

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. КІТ*, *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. ГАРРІС* (Великобританія), *І. 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), *І. 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*, *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: 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. Слейко*

Технічний редактор *І. В. Калинюк*

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

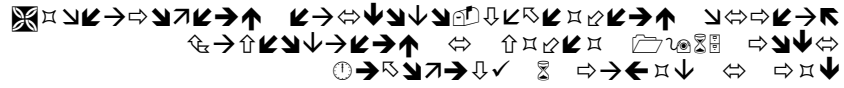
Комп'ютерний набір *Л. Г. Копчак*, *Г. М. Кулик*

Підписано до друку 16.05.2017. Формат 70×108/16. Папір офсетний № 1. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 12.
Умовн. фарбо-відбитків 12,5. Тираж 200 прим. Замовлення 160517 від 16.05.2017. 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 53, № 2, 2017

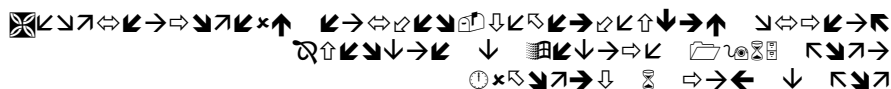
березень – квітень

ЗМІСТ

<i>Лабур Т. М., Осташ О. П., Головатюк Ю. В., Коваль В. А., Шинкаренко В. С.</i> Вплив легування і термообробки на міцність і циклічну тріщино- стійкість зварних з'єднань сплаву системи Al–Cu–Mg. Ч. 1	7
<i>Нейміц А., Дзіоба І. Р.</i> В'язкість руйнування високоміцної сталі у діапазоні температур переходу від в'язкості до відколу.....	16
<i>Солонін Ю. М., Галій О. З., Грайворонська К. О., Хижун О. Ю.</i> Вплив окиснення на стан поверхні та електродну ємність сплаву Zr–Mn–Ni–Cr–V	24
<i>Погрелюк І. М., Шейкін С. Є., Лаврись С. М., Сергач Д. А., Байцер А. Є.</i> Вплив структури сплаву VT22 на поверхневе зміцнення за деформаційно-дифузійної обробки.....	30
<i>Борц Б. В., Короткова І. М., Лопата О. Т., Ситін В. І., Ткаченко В. І., Воробйов І. О.</i> Метод зварювання у твердій фазі аустенітної та дисперсно-зміцненої оксидами сталей.....	36
<i>Мокра І. Р., Федорчук А. О., Федина Л. О., Федина М. Ф.</i> Особливості фазоутворення та кристалічні структури сполук у потрійній системі Tm–Cu–Si.....	41
<i>Балабан О. В., Григорчак І. І., Кондир А. І., Заїченко О. С., Мітіна Н. Є., Дацюк В. В., Троценко С. Є., М'ягкота О. С.</i> Дослідження планарних структур квантових функціональних полімерних наночарів на полібензімідазольних волокнистих наночарів.....	47
<i>Демченко В. Л., Юрженко М. В.</i> Структура і властивості зварних з'єднань однотипних поліетиленів, сформованих під дією постійного магнетного поля.....	54
<i>Труш В. С., Федірко В. М., Лук'яненко О. Г., Ковтун К. В.</i> Оптимізування середовища термічної обробки гафнієвого сплаву ГФЕ-1.....	61
<i>Ленковський Т. М.</i> Опірність термозміцненої сталі 65Г росту втомної тріщини за поперечного зсуву.....	66
<i>Харченко Є. В., Студент О. З., Чумало Г. В.</i> Вплив деградації сталі 17Г1С на її властивості після експлуатації на магістральному газогоні	72
<i>Андрейків О. Є., Никифорчин Г. М., Штойко І. П., Лисик А. Р.</i> Оцінка залишкового ресурсу труби нафтопроводу зі зовнішньою поверхневою корозійно-механічною тріщиною за ламінарного потоків нафти і багаторазових гідроударів.....	80

<i>Чабан Я., Камінські З.</i> Визначення механічних властивостей компаундів для моделювання процесів стискання і компактування	89
<i>Топчевска К.</i> Вплив потужності тертя на температуру під час гальмування	96
<i>Мощенко В. І., Лалазарова Н. О., Мощенко А. В., Демченко С. В.</i> Оцінка нанотвердості матеріалів сфероконічним індентором	102
<i>Ледовських В. М., Левченко С. В.</i> Електроіскровий механічний метод підготовки оцинкованими щітками сталевих поверхонь	109
<i>Шваб'юк В. І., Маткова А. В., Луньов С. В., Шваб'юк В. В.</i> Метод визначення модулів зсуву для монокристалів n-Ge та n-Si	115
<i>Шопа Т. В.</i> Коливання ортотропної панелі подвійної кривини з множинами отворів та включень довільної конфігурації	121
<i>Грицина О. Р.</i> Вплив приповерхневої неоднорідності на поширення SH хвиль в ізотропних матеріалах	128
<i>Кіндрачук М. В., Вольченко Д. О., Вольченко М. О., Стебелецька Н. М., Возний А. В.</i> Вплив водню на зносотривкість матеріалів у парах тертя гальмівних пристроїв	135
<i>Балицький О. І., Абрамек К. Ф., Мрузік М., Штек Т., Осіповіч Т.</i> Оцінювання втрат воденьвмісних газів під час зношування поршня двигуна внутрішнього згорання	142

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ



ТОМ 53, № 2, 2017

март – апрель

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Лабур Т. М., Остап О. П., Головатюк Ю. В., Коваль В. А., Шинкаренко В. С.</i> Влияние легирования и термообработки на прочность и циклическую трещиностойкость сварных соединений сплава системы Al–Cu–Mg. Ч. 1	7
<i>Неймиц А., Дзиоба И. Р.</i> Вязкость разрушения высокопрочной стали в диапазоне температур перехода от вязкости к сколу	16
<i>Солонин Ю. М., Галий О. З., Грайворонская Е. А., Хижун О. Ю.</i> Влияние окисления на состояние поверхности и электродную емкость сплава Zr–Mn–Ni–Cr–V	24
<i>Погрелюк И. Н., Шейкин С. Е., Лаврысь С. М., Сергач Д. А., Байцер А. Е.</i> Влияние структуры сплава VT22 на поверхностное упрочнение при деформационно-диффузионной обработке	30
<i>Борц Б. В., Короткова И. М., Лопата А. Т., Сытин В. И., Ткаченко В. И., Воробьев И. А.</i> Метод сварки в твердой фазе аустенитной и дисперсионно-активированной оксидами сталей	36
<i>Мокрая И. Р., Федорчук А. А., Федына Л. А., Федына М. Ф.</i> Особенности фазообразования и кристаллические структуры соединений в тройной системе Tm–Cu–Si	41
<i>Балабан О. В., Григорчак И. И., Кондыр А. И., Заиченко А. С., Митина Н. Е., Дацюк В. В., Троценко С. Е., Мяжота О. С.</i> Исследование планарных структур квантовых функциональных полимерных нанослоев на полибензимидазольных волоконных нанолитах	47
<i>Демченко В. Л., Юрженко М. В.</i> Структура и свойства сварных соединений однотипных полиэтиленов, сформированных под воздействием постоянного магнитного поля	54
<i>Труш В. С., Федирко В. Н., Лукьяненко А. Г., Ковтун К. В.</i> Оптимизиро- вание среды термической обработки гафниевого сплава ГФЭ-1	61
<i>Ленковский Т. М.</i> Сопротивляемость термоупрочненной стали 65Г росту усталостной трещины при поперечном сдвиге	66
<i>Харченко Е. В., Студент А. З., Чумало Г. В.</i> Влияние деградации стали 17Г1С на ее свойства после эксплуатации на магистральном газопроводе	72
<i>Андрейкив А. Е., Никифорчин Г. Н., Штойко И. П., Лысык А. Р.</i> Оценка остаточного ресурса трубы нефтепровода с внешней поверхностной коррозионно-механической трещиной при ламинарном потоке нефти и многократных гидроударах	80

