

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

В. В. ПАНАСЮК (головний редактор), *В. М. ФЕДІРКО* (заст. головного редактора), *Р. Р. КОКОТ* (відповідальний секретар), *О. С. АНДРЕЙКІВ*, *С. А. БИЧКОВ*, *Л. О. ВАСИЛЕЧКО*, *Р. С. ГЛАДИШЕВСЬКИЙ*, *І. М. ДМИТРАХ*, *І. Ю. ЗАВАЛІЙ*, *І. М. ЗІНЬ*, *Г. С. КІТ*, *Р. М. КУШНІР*, *Л. М. ЛОБАНОВ*, *З. Т. НАЗАРЧУК*, *Г. М. НИКИФОРЧИН*, *І. В. ОРІНЯК*, *О. П. ОСТАШ*, *В. І. ПОХМУРСЬКИЙ*, *І. К. ПОХОДНЯ*, *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. ГАРРІС* (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), *Дж.-Ф. НОТТ* (Великобританія), *Г. ПЛЮВІНАЖ* (Франція), *Я. ПОКЛЮДА* (Чехія), *Р.-О. РІЧІ* (США), *Д.-М.-Р. ТЕПЛИН* (Великобританія), *Л. ТОТ* (Угорщина), *Є. 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*, *I. K. POKHODNIA*, *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), *J. F. KNOTT* (Great Britain), *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: pсmm@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.: (380) 322 63-73-74,
(380) 322 29-62-30. Fax: (380) 322 64-94-27.
E-mail: pсmm@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 10.12.2015. Формат 70×108/16. Папір офсетний № 1. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 12.

Умовн. фарбо-відбитків 12,5. Тираж 200 прим. Замовлення 111215 від 11.12.2015. 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", 2015

ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ



ТОМ 51, № 6, 2015

листопад – грудень

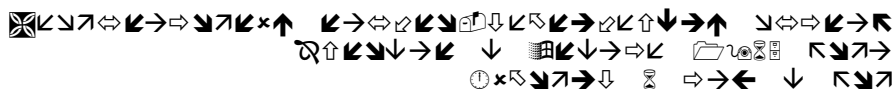
ЗМІСТ

<i>Скальський В. Р., Почапський Є. П., Мельник Н. П.</i> Моделювання руху доменних стінок у феромагнетних матеріалах (Огляд)	7
<i>Сулим Г. Т., Ясній О. П., Пастернак Я. М.</i> Моделювання множинного розтріскування за дії термомеханічної втоми	17
<i>Саврук М. П., Казберук А., Онишко Л. Й.</i> Вплив анізотропії матеріалу на розподіл напружень біля параболічного вирізу	24
<i>Ревенко В. П.</i> Зведення тривимірної задачі теорії згину товстих пластин до розв'язання двох двовимірних задач	34
<i>Кравець В. С.</i> Напружено-деформований стан півплощини з внутрішніми приповерхневими тріщинами	40
<i>Козачок О. П., Слободян Б. С., Мартиняк Р. М.</i> Контакт пружних тіл за наявності газу та незмочувальної рідини у періодичних міжповерхневих просвітах	50
<i>Адамович А.</i> Термонапружений стан диска під час багаторазового гальмування	58
<i>Скворцова С. В., Льїн А. А., Мамонов А. М., Ночовна Н. А., Умарова О. З.</i> Структура і властивості листових напівфабрикатів із жароміцного інтерметалідного сплаву на основі Ti_2AlNb	64
<i>Старостенко С. В., Восводін В. М., Тихоновський М. А., Даніленко М. І., Кальченко О. С., Великодний О. М., Андрієвська Н. Ф.</i> Мікроструктура аустенітної сталі 08X18H10T, механічно легованої наноксидами системи $Y_2O_3-ZrO_2$	70
<i>Кирилів В. І., Чайковський Б. П., Максимів О. В., Шалько А. В.</i> Контактна втома сталі 20ХН3А з поверхневою наноструктурою	75
<i>Вакулєнко І. О.</i> Вплив швидкості охолодження на міцність ободу залізничного колеса	80
<i>Каховський М. Ю.</i> Вплив водного середовища на газонасиченість металу зварного шва під час підводного зварювання сталі 12Х18Н10Т	83
<i>Повстяной О. Ю., Рудь В. Д., Самчук Л. М., Зубовецька Н. Т.</i> Виготовлення поруватих матеріалів із використанням енергозберігальної технології	87
<i>Ясків О. І., Єлісеєва О. І., Хархаліс А. Я., Кухар І. С.</i> Вплив попереднього окиснення на корозійну тривкість феритно-мартенситних сталей у розплаві свинцю	93

<i>Хома М. С., Чумало Г. В., Харченко С. В., Дацко Б. М., Івашиків В. Р.</i> Захисні властивості покривів на основі алюмінію в сірково-дневих середовищах.....	100
<i>Похмурський В. І., Василів Х. Б., Винар В. А., Довгунік В. М., Ковальчук І. В., Хлопик О. П.</i> Вплив легувальних компонентів на трибокорові властивості карбідо-вольфрамових керметів.....	105
<i>Скнар Ю. С., Аміруллоєва Н. В., Скнар І. В., Данилов Ф. Й.</i> Електроосадження нанокompatитів Ni–ZrO ₂ із метилсульфонатного електроліту	112
<i>Кунтий О. І., Сусь Л. В., Корній С. А., Охремчук Є. В.</i> Електроосадження наночастинок золота у диметилформамідних розчинах H[AuCl ₄]	119
<i>Хе Б., Хан П. Я., Лу С. Х., Бай Ксі. Х.</i> Вплив розміру частинок ґрунту на характер електрохімічної корозії трубопровідної сталі у сольовому розчині.....	124
Перелік статей, опублікованих у журналі “ФХММ” за 2015 р.	136
Авторський покажчик	141

