвинутим дефектом обертового вузла.....	140

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ



ТОМ 54, № 2, 2018



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Скальский В. Р., Станкевич Е. М., Кузь И. С.</i> Применение вейвлет-преобразования для анализа сигналов акустической эмиссии при разрушении материалов (Обзор) .....	7
<i>Панасюк В. В., Маруха В. И., Сьлованюк В. П.</i> Эффективные инъекционные материалы и технологии восстановления работоспособности поврежденных строительных сооружений длительной эксплуатации .....	22
<i>Новиков А. И., Цыбанев Г. В.</i> Учитывание кинетики неупругих деформаций при суммировании усталостных повреждений сталей .....	30
<i>Коноваленко И. В., Марущак П. О., Кузь О. Н.</i> Метод обработки и анализа изображений сетки трещин термоусталости поверхности ролика машины непрерывного литья заготовок .....	41
<i>Bilyu O. L., Alonzo-Medina G. M., González-Sánchez J., Acuña Gonzalez N. A.</i> Оценивание долговечности пластин из медицинского цемента с эллипсообразными дефектами: влияние геометрии и размещения дефекта .....	49
<i>Козачок О. П., Слободян Б. С., Мартыняк Р. М.</i> Контакт двух упругих тел с волнистым рельефом при наличии газа в зазорах .....	57
<i>Крывень В. А., Валяшек В. Б., Яворская М. И.</i> Пластическое отслаивание тонкого жесткого включения, параллельного границе полупространства, при одностороннем контакте со средой .....	64
<i>Wen Guang Song, Иванецкий Я. Л., Кунь П. С., Чирва В. Н.</i> Оценивание трещиностойкости конструкционных материалов при смешанных макро-механизмах разрушения .....	70
<i>Дзюбык А. Р., Войтович А. А., Дзюбык Л. В., Бабий Л. Е.</i> Особенности усталостного разрушения сварных соединений стали 34ХН2МА, сформированных электродами разного фазового состава .....	75
<i>Федоренко Л. Л., Прудников А. М., Евтух А. А., Медвидь А. П., Стеблова О. В., Онуфриев П. А., Корчовый А. А., Уваров В. С.</i> Лазерно-стимулированные фазовые превращения в тонких слоях SiO <sub>x</sub> и CN <sub>x</sub> -Ni .....	82
<i>Балицкий А. И., Квасницкая Ю. Г., Иваськевич Л. М., Мьяльница Г. П.</i> Коррозионная и водородная стойкость жаропрочных лопаточных никелькобальтовых сплавов .....	89

<i>Тороп В. М., Рабкина М. Д., Штофель О. А., Усов В. В., Шкатуляк Н. М., Савчук Е. С.</i> О причинах разрушения арматурных канатов защитных оболочек энергоблоков АЭС .....	98
<i>Топчевска К.</i> Влияние продолжительности увеличения контактного давления при торможении на температуру трибосистемы накладка–диск .....	107
<i>Саленко А. Ф., Щетинин В. Т., Лашко Е. Е., Гусарова И. А., Солнцев В. П., Сытник А. А.</i> Обеспечение механических характеристик паяных тонкостенных конструкций из жаропрочного сплава Ni–20Cr–6Al–1Ti–1Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	115
<i>Ивасишин О. М., Саввакин Д. Г., Дехтяренко В. А., Стасюк А. А.</i> Взаимодействие с водородом порошковых лигатур Ti–Al–V–Fe, Al–V–Fe и Ti–Al–Mo–Fe .....	121
<i>Блихарский З. Я., Обух Ю. В.</i> Влияние механических и коррозионных повреждений на прочность термоупрочненной арматуры из стали 35ГС .....	128
<i>Похмурский В. И., Хома М. С., Вынар В. А., Васылив Х. Б., Рацкая Н. Б.</i> Влияние потенциала внешней поляризации на трибокоррозионное поведение стали 08X18H10T .....	134
<i>Мацько И. И., Яворский И. Н., Юзефович Р. М., Семенов П. А.</i> Статистический векторно-тензорный анализ вибраций центрифуги с развитым дефектом вращающегося узла .....	140

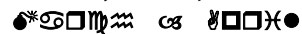
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

H. V. KARPENKO PHYSICO-MECHANICAL INSTITUTE

# PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS



VOLUME 54, № 2, 2018



## CONTENTS

*Skalskyi V. R., Stankevych O. M., and Kuz I. S.* Wavelet transform application for the analysis of acoustic emission signals under material fracture (A review)..... 7

*РЕЗЮМЕ.* Проаналізовано результати застосування вейвлет-перетворення (ВП) для аналізу сигналів акустичної емісії (АЕ) під час руйнування конструкційних матеріалів та технічного діагностування різних промислових об'єктів. Охарактеризовано методики ідентифікування типів руйнування матеріалів (сталей, сплавів, полімерів тощо) за допомогою ВП. Розглянуто можливість ВП сигналів АЕ для встановлення механізмів руйнування в композитах та опрацювання сигналів магнетоакустичної емісії. Наведено приклади випроб, виконаних у Фізико-механічному інституті НАН України, що підтверджують ефективність вейвлет-аналізу сигналів.