<i>Чабан Я., Камински З.</i> Определение механических свойств компаундов для моделирования процессов сжатия и компактирования	89
<i>Топчевска Е.</i> Влияние мощности трения на температуру при торможении	96
<i>Моценок В. И., Лалазарова Н. А., Моценок А. В., Демченко С. В.</i> Оценка нанотвердости материалов сфероконическим индентором	102
<i>Ледовских В. М., Левченко С. В.</i> Электроискровой механический метод подготовки оцинкованными щетками стальных поверхностей	109
<i>Швабьюк В. И., Маткова А. В., Лунев С. В., Швабьюк В. В.</i> Метод определения модулей сдвига для монокристаллов n-Ge и n-Si	115
<i>Шопа Т. В.</i> Колебания ортотропной панели двойной кривизны с множествами отверстий и включений произвольной конфигурации	121
<i>Грицина О. Р.</i> Влияние приповерхностной неоднородности на распространение SH волн в изотропных материалах	128
<i>Киндрачук М. В., Вольченко Д. А., Вольченко Н. А., Стебелецкая Н. М., Возный А. В.</i> Влияние водорода на износостойкость материалов в парах трения тормозных устройств	135
<i>Балицкий А. И., Абрамек К. Ф., Мрузик М., Штек Т., Осипович Т.</i> Оценивание потерь водородсодержащих газов в процессе изнашивания поршня двигателя внутреннего сгорания	142

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE
H. V. KARPENKO PHYSICO-MECHANICAL INSTITUTE

PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS



VOLUME 53, № 2, 2017

March - April

CONTENTS

Labur T. M., Ostash O. P., Holovatyuk Yu. V., Koval V. A., and Shynkarenko V. S.

Influence of alloying and thermal treatment on strength and cyclic crack resistance of Al–Cu–Mg alloy welded joints. P. 1..... 7

РЕЗЮМЕ. Досліджено зварні з'єднання відпалених листів товщиною 6 mm з алюмінієвого сплаву Д16М (Al–Cu–Mg), аналога закордонного сплаву 2024, який сьогодні відносять до важкозварюваних. З'єднання отримано плавким електродом імпульсно-дуговим методом з використанням одного (Al–6,3Cu–0,3Mn) або двох (Al–6,3Cu–0,3Mn і Al–5,5Si) та (Al–6,3Cu–0,3Mn і Al–12Si) присадкових дрітків. Вивчено закономірності зміни мікроструктури, твердості, міцності і циклічної тріщиностійкості з'єднань після зварювання, а також за подальшого старіння або гартування і старіння після зварювання. Встановлено, що міцність термооброблених зварних з'єднань складає не більше 70% міцності основного металу і сумірна з нею в стані після зварювання.

РЕЗЮМЕ. Исследованы сварные соединения отожженных листов толщиной 6 mm из алюминиевого сплава Д16М (Al–Cu–Mg) – аналога зарубежного сплава 2024, который в настоящее время относят к сложносвариваемым. Соединения получены плавящимся электродом импульсно-дуговым методом с применением одной (Al–6,3Cu–0,3Mn) или двух (Al–6,3Cu–0,3Mn и Al–5,5Si) и (Al–6,3Cu–0,3Mn и Al–12Si) присадочных проволок. Изучены закономерности изменения микроструктуры, твердости, прочности и циклической трещиностойкости соединений после сварки, а также последующего старения или закалки и старения после сварки. Установлено, что их прочность после термообработки составляет не более 70% прочности основного металла и соизмерима с ней в состоянии после сварки.

SUMMARY. Welded joints of 6 mm thick annealed sheets of aluminium Д16М alloy (Al–Cu–Mg), analogue of 2024 alloy, which is currently known as the alloy with low weldability, are investigated. The joints are obtained by pulsed-arc method using one (Al–6.3Cu–0.3Mn) or two (Al–6.3Cu–0.3Mn and Al–5.5Si), and (Al–6.3Cu–0.3Mn and Al–12Si) filler wires. Changes in microstructure, hardness, strength and fatigue crack growth resistance of the joints after welding, artificial aging or quenching and artificial aging after welding are investigated. It is established that the strength of the welded joints after heat treatment is not more than 70% of the base metal strength and is equal to it in the as-welded state.

<i>Neimitz A. and Dzioba I. R. Fracture toughness of the high-strength steels within the ductile to cleavage transition temperature range – Master Curves</i>	16
---	----

РЕЗЮМЕ. Проаналізовано тріщиностійкість високоміцних феритних сталей в інтервалі температур крихко-в'язкого переходу. Досліджено дві сталі S960QC і Hardox-400. Експериментальні результати порівняно з отриманими за стандартною формулою Master Curve (MC). Виявлено, що цю формулу можна використати для оцінювання тріщиностійкості високоміцних феритних сталей після відповідних модифікацій. Збережено структуру формули MC, але змінено коефіцієнти. Залежність між тріщиностійкістю і товщиною елемента, яку містить в стандартна формула MC, не підтверджується для високоміцних феритних сталей. Не вдалося використати одну формулу MC для різних високоміцних феритних сталей, на відміну сталей з межею міцності, нижчою від 825 МПа.

РЕЗЮМЕ. Проанализирована трещиностойкость высокопрочных ферритных сталей в интервале температур хрупко-вязкого перехода. Исследованы две стали S960QC и Hardox-400. Экспериментальные результаты сравнены с полученными по стандартной формуле Master Curve (MC). Обнаружено, что эту формулу можно использовать для оценки трещиностойкости высокопрочных ферритных сталей после соответствующих модификаций. Сохранена структура формулы MC, но изменены коэффициенты. Зависимость между трещиностойкостью и толщиной элемента, которую содержит стандартная формула MC, не подтверждена для высокопрочных ферритных сталей. Не удалось использовать одну формулу MC для разных высокопрочных ферритных сталей, в отличие сталей с границей прочности ниже 825 МПа.