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. Г. В. КАРПЕНКО

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ



ТОМ 51, № 6, 2015

ноябрь – декабрь

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Скальский В. Р., Почапский Е. П., Мельник Н. П.</i> Моделирование движения доменных стенок в ферромагнитных материалах (Обзор).....	7
<i>Сулым Г. Т., Ясний О. П., Пастернак Я. М.</i> Моделирование множественного растрескивания при воздействии термомеханической усталости	17
<i>Саврук М. П., Казберук А., Онышко Л. И.</i> Влияние анизотропии материала на распределение напряжений возле параболического выреза	24
<i>Ревенко В. П.</i> Сведение трехмерной задачи теории изгиба толстых пластин к решению двух двумерных задач	34
<i>Кравец В. С.</i> Напряженно-деформированное состояние полуплоскости с внутренними приповерхностными трещинами.....	40
<i>Козачок О. П., Слободян Б. С., Мартыняк Р. М.</i> Контакт упругих тел при наличии газа и несмачивающей жидкости в периодических межповерхностных зазорах	50
<i>Адамович А.</i> Термонапряженное состояние диска при многоразовом торможении.....	58
<i>Скворцова С. В., Ильин А. А., Мамонов А. М., Ночовная Н. А., Умарова О. З.</i> Структура и свойства листовых полуфабрикатов из жаропрочного интерметаллидного сплава на основе Ti_2AlNb	64
<i>Старостенко С. В., Воеводин В. Н., Тихоновский М. А., Даниленко Н. И., Кальченко А. С., Велькодный А. Н., Андриевская Н. Ф.</i> Микроструктура аустенитной стали 08X18H10T, механически легированной наноксидами системы $Y_2O_3-ZrO_2$	70
<i>Кырылив В. И., Чайковский Б. П., Максимов О. В., Шалько А. В.</i> Контактная усталость стали 20ХН3А с поверхностной наноструктурой.....	75
<i>Вакуленко И. А.</i> Влияние скорости охлаждения на прочность обода железно дорожнего колеса.....	80
<i>Каховский Н. Ю.</i> Влияние водной среды на газонасыщенность металла сварного шва при подводной сварке стали 12Х18Н10Т	83
<i>Повстяной А. Ю., Рудь В. Д., Самчук Л. М., Зубовецкая Н. Т.</i> Изготовление пористых материалов с использованием энергосберегающей технологии	87
<i>Яськив О. И., Елисеєва О. И., Хархалис А. Я., Кухар И. С.</i> Влияние предварительного оксидирования на коррозионную стойкость ферритно-мартенситных сталей в расплаве свинца	93

<i>Хома М. С., Чумало Г. В., Харченко Е. В., Дацко Б. М., Ивашкив В. Р.</i>	
Защитные свойства покрытий на основе алюминия в сероводородных средах	100
<i>Похмурский В. И., Васылив Х. Б., Вынар В. А., Довгунык В. М., Ковальчук И. В., Хлопук О. П.</i>	
Влияние легирующих компонентов на трибокоррозионные свойства карбидо-вольфрамовых керметов	105
<i>Скнар Ю. Е., Амируллоева Н. В., Скнар И. В., Данилов Ф. И.</i>	
Электроосаждение нанокomпозитов Ni-ZrO ₂ из метилсульфонатного электролита	112
<i>Кунтый О. И., Сусь Л. В., Корний С. А., Охремчук Е. В.</i>	
Электроосаждение наночастиц золота в диметилформамидных растворах H[AuCl ₄].....	119
<i>Хе Б., Хан П. Я., Лу С. Х., Баи Кси. Х.</i>	
Влияние размера частиц почвы на характер электрохимической коррозии трубопроводной стали в солевом растворе	124
<i>Перечень статей, опубликованных в журнале “ФХММ” за 2015 г.</i>	136
<i>Авторский указатель</i>	141

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

H. V. KARPENKO PHYSICO-MECHANICAL INSTITUTE

PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS



VOLUME 51, № 6, 2015

November – December

CONTENTS

Skalskyi V. R., Pochapskyi Ye. P., and Melnyk N. P. Modeling the motion of domain walls in ferromagnetic materials (A review)7

РЕЗЮМЕ. Проаналізовано основні підходи до математичного моделювання руху доменних стінок ферромагнетиків під впливом зовнішнього магнетного поля. За результатами синтезу літературних джерел подано рівняння переміщень доменної стінки з урахуванням броунівського розподілу поля. Описано відомі математичні моделі, побудовані за залежностями товщини доменних стінок від механічних напружень, які дають змогу розрахувати максимальні переміщення доменної стінки й оцінити амплітуду магнетопружної акустичної емісії.

РЕЗЮМЕ. Проанализированы основные подходы к математическому моделированию движения доменных стенок ферромагнетиков под влиянием внешнего магнитного поля. По результатам синтеза литературных источников приведены уравнения перемещений доменной стенки с учетом броуновского распределения поля. Описаны известные математические модели, построенные на зависимостях толщины доменных стенок от механических напряжений, с помощью которых можно рассчитать максимальные перемещения доменной стенки и оценить амплитуду магнитоупругой акустической эмиссии.

SUMMARY. The basic approaches of mathematical modeling of the ferromagnetic domain walls motion in the applied external magnetic field are considered. The equation of the domain walls displacements with the Brownian field distribution, taking into account the result of the literature data synthesis, are presented. The described known mathematical models are built with account of the dependence of the domain walls value on the mechanical stresses. The maximum displacements and magneto-elastic acoustic emission amplitude values can be calculated using the mentioned above models.

Sulym H. T., Yasnii O. P., and Pasternak Ya. M. Modeling of multiple cracking under thermo-mechanical fatigue effect17

РЕЗЮМЕ. Запропоновано модель множинного розтріскування зразків за сумісної дії теплових та механічних циклічних навантажень. З огляду на складність обчислювань під час розв'язування задач взаємодії стохастично розташованих тріщин запропоновано вважати їх подвійно періодичними системами розгалужених тріщин, що моделюють міжзеренне пошкодження та між- і транскристалітне руйнування. Для встановлення головного напрямку поширення руйнування у модель ввели хрестовидні

тріщиноподібні дефекти, які можуть поширюватися у двох перпендикулярних напрямках відповідно до прикладених термосилових навантажень. Обчислено залежності виникнення пошкодженості, довжини мікротріщин і віддалі між ними від кількості циклів та параметрів термосилового навантаження.

РЕЗЮМЕ. Предложена модель множественного растрескивания образцов при совместном действии термических и механических циклических нагрузок. Учитывая сложности вычислений при решении задач взаимодействия стохастически расположенных трещин, предложено считать их двухпериодическими системами разветвленных трещин, моделирующих межзеренные повреждения и меж- и транскристаллическое разрушение. Для определения главного направления распространения разрушения в модель введено крестообразные трещиноподобные дефекты, которые могут расти в двух взаимно перпендикулярных направлениях, соосных с приложенной термосиловой нагрузкой. Рассчитаны зависимости поврежденности, длины микротрещин и расстояний между ними от количества циклов и параметров термосиловой нагрузки.