*РЕЗЮМЕ.* Проанализированы результаты применения вейвлет-преобразования для анализа сигналов акустической эмиссии при разрушении конструкционных материалов и технической диагностике различных промышленных объектов. Охарактеризованы методики идентификации типов разрушения материалов (сталей, сплавов, полимеров и др.) с помощью вейвлет-преобразования. Рассмотрены возможности вейвлет-преобразования сигналов акустической эмиссии для определения механизмов разрушения в композитах и обработки сигналов магнитоакустической эмиссии. Приведены примеры исследований, выполненных в Физико-механическом институте НАН Украины, подтверждающие эффективность вейвлет-анализа сигналов.

*SUMMARY.* The results of wavelet transform application for acoustic emission signals under structural materials fracture and technical diagnostics of different industrial objects have been analyzed. The methods of identification of fracture types of materials (steels, alloys, polymers etc.) using the wavelet transform have been characterized. The opportunities of the wavelet transform of acoustic emission signals for determination of fracture mechanisms of composites and processing of magnetoacoustic signals have been described. The considered examples of researches of scientists of Physico-Mechanical Institute of the NAS of Ukraine confirm the effectiveness of spectral analysis of signals.

*Panasyyuk V. V., Marukha V. I., and Sylovanyuk V. P.* Effective injection materials and technologies for renewal of service ability of damaged building constructions of long-term operation..... 22

*РЕЗЮМЕ.* Узагальнено результати досліджень, виконані науковцями Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України та Державного підприємства “Інженерний Центр “Техно-Ресурс” НАН України за останні 15 років з відновлення

роботоздатності пошкоджених будівельних залізобетонних споруд тривалої експлуатації.

*РЕЗЮМЕ.* Обобщены результаты исследований, выполнены учеными Физико-механического института им. Г. В. Карпенко НАН Украины и Государственного предприятия “Инженерный Центр “Техно-Ресурс” НАН Украины за последние 15 лет, по восстановлению работоспособности поврежденных строительных железобетонных сооружений длительной эксплуатации.

*SUMMARY.* The results of investigation over of the past 15 years obtained by the scientists of the Karpenko Physico-Mechanical Institute of the NAS of Ukraine and the State Enterprise Engineering Center “Techno-Resource” of the NAS of Ukraine on the restoration of workability of damaged reinforced concrete structures after their long-term operation were summarized.

*Novikov A. I. and Tsybanov G. V.* Consideration of inelastic deformation

kinetics in summing up the fatigue damages of steels ..... 30

*РЕЗЮМЕ.* Запропоновано метод розрахунку накопичення втомного пошкодження та зміни непружних деформацій під час циклічного навантаження зі змінними амплітудами напружень на основі розробленої раніше моделі граничного вичерпання циклічної пластичності. Показано, що для матеріалів з нестабільними непружними деформаціями під час циклічного навантаження втомне пошкодження не підлягає закону лінійного підсумовування. Встановлена відмінність у накопиченні втомних пошкоджень циклічно зміцнюваних і знеміцнюваних матеріалів. Ця відмінність та нелінійність є наслідком кінетики непружних деформацій у різних групах матеріалів, що запропоновано враховувати під час оцінки втомного пошкодження для зменшення похибки розрахунку. Крім цього, запропонована схема уточнення розрахунку сумарної втомної довговічності за нерегулярного навантаження шляхом використання індивідуальних кривих втоми зразків для мінімізації похибки, обумовленої розкидом експериментальних результатів.

*РЕЗЮМЕ.* Предложен метод расчета накопления усталостного повреждения и изменения неупругих деформаций при циклическом нагружении с переменными амплитудами напряжений на основе разработанной ранее модели предельного исчерпания циклической пластичности. Показано, что для материалов с нестабильными неупругими деформациями при циклическом нагружении усталостное повреждение не подлежит закону линейного суммирования. Установлена разница в накоплении усталостных повреждений циклически укрепляемых и неукрепляемых материалов. Это различие и нелинейность результат кинетики неупругих деформаций в разных группах материалов, что предложено учитывать при оценке усталостного повреждения для уменьшения погрешности расчета. Кроме этого, предложена схема уточнения расчета суммарной усталостной долговечности при нерегулярном нагружении путем использования индивидуальных кривых усталости образцов для минимизации погрешности, обусловленной разбросом экспериментальных результатов.

*SUMMARY.* The method of estimation of the fatigue damage kinetics and inelastic deformation under variable cyclic loading amplitude is proposed. It is based on the previously developed model of ultimate cyclic plasticity exhaustion. It is shown, that for materials with instable cyclic inelastic deformation under cyclic loading fatigue damage is not within the linear summation law. The difference in the accumulation of fatigue damages of cyclically strengthened and softened materials is established. This difference and nonlinearity is a result of inelastic deformations kinetics in estimation of fatigue damages in different groups materials that should be considered when evaluated fatigue damage to reduce the calculation error. Besides, the scheme of the calculation verification of the fatigue damage summation under irregular loading is proposed. The scheme minimizes an error, caused by experimental results scattering.

*Konovalenko I. V., Marushchak P. O., and Kuz O. N.* The method of processing and analysis of the images of a network of thermal fatigue cracks on the surface of work-pieces continuous casting machine roller..... 41

*РЕЗЮМЕ.* Запропоновано алгоритм для аналізу тріщин термовтоми поверхні ролика машини безперервного лиття заготовок, який не потребує адаптації до зображень різного типу та індивідуального підбору параметрів. Аналізували за достатньо великої підмножини наборів значень параметрів. Результат такої класифікації розглянуто як нечітку множину з функцією приналежності кожного її елемента, яка дорівнює кількості наборів параметрів, що виявили цей елемент у складі каркаса сітки пошкоджень.