SUMMARY. Fracture toughness of high-strength ferritic steels within the ductile to cleavage transition temperature range was analyzed. Two steels S960QC and Hardox-400 were tested. The experimental results were compared with those received by the standard Master Curve (MC) equation. It turns out that the MC equation can be adopted to predict the fracture toughness of the high-strength steels after some modifications. The shape of the formula can be preserved, but some coefficients should be changed. The relation between the fracture toughness and the element thickness which is included in the MC formula does not exist in the case of the high-strength steels. One formula for the MC for the tested steels cannot be proposed, in contrast to the steels with a yield stress below 825 MPa.

Solonin Yu. M., Galiy O. Z., Grayvoronska K. A., and Khyzhun O. Y.

Influence of oxidation on surface state and electrode capacitance of Zr–Mn–Cr–Ni–V alloy	24
--	----

РЕЗЮМЕ. Методом рентгенівської фотоелектронної спектроскопії встановлено, що після окиснення порошку сплаву Zr–Mn–Ni–Cr–V у повітрі впродовж 15 діб найсуттєвіше змінюється спектр Ni2p-електронів, який зафіксовано на поверхні в зарядовому стані Ni²⁺ і Ni⁰ у приблизно однаковому співвідношенні. При цьому відносна інтенсивність спектрів внутрішніх електронів, нікелю, марганцю і хрому знижується і, крім Cr⁰, Ni⁰ та Mn⁰, виявлено деяку кількість їх атомів у ступені окиснення M²⁺ (M = Cr, Ni, Mn). Методом рентгенівської дифрактометрії виявлено, що після зберігання у повітрі 5–6 місяців злитків сплаву, а також окиснення впродовж 15 діб порошку, його фазовий склад не змінюється. При цьому електрод, спресований з окисненого порошку сплаву впродовж 7 діб, циклічно тривкіший.

РЕЗЮМЕ. Методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии установлено, что после окисления порошка сплава Zr–Mn–Ni–Cr–V на воздухе в течение 15 суток наиболее существенно изменяется спектр Ni2p-электронов, который зафиксирован на поверхности в зарядовом состоянии Ni²⁺ и Ni⁰ в примерно равном соотношении. При этом относительная интенсивность спектров внутренних электронов циркония, никеля, марганца и хрома снижается и, помимо Cr⁰, Ni⁰ и Mn⁰, обнаружено некоторое количество их атомов в степени окисления M²⁺ (M = Cr, Ni, Mn). Методом рентгеновской дифрактометрии выявлено, что после хранения на воздухе 5–6 меся-

цев слитков сплава, а также окисления в течение 15 суток порошка, фазовый состав не изменяется. При этом электрод, спрессованный из окисленного в течение 7 суток порошка сплава, циклически более стойкий.

SUMMARY. As a result of oxidation of the Zr–Mn–Ni–Cr–V alloy powder in air for 15 days, the X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) data reveal that the Ni2*p* core-level spectra undergo the greatest changes indicating that the alloy surface possesses nickel in the charge state of Ni²⁺ и Ni⁰ in almost equal proportions. Thus, the relative intensity of the internal electron spectra of nickel, manganese and chromium is reduced and, in addition to Cr⁰, Ni⁰ and Mn⁰, the presence of some quantities elements in the charge state of M²⁺ (M = Cr, Ni, Mn) is detected. The X-ray diffraction measurements revealed that the alloy ingot storage in air for 5–6 months as well as oxidation during 15 days of powder made from this alloy after prolonged exposure in air did not change the phase composition. In this case, the electrode made from the compressed over 7 days oxidized alloy powder shows the best cycle life properties.

Pohrelyuk I. M., Sheykin S. E., Lavrys S. M., Serhgach D. A., and Baytser A. E.

Influence of VT22 alloy structural factors on surface hardening during deformation-diffusion treatment..... 30

РЕЗЮМЕ. Встановлено вплив структурного чинника на деформаційно-дифузійну обробку сплаву VT22. Поліпшений комплекс фізико-механічних властивостей поверхневих зміцнених шарів (рівень поверхневого зміцнення, якість поверхні, структура) отримано після деформаційно-дифузійної обробки сплаву у стані постачання, а попередня штатна термічна обробка негативно впливає на ці характеристики.

РЕЗЮМЕ. Установлено влияние структурного фактора на деформационно-диффузионную обработку сплава VT22. Улучшенный комплекс физико-механических свойств поверхностных упрочненных слоев (уровень поверхностного упрочнения, качество поверхности, структура) получен после деформационно-диффузионной обработки сплава в состоянии поставки, а предшествующая штатная термическая обработка отрицательно влияет на эти характеристики.

SUMMARY. The influence of the structural factor on the deformation-diffusion treatment of VT22 titanium alloy was determined. It was shown that the best complex of physico-mechanical characteristics of surface hardened layers (level of surface hardening, surface quality and structure) was obtained after the deformation-diffusion treatment of VT22 alloy in the as-received state. The previous standard heat treatment of the alloy negatively influenced the above mentioned complex of characteristics.

Borts B. V., Korotkova I. M., Lopata O. T., Sytin V. I., Tkachenko V. I., and Vorobyov I. O. Method of solid-state welding of austenitic and oxide dispersion strengthened steels..... 36

РЕЗЮМЕ. Методом зварювання у твердій фазі з'єднано пакет дисперсно зміцненої оксидами (ODS) сталь–нержавна сталь 08X18H10T. Досліджено межу з'єднання зразків за допомогою металографії, ультразвуку та механічних випробувань на розрив і якість з'єднання шарів. Методика дає можливість отримати якісну межу з'єднання без розривів і несучільностей, при цьому всі властивості ODS сталі, зокрема дрібнозернистість і щільність розподілу наночастинок, залишаються без змін.

РЕЗЮМЕ. Методом сварки в твердой фазе соединен пакет дисперсно-упрочненная оксидами (ODS) сталь–нержавеющая сталь 08X18H10T. На полученных образцах граница соединения исследована с помощью металлографии, ультразвука и механических испытаний на разрыв и качество соединения слоев. Выявлено, что с помощью этого метода можно получить качественную границу соединения без разрывов и несплошностей, при этом все свойства ODS стали (мелкозернистость и плотность распределения наночастиц) остаются без изменений.

SUMMARY. The package of oxide dispersion strengthened (ODS) steel–stainless 08X18H10T steel was joint by the method of solid phase welding. Interface of the obtained samples was investigated by means of metallography, ultrasound, mechanical tensile tests and tests on quality of the layers joining. It was shown that this method allows obtaining qualitative interface without breaks and discontinuities, in this case properties of the ODS steel, such as grain structure and density of nano-particles distribution, remain unchanged.

