

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

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

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Р. АКІД (Великобританія), *С. ВОДЕНІЧАРОВ* (Болгарія), *І.-Р. 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*

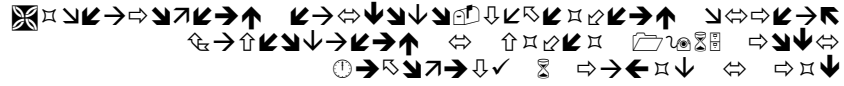
Комп'ютерний набір *Л. Г. Копчак*, *Г. М. Кулик*

Підписано до друку 14.09.2017. Формат 70×108/16. Папір офсетний № 1. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 12.
Умовн. фарбо-відбитків 12,5. Тираж 200 прим. Замовлення 180917 від 18.09.2017. 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, № 5, 2017

вересень – жовтень

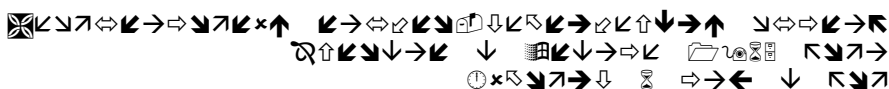
ЗМІСТ

<i>Панасюк В. В., Силованюк В. П.</i> Оцінювання концентрації напружень біля тонких пружних та в'язкопружних включень	7
<i>Саврук М. П., Кваснюк О. І., Чорненький А. Б.</i> Періодична система близько розташованих отворів у пружній площині за антиплоскої деформації.....	16
<i>Сулим Г. Т., Піскозуб Й. З.</i> Нелінійне деформування тонкого міжфазного включення.....	24
<i>Кравець В. С.</i> Напружений стан плоского клиноподібного зразка з крайовою тріщиною за одновісного розтягу	31
<i>Скальський В. Р., Рудавський Д. В., Ярема Р. Я., Канюк Ю. І.</i> Розподіл механічних напружень у бандажі за його обтискання на колісному центрі електровоза.....	42
<i>Ревенко В. П.</i> Розрахунок осесиметричного напружено-деформованого стану двошарового циліндра під дією локальних навантажень	48
<i>Долінська І. Я.</i> Розрахунок залишкового ресурсу диска ротора парової турбіни з урахуванням кількості зупинок обладнання	54
<i>Огородніков В. А., Гречанюк М. С., Губанов А. В.</i> Енергетичний критерій надійності елементів конструкції транспортних засобів	61
<i>Топчевска К.</i> Вплив потужності тертя на температурні напруження під час одноразового гальмування	66
<i>Панченко О. В., Іваницький Я. Л., Кунь П. С., Журавський О. Д.</i> Визначення довговічності залізобетонних мостових балок, підсилених композитними стрічками.....	73
<i>Захарова Л. М.</i> Моделювання незворотного деформування ґрунтів і масивів гірських порід методами теорії пружності	78
<i>Цирульник О. Т., Крет Н. В., Волошин В. А., Звірко О. І.</i> Метод лабораторної деградації конструкційних сталей	85
<i>Осташ О. П., Чепіль Р. В., Маркашова Л. І., Грибовська В. І., Кулик В. В., Берднікова О. М.</i> Вплив режимів термообробки на витривалість пружин зі сталі 65Г	94

<i>Федірко В. М., Погрелюк І. М., Лук'яненко О. Г., Лаврись С. М., Кіндрачук М. В., Духота О. І., Тісов О. В., Загребельний В. В.</i> Термодифузійне насичення поверхні титанового сплаву ВТ22 з контрольованого кисеньазотовмісного газового середовища на стадії старіння	100
<i>Гвоздецький В. М., Сірак Я. Я., Задорожна Х. Р., Дем'янчук Я. М.</i> Вплив розміру краплини та швидкості потоку на структуру і властивості електродугових покривів.....	110
<i>Korzekwa J., Gądek-Moszczak A., and Zubko M.</i> Вплив розміру наночастинок на мікроструктуру оксидних покривів.....	116
<i>Винар В. А., Похмурський В. І., Зінь І. М., Василів Х. Б., Хлопик О. П.</i> Оцінювання за електродним потенціалом механізму трибокорозії сплаву Д16Т	123
<i>Стечишин М. С., Стечишина Н. М., Курскої В. С.</i> Корозійні та електрохімічні характеристики у кислих модельних середовищах поверхонь металів, азотованих у тліючому розряді.....	129
<i>Берсірова О. Л., Білик С. В., Кублановський В. С.</i> Електрохімічний синтез наноструктурних електрокаталітичних покривів Fe–W	136
<i>Bouti S., Antonova M. N., Hatouda K., Babichev A. P., Sayah T.</i> Структура і механо-хімічні властивості твердого змащувача MoS ₂ після віброхвильової обробки	142
У НАУКОВИХ КОЛАХ	
<i>Никифорчин Г. М.</i> IV Літня школа з механіки руйнування Європейського товариства з цілісності конструкцій	151
<i>Маруцак П. О.</i> П'ята Міжнародна конференція “Пошкодження матеріалів під час експлуатації, методи його діагностування і прогнозування” (DMDP-2017)	153