*РЕЗЮМЕ.* Предложен алгоритм для анализа трещин термоусталости на поверхности ролика машины непрерывного литья заготовок, не требующий адаптации к изображениям различного типа и индивидуального подбора параметров. Анализировали при достаточно большом подмножестве наборов значений параметров. Результат такой классификации рассматривали как нечеткое множество с функцией принадлежности каждого ее элемента, равное числу наборов параметров, повлекшие выявление этого элемента в составе каркаса сетки поврежденных.

*SUMMARY.* An algorithm for analyzing thermal fatigue cracks on the roller surface of a continuous casting machine, which does not require adaptation to the images of various types and individual selection of parameters, is proposed. For this purpose the images were analyzed for a sufficiently large subset of sets of parameter values. The result of such classification was considered as a fuzzy set with the membership function of each of its elements, equal to the number of sets of parameters that led to the detection of this element in the frame of the damage grid.

*Bilyu O. L., Alonzo-Medina G. M., González-Sánchez J., and Acuña Gonzalez N. A.* Durability assessment of bone cement plates with elliptical shape defects: effect of configuration and position of the defect ..... 49

*РЕЗЮМЕ.* Обчислено критичну довжину тріщини у пластинах з лікувального цементу з додаванням різних домішок. Використано зразки, які заздалегідь просочували (0; 3; 6 місяців) у модельованому розчині для людського тіла. Досліджено конструкційні елементи, виготовлені з лікувального цементу з додаванням діетиламінометилакрилату, диметиламіно-метилметакрилату та діетиламінометилметакрилату. За створеними моделями встановлено критичну довжину дефектів за значеннями коефіцієнта інтенсивності напружень, а також критичну кількість циклів навантаження конструкційних елементів з еліпсоподібною тріщиною. Такі дослідження можуть стати основою для інженерних рекомендацій під час проектування та оцінки ризику реальних елементів, виготовлених з цього матеріалу.

*РЕЗЮМЕ.* Рассчитана критическая длина трещины в пластинах из лечебного цемента с добавлением различных смесей. Используются образцы, предварительно пропитанные (0; 3; 6 месяцев) в моделированном растворе для человеческого тела. Исследованы конструкционные элементы, изготовленные из лечебного цемента с добавлением диэтиламинометилакрилата, диметиламинометилметакрилата и диэтиламинометилметакрилата. С помощью разработанных моделей установлена критическая длина дефектов по значениям коэффициента интенсивности напряжений, а также критическое количество циклов нагружения конструкционных элементов с эллипсовидной трещиной. Такие исследования могут стать основой для инженерных рекомендаций при проектировании и оценке риска реальных элементов, изготовленных из этого материала.

*SUMMARY.* The length critical values of ellipse-like defects in plates made of bone cement manufactured with various additives are assessed. The analysis was made also using previously studied samples subjected to different soaking periods (0; 3; 6 months) in simu-



lated body fluid. This research is focussed on the behaviour of samples made of bone cement containing different additives: diethylaminoethylacrylate, dimethylaminoethylmethacrylate and diethylaminoethylmethacrylate. The models generated at present allow the determination of the critical length of defects from stress intensity factor values. This in turn made it possible to calculate the critical number of loading cycles in specific mechanical elements, containing ellipse-like defects. This class of calculations could be the basis for engineering recommendations for design and risk assessment of real elements, manufactured from this material.

*Kozachok O. P., Slobodyan B. S., and Martynyak R. M.* Contact between two elastic solids with a wavy relief in the presence of a real gas in gaps ..... 57

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено контакт двох півбезмежних пружних тіл, одне з яких має хвилясту поверхню, за наявності в міжповерхневих просвітах реального газу. Його стан описує рівняння Ван дер Ваальса, яке дає можливість ураховувати фазовий перехід газу в рідину. Сформульовану контактну задачу зведено до сингулярного інтегрального рівняння (СІР) з ядром Гільберта відносно похідної від висоти між поверхневих просвітів, яке трансформовано у СІР з ядром Коші, що розв'язано аналітично. З умови існування обмеженого розв'язку цього СІР і з рівняння Ван дер Ваальса отримано систему трансцендентних рівнянь для ширини просвітів і тиску газу, яку розв'язано числово. Проаналізовано залежності ширини просвітів, тиску та об'єму газу, контактного зближення і контактної податливості тіл від навантаження і температури.

*РЕЗЮМЕ.* Исследован контакт двух полубесконечных упругих тел, одно из которых имеет волнистую поверхность, при наличии в межповерхностных зазорах реального газа. Его состояние описывает уравнение Ван дер Ваальса, учитывающее фазовый переход газа в жидкость. Сформулированная задача сведена к сингулярному интегральному уравнению (СИУ) с ядром Гильберта относительно производной от высоты межповерхностных зазоров, которое трансформировано в СИУ с ядром Коши, решенное аналитически. Из условия существования ограниченного решения этого СИУ и из уравнения Ван дер Ваальса получена система трансцендентных уравнений для ширины зазоров и давления газа, которая решена численно. Проанализированы зависимости ширины зазоров, давления и объема газа, контактного сближения и контактной податливости тел от нагрузки и температуры.