Mokra I. R., Fedorchuk A. O., Fedyna L. O., and Fedyna M. F. Peculiarities of phase formation and crystal structures of compounds in the ternary Tm–Cu–Si system 41

РЕЗЮМЕ. Методами рентгенофазового, рентгеноструктурного і частково мікроструктурного аналізів досліджено фазові рівноваги в потрійній системі Tm–Cu–Si, побудовано ізотермічний переріз діаграми стану при 870 К. За цієї температури встановлено існування семи тернарних сполук: $Tm_3Cu_{11}Si_4$, $TmCu_2Si_2$, $Tm_6Cu_8Si_8$, $TmCuSi$, $TmCu_{0,5}Si_{1,5}$, $TmCu_{0,39-0,09}Si_{1,61-1,91}$ і $TmCu_{0,05}Si_{1,66}$. Виявлено, що тільки бінарна сполука $TmCu_2$ розчиняє 5 at.% Si, помітної розчинності третього компонента в інших бінарних сполуках подвійних систем не зафіксовано. Вивчено структурні параметри тернарних сполук $Tm_3Cu_{11}Si_4$ (СТ $Sc_3Ni_{11}Si_4$, ПГ $P6_3/mmc$, СП $hP36$, $a = 8,3898(6)$, $c = 8,6425(7)$ Å, $R_B = 0,0606$, $R_F = 0,0442$, $R_P = 0,0351$, $R_{wp} = 0,0570$, $\chi^2 = 1,74$); $TmCuSi$ ($ZrBeSi$, $P6_3/mmc$, $hP6$, $a = 4,1399(3)$, $c = 7,1471(7)$ Å, $R_B = 0,0493$, $R_F = 0,0449$, $R_P = 0,0698$, $R_{wp} = 0,0930$, $\chi^2 = 1,98$) та $TmCu_{0,5}Si_{1,5}$ (AlB_2 , $P6/mmm$, $hP3$, $a = 3,9799(3)$, $c = 3,9197(4)$ Å, $R_I = 0,0543$, $R_P = 0,0293$, $\chi^2 = 1,01$). Проаналізовано особливості системи та її спорідненість з раніше вивченими R–Cu–Si.

РЕЗЮМЕ. Методами рентгенофазового, рентгеноструктурного и частично микроструктурного анализов исследованы фазовые равновесия в тройной системе Tm–Cu–Si, построено изотермическое сечение диаграммы состояния при 870 К. При этой температуре установлено существование семи тернарных соединений: $Tm_3Cu_{11}Si_4$, $TmCu_2Si_2$, $Tm_6Cu_8Si_8$, $TmCuSi$, $TmCu_{0,5}Si_{1,5}$, $TmCu_{0,39-0,09}Si_{1,61-1,91}$ и $TmCu_{0,05}Si_{1,66}$. Выявлено, что только бинарное соединение $TmCu_2$ растворяет 5 at.% Si, заметной растворимости третьего компонента в остальных бинарных соединениях двойных систем не обнаружено. Изучены структурные параметры тернарных соединений: $Tm_3Cu_{11}Si_4$ (СТ $Sc_3Ni_{11}Si_4$, ПГ $P6_3/mmc$, СП $hP36$, $a = 8,3898(6)$, $c = 8,6425(7)$ Å, $R_B = 0,0606$, $R_F = 0,0442$, $R_P = 0,0351$, $R_{wp} = 0,0570$, $\chi^2 = 1,74$); $TmCuSi$ ($ZrBeSi$, $P6_3/mmc$, $hP6$, $a = 4,1399(3)$, $c = 7,1471(7)$ Å, $R_B = 0,0493$, $R_F = 0,0449$, $R_P = 0,0698$, $R_{wp} = 0,0930$, $\chi^2 = 1,98$) та $TmCu_{0,5}Si_{1,5}$ (AlB_2 , $P6/mmm$, $hP3$, $a = 3,9799(3)$, $c = 3,9197(4)$ Å, $R_I = 0,0543$, $R_P = 0,0293$, $\chi^2 = 1,01$). Проанализированы особенности системы и ее родственность с ранее изученными R–Cu–Si.

SUMMARY. Using the X-ray diffractational phase and structural analysis and partially microstructural analysis the phase equilibria in the ternary system Tm–Cu–Si were investigated and the isothermal section of the phase diagram of the system at 870 K was constructed. The existence of seven ternary compounds – $Tm_3Cu_{11}Si_4$, $TmCu_2Si_2$, $Tm_6Cu_8Si_8$, $TmCuSi$, $TmCu_{0,5}Si_{1,5}$, $TmCu_{0,39-0,09}Si_{1,61-1,91}$ and $TmCu_{0,05}Si_{1,66}$ at the temperature of investigation was established. It was found that only one binary compound $TmCu_2$ dissolves 5 at.% of Si. Appreciable solubility of the third component in other binary compounds was not observed. The structure parameters were determined for ternary compounds: $Tm_3Cu_{11}Si_4$ (ST $Sc_3Ni_{11}Si_4$, SG $P6_3/mmc$, PS $hP36$, $a = 8.3898(6)$, $c = 8.6425(7)$ Å, $R_B = 0.0606$, $R_F = 0.0442$, $R_P = 0.0351$, $R_{wp} = 0.0570$, $\chi^2 = 1.74$); $TmCuSi$ ($ZrBeSi$, $P6_3/mmc$, $hP6$, $a = 4.1399(3)$, $c = 7.1471(7)$ Å, $R_B = 0.0493$, $R_F = 0.0449$, $R_P = 0.0698$, $R_{wp} = 0.0930$, $\chi^2 = 1.98$) and $TmCu_{0,5}Si_{1,5}$ (AlB_2 , $P6/mmm$, $hP3$, $a = 3.9799(3)$, $c = 3.9197(4)$ Å, $R_I = 0.0543$, $R_P = 0.0293$, $\chi^2 = 1.01$). The peculiarity of the investigated system Tm–Cu–Si and its relationship with previously studied R–Cu–Si systems were analyzed.

<i>Balaban O. V., Grygorchak I. I., Kondyr A. I., Zaichenko A. S., Mitina N. E., Datsyuk V. V., Trotsenko S. E., and Miagkota O. S.</i> Investigation of planar quantum functional polymer nanolayers structures on polybenzimidazole fiber nanosheets.....	47
---	----

РЕЗЮМЕ. Нановолоконні двовимірні мати на основі суміші полібензimidазолу з телехелатним олігопероксидом отримано методом електроспіннінгу. Доведено, що реакційноздатні пероксидні групи на поверхні нановолоконних матеріалів (НВМ) можна модифікувати шляхом радикально ініційованого прищеплення полімерних ланцюгів різної природи. На основі імпедансних залежностей синтезованих НВМ показано, що для них характерне явище “від’ємної” ємності. Досліджено вплив різних полімерних наночастинок, прищеплених до поверхні НВМ, на поляризаційні характеристики нанокомпозитів. Показано, що особливістю отриманих структур є поєднання у деяких з них низького (< 1) значення тангенса кута електричних втрат у надзвичайно низькій частотній області (0,001...0,1 Hz) з дуже великими значеннями діелектричної проникності ($\sim 10^6$), що може призвести до створення квантових акумуляторів.