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

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ



ТОМ 53, № 5, 2017

сентябрь – октябрь

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Панасюк В. В., Сылованюк В. П.</i> Оценка концентрации напряжений возле тонких упругих и вязкоупругих включений.....	7
<i>Саврук М. П., Кваснюк А. И., Чорненький А. Б.</i> Периодическая система близко расположенных отверстий в упругой плоскости при антиплоской деформации	16
<i>Сулым Г. Т., Пискозуб И. З.</i> Нелинейное деформирование тонкого межфазного включения	24
<i>Кравец В. С.</i> Упругое состояние плоского клиновидного образца с краевой трещиной при одноосном растяжении	31
<i>Скальский В. Р., Рудаковский Д. В., Ярема Р. Я., Канюк Ю. И.</i> Распределение механических напряжений в бандаже при его обжатии на колесном центре электровоза	42
<i>Ревенко В. П.</i> Расчет осесимметрического напряженно-деформированного состояния двухслойного цилиндра под воздействием локальных нагрузок	48
<i>Долинская И. Я.</i> Расчет остаточного ресурса диска ротора паровой турбины с учетом количества остановок оборудования.....	54
<i>Огородников В. А., Гречанюк Н. С., Губанов А. В.</i> Энергетический критерий надежности элементов конструкции транспортных средств	61
<i>Топчевска К.</i> Влияние мощности трения на температурные напряжения при одноразовом торможении	66
<i>Панченко А. В., Иваницкий Я. Л., Кунь П. С., Журавский А. Д.</i> Определение долговечности железобетонных мостовых балок, усиленных композитными лентами	73
<i>Захарова Л. Н.</i> Моделирование необратимого деформирования грунтов и массивов горных пород методами теории упругости	78
<i>Цирульник А. Т., Крет Н. В., Волошин В. А., Звирко О. И.</i> Метод лабораторной деградации конструкционных сталей	85
<i>Осташ О. П., Чепиль Р. В., Маркашова Л. И., Грибовская В. И., Кульч В. В., Бердникова Е. Н.</i> Влияние режимов термообработки на выносливость пружин из стали 65Г.....	94

<i>Федирко В. Н., Погрелюк И. Н., Лукьяненко А. Г., Лаврысь С. М., Киндрачук М. В., Духота А. И., Тисов А. В., Загребельный В. В.</i> Термодиффузионное насыщение поверхности титанового сплава ВТ22 из контролируемой кислородазотсодержащей газовой среды на стадии старения.....	100
<i>Гвоздецкий В. Н., Сирак Я. Я., Задорожная Х. Р., Демьянчук Я. М.</i> Влияние размера капель и скорости потока на структуру и свойства электродуговых покрытий	110
<i>Korzekwa J., Gądek-Moszczak A., and Zubko M.</i> Влияние размера наночастиц на микроструктуру оксидных покрытий	116
<i>Вынар В. А., Похмурский В. И., Зинь И. Н., Васылив Х. Б., Хлопък О. П.</i> Оценка по электродному потенциалу механизма трибокоррозии сплава Д16Т	123
<i>Стечишин М. С., Стечишина Н. М., Курской В. С.</i> Коррозионные и электрохимические характеристики в кислых модельных средах поверхностей металлов, азотированных в тлеющем разряде	129
<i>Берсирова О. Л., Билык С. В., Кублановский В. С.</i> Электрохимический синтез наноструктурных электрокаталитических покрытий Fe–W.....	136
<i>Bouti S., Antonova M. N., Hatouada K., Babichev A. P., Sayah T.</i> Структура и механо-химические свойства твердой смазки MoS ₂ после виброволновой обработки	142
В НАУЧНЫХ КРУГАХ	
<i>Никифорчин Г. Н.</i> IV Летняя школа по механике разрушения Европейского общества целостности конструкций	151
<i>Марущак П. О.</i> Пятая Международная конференция “Повреждение материалов во время эксплуатации, методы его диагностирования и прогнозирования” (DMDP-2017).....	153