*SUMMARY.* The contact of two elastic semi-infinite bodies, one of which has a wavy surface, in the presence of a real gas in the interface gaps is investigated. The state of the gas is described by the van der Waals equation, which makes it possible to take into account the phase transition of gas to liquid. The contact problem formulated is reduced to a singular integral equation (SIE) with Hilbert kernel for a derivative of a height of the interfacial gaps, and then it is transformed to a SIE with Cauchy kernel that it is solved analytically. A system of transcendental equations for a width of the gaps and a gas pressure is obtained from the consistency condition for this SIE and the van der Waals equation. This system is solved numerically. The dependences of the width of the gaps, the pressure and the volume of the gas, the average normal displacement and the contact compliance of the bodies on the applied load and the temperature are analysed.

*Kryven V. A., Valiashek V. B., and Javorska M. I.* Plastic exfoliation of a thin rigid inclusion, parallel to the half-space limit under unilateral contact with environment..... 64

*РЕЗЮМЕ.* Отримано числово-аналітичний розв'язок антиплоскої задачі про напружено-деформований стан пружно-пластичного півпростору з тонким жорстким тунельним паралельним межі півпростору включенням, яке до навантаження перебувало в однібічному механічному зв'язку з середовищем. Досліджено особливості пластичного відшарування включення. Розглянуто часткові випадки.

*РЕЗЮМЕ.* Получено численно-аналитическое решение антиплоской задачи о напряженно-деформированном состоянии упруго-пластического полупространства с тонким жестким туннельным параллельным границе полупространства включением, находящимся до нагрузки в одностороннем механическом контакте со средой. Исследованы особенности пластического отслаивания включения. Рассмотрены частные случаи.

*SUMMARY.* Numerical-analytical solution of anti-plane problem about the stress-strain state in the elastic-plastic half-space with a thin rigid tunnel inclusion parallel to the half-space is obtained. It is assumed that the inclusion was in connection with unilateral mechanical environment before loading. The features of plastic exfoliation of the inclusion are studied. The partial cases are considered.

*Wen Guang Song, Ivanytskyi Ya. L., Kun P. S., and Chyrva V. M.* Evaluation of crack growth resistance of structural materials under mixed-mode fracture macromechanisms ..... 70

*РЕЗЮМЕ.* Розглянуто задачу про граничну рівновагу пружно-пластичного тіла з тріщиною за одночасної реалізації трьох макромеханізмів руйнування. На основі енергетичного підходу та деяких гіпотез запропоновано критеріальні рівняння для мішаного руйнування. Розрахункові значення зіставлені з експериментальними.

*РЕЗЮМЕ.* Рассмотрена задача о граничном равновесии упругопластического тела с трещиной при одновременной реализации трех макромеханизмов разрушения. На основании энергетического подхода и некоторых гипотез предложены критериальные уравнения для смешанного нагружения. Расчетные значения сопоставлены с экспериментальными.

*SUMMARY.* A problem of the limit equilibrium of the elasto-plastic body with a crack at simultaneous realization of three macromechanisms of fracture is considered. On the basis of the energy approach and some hypotheses the formulas of criterion equations under the mixed loading are proposed. The calculation and experimental values are compared.

*Dzyubuk A. R., Voitovych A. A., Dzyubuk L. V., and Babii L. O.* Peculiarities of fatigue fracture of welded joints of 34XH2MA steel, formed by electrodes of different phase composition ..... 75

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено циклічну тріщиностійкість металу шва зварних з'єднань на товстолистовій сталі типу 34XH2MA, отриманих з використанням електродів феритного і аустенітного типів. Встановлено, що лише в межах другої ділянки кінетичних діаграм втомного руйнування метал шва, отриманий з використанням електродів і аустенітного, і феритного типів, має вищу тріщиностійкість порівняно з основним металом, тоді як на першій і третій ділянках його показники гірші. Фрактографічними дослідженнями показано, що зниження опору росту втомних тріщин у суто аустенітних швах може бути спричинене гарячими тріщинами між прикорневим та основним металом шва, в змішаних ферито-аустенітних – неприпустимо великими шлаковими включеннями, які створюють додаткову концентрацію напружень, погіршуючи характеристики циклічної тріщиностійкості.

*РЕЗЮМЕ.* Исследована циклическая трещиностойкость металла шва сварных соединений на толстолистовой стали типа 34XH2MA, полученных с использованием электродов ферритного и аустенитного типов. Установлено, что только в пределах второго участка кинетических диаграмм усталостного разрушения металл шва, полученный с использованием электродов как аустенитного, так и ферритного типов, имеет более высокую трещиностойкость по сравнению с основным металлом, тогда как на первом и третьем участках его показатели хуже. Фрактографическими исследованиями показано, что ухудшение сопротивления роста усталостных трещин в чисто аустенитных швах может быть вызвано горячими трещинами в зоне между прикорневым и основным металлом шва, а в смешанных ферритно-аустенитных –

недопустимо більшими шлаковими включеннями, створюючи додаткову концентрацію напружень, знижуючи характеристики циклічної тріщиностійкості.