РЕЗЮМЕ. Нановолоконные двумерные маты на основе смеси полибензimidазола с телехелатным олигопероксидом были получены методом электроспиннинга. Доказано, что реакционноспособные пероксидные группы на поверхности нановолоконных материалов (НВМ) можно модифицировать путем радикально инициированной прививки полимерных цепей различной природы. На основе импедансных зависимостей синтезированных НВМ показано, что для них характерно явление “отрицательной” емкости. Исследовано влияние различных полимерных нанослоев, привитых к поверхности НВМ, на поляризационные характеристики нанокомпозитов. Показано, что особенностью полученных структур является сочетание в некоторых из них низкого (< 1) значение тангенса угла электрических потерь в чрезвычайно низкой частотной области (0,001...0,1 Hz) с очень большими значениями диелектрической проницаемости ($\sim 10^6$), что может привести к созданию квантовых аккумуляторов.

SUMMARY. Two-dimensional nanofiber layers based on a mixture of polybenzimidazole and telechelic oligoperoxide were obtained by an electrospinning method. Reactive peroxide groups on the nanofibers surface were used for modification of fibers via initiation of radical polymerization and grafting of different polymer chains. The phenomenon of “negative” capacity was observed for the impedance dependences of synthesized nanofibers. The effects of grafting to the nanofiber surface of different polymer chains on polarization properties of nanocomposite materials were investigated. It was shown that, combinations of low (< 1) dielectric loss tangent values in extremely low-frequency region (0.001...0.1 Hz) and huge dielectric permittivity values ($\sim 10^6$) were peculiarity of the obtained structures. The possibilities of such materials performance for quantum batteries production were investigated.

<i>Demchenko V. L. and Iurzhenko M. V.</i> Structure and properties of welded joints of one-type polyethylene formed under constant magnetic field.....	54
---	----

РЕЗЮМЕ. Досліджено структурну організацію, термомеханічні та експлуатаційні характеристики зварних з’єднань ПЕ-80–ПЕ-80 та ПЕ-100–ПЕ-100, отриманих під дією постійного магнетного поля ($B \sim 1$ Т) та за його відсутності. Методом ширококутової рентгенографії показано, що дія поперечного постійного магнетного поля на розплав однотипних поліетиленів під час їх зварювання призводить до формування орієнтованої структури зварного з’єднання, вісь текстури якого збігається з напрямком дії цього поля, що поліпшує термомеханічні та експлуатаційні характеристики отриманих зварних з’єднань. Формування зварного з’єднання під дією поздовжнього магнетного поля призводить до погіршення його фізико-механічних характеристик через протидію силового поля, яке виникає під час зварювання і нівелює вплив магнетного поля.

РЕЗЮМЕ. Исследованы структурная организация, термомеханические и эксплуатационные характеристики сварных соединений ПЭ-80–ПЭ-80 и ПЭ-100–ПЭ-100, полученных под действием постоянного магнитного поля ($B \sim 1$ Т) и в его отсутствие. Методом широкоугольной рентгенографии показано, что действие поперечного постоянного магнитного поля на расплав однотипных полиэтиленов в процессе сварки приводит к формированию ориентированной структуры сварного соединения, ось текстуры которого совпадает с направлением действия этого поля, что улучшает термомеханические и эксплуатационные характеристики полученных сварных соединений. Формирование сварного соединения под действием продольного магнитного поля приводит к ухудшению его физико-механических характеристик, что объясняется противодействием силового поля, которое прикладывается при сварке и нивелирует влияние магнитного поля.

SUMMARY. Structural peculiarities, thermomechanical and performance properties of PE-80–PE-80 and PE-100–PE-100 welded joints received with and without the effect of constant magnetic field ($B \sim 1$ T) have been investigated. Using the wide-angle X-ray diffraction method it is shown that the effect of the perpendicular constant magnetic field on the melts of polyethylene specimens of the same type during their welding causes the formation of aligned structure, where the axis has the same direction as the magnetic field action. This also causes improvement of the weld thermomechanical and mechanical properties. The formation of the welded joint under the effect of the parallel magnetic field leads to the deterioration of its physicomechanical characteristics that is explained by the opposing effect of the force field that is applied under welding and levels the magnetic field effect.

Trush V. S., Fedirko V. M., Luk'yanenko O. H., and Kovtun K. V. The optimization of thermal treatment environment of GFE-1 hafnium alloy 61

РЕЗЮМЕ. Оптимізовано умови хіміко-термічної обробки (ХТО) пластин (~ 1 mm) гафнієвого сплаву ГФЕ-1 після пластичного деформування за впливом на твердорозчинне зміцнення приповерхневого шару елементами втілення (киснем) та втомною довговічністю зразків зі сплаву гафнію за симетричного чистого згину. Виявлено, що за тиску $P = 1,33 \cdot 10^{-2}$ Па кисневмісного газового середовища під час ХТО ($T = 850^\circ\text{C}$, $\tau = 2$ h) на зразках гафнієвого сплаву ГФЕ-1 формується дифузійно зміцнений приповерхневий шар, який підвищує їх втомну довговічність за амплітуди деформації $\pm \varepsilon_a = \pm 0,6\%$ порівняно з іншими тисками такого середовища. Досліджено руйнування зразків гафнієвого сплаву ГФЕ-1 після ХТО за різного тиску кисневмісного розрідженого газового середовища.

РЕЗЮМЕ. Представлены результаты оптимизации среды химико-термической обработки (ХТО) пластин (~ 1 mm) сплава гафния ГФЭ-1 после пластического деформирования по влиянию на твердорастворное упрочнение приповерхностного слоя элементами внедрения (кислородом) и по усталостной долговечности при испытании симметричным чистым изгибом. Выявлено, что ХТО ($T = 850^\circ\text{C}$, $\tau = 2$ h) при давлении кислородсодержащей газовой среды $P = 1,33 \cdot 10^{-2}$ Па сопровождается формированием приповерхностного диффузионного упрочненного слоя, наличие которого повышает усталостную долговечность образцов при испытании чистым изгибом с амплитудой деформации $\pm \varepsilon_a = 0,6\%$ по сравнению с образцами после ХТО при других разрежениях. Исследовано разрушение образцов из сплава гафния ГФЭ-1 после насыщения в кислородсодержащих разреженных газовых средах.

SUMMARY. The results of optimization of the environment of thermochemical treated (TChT) plates (~ 1 mm) of GFE-1 hafnium alloy after plastic deformation on the effect of interstitial elements (oxygen) solid-solution hardening of near-surface layers and on the fatigue life of hafnium alloy samples under symmetric pure bending are presented. The TChT ($T = 850^\circ\text{C}$, $\tau = 2$ h) in oxygen containing gas environment at $P = 1.33 \cdot 10^{-2}$ Pa was accompanied by the formation of diffusion hardening of subsurface layers and led to

increased fatigue durability ($\pm \varepsilon_a = 0.6\%$) compared to other pressures of processing. Fracture of hafnium alloy samples after the saturation in oxygen containing rarefied gaseous atmospheres was investigated.