SUMMARY. The model of multiple cracking of specimens under the combined action of cyclic thermal and mechanical loading is proposed. Due to the computational complexity of solving the problems of stochastically distributed cracks interaction, it is proposed to consider them as two-periodical systems, which model the intergranular damage and inter-crystal and trans-crystal fracture. To determine the general direction of fracture propagation the cross-like defects, which can grow in two mutually perpendicular directions, coaxial with the applied thermal and mechanical loadings, are introduced into the model. The dependences of damage, length of microcracks and distances between them on the number of cycles and the parameters of thermal mechanical loading are obtained.

Savruk M. P., Kazberuk A., and Onyshko L. Yo. The influence of material anisotropy on the stress distribution near the parabolic notch24

РЕЗЮМЕ. Розглянуто задачі про розподіл напружень у нескінченній анізотропній площині з параболічним вирізом за трьох основних типів деформації, коли на нескінченності задано асимптотику поля напружень, в яку входять коефіцієнти інтенсивності напружень у вершині відповідної напівнескінченної тріщини. Розв'язки задач отримано за допомогою граничного переходу з відомих аналітичних розв'язків для еліптичного отвору в анізотропній площині за трьох видів навантаження на нескінченності (симетричного розтягу, поперечного та поздовжнього зсувів). Ці результати узагальнюють відомі розв'язки про розподіл напружень біля вузьких закруглених вирізів в ізотропній площині та відображають вплив анізотропії матеріалу на концентрацію напружень.

РЕЗЮМЕ. Рассмотрены задачи о распределении напряжений в бесконечной анизотропной плоскости с параболическим вырезом для трех основных типов деформаций, когда на бесконечности задана асимптотика поля напряжений, в которую входят коэффициенты интенсивности напряжений в вершине соответствующей полубесконечной трещины. Решения задач получено при помощи граничного перехода из известных аналитических решений для эллиптического отверстия в анизотропной плоскости при трех видах нагружений на бесконечности (симметрического растяжения, поперечного и продольного сдвигов). Эти результаты обобщают известные решения о распределении напряжений возле узких закругленных вырезов в изотропной плоскости и отображают влияние анизотропии материала на концентрацию напряжений.

SUMMARY. The problem of stress distribution in the infinite anisotropic plane with a parabolic notch for three main types of deformation, when the stress field asymptotics is set at the infinity, which includes the stress intensity factors at the tip of the corresponding semi-infinite crack, is considered. The problems solutions is received by using the boundary transition from known analytical solutions for an elliptic hole in the anisotropic

plane for three types of load at infinity (symmetrical tension, transversal and longitudinal shear). These results generalize the known solutions on the stress distribution near the narrow rounded notches in the isotropic plane and show the influence of the material anisotropy on the stress concentration.

Revenko V. P. Reduction of three-dimensional theory of thick plates bending to solving two two-dimensional problems34

РЕЗЮМЕ. Запропоновано нову теорію згину товстої пластини, коли її напружено-деформований стан пластини розділено на симетричні згин і стиск. Для опису симетричного згину використано три гармонічних функції. Інтегруванням по товщині пластини виражено згинальні, крутні моменти і поперечні сили через дві двовимірні функції. Задоволені співвідношення тривимірної теорії пружності і побудовано замкнуту систему рівнянь у часткових похідних шостого порядку на введені функції без використання гіпотез про геометричний характер деформування пластини. Запропоновано аналітично-числовий метод їх розв'язання.

РЕЗЮМЕ. Предложена новая теория изгиба толстой пластины, когда ее напряженное состояние не описывают гипотезы Кирхгофа–Лява или Тимошенко. Трехмерное напряженно-деформированное состояние пластины разделено на симметричный изгиб и сжатие. Для описания симметричного изгиба использованы три гармонические функции. Путем интегрирования по толщине пластины изгибные, крутящие моменты и поперечные усилия выражены через две двумерные функции. Удовлетворены соотношения теории упругости и без использования гипотез о геометрическом характере деформирования пластины построена замкнутая система уравнений в частных производных шестого порядка. Предложен аналитико-численный метод их решения.

SUMMARY. A new theory of a thick plate bending, when its stress state is not described by the hypothesis of Kirchhoff–Love or Tymoshenko, is proposed. To describe its symmetric bending three harmonic functions are proposed. For the description of its symmetric bending three harmonious functions are proposed. The components of the stress tensor are integrated over the thickness of the plate. Bending and torsional moments and also shear forces in two-dimensional functions are expressed. The ratios of the elasticity theory are satisfied without the use of the hypotheses on the geometric character of the plate deformation. A closed system of partial differential equations of the sixth order is constructed. The analytical and numerical methods for their solution are proposed.

Kravets V. S. Stress-strain state of a half-plane with internal near-surface cracks40

РЕЗЮМЕ. Методом сингулярних інтегральних рівнянь розв'язано пружну та пружно-пластичну (в межах моделі смуг пластичності) задачі теорії пружності та механіки руйнування для півплощини з внутрішніми гладкими та кусково-гладкими тріщинами. Числові розв'язки інтегральних рівнянь отримано методом механічних квадратур. Визначено коефіцієнти інтенсивності напружень у вершинах кусково-гладких приповерхневих тріщин, досліджено їх залежності від геометричних параметрів задачі за внутрішнього тиску на берегах тріщини та розтягу півплощини на нескінченності. У пружно-пластичній задачі досліджено вплив вільного краю півплощини, рівня навантаження та форми тріщини на розкриття в її вершинах, довжини та кути орієнтації прямолінійних смуг пластичності, які виходять з вершин тріщини.

РЕЗЮМЕ. Методом сингулярных интегральных уравнений решены упругая и упруго-пластическая (в рамках модели полос пластичности) задачи теории упругости и механики разрушения для полуплоскости с внутренними гладкими и кусочно-гладкими трещинами. Численные решения интегральных уравнений получены методом механических квадратур. Определены коэффициенты интенсивности напряжений в вершинах кусочно-гладких приповерхностных трещин, исследованы их зависимости от геометрических параметров задачи при внутреннем давлении на берегах трещины

и растяжения полуплоскости на бесконечности. В упруго-пластической задаче исследовано влияние свободного края полуплоскости, уровня нагрузки и формы трещины на раскрытия в ее вершинах, длины и углы ориентации прямолинейных полос пластичности, которые выходят из вершин трещины.