*SUMMARY.* The fatigue crack growth resistance of weld joints metal on the thick plate 34XH2MA steel obtained using ferrite and austenite electrodes is investigated. It has been established that only within the second part of kinetic diagrams of fatigue crack growth of the weld metal of both austenite and ferrite types shows higher crack growth resistance in comparison with the base metal, whereas in the first and third parts – their characteristics are worse. Fractography investigations have shown that deterioration in the resistance to fatigue crack growth in purely austenitic weld joint metal can be caused by the presence of hot cracks in the zone between the substrate metal in the root of the weld joint and the following base metal of the weld, and in the mixed ferrite-austenite – by inadmissibly large slag inclusions, creating an additional concentration of stresses and thus reducing the characteristics of fatigue crack growth resistance.

*Fedorenko L. L., Prudnikov A. M., Evtukh A. A., Medvid A. P., Steblova O. V., Onufriyev P. A., Korchovyi A. A., and Uvarov V. S. Laser-stimulated phase transformations in thin SiO<sub>x</sub> and CN<sub>x</sub>-Ni layers..... 82*

*РЕЗЮМЕ.* Показано можливість лазерно-стимульованого фазового перетворення в тонких шарах SiO<sub>x</sub> аморфної нестехіометричної фази в нанокмпозитний шар з нанокристаллами Si, вбудованими в оксидну матрицю кремнію. Формування Si-наночастинок у плівці SiO<sub>x</sub> відбувалося завдяки опроміненню наносекундними імпульсами Nd<sup>+3</sup>:YAG лазера на основній довжині хвилі  $\lambda_1 = 1,064 \mu\text{m}$ , а також другій гармоніці  $\lambda_2 = 0,532 \mu\text{m}$ . Атомно-силовою мікроскопією (АСМ) та оптичними спектрами пропускання на поверхні виявлено наноструктуризацію у вигляді наночастинок Si з середніми розмірами від 5 до 85 nm. Розміри наночастинок та їх поверхневий розподіл залежать від інтенсивності  $I$  та довжини хвилі  $\lambda$  лазера. Визначено механізм формування нанокристалів Si, зумовлений лазерним термоударом. За результатами досліджень АСМ зображень, комбінаційних спектрів та поляризаційно-модуляційної спектроскопії виявлено збільшення монокристалічної фази в плівці нанокмпозита CN<sub>x</sub>-Ni з одночасним зростанням розміру наночастинок CN<sub>x</sub>-Ni завдяки імпульсній лазерній дії. Запропоновано механізм лазерно-стимульованого зростання кристалізації плівки, який полягає в локальному відпалі оболонки CN<sub>x</sub> внаслідок лазерного розігріву металевого ядра Ni наночастинок CN<sub>x</sub>-Ni, а також більшій сублимації аморфної фази CN<sub>x</sub>-Ni завдяки нижчій температурі дисоціації аморфної фази оболонки CN<sub>x</sub> порівняно з кристалічною.

*РЕЗЮМЕ.* Показана можливість лазерно-стимульованого фазового преобразования в тонких слоях SiO<sub>x</sub> аморфной нестехиометрической фазы в нанокмпозитный слой с нанокристаллами Si, встроенными в матрицу оксида кремния. Формирование наночастиц Si в пленке SiO<sub>x</sub> происходило при облучении наносекундными импульсами лазера Nd<sup>+3</sup>:YAG на основной длине волны  $\lambda_1 = 1,064 \mu\text{m}$ , а также второй гармоники  $\lambda_2 = 0,532 \mu\text{m}$ . Атомно-силовой микроскопией (АСМ) и оптическими спектрами пропускания на поверхности выявлено наноструктуризацию в виде наночастиц Si со средними размерами от 5 до 85 nm. Размеры наночастиц и распределение их по поверхности зависели от интенсивности лазера  $I$  и длины волны  $\lambda$ . Определен механизм образования Si-нанокристаллов, обусловленный эффектом лазерного термоудара. Из результатов исследований АСМ изображений, рамановского сдвига и поляризационно-модуляционной методики выявлен рост монокристаллической фазы в пленке нанокмпозита CN<sub>x</sub>-Ni с одновременным увеличением размеров наночастиц CN<sub>x</sub>-Ni в результате импульсного лазерного воздействия. Предложен механизм лазерно-стимульованной нанокристаллизации, который заключается в локальном отжиге оболочки CN<sub>x</sub> при лазерном разогреве металлического ядра Ni наночастицы, а также большей сублимации аморфной фазы CN<sub>x</sub>-Ni благодаря ее более низкой температуре диссоциации по сравнению с кристаллической фазой.

*SUMMARY.* The possibility of laser-assisted phase transformation in SiO<sub>x</sub> thin layers from amorphous non-stoichiometry phase to the nanocomposite layer with Si nanocrystals embedded into silicon oxide matrix was shown. Formation of Si NPs in the SiO<sub>x</sub> film occurred due to irradiation by nanosecond pulses of the Nd<sup>+3</sup>:YAG laser with the base wavelength,  $\lambda = 1.064 \mu\text{m}$ , as well as the second harmonic generation,  $\lambda = 0.532 \mu\text{m}$ . Nano-structurization was manifested with creation of the nanoparticles of sizes from 5 to 85 nm by atom force microscopy images and transmission optical spectra. The nanoparticles sizes and their surface distribution depended on laser intensity  $I$  and wavelength  $\lambda$ . The mechanism of Si nanocrystals formation based on laser-thermal shock effect was determined. Based on the results of the atom force microscopy images, Raman spectra and polarization modulation technique investigation, the increase in the contribution of the monocrystalline phase in the CN<sub>x</sub>-Ni nanocomposite film with the simultaneous increase in the size of CN<sub>x</sub>-Ni nanoparticles due to the pulsed laser action was revealed. The mechanism of laser-stimulated nanocrystallization is proposed, which consists in the local annealing of the CN<sub>x</sub> shell in the laser heating of the metallic core of the Ni nanoparticle and also due to the superior sublimation of the amorphous phase of CN<sub>x</sub>-Ni due to the lower dissociation temperature of the CN<sub>x</sub> shell as compared to the Ni core.