Lenkovskiy T. M. Fatigue crack growth resistance of heat-treated 65Г steel under transverse shear..... 66

РЕЗЮМЕ. Побудовано кінетичні діаграми втомного руйнування сталі 65Г за поперечного зсуву після різних термообробок в діапазоні швидкостей втомної тріщини у 6 порядків з використанням коефіцієнта інтенсивності напружень для оцінювання напружено-деформованого стану в околі її вершини. Визначено основні та додаткові характеристики циклічної тріщиностійкості з врахуванням тертя берегів втомної тріщини. Побудовано діаграми конструкційної міцності та підтверджено гіпотезу підвищення порогів втоми в умовах зсуву із підвищенням границі плинності сталі 65Г.

РЕЗЮМЕ. Построены кинетические диаграммы усталостного разрушения стали 65Г при поперечном сдвиге после различных термообработок в диапазоне скоростей роста усталостной трещины в 6 порядков с использованием коэффициента интенсивности напряжений для оценки напряженно-деформированного состояния в окрестности ее вершины. Определены основные и дополнительные характеристики циклической трещиностойкости с учетом трения берегов усталостной трещины. Построены диаграммы конструкционной прочности и подтверждена гипотеза повышение порогов усталости в условиях сдвига с повышением предела текучести стали 65Г.

SUMMARY. Fatigue crack growth rate curves for 65Г steel after various heat treatments in the rate range of 6 orders using the stress intensity factor for estimation of stress-strain state in the process zone of the transverse shear fatigue crack tip were plotted. The basic and additional fatigue crack growth resistance characteristics were determined taking into account the fatigue crack edges friction. The structural strength diagrams were plotted, and the hypothesis of the fatigue thresholds increase in the terms of displacement with the yield stress growth of 65Г steel was confirmed.

Kharchenko Ye. V., Student O. Z., and Chumalo H. V. Influence of 17Г1С steel degradation on its properties after service on the main pipeline..... 72

РЕЗЮМЕ. Порівняно сталь 17Г1С у вихідному стані та після 40 років її експлуатації на магістральному газогоні за механічними та корозійними характеристиками. Підтверджено низьку чутливість до експлуатаційної деградації характеристик міцності та модуля пружності сталі і значно вищу – характеристик пластичності. Виявлено нижчу опірність корозії експлуатованої сталі (порівняно з неексплуатованою), градієнт за швидкістю корозії K_m і по товщині стінки труби (значення K_m максимальне біля внутрішньої поверхні труби), і по її периметру (швидкість корозії максимальна в донній частині труби). На зламах зразків експлуатованої труби поблизу її внутрішньої поверхні виявлено локальні ділянки з нечітким фрактографічним рельєфом, які зазвичай спричиняють поверхневі плівки. Їх вважали за ознаку розпорошеної пошкодженості внаслідок формування корозійних ушкоджень всередині стінки труби.

РЕЗЮМЕ. Сравнили сталь 17Г1С в исходном состоянии и после 40 лет ее эксплуатации на магистральном газопроводе за механическими и коррозионными характеристиками. Подтверждено низкую чувствительность к эксплуатационной деградации характеристик прочности и модуля упругости стали и значительно более высокую – характеристик пластичности. Обнаружили более низкую сопротивляемость коррозии эксплуатируемой стали, градиент скорости коррозии K_m как по толщине стенки эксплуатируемой трубы (максимальное значение достигается у внутренней поверхности трубы), так и по ее периметру (максимальное значение – в металле донной части трубы). На изломах образцов их металла вблизи внутренней поверхности эксплуатируемой трубы обнаружили локальные участки с нечетким фрактографическим рельефом. Снижение четкости обычно обусловлено поверхностными плен-

ками. Эти участки излома считали элементами рассеянной поврежденности, сформированной коррозионными процессами в глубине стенки трубы.

SUMMARY. The mechanical and corrosion properties of the 17Г1С steel in virgin state and after 40 years of its operation on main gas pipeline were compared. The low sensitivity of steel strength characteristics and modulus of elasticity to in-service degradation, and sufficiently higher ductility characteristics were approved. The lower corrosion resistance operated steel, the gradient of the corrosion rate K_m across the thickness of pipe wall (the maximum value is reached near the inner surface of the tube), and along its perimeter (the maximum value is attained in the metal from bottom of tube) were found. The local areas at the specimens fracture surfaces near the inner surface of the exploited pipe with illegible fractography relief usually caused by the surface films were revealed. These regions of fracture surfaces were considered as scattered damage elements, formed by corrosion damages in the bulk metal of the tube wall.

Andreikiv O. Ye., Nykyforchyn H. M., Shtoiko I. P., and Lysyk A. R. Assessment of residual lifetime of oil pipes with outer surface corrosive mechanical crack under oil laminar flow and reusable hydroblow 80

РЕЗЮМЕ. Запропоновано розрахункову модель для визначення залишкового ресурсу труби нафтопроводу з зовнішньою поверхневою корозійно-механічною тріщиною за ламінарного потоку нафти і багаторазових гідроударів, в основі якої – раніше розроблений енергетичний підхід для дослідження сповільненого поширення тріщин, модель прикладання імпульсних навантажень і базові механізми поширення корозійно-механічної тріщини. З допомогою моделі вивчено залежність залишкового ресурсу труби нафтопроводу зі сталі Х60 від кількості в ній гідроударів.

РЕЗЮМЕ. Предложена расчетная модель для определения остаточного ресурса трубы нефтепровода с внешней поверхностной коррозионно-механической трещиной при ламинарном потоке нефти и многократных гидроударах. В ее основе – ранее разработанный энергетический подход для исследования замедленного распространения трещин, модель приложения импульсных нагрузок и базовые механизмы распространения коррозионно-механической трещины. С помощью модели исследована зависимость остаточного ресурса трубы нефтепровода из стали Х60 от количества в ней гидроударов.

SUMMARY. The calculation model to determine the residual lifetime of the pipeline with outer surface corrosion-mechanical crack under the laminar flow of oil and reusable hydroblow is proposed. The model is based on energy approach to investigation of slow crack propagation previously developed by authors, model of pulse load application and the basic mechanisms of the corrosion-mechanical cracks growth. On the basis of the model the dependence of the residual resource of Х60 steel oil pipes on the amount of water hammer is studied.

Czaban J. and Kaminski Z. Identification of mechanical properties of compound feeds for modelling the processes of thickening and compaction..... 89

РЕЗЮМЕ. Отримано формули для розрахунку напружень і деформацій під час ущільнення матеріалів рослинного походження. Математична модель цього процесу ґрунтується на умові пластичності Гріна з використанням функції поруватості, а також законів тертя Кулона–Амонтона і Прандтля для поруватих матеріалів. Числовий аналіз і його експериментальну верифікацію виконано для ущільнення рослинної суміші в закритій камері. Необхідні для цього механічні сталі матеріалу ідентифіковано за допомогою числових методів і рівнянь нелінійної регресії, що описують тиск на преси.

РЕЗЮМЕ. Получены формулы для расчета напряжений и деформаций при уплотнении материалов растительного происхождения. Математическая модель этого процесса базируется на условии пластичности Грина с использованием функции по-

ристокости, а также законов трения Кулона–Амонтона и Прандтля для пористых материалов. Численный анализ и его экспериментальную верификацию выполнено для уплотнения растительной смеси в закрытой камере. Необходимые для этого механические постоянные материала идентифицированы с помощью численных методов и уравнений нелинейной регрессии, описывающих давление на прессы.