SUMMARY. The elastic and elastoplastic (in the model of plasticity bands) problems of elasticity theory and fracture mechanics for a half-plane with internal smooth and piecewise-smooth cracks are solved by the method of singular integral equations. The numerical solutions of the integral equations are obtained by a quadrature technique. The stress intensity factors at the tips of piecewise smooth near-surface cracks are obtained and their dependences on the geometric parameters of the problem are identified at an internal pressure at the crack faces and half-plane tension at infinity. For elastoplastic problem we have investigated the influence of the free edge of the half-plate, level of loading and crack form on the crack tip opening, length and orientation angles of the rectilinear plasticity bands that come out of the crack tip.

Kozachok O. P., Slobodian B. S., and Martynyak R. M. Contact of elastic solids in the presence of gas and non-wetting liquid in periodically arranged interfacial gaps50

РЕЗЮМЕ. Досліджено контакт двох півбезмежних пружних тіл за наявності в міжповерхневих просвітах, зумовлених періодичною системою виїмок на межі одного з тіл, газу та нестисливої рідини, яка не змочує поверхні тіл. Перепад тисків у рідині та газі описує рівняння Лапласа. Задачу зведено до сингулярного інтегрального рівняння (СІР) з ядром Гільберта, яке трансформовано у СІР з ядром Коші відносно висоти міжповерхневих просвітів. З умови обмеженості на кінцях відрізка інтегрування розв'язку цього СІР і з умови збереження кількості рідини отримано та числово розв'язано систему трансцендентних рівнянь для визначення довжин просвітів та ділянок з рідиною. Проаналізовано залежності довжини та форми просвітів, контактної податливості тіл від прикладеного навантаження, об'єму і поверхневого натягу рідини.

РЕЗЮМЕ. Исследован контакт двух полубесконечных упругих тел при наличии в межповерхностных зазорах, обусловленных периодической системой выемок на границе одного из тел, газа и несжимаемой жидкости, которая не смачивает поверхности тел. Перепад давлений в жидкости и газе описывает уравнение Лапласа. Задача сведена к сингулярному интегральному уравнению (СИУ) с ядром Гильберта, которое трансформировано в СИУ с ядром Коши относительно высоты межповерхностных зазоров. Из условия ограниченности на концах отрезка интегрирования решения этого СИУ и из условия сохранения количества жидкости получена и численно решена система трансцендентных уравнений для определения длины зазоров и участков с жидкостью. Проанализированы зависимости длины и формы зазоров, контактной податливости тел от приложенной нагрузки, объема и поверхностного натяжения жидкости.

SUMMARY. The contact of two elastic semi-infinite bodies in the presence of an incompressible liquid, which does not wet the surfaces of the bodies, and a gas in the interfacial gaps due to a periodic array of grooves on the surface of one of the bodies, is investigated. The pressure difference in the liquid and the gas is described by the Young–Laplace equation. The problem is reduced to a singular integral equation (SIE) with Hilbert kernel, and then it is transformed to a SIE with Cauchy kernel relatively to a height of the interfacial gaps. A system of transcendental equations to evaluate the length of gaps and regions with the liquid is obtained from the consistency condition for this SIE and the condition of liquid amount conservation. This system is solved numerically. The dependences of the length and the shape of the gaps, the contact compliance of the bodies on the applied load, the volume and the surface tension of the liquid are analyzed.

Adamowicz A. Thermal-stress state of a disk during multiple braking58

РЕЗЮМЕ. На основі методу скінченних елементів запропоновано математичну модель фрикційного нагрівання диска під час багаторазового гальмування. Отримано числовий розв'язок осесиметричних початково-крайової задачі теплопровідності та крайової задачі квазістатичної термопружності для диска, що періодично нагрівається на тертьовій поверхні потоком тепла з інтенсивністю, пропорційною питомій потужності тертя. Розрахунки температури та температурних напружень під час багаторазового гальмівного процесу виконано для чавунного диска та металокерамічної накладки.

РЕЗЮМЕ. На основании метода конечных элементов предложена математическая модель фрикционного нагрева диска при многократном торможении. Получено численное решение осесимметричных краевой задачи теплопроводности и граничной задачи квазистатической термоупругости для диска, периодически нагреваемого на трущейся поверхности потоком тепла с интенсивностью, пропорциональной удельной мощности трения. Расчеты температуры и температурных напряжений при многократном торможении выполнены для чугунного диска и металлокерамической накладки.

SUMMARY. Based on the finite element method (FEM) a mathematical model of the process of frictional heating of a disc with multiple braking is proposed. With this objective the numerical solution of the axisymmetric boundary value problem of heat conduction and the boundary value problem of quasi-static thermoelasticity for a disk, which is periodically heated on a rubbing surface by a heat flux with an intensity proportional to the power density of friction, is obtained. The temperature and thermal stresses at the multiple braking processes are calculated for the cast iron disk and the metal-ceramic pad.

Skvortsova S. V., Ilyin A. A., Mamonov A. M., Nochovnaya N. A., and Umarova O. Z.

Structure and properties of sheet semi-finished products made of refractory

Ti₂AlNb-based intermetallide alloy64

РЕЗЮМЕ. Вивчено вплив двоступеневої термічної обробки на формування фазового складу та структури, а також механічні властивості листового напівфабрикату з жароміцного сплаву ВТИ-4 на основі інтерметаліду Ti₂AlNb. Виявлено, що, змінюючи температуру першого ступеня обробки і температуру подальшого старіння, можна в широкому діапазоні змінювати характеристики міцності і пластичності сплаву. Встановлено, що для отримання структури, яка забезпечує відносне видовження 8...12%, температура першого ступеня обробки повинна знаходитися в трифазній (β+α₂+O)-області, а охолоджувати до кімнатної температури або до температури другого ступеня обробки (800...850°C) слід з піччю. Щоб одержати високі значення короточасної і тривалої міцності при 650°C зі збереженням помірної пластичності (3...5%), охолоджувати після ізотермічної витримки в трифазній області слід у повітрі, а зістарювати в інтервалі 800...850°C упродовж 7 h.

РЕЗЮМЕ. Изучено влияние двухступенчатой термической обработки на формирование фазового состава, структуры и механические свойства листового полуфабриката из жаропрочного сплава ВТИ-4 на основе интерметаллида Ti₂AlNb. Вывявлено, что, изменяя температуру нагрева первой ступени обработки и температуру последующего старения, удается в широком диапазоне изменять его характеристики прочности и пластичности. Установлено, что для получения структуры, обеспечивающей относительное удлинение 8...12%, температура первой ступени обработки должна находиться в трехфазной (β+α₂+O)-области, а охлаждать до комнатной температуры или до температуры второй ступени обработки (800...850°C) необходимо с печью. Чтобы обеспечить высокие кратковременную и длительную прочность при 650°C с сохранением умеренных значений пластичности (3...5%), охлаждать после изотер-

мической выдержки в трехфазной области нужно на воздухе, а последующее старение осуществлять в интервале температур 800...850°C в течение 7 h.