*Balitskii O. I., Kvasnytska Yu. H., Ivaskevych L. M., and Mialnitsa H. P.* Corrosion and hydrogen resistance of heatproof blade nickel-cobalt alloys..... 89

*РЕЗЮМЕ.* Вивчено вплив золи газотурбінного палива та газоподібного водню на втрату маси за довготривалої корозії та механічні властивості жароміцних литих лопаткових матеріалів. Встановлено, що корозійна тривкість досліджених сплавів корелює із вмістом хрому і найвища для сплаву СМ-104-ВІ, особливо за довготривалих високотемпературних випробувань. Монокристалічний сплав СМ-90-ВІ найменш чутливий до дії водню за короткочасного розтягу в інтервалі температур 20...900°C і тиску 30 МПа.

*РЕЗЮМЕ.* Исследовано влияние зола газотурбинного топлива и газообразного водорода на потерю массы при длительной коррозии и механические свойства жаропрочных литых никелевых лопаточных материалов марок СМ-88У-ВІ, СМ-90-ВІ и СМ-104-ВІ. Установлено, что эти сплавы коррозионно-стойкие (СМ-104-ВІ > СМ-90-ВІ > СМ-88У-ВІ) среди аналогичных материалов, при этом стойкость сплава СМ-104-ВІ возрастает с увеличением временной базы. При кратковременном растяжении в интервале температур 20...900°C наименее чувствителен к воздействию водорода при давлении 30 МПа сплав СМ-90-ВІ.

*SUMMARY.* The influence of the gas turbine fuel ash and gaseous hydrogen on mass loss due to long-term corrosion and mechanical properties of heat-resistant cast blade materials СМ-88U-VI, СМ-90-VI and СМ-104-VI are investigated. It was established that the level of sulfide-oxide corrosion resistance of investigated alloys (СМ-104-VI > СМ-90-VI > СМ-88U-VI) correlates with the alloying criterion and is the highest among similar materials, and the advantage of the СМ-104-VI alloy increases with the increase of the time base. For static tensile testing in the temperature range of 20...900°C the СМ-90-VI alloy is the least sensitive to the action of hydrogen at the pressure of 30 MPa.

*Torop V. M., Rabkina M. D., Shtofel O. O., Usov V. V., Shkatulyak N. M., and Savchuk O. S.* On the causes of failure of reinforcing ropes of the protective cases of nuclear power plant units ..... 98

*РЕЗЮМЕ.* Встановлено імовірні причини передчасних руйнувань типових арматурних канатів захисних оболонок АЕС з урахуванням механічних параметрів дротів, характеру пошкодження їх поверхонь, фрактальних розмірностей зламів. Виявлено, що за нижчої пластичності металу дроту і меншої його пошкодженості реалізується крихке руйнування, якому відповідає більша фрактальна розмірність.

*РЕЗЮМЕ.* Установлены вероятные причины преждевременных отказов типичных арматурных канатов защитных оболочек АЭС с учетом качества металла проволок, характера повреждения их поверхностей и фрактальных размерностей излома. Выявлено, что более хрупкому разрушению соответствует большая фрактальная размерность изломов при меньших повреждениях и пластичности материала.

*SUMMARY.* Main causes of premature failures of typical reinforcing ropes of the protective envelopes of nuclear power plants are established, based on the quality of the wires, the nature of their damaged surfaces, fractal features of fracture. It was found that a more brittle fracture corresponds to a larger fractal dimension at the less damage and plasticity of the material.

*Topczewska K.* Influence of the time of contact pressure increase on temperature in the pad-disc tribosystem during braking ..... 107

*РЕЗЮМЕ.* Отримано точні розв'язки теплових задач тертя для трибосистеми накладка–диск із урахуванням часових профілів питомої потужності тертя, що відповідають експоненційному та лінійному підвищенню тиску під час гальмування. Досліджено вплив тривалості досягнення номінального значення тиску на температуру в зоні контакту металокерамічної накладки з чавунним диском. Встановлено, що зі збільшенням часу досягнення номінального значення контактного тиску максимальна температура лінійно знижується, а час її досягнення збільшується.

*РЕЗЮМЕ.* Получены точные решения тепловых задач трения для трибосистемы накладка–диск с учетом временных профилей удельного давления, соответствующих экспоненциальному и линейному увеличению давления при торможении. Исследовано влияние продолжительности достижения номинального значения давления на температуру в области контакта металлокерамической накладки с чугуном диском. Выявлено, что с ростом времени достижения номинального значения контактного давления максимальная температура линейно снижается, а время ее достижения увеличивается.

*SUMMARY.* The exact solutions to the thermal problems of friction for the pad-disc tribosystem with account of temporal profiles of the specific friction power, corresponding to the exponential and linear increase of pressure during braking, were obtained. The effect of the time of contact pressure increase to the nominal value on the temperature in the contact zone of the metal-ceramic pad with the cast iron disc was investigated. It was established that increasing the time moment of reaching nominal pressure, the maximum temperature decreases linearly and it is reached later.