SUMMARY. Physical relationships for the analysis of stress and strain in modeling of compaction process of materials of vegetable origin with properties of plasticity are described. The study is based on the yield condition formulated by Green. The analysis uses the basic functions of porosity and the Amontons–Coulomb and Prandl laws of friction for porous materials. The experimental and theoretical tests of fodder mixture compression are performed in a closed chamber. The identification of material constants is made by the numerical methods and nonlinear regression equations describing the pressure on the stamps of the chamber.

Topczewska K. Influence of friction power on temperature during braking 96

РЕЗЮМЕ. Для трьох експериментальних залежностей, які описують зміну питомої потужності тертя з часом гальмування, побудовано точні розв’язки відповідних теплових задач тертя. Для цього використано формулу Дюгамеля та відомий аналітичний розв’язок одновимірної крайової задачі теплопровідності для двох напівобмежених тіл за сталої потужності тертя на поверхні контакту. Проілюстровано застосування отриманих розв’язків до моделювання фрикційного нагрівання трибосистеми накладка–диск. Досліджено вплив вибраних часових профілів потужності тертя на розподіл температури в чавунному (ЧНМХ) диску та накладці, виготовленій з ретінаксу ФМ–16Л.

РЕЗЮМЕ. Для трех экспериментальных зависимостей, описывающих изменение удельной мощности трения со временем торможения, построены точные решения соответствующих тепловых задач трения. При этом использовано формулу Дюгамеля и известное аналитическое решение одномерной краевой задачи теплопроводности для двух полуограниченных тел при постоянной мощности трения на поверхности контакта. Показано, что на основании полученных решений можно моделировать фрикционное нагревание трибосистемы накладка–диск. Исследовано влияние выбранных временных профилей мощности трения на распределение температуры в чугунном (ЧНМХ) диске и накладке, изготовленной из ретинакса ФМ–16Л.

SUMMARY. For three experimental dependences describing variation of specific power of friction during braking, the exact solutions of the corresponding thermal problems of friction were obtained. In this case we use the Duhamel formula and known analytical solution of one-dimensional boundary-value problem of heat conduction for two semi-infinite bodies at a constant specific power of friction on the contact surface. It is shown that on the basis of the obtained solutions a frictional heating process in a tribosystem pad–disc can be modelled. The influence of chosen temporal profiles of the specific power of friction on the temperature distribution in the cast-iron (ЧНМХ) disc and the retinax FM–16L pad has been investigated.

Moshchenok V. I., Lalazarova N. O., Moshchenok A. V., and Demchenko S. V.

Evaluation of materials nanohardness by the sphericoconical indenter 102

РЕЗЮМЕ. Розроблено геометричну і математичну моделі піраміди Берковича, які дають можливість залежно від величини зносу її вершини коректно вимірювати твердість у нанодіпазоні. Встановлено, що сфероконічним індентором можна з більшою достовірністю визначати характер зміни поверхневої і об’ємної твердості залежно від навантаження під час індентування еталонних мір твердості. Експериментально виявлено прямий і зворотний розмірні ефекти за цих вимірювань.

РЕЗЮМЕ. Разработаны геометрическая и математическая модели пирамиды Берковича, позволяющие в зависимости от величины износа ее вершины корректно

измерять твердость в нанодиапазоне. Установлено, что сфероконическим индентором можно с большей достоверностью определять характер изменения поверхностной и объемной твердости в зависимости от нагрузки при индентировании эталонных мер твердости. Экспериментально выявлены прямой и обратный размерные эффекты при данных измерениях.

SUMMARY. The geometric and mathematical models of the Berkovich pyramid have been developed that allow, depending on the wear rate of its vertex, to measure correctly the hardness within the nanorange. Applying the spheroconical indenter for the nanorange, the nature of changing surface and volumetric hardness depending on loading during indentation of hardness standard measures, can be determined with high precision. The direct and inverse size effects under these measurements have been established experimentally.

Ledovskykh V. M. and Levchenko S. V. Electric-mechanical method for the preparation of steel surfaces by galvanized brush..... 109

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив електроіскрової механічної обробки сталі дисковими обертовими щітками у поєднанні з подачею мастильно-охолоджувальних рідин (МОР-НАУ) з поверхнево-активними та інгібувальними складниками синергічної дії на електрохімічну і корозійну поведінку сталі, енергетичні витрати процесу та захисні властивості лакофарбових покриттів. Запропоновано застосування оцинкованих щіток, що дає змогу одночасно з обробкою сталі отримувати на її поверхні Zn-протекторні осередки, які підвищують корозійну тривкість металу, а також поліпшують адгезію та захисні властивості лакофарбових покриттів.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние электроискровой механической обработки стали дисковыми вращающимися щетками в сочетании с подачей смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ-НАУ) с поверхностно-активными и ингибирующими составляющими синергического воздействия на электрохимическое и коррозионное поведение стали, энергетические затраты процесса и защитные свойства лакокрасочных покрытий. Предложено применение оцинкованных щеток, что позволяет одновременно с обработкой стали, получать на ее поверхности Zn-протекторные островки, которые повышают коррозионную стойкость металла, а также улучшают адгезию и защитные свойства лакокрасочных покрытий.

SUMMARY. The influence of steel surfaces electrical discharge by disc rotating brushes machining using cooling-lubricating fluid (CLF-NAU) with surfactants and inhibiting components of synergistic action on electrochemical and corrosion behavior of the steel, energy costs of the process, and protective properties of painting coatings is investigated. Machining by galvanized brushes simultaneously with steel processing to obtain Zn-protective sites on its surface is suggested. Such protective sites increase corrosion resistance of metal during its storage between operating, and improve adhesion and protective properties of lacquer paint coatings.

Shvabyuk V. I., Matkova A. V., Luniov S. V., and Shvabyuk V. V. The method of shear modulus determination for n-Ge and n-Si single crystals 115

РЕЗЮМЕ. Отримано вирази для розрахунку модулів зсуву одновідно деформованих монокристалів n-Ge та n-Si. В основі запропонованого методу – механізм перерозподілу електронів між мінімумами зони провідності германію та кремнію під час одновідної деформації стиску вздовж кристалографічних напрямків [111] та [100]. З урахуванням одержаних виразів та експериментальних результатів вимірювань поздовжнього п'єзоопору для цих монокристалів визначено модулі зсуву.

РЕЗЮМЕ. Получены выражения для определения модулей сдвига одноосно деформированных монокристаллов n-Ge и n-Si. В основе предложенного метода – механизм перераспределения электронов между минимумами зоны проводимости германия и кремния при одноосной деформации сжатия вдоль кристаллографических направлений [111] и [100]. С учетом полученных выражений и результатов измере-

ний продольного пьезосопротивления для этих монокристаллов определены модули сдвига.