SUMMARY. The effect of a two-stage heat treatment on the phase composition and structure formation, and also mechanical properties of a sheet semi-finished product made of refractory ВТИ-4 based on Ti_2AlNb intermetallide is studied. It is shown that changing the heating temperature at the first stage and the temperature of the following ageing; it is possible to change the strength and plastic characteristics of ВТИ-4 alloy in a wide range. It is stated that to obtain the structure, being able to provide the elongation of 8...12%, the first stage temperature should be within a three-phase ($\beta+\alpha_2+O$)-region, and cooling to the room temperature or to the second stage temperature (800...850°C) should be conducted in furnace. Cooling after isothermal holding in a three-phase region should be realized in air, and the following ageing – in the temperature range of 800...850°C for 7 h to obtain high values of short-time and long-term strength at the temperature of 650°C with moderate values of plasticity (3...5%) being kept.

Starostenko S. V., Voievodin V. M., Tykhonovskyi M. A., Danilenko M. I., Kalchenko O. S., Velykodnyi O. M., and Andriyevska N. F. The microstructure of austenitic 18X18H10T steel mechanically alloyed with of $Y_2O_3-ZrO_2$ nano-oxides70

РЕЗЮМЕ. Вивчено вплив механічного легування нанопорошком оксиду 80% $Y_2O_3-20\% ZrO_2$ на мікроструктуру аустенітної сталі 08X18H10T. Виявлено, що механічне легування, холодне компактування та механічно-термічна обробка заготовок призводять до формування в сталі виділень, які здебільш мають кристалічну структуру оксидів типу $Y_2(Ti_{1-x}Zr_x)_2O_7$. Їм притаманні висока щільність ($\sim 7 \cdot 10^{21} \text{ m}^{-3}$), середній розмір $\sim 10 \text{ nm}$ і напівкогерентні межі з аустенітною матрицею.

РЕЗЮМЕ. Изучено влияние механического легирования аустенитной стали 08X18H10T нанопорошком оксида 80% $Y_2O_3-20\% ZrO_2$ на ее микроструктуру. Выявлено, что механическое легирование, холодное компактирование и механико-термическая обработка заготовок приводят к формированию в стали выделений, основная масса которых имеет кристаллическую структуру оксидов типа $Y_2(Ti_{1-x}Zr_x)_2O_7$. Они обладают высокой плотностью ($\sim 7 \cdot 10^{21} \text{ m}^{-3}$), имеют средний размер $\sim 10 \text{ nm}$ и полукогерентные границы с аустенитной матрицей.

SUMMARY. The effect of mechanical alloying of austenitic 08X18H10T steel with oxide nanopowder 80% $Y_2O_3-20\% ZrO_2$ on its microstructure is studied. It is shown that mechanical alloying, cold compaction, deformation and mechanical heat treatment of billets lead to the formation of precipitates in steel, the majority of which have a crystal structure of $Y_2(Ti_{1-x}Zr_x)_2O_7$ oxide. Oxide particles have a high density ($\sim 7 \cdot 10^{21} \text{ m}^{-3}$), with the average size of $\sim 10 \text{ nm}$ and semi-coherent boundaries with austenitic matrix.

Kyryliv V. I., Chaikovsky B. P., Maksymiv O. V., and Shalko A. V. Contact fatigue of 20XH3A steel with surface nanostructure.....75

РЕЗЮМЕ. Вивчено контактну втому долотної сталі 20XH3A після цементації та шліфування з поверхневою нанокристалічною структурою, сформованою механоімпульсною обробкою за різних режимів оброблення. Досліджували в оливі та воді з кварцовим піском за максимальних робочих навантажень на долото. Показано, що поверхнева нанокристалічна структура підвищує контактну довговічність сталі у різних робочих середовищах порівняно зі шліфуванням і залежить від режимів механоімпульсної обробки.

РЕЗЮМЕ. Исследовано контактную выносливость долотной стали 20XH3A после цементации и шлифования с поверхностной нанокристаллической структурой, сформированной механоимпульсной обработкой с различными режимами упрочнения. Исследования проведено в индустриальном масле и воде с кварцевым песком

при максимальных рабочих нагрузках на долото. Показано, что поверхностная нанокристаллическая структура повышает контактную выносливость в различных рабочих средах сравнительно со шлифованием и зависит от режимов механоимпульсной обработки.

SUMMARY. The contact fatigue of chisel steel 20XH3A is investigated after cementation and grinding with surface nanocrystalline structure formed by mechanical pulse treatment with different parameters. The investigations have been carried out in the oil and water solution with quartz sand with maxima working loads on the chisel. It is shown that the surface nanocrystalline structure improves the contact durability in different working media compared with grinding and depends on the mechanical pulse treatment parameters.

Vakulenko I. O. The influence of cooling on strength of a railway wheel rim80

РЕЗЮМЕ. Виявлено, що інтенсивне охолодження зі швидкостями 2...9°C/s ободу колеса після його гарячого обтискування на прокатному стані збільшує границі текучості і міцності металу. Встановлено, що за відсутності пересичення твердого розчину атомами вуглецю під час такого охолодження механічні характеристики вуглецевої сталі визначають винятково внутрішні напруження від фазового наклепу фериту в перліті і стан меж ферит-цементит.

РЕЗЮМЕ. Виявлено, что ускоренное охлаждение со скоростями 2...9°C/s обода колеса после его горячего обжатия на прокатном стане сопровождается увеличением пределов текучести и прочности металла. Установлено, что при отсутствии пересыщения твердого раствора атомами углерода при таком охлаждении механические характеристики углеродистой стали определяются исключительно внутренними напряжениями от фазового наклепа феррита в перлите и состоянием границ феррит-цементит.

SUMMARY. It is shown that the change of the cooling rate velocity in the range of 2...9°C/s for a wheel rim after hot rolling causes an increase in the metal yield and ultimate strength. It is established that after rapid cooling the supersaturation of the solid solution by carbon atoms is absent and the mechanical properties of carbon steel are determined solely by the internal stresses due to ferrite phase hardening and the state of the ferrite-cementite grain boundaries.