*Salenko O. F., Shchetynin V. T., Lashko E. E., Gusarova I. O., Solntsev V. P., and Sytnyk O. O.* Providing mechanical characteristics of soldered thin-walled structures of heat-resistant Ni–20Cr–6Al–1Ti–1Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> alloy..... 115

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено вплив режимів паяння у вакуумі тонколистових заготовок зі сплаву Ni–20Cr–6Al–1Ti–1Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на механічні властивості одержуваного з'єднання. Виявлено, що за паяння дрібнодисперсною сумішшю порошків нікелю, вольфраму та бору при 1350°C з витримкою 20 min у вакуумі 10<sup>-3</sup> Pa забезпечується міцність з'єднання до 320 МПа. Одержано рівняння, що пов'язують границю міцності з'єднання та температурні деформації тонких пластин з режимами паяння.

*РЕЗЮМЕ.* Исследовано влияние режимов вакуумной пайки тонколистовых заготовок на механические свойства получаемого соединения из сплава Ni–20Cr–6Al–1Ti–1Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Выявлено, что при пайке смесью порошков никеля, вольфрама и бора при 1350°C с выдержкой 20 min в вакууме 10<sup>-3</sup> Pa обеспечивается прочность соединения до 320 МПа. Получены уравнения, связывающие предел прочности соединения и температурные деформации тонких пластин с режимами пайки.

*SUMMARY.* The influence of vacuum soldering conditions of thin sheets on the mechanical properties of the resulting compound made of Ni-20Cr-6Al-1Ti-1Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> is investigated. Under soldering with a powder of nickel, tungsten and boron at a temperature of 1350°C with an exposure of 20 min in vacuum of 10<sup>-3</sup> Pa the compound strength up to 320 MPa is provided. Equations connecting the ultimate strength of the compound and the value of the temperature deformations of thin plates with soldering conditions are obtained.

*Ivasishin O. M., Savvakina D. G., Dekhtyarenko V. A., and Stasiuk O. O.*

Hydrogen interaction with Ti-Al-V-Fe, Al-V-Fe and Ti-Al-Mo-Fe master alloy powders ..... 121

*РЕЗЮМЕ.* Експериментально досліджено взаємодію водню з лігатурами систем легування Ti-Al-V-Fe, Al-V-Fe та Ti-Al-Mo-Fe, які використовують для створення титанових сплавів з порошкових сумішей на основі наводненого титану. Виявлено, що водень, який виділяється з такого титану під час нагрівання сумішей, залежно від термобаричних умов та хімічного складу лігатур може тимчасово їх насичувати, викликаючи об'ємні ефекти і впливаючи на дефектність кристалічної структури та дифузійні процеси, які визначають синтез сплавів з порошкових сумішей. Під час нагрівання лігатур у водні встановлено температурні інтервали його сорбції залежно від хімічного складу лігатури, а за подальшого нагріву у вакуумованій камері – температурні інтервали його десорбції. Титан активізує взаємодію лігатур з воднем, у той час як через значну сумарну кількість алюмінію і заліза вони стають інертними до водню.

*РЕЗЮМЕ.* Экспериментально исследовано взаимодействие водорода с лигатурами систем легирования Ti-Al-V-Fe, Al-V-Fe и Ti-Al-Mo-Fe, которые используют для получения титановых сплавов из порошковых смесей на основе наводороженного титана. Выявлено, что водород, выделяющийся из титана при нагреве таких смесей, в зависимости от термобарических условий и химического состава лигатур может временно их насыщать, вызывая объемные эффекты и воздействуя на дефектность кристаллической структуры и диффузионные процессы, которые определяют синтез сплавов из порошковых смесей. При нагреве лигатур в водороде определена принципиальная возможность и температурные интервалы его сорбции в зависимости от химического состава лигатуры, а при последующем нагреве в вакуумированной камере – температурные интервалы его десорбции. Титан в лигатурах активизирует взаимодействие с водородом, а из-за значительного суммарного количества алюминия и железа лигатуры становятся инертными к нему.

*SUMMARY.* The interaction of hydrogen and Ti-Al-V-Fe, Al-V-Fe, Ti-Al-Mo-Fe master alloy powders are experimentally investigated. The master alloys are used for production of titanium alloys with blended elemental powder approach using hydrogenated titanium. Hydrogen emitted from hydrogenated titanium under heating can temporary saturate master alloy powders depending on their chemical composition and pressure-temperature parameters. The hydrogenation/dehydrogenation results in volume changes and potentially affects crystal lattice defects and diffusion mass transfer under alloy synthesis from powder blends. The opportunity and temperature ranges for hydrogen desorption depending on master alloy composition are experimentally established by powder heating under hydrogen atmosphere. Hydrogen desorption temperatures are found by subsequent vacuum heating of hydrogenated powders. The presence of titanium in master alloy composition activates the interaction with hydrogen, while aluminum and iron mutually make master alloys inert to hydrogen.

*Blikharskii Z. Ya. and Obukh Yu. V.* The influence of mechanical and corrosion defects on strength of thermally hardened reinforcement bars of 35ГС steel..... 128

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено вплив форми та розмірів дефектів на міцність сталеві термозміцненої арматури. Побудовано діаграми деформування арматури з різними типами дефектів. Вперше застосовано метод бінаризації зображень для обчислення

площі зламів зразків арматури для встановлення істинних критичних напружень. Встановлено, що одиночні гострі дефекти є небезпечнішими, ніж система таких дефектів чи одиночні корозійні дефекти значної довжини. Показано перевагу використання істинних напружень для оцінювання міцності арматури.