SUMMARY. The expressions for the calculation of the shear modulus for n-Ge and n-Si single crystals are obtained by solving the equations of the electrical conductivity for uniaxially deformed n-Ge and n-Si. The mechanism of electrons redistribution between the conduction band minima of germanium and silicon implemented under uniaxial compressive deformation along the crystallographic directions [111] and [100] respectively is the basis of the proposed method. The shear modulus for single crystals of n-Ge and n-Si are defined taking into account the obtained expressions and experimental results of longitudinal piezoresistance measurements.

Shopa T. V. Vibration of orthotropic doubly curved panel with sets of cut-outs and inclusions of arbitrary configuration 121

РЕЗЮМЕ. У межах уточненої моделі, яка враховує деформацію поперечного зсуву, побудовано розв'язок задачі про усталені коливання ортотропної панелі подвійної кривини з множинами отворів та абсолютно жорстких включень довільної геометричної форми, орієнтації та розташування, з різними типами з'єднань з панеллю. Досліджено поступальний рух включень у нормальному напрямку до серединної поверхні панелі, де зовнішня межа є складної геометричної конфігурації. Розглянуто різні гармонічні в часі крайові умови як на зовнішній межі панелі, так і на контурах отворів. Розв'язок побудовано на основі непрямого методу граничних елементів. Використано секвенціальний підхід до зображення функцій Гріна. Інтегральні рівняння розв'язано методом колокацій.

РЕЗЮМЕ. В рамках уточненной модели, учитывающей деформацию поперечного сдвига, построено решение задачи об установившихся колебаниях ортотропной панели двойной кривизны с множествами отверстий и абсолютно жестких включений произвольной геометрической формы, ориентации и расположения. Исследовано поступательное движение включений в нормальном направлении к средней поверхности панели, где внешняя граница имеет сложную геометрическую конфигурацию. Рассмотрены разные гармонические во времени краевые условия как на внешней границе панели, так и на контурах отверстий. Решение построено на основе непрямого метода граничных элементов. Использовано секвенциальный подход к изображению функций Грина. Интегральные уравнения решено методом коллокации.

SUMMARY. In the framework of the refined theory, which takes into account transverse shear deformation, the solution of the problem on the steady state vibrations of the orthotropic doubly curved panel with the sets of cutouts and rigid inclusions of the arbitrary geometrical form, orientation, and location is constructed. Inclusions have different types of connections with the panel. The case of the translational motion of the inclusions along the normal direction to the middle surface of the panel is investigated. External boundary of the panel is of complex geometrical configuration. Different harmonic in time boundary conditions are considered both on the external boundary of the panel and on the contours of the cutouts. The solution is built on the basis of the indirect boundary elements method. The sequential approach to Green's functions representation is used. Integral equations are solved by the collocation method.

Hrytsyna O. R. The effect of near-surface inhomogeneity on propagation of SH waves in isotropic materials 128

РЕЗЮМЕ. Показано, що у межах лінійної континуальної нелокального типу теорії пружності, яка враховує взаємозв'язок деформування з локальним зміщенням маси, можна описати поширення неплоских поверхневих зсувних хвиль (SH хвиль) в ізотропному півпросторі. Класична теорія пружності не передбачає існування таких хвиль. Вони можуть поширюватися у півпросторі, якщо задачу формулювати у межах теорії пружності, яка враховує тензорну природу локального зміщення маси.

Напряжено-деформований стан такого континууму характеризують тензори деформації та наведеної маси, які є незалежними величинами.

РЕЗЮМЕ. Показано, що в рамках лінійної континуальної нелокального типу теорії еластичності, учитиваючої взаємозв'язок деформування з локальним зміщенням маси, вдається описати розповсюдження неплоских поверхневих сдвигових волн (SH волн) в ізотропному напівпространстві. Класическа теорія еластичності не допускає існування таких волн. Згадані вище поверхневі хвилі можуть розповсюджуватися в напівпространстві, якщо задачу формулювати в рамках теорії еластичності, учитиваючої тензорну природу локального зміщення маси. Напружено-деформоване стан такого континууму характеризують тензори деформації та наведеної маси, являючись незалежними величинами.

SUMMARY. The existence of anti-plane surface shear wave motions (SH waves) in an isotropic half-space is possible within the framework of a linear continuum non-local theory of elasticity, which takes into account coupled fields of deformation and local mass displacement. Such SH surface waves are not predicted by the classical theory of elasticity. It is shown that the above-mentioned surface waves may exist in a half-space if the problem is analyzed by the theory which assumes the tensorial character of the local displacement of mass. The stress-strained state of such continuum is characterized by independent strain tensor and tensor of induced mass density.

Kindrachuk M. V., Volchenko D. A., Volchenko N. A., Stebeletska N. M., and Voznyi A. V. Influence of hydrogen on wear resistance of material in a friction pair of braking device..... 135

РЕЗЮМЕ. Описано метод і засоби промислових досліджень пар тертя стрічково-колодкових гальм бурових лебідок, які блокують виділення водню зі сталеві поверхні ободу шків електричним полем з однойменними позитивними зарядами, які обмежують рух іонів водню.

РЕЗЮМЕ. Описан метод промислових досліджень пар тертя ленточно-колодочних тормозов бурових лебідок, предотвращающий выделение водорода из стальной поверхности обода шкива электрическим полем с одноименными положительными зарядами, которые ограничивают движение ионов водорода.

SUMMARY. The method and means of the industrial research of the friction pairs of band-block brakes of a winch, with block hydrogen release from the steel surface of the rim of the pulley by electric field with similar positive charges, which are the limiting factor for hydrogen ions is described.

Balitskii A. I., Abramek K. F., Mrozik M., Stoeck T., and Osipowicz T. Evaluation of hydrogen containing gasses losses during wear of piston engine 142

РЕЗЮМЕ. Запропоновано модель втрат робочих газів, яка враховує прогнозування інтенсивності продувань на підставі основних параметрів двигуна (діаметра циліндра, кількості кілець та циліндрів, кроку поршня), зношування системи поршень-втулка-циліндр за дії воденьмісних середовищ, а також впливу обертової швидкості колінвала двигуна та дає змогу виявити різницю інтенсивності продувань в середньому до 35%.

РЕЗЮМЕ. Предложена модель потерь рабочих газов, учитывающая прогнозирование интенсивности продувок на основании основных параметров двигателя (диаметра цилиндра, количества колец и цилиндров, шага поршня), изнашивания системы поршень-втулка-цилиндр при действии водородсодержащих сред, а также влияние оборотной скорости коленвала двигателя, и позволяющая обнаружить разницу интенсивности продувок в среднем до 35%.

SUMMARY. The model of service gases losses which considers the prediction of blow-out intensity, based on the basic geometric engine parameters, such as diameter of the cylinder, number of rings, number of cylinders, piston stroke, wear of the piston–ring–cylinder system, and the impact of the engine crankshaft speed, is proposed. It was observed that even new brands of engines demonstrate differences in the blow-out intensity. These differences may reach up to 35%, which is due to deviations in the dimensions of pistons, rings and cylinder bearing surface.