Kakhovskiy M. Yu. The influence of water environment on weld metal gas saturation in underwater welding of 12X18H10T steel83

РЕЗЮМЕ. Оцінено потенціали наводнення та окиснення водного середовища, газонасиченість металу шва і механічні властивості зварного з'єднання, отриманого під час мокрого підводного зварювання дослідним самозахисним дротом. Вивчено вплив водного середовища на фізико-хімічні та металургійні процеси дугового підводного зварювання. Розроблено комплекс металургійних і технологічних заходів для забезпечення якості з'єднань за такого зварювання корозійностійкої аустенітної сталі 12X18H10T.

РЕЗЮМЕ. Оценены окисляющий и наводороживающий потенциалы водной среды, газонасыщенность металла шва и механические свойства сварного соединения, полученного при мокрой подводной сварке опытной самозащитной порошковой проволокой. Изучено влияние водной среды на физико-химические и металлургические процессы дуговой подводной сварки. Разработан комплекс металлургических и технологических мероприятий по обеспечению качества соединений при подводной сварке коррозионно-стойкой стали аустенитного класса 12X18H10T.

SUMMARY. The effect of water environment on the physical-metallurgical processes of underwater welding is investigated. The influence of water environment on the gas content in the weld metal made by flux-cored wire in the underwater wet welding of high-alloy steel 12X18H10T is determined. The oxidation potential of water, gas saturation of

weld metal and mechanical properties of a welded joint, prepared by a wet underwater welding is studied. Improving the appearance of the weld, optimizing the amount of gases in the weld metal and absence of defects, depending on the number of components in the mixture flux-cored wire are established. Research results can be applied to perform welding repairs by mechanized underwater welding of NPP's elements, ships and etc. The regularities allow obtaining the specified mechanical characteristics and quantity of gases in the weld metal.

Povstyanoy O. Yu., Rud V. D., Samchuk L. M., and Zubovetska N. T.

Manufacture of porous materials using the power-efficient technology.....87

РЕЗЮМЕ. Досліджено, що запропонований поруватий матеріал на основі відходів металообробки можна використовувати для регенерації технічних рідин і мастил. Собівартість виготовлення фільтрів з використанням відходів (порошок сталі ШХ15) методом самопоширюваного високотемпературного синтезу в 2–3 рази нижча, ніж фільтрів, які виготовлені за стандартною технологією. Створення фільтрів з відносно дешевої і доступної сировини із забезпеченням всього комплексу характеристик, які необхідні для тривалої та якісної роботи, робить їх конкурентоспроможними в умовах ринкової економіки.

РЕЗЮМЕ. Исследовано, что предложенный пористый фильтровальный материал на основе отходов металлообработки можно использовать для регенерации технических жидкости и масел. Себестоимость изготовления фильтров с использованием отходов (порошок стали ШХ15) методом самораспространяемого высокотемпературного синтеза в 2–3 раза ниже, чем у фильтров, изготовленных с использованием стандартной технологии. Создание фильтров с относительно дешевого и доступного сырья с обеспечением всего комплекса характеристик, необходимых для продолжительной и качественной работы, делает их конкурентоспособными в условиях рыночной экономики.

SUMMARY. Industrial tests have shown that the proposed porous filtering material on the base of waste metal can be used for regeneration of technical liquids and technical oils. The cost of manufacture of filters using waste (steel BBS15 powder (ШХ15)) by the method of self-propagation high-temperature synthesis in 2–3 times to compare with the analogous filters, manufactured using standard technology. The filters manufacture cost is reduced due to the use of industrial wastes. Creating filters with relatively cheap and available raw materials with the provision of the entire complex of properties and characteristics necessary for their long-term and qualitative operation makes them competitive in the conditions of market economy.

Yaskiv O. I., Yelisieieva O. I., Kharkhalis A. Ya., and Kukhar I. S. The influence of pre-oxidizing on corrosion resistance of ferrite-martensitic steels

in a lead melt.....93

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив попереднього оксидування (800°C, 24 h) сталей феритно-мартенситного класу (конструкційної ЕП823 і дисперсійно зміщеної оксидами Fe–14Cr) на корозійну тривкість у кисневмісному розплаві свинцю (10^{-6} ... 10^{-7} wt.% O) під час витримки при 650°C упродовж 500 h. За витримки неоксидованих сталей у кисневмісному свинці на поверхні формується окалина з багатошаровою структурою: для сталі ЕП823 на основі шпінелі (Fe, Cr)₃O₄ зі збільшенням вмісту хрому в напрямку до матриці та острівковим утворенням на поверхні (Fe, Cr)₂O₃, а для дисперсійно зміщеної оксидами сталі – зі зовнішнього підшару магнетиту Fe₃O₄ та внутрішнього підшару Me₂O₃ (Me = Fe, Cr). Встановлено, що попереднє оксидування сталей призводить до інтенсифікації дифузії хрому до поверхні і сприяє формуванню оксидного шару на основі хромовмісної шпінелі Me₃O₄ (Me = Fe + Cr). Під час витримки оксидованих сталей у свинці виявлено структурну перебудову попе-

редньо сформованих оксидних шарів: для сталі EP823 з $(\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{O}_4$ до Cr_2O_3 , для дисперсійно зміцненої сталі – з $(\text{Cr}, \text{Fe})_3\text{O}_4$ до $(\text{Cr}, \text{Fe})_2\text{O}_3$.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние предварительного оксидирования (800°C , 24 h) сталей ферритно-мартенситного класса (конструкционной ЭП823 и дисперсионно упрочненной оксидами Fe–14Cr) на коррозионную стойкость в кислородсодержащем расплаве свинца ($10^{-6} \dots 10^{-7}$ wt.%) при 650°C в течение 500 h. Во время выдержки неоксидированных сталей в свинце на поверхности формируется оксидный слой с многослойной структурой: для стали ЭП823 на основе шпинели $(\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{O}_4$ с увеличением количества хрома в направлении к матрице и несплошным формированием на поверхности $(\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{O}_3$, а для дисперсионно упрочненной оксидами стали – из внешнего подслоя магнетита Fe_3O_4 и внутреннего подслоя Me_2O_3 ($\text{Me} = \text{Fe}, \text{Cr}$). Установлено, что предварительное оксидирование приводит к интенсификации диффузии хрома к поверхности и, следовательно, способствует формированию оксидного слоя на основе хромсодержащей шпинели Me_3O_4 ($\text{Me} = \text{Fe} + \text{Cr}$). Во время выдержки в свинце предварительно оксидированных сталей происходит структурная перестройка предварительно сформированных оксидных слоев: для стали ЭП823 с $(\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{O}_4$ к Cr_2O_3 , для дисперсионно упрочненной стали – с $(\text{Cr}, \text{Fe})_3\text{O}_4$ к $(\text{Cr}, \text{Fe})_2\text{O}_3$.