*РЕЗЮМЕ.* Исследовано влияние формы и размеров дефектов на прочность стальной термоупрочненной арматуры. Построены диаграммы деформирования арматуры с различными типами дефектов. Впервые применен метод бинаризации изображений для вычисления площади изломов образцов арматуры с целью установления истинных критических напряжений. Установлено, что одиночные острые дефекты являются более опасными, чем система таких дефектов или одиночные длинномерные коррозионные дефекты. Показано преимущество использования истинных напряжений для оценки прочности арматуры.

*SUMMARY.* The influence of shape and size of the defects on strength of thermally hardened steel reinforcement is investigated. Stress-strain curves of reinforcement with different types of defects are built. For the first time a method of images binarization is used to calculate the fracture surface of specimens in order to establish true critical stresses. It has been found that singular defects were more dangerous than the system of such defects, as well as long defects. The advantage of using true stresses for reinforcement bars strength evaluation is shown.

*Pokhmurskii V. I., Khoma M. S., Vynar V. A., Vasylyv Kh. B., and Ratska N. B.*

The influence of the external polarization potential on tribo-corrosion behavior of 08X18H10T steel ..... 134

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено вплив зовнішньої поляризації за різних потенціалів на трибокорозійну поведінку сталі 08X18H10T у 3%-му розчині NaCl у контакті з корундовою кулькою. Виявлено, що механічний чинник зміщує потенціал пітингоутворення у від'ємний бік на 0,17 V проти поверхні без тертя. Час припрацювання, коефіцієнт тертя та втрати матеріалу під час трибокорозії якісно корелюють і залежать від прикладеного електродного потенціалу. Встановлено, що водень, який виділяється в зоні контакту за катодної поляризації, окричує поверхневі шари, що беруть участь у фрикційній взаємодії, а також відновлює оксидні плівки та запобігає швидкому їх утворенню на сталі, через що посилюється її зношування. Він також полегшує деформацію та збільшує деформаційну зону біля дорожки тертя, що проявляється у лініях ковзання. За анодної поляризації зафіксовано ріст пітингів на ділянці тертя.

*РЕЗЮМЕ.* Исследовано влияние внешней поляризации на трибокорозионное поведение стали 08X18H10T в 3%-ом растворе NaCl в контакте с корундовым шариком. Выведено, что механический фактор смещает потенциал питтингообразования в отрицательную сторону на 0,17 V по сравнению с поверхностью без трения. Время приработки, коэффициент трения и потери материала при трибокорозии качественно коррелируют и зависят от приложенного электродного потенциала. Установлено, что водород, выделяющийся в зоне контакта при катодной поляризации, охрупчивает поверхностные слои, которые участвуют во фрикционном взаимодействии, а также восстанавливает оксидные пленки на стали и предотвращает их быстрое образование, вследствие чего увеличивается ее износ. Он также облегчает деформацию и увеличивает деформационную зону возле дорожки трения. При анодной поляризации выявили рост питтингов на поверхности трения.

*SUMMARY.* The influence of external polarization on the tribocorrosive behavior of 08X18H10T steel in a 3% NaCl solution has been investigated. It is found that the mechanical factor displaces the potential of to the negative side by 0.17 V in comparison with the surface without friction. Grinding time, coefficient of friction and material loss during tribocorrosion qualitatively correlate and depend on the applied electrode potential. The brittle fracture of the contact zone under the influence of hydrogen has been established. Hydrogen prevents the rapid formation of the oxide films on the steel, which increases the wear of steel. Also, hydrogen facilitates the deformation and increases the deformation

zone near the friction track. Pitting formation increases on the friction area under the anode polarization.

*Matsko I. Yo., Javorskyj I. M., Yuzefovych R. M., and Semenov P. O.*

Statistical vector-tensor analysis of vibration of a centrifuge  
with a developed defect of the rotary unit..... 140

*РЕЗЮМЕ.* Методами когерентного та компонентного аналізу векторних періодично корельованих випадкових процесів досліджена структура оцінок лінійних і квадратичних інваріантів кореляційної тензор-функції стохастичних вібрацій центрифуги, проаналізовані їх амплітудні спектри. Показано, що використання інваріантів дає можливість підвищити ефективність вібраційної діагностики, встановити просторові зміни вібраційних навантажень за появи дефекту і локалізувати його.

*РЕЗЮМЕ.* Методами когерентного и компонентного анализа векторных периодически коррелированных случайных процессов исследована структура оценок линейных и квадратических инвариантов корреляционной тензор-функции стохастических вибраций центрифуги, проанализированы их амплитудные спектры. Показано, что использование инвариантов дает возможность повысить эффективность вибрационной диагностики, установить пространственные изменения вибрационных нагрузок при появлении дефекта и локализовать его.

*SUMMARY.* The structure of linear and quadratic invariants estimators of covariance tensor-function of decanter's stochastic vibration is analyzed by the coherent and component methods for analysis of vectorial periodically correlated random processes. It is shown that use of the invariants allows to enhance of vibration diagnosis efficiency, to define spatial changes of vibration loading while a defect appears and to localize it.