SUMMARY. The effect of preliminary oxidation (800°C , 24 h) of ferritic-martensitic steels (both structural EP900 and oxide dispersion strengthened Fe–14Cr) on corrosion resistance in an oxygen-saturated lead melt ($10^{-6} \dots 10^{-7}$ wt.%) at 650°C for 500 h has been investigated. During the exposure of non-oxidized steels to lead the oxide layer with a multilayered structure is formed on the surface: for steel EP823 it is based on spinel $(\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{O}_4$ with increasing amounts of chromium in a direction to the matrix and the formation of a discontinuous $(\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{O}_3$ on the surface, and for ODS steel oxide – it is based on external sub-layer of magnetite Fe_3O_4 and an inner sub-layer of Me_2O_3 ($\text{Me} = \text{Fe}, \text{Cr}$). It is found that the preliminary oxidation leads to an intensification of the diffusion of chromium to the surface and hence promotes the formation of an oxide layer based on the chromium-containing spinel Me_3O_4 ($\text{Me} = \text{Fe} + \text{Cr}$). During exposure to lead of the oxidized steels the restructuring of the preformed oxide layers occurs, i.e. for EP823 steel from $(\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{O}_4$ to Cr_2O_3 , for ODS steel – from $(\text{Cr}, \text{Fe})_3\text{O}_4$ to $(\text{Cr}, \text{Fe})_2\text{O}_3$.

Khoma M. S., Chumalo H. V., Kharchenko Ye. V., Datsko B. M., and Ivashkiv V. R.

Protective properties of aluminum-based coatings in hydrogen sulfide environments 100

РЕЗЮМЕ. Досліджено корозійні та корозійно-механічні властивості сталі 20 з електродуговим алюмінієвим покритвом у хлоридно-сірководневих середовищах різної агресивності. Виявлено його підвищену корозійну тривкість у всіх середовищах. Встановлено, що сірководень практично не впливає на швидкість корозії покритву. Зафіксовано високу опірність сірководневу корозійному розтріскуванню сталі з алюмінієвим та комбінованим покритвами: електрометалізаційний алюмінієвий + поліуретановий Hardtop flexu. За повільного розтягу зразків з алюмінієвим покритвом у розчині NACE визначено напруження, за яких він починає пошкоджуватись та повністю руйнується.

РЕЗЮМЕ. Исследованы коррозионные и коррозионно-механические свойства стали 20 с электродуговым алюминиевым покрытием в хлоридно-сероводородных средах различной агрессивности. Выявлена повышенная коррозионная его прочность во всех испытательных средах. Установлено, что сероводород практически не влияет на скорость коррозии покрытия. Зафиксирована высокая сопротивляемость сероводородному коррозионному растрескиванию стали 20 с алюминиевым и комбинированным покрытиями: электрометаллизационное алюминиевое + полиуретановое Hardtop flexu. При медленном растяжении образцов с алюминиевым покрытием в растворе NACE определены напряжения, при которых покрытие начинает повреждаться и полностью разрушается.

SUMMARY. The corrosion and corrosion-mechanical behavior of the aluminum coating on the sheet 20 steel with an arc sprayed coating in corrosive environments, including hydrogen sulfide, are studied. The high corrosion resistance of the coating in all testing environments is shown. It is established that hydrogen sulfide practically has no effect on the corrosion rate of the coating. The high resistance to hydrogen sulfide corrosion cracking (SSCC) of 20 steel with aluminum coatings and with combined coatings: electrometallization aluminum + polyurethane Hardtop flexy is established. For the slow tension of the specimens with aluminum coating in the NACE solution the stresses at which the coating damages start and then complete failure of the specimen occurs, are determined.

Pokhmurskii V. I., Vasylyv Ch. B., Vynar V. A., Dovhunyk V. M., Kovaltchuk I. V., and Khlopyk O. P. The influence of alloying components on tribocorrosive properties of carbide-tungsten metal ceramics 105

РЕЗЮМЕ. Досліджено корозійні і трибокорозійні характеристики карбідо-вольфрамових композитів, легованих графітом, карбідами хрому і ванадію в 3% NaCl. Показано, що додавання графіту в кількості 2...4% до складу композита ВН20 інтенсифікує локальні корозійні процеси, оскільки його включення є додатковими катодними ділянками. Це погіршує трибокорозійну поведінку сплавів, у тому числі легованих карбідами хрому і ванадію, оскільки корозійні процеси в зоні контакту призводять до викиршування карбідних включень, які в подальшому відіграють роль абразиву. Виявлено високу зносостійкість пари тертя (ВН20 + 1% VC)–(ВН20 + 1% Cr₃C₂) у 3% NaCl. Після тертя спостерігається зниження густини струму корозії на обох контактуючих поверхнях практично на порядок, що свідчить про формування вторинних структур, які забезпечують захист від корозії.

РЕЗЮМЕ. Исследованы коррозионные и трибокорозионные характеристики карбидо-вольфрамовых композитов, легированных графитом, карбидами хрома и ванадия в 3% NaCl. Показано, что добавление графита в количестве 2...4% в состав композита ВН20 интенсифицирует локальные коррозионные процессы, поскольку его включения являются дополнительными катодными участками. Это ухудшает трибокорозионное поведение сплавов, в том числе легированных карбидами хрома и ванадия, поскольку коррозионные процессы в зоне контакта способствуют выкрашиванию карбидных включений, которые в дальнейшем играют роль абразива. Вывявлена высокая износостойкость пары трения (ВН20 + 1% VC)–(ВН20 + 1% Cr₃C₂) в 3% NaCl. После трения обнаружено снижение плотности тока коррозии на обеих контактирующих поверхностях практически на порядок, что свидетельствует о формировании вторичных структур, обеспечивающих защиту от коррозии.

SUMMARY. Corrosive and tribocorrosive properties of carbide-tungsten metal composites alloyed with graphite and carbides of chromium and vanadium in 3% NaCl solution has been investigated. It is shown that addition of 2...4% of the graphite into ВН20 composite intensifies local corrosion processes in this solution and reduces the alloy friction properties. This deteriorates tribocorrosion behaviour of the alloys, including those alloyed with chromium and vanadium carbides, since corrosion processes in the contact zone promote crumbling of carbide particles that later act as abrasive. The good wear resistance of friction pair (ВН20 + 1% VC)–(ВН20 + 1% Cr₃C₂) in 3% NaCl solution is revealed. After friction the corrosion current density on both surfaces decreases almost by an order of magnitude, thus indicating the formation of the secondary structures that provide corrosion protection.

Sknar Yu. Ye., Amirulloeva N. V., Sknar I. V., and Danilov F. I. Electrodeposition of Ni–ZrO₂ nanocomposites from methylsulfonate electrolyte 112

РЕЗЮМЕ. Досліджено колоїдно-хімічні властивості метилсульфонатного електродітиту для електроосадження наноккомпозитів Ni–ZrO₂. Виявлено більшу агрегативну тривкість дисперсної фази порівняно зі сульфатним електролітом, через що розмір

агломератів діоксиду цирконію в розчині стає меншим. Встановлено підвищений масовий вміст інертної фази в покриві, одержаному із метилсульфонатного електроліту, а мікротвердість цих осадів вища, ніж покривів, електроосаджених із сульфатного електроліту.

РЕЗЮМЕ. Исследованы коллоидно-химические свойства метансульфонатного электролита для электроосаждения нанокompозитов Ni-ZrO₂. Выявлена большая агрегативная устойчивость дисперсной фазы по сравнению с сульфатным электролитом, что обусловлено меньшим размером агломератов диоксида циркония в растворе. Установлено повышенное содержание инертной фазы в покрытии, полученном из метансульфонатного электролита, а микротвердость этих осадков превышает микротвердость покрываний, электроосажденных из сульфатного электролита.

SUMMARY. The colloid-chemical properties of the methansulfonate electrolyte for electrodeposition of nanocomposite Ni-ZrO₂ are studied. A higher aggregative stability of the dispersed phase in comparison with the sulfate electrolyte is shown, which results in smaller agglomerates zirconium dioxide in the solution. It is established that the weight content of inert phase in the coating, obtained from methansulfonate electrolyte is high, and the microhardness of the deposits exceeds the microhardness of the coatings electrodeposited from a sulfate electrolyte.

Kuntyi O. I., Sus L. V., Korniy S. A., and Okhremchuk Ye. V. Electrodeposition of gold nanoparticles in dimethylformamide solutions of H[AuCl₄]..... 119

РЕЗЮМЕ. Досліджено електрохімічне осадження наночастинок золота у диметилформамідних розчинах 0,002...0,008 М H[AuCl₄] + 0,05 М Bu₄NCIO₄ на поверхню склографіту, титану та ІТО-скла (Indium Tin Oxide glass). Показано, що електровідновлення металу починається за $E = -0,1$ В і до значення катодного потенціалу $-1,2$ В формуються дискретні частинки розміром від десятків до сотень нанометрів. Встановлено, що головними чинниками впливу на морфологію осаду є значення катодних потенціалів, тривалість електроосадження і концентрація іонів золота у розчині.

РЕЗЮМЕ. Исследовано электрохимическое осаждение наночастиц золота в диметилформамидных растворах 0,002...0,008 М H[AuCl₄] + 0,05 М Bu₄NCIO₄ на поверхность стеклографита, титана и ІТО-стекла (Indium Tin Oxide glass). Показано, что электровосстановление металла начинается при $E = -0,1$ В и до значения катодного потенциала $-1,2$ В формируются дискретные частицы размером от десятков до сотен нанометров. Установлено, что главными факторами влияния на морфологию осадка являются значения катодных потенциалов, длительность электроосаждения и концентрация ионов золота в растворе.

SUMMARY. Investigation of Electrochemical deposition of gold nanoparticles in solutions of 0.002...0.008 М H[AuCl₄] + 0.05 М Bu₄NCIO₄ in dimethylformamide on the surface of glassy carbon, titanium and ІТО-glass (Indium Tin Oxide glass) is investigated. It is shown that electric reduction of the metal begins at $E = -0.1$ V and at the cathode potential up to -1.2 V discrete particles, ranging in size from tens to hundreds of nanometers, are formed. The results show that the main factors influencing the morphology of sediment are the values of the cathode potential, duration of electrodeposition and concentration of H[AuCl₄] in the solution.

He B., Han P. J., Lu C. H., Bai X. H. Effect of soil particle size on the electrochemical corrosion behavior of pipeline steel in saline solution 124

РЕЗЮМЕ. З допомогою методів потенціодинамічних поляризаційних кривих та електрохімічної імпедансної спектроскопії (EIS) досліджено корозійну поведінку трубопровідної сталі Х70 у ґрунтовому середовищі, яке змодельовано розчином 3,5 wt.% NaCl з частинками кварцового піску різного розміру (0,1...0,25 і 0,6...1,0 mm). Встановлено, що швидкість корозії сталі зростає зі зменшенням розміру частинок

грунту, про що свідчить зниження її поляризаційного опору, а також зсув катодних гілок поляризаційних кривих вправо. Зроблено висновок, що в цьому випадку корозію сталі контролює катодний процес відновлення кисню на межі поділу метал–середовище, інтенсивність якого зростає зі зменшенням розміру частинок ґрунту.

РЕЗЮМЕ. С помощью методов потенциодинамических поляризационных кривых и электрохимической импедансной спектроскопии (EIS) исследовано коррозионное поведение трубопроводной стали X70 в почвенной среде, которую моделировали раствором 3,5 wt.% NaCl с частицами кварцевого песка разного размера (0,1...0,25 и 0,6...1,0 mm). Установлено, что скорость коррозии стали растёт с уменьшением размера частиц почвы, о чем свидетельствует снижение ее поляризационного сопротивления, а также сдвиг катодных ветвей поляризационных кривых вправо. Сделан вывод, что в данном случае коррозию стали контролирует катодный процесс возобновления кислорода на грани деления металл–среда, интенсивность которого растёт с уменьшением размера частиц почвы.

SUMMARY. In this study, by using a standard quartz replace of sandy soil particles, the effect of soil particle size (0.1...0.25 mm, 0.6...1.0 mm) on the electrochemical corrosion behavior of X70 pipeline steel in sandy soil corrosive environment simulated by 3.5 wt.% sodium chloride (NaCl) was investigated through polarization curve and electrochemical impedance spectroscopy (EIS) technology. The results indicated that the polarization resistance of X70 steel decreased with a decreasing particle size. For all polarization curves the right shift of cathodic branch with a decreasing particle size is observed. The corrosion of X70 steel is controlled by the cathode process diffusion and oxygen reduction at the metal-environment interface, the intensity of which increases with the decreasing particle size.

List of papers published in “Physicochemical Mechanics of Materials” in 2015 136

Authors’ index 141