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

PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS



VOLUME 53, № 5, 2017

September - October

CONTENTS

Panasyuk V. V. and Sylovanyuk V. P. Estimation of stress concentration near thin elastic or viscoelastic inclusions..... 7

РЕЗЮМЕ. Наведено огляд ефективних наближених методів розрахунку концентрації напружень біля надрізів, щілин, порожнин, які заповнені пружними та в'язкопружними матеріалами. Основну увагу приділено методу, що базується на використанні розв'язків відповідних задач для тіл з математичними розрізами вздовж серединних поверхонь концентраторів, суть якого – заміна включення певного об'єму деякою поверхнею з невідомими розривами напружень і (або) переміщень. Описана процедура побудови інтегральних рівнянь відповідних крайових задач для визначення цих розривів. На прикладі неоднорідностей, обмежених канонічними поверхнями, проілюстровано ефективність побудови наближених розв'язків таких задач.

РЕЗЮМЕ. Приведен обзор эффективных приближенных методов расчета концентрации напряжений около надрезов, щелей, полостей, заполненных упругими и вязкоупругими материалами. Основное внимание уделено методу, основанному на использовании решений соответствующих задач для тел с математическими разрезами вдоль срединных поверхностей концентраторов, суть которого – замена включения определенного объема некоторой поверхностью с неизвестными разрывами напряжений и (или) перемещений. Описана процедура построения интегральных уравнений соответствующих краевых задач для определения этих разрывов. На примере неоднородностей, ограниченных каноническими поверхностями, проиллюстрирована эффективность построения приближенных решений таких задач.

SUMMARY. The review of the methods for stress concentration estimation near thin elastic or viscoelastic inclusions is presented in the work. The methods are based on relationships that interrelate stresses near thin smooth notches, holes, or cavities with stress intensity factors in identically loaded bodies with cracks. In the case of elastic inclusions, the stress concentration problem (using the conjugation principle) is reduced to determining the unknown displacements and/or stresses discontinuity across the middle surface of inhomogeneities. The problem solution for stress concentration in a body with ellipsoidal inclusion under uniaxial tension is presented as an example. In the case of viscoelastic inclusions in a body under long-term static loading, the problem is solved using the Volterra–Boltzmann principle and the same analytical approach as for elastic inclusions. The exact solution of respective integral equations is derived for the ellipsoidal inclusion with the Kelvin solid type rheological characteristics under uniaxial tension. Time

dependence of stresses near the viscoelastic inclusion is presented in the form of quite simple analytical expression.

Savruk M. P., Kvasniuk O. I., and Chornenkyi A. B. Periodic system of closely spaced holes in elastic plane under antiplane strain 16

РЕЗЮМЕ. Побудовано сингулярне інтегральне рівняння антиплоскої періодичної задачі теорії пружності для ізотропної площини, послабленої гладкими криволінійними отворами. Отримано числовий розв'язок задачі для близько розташованих отворів із закругленими кутовими вершинами за однорідного зсуву на нескінченності. На цій основі знайдено коефіцієнти концентрації напружень у закруглених вершинах двобічного напівнескінченного кутового вирізу. Використовуючи відоме співвідношення між коефіцієнтами інтенсивності та концентрації напружень для гострих та закруглених кутових вирізів, зробили граничний перехід до двобічного гострого кутового вирізу. Встановлено залежність коефіцієнта інтенсивності напружень у гострих вершинах двобічного кутового вирізу від кута його розхилу.

РЕЗЮМЕ. Построено сингулярное интегральное уравнение антиплоской периодической задачи теории упругости для изотропной плоскости, ослабленной гладкими криволинейными отверстиями. Получено численное решение задачи для близко расположенных отверстий с закругленными угловыми вершинами при однородном сдвиге на бесконечности. На этой основе найдены коэффициенты концентрации напряжений в закругленных вершинах двухстороннего полубесконечного углового выреза. Используя известные соотношения между коэффициентами интенсивности и концентрации напряжений для острых и закругленных угловых вырезов, сделан граничный переход к двухстороннему острому угловому вырезу. Установлена зависимость коэффициента интенсивности напряжений в острых вершинах двухстороннего углового выреза от угла его раскрытия.

SUMMARY. Singular integral equation of antiplane periodic problem of elasticity theory for isotropic plane with smooth curvilinear holes is constructed. Numerical solution of the problem for closely spaced holes with rounded V-shaped vertices in elastic plane under uniform shear at infinity is obtained. Stress concentration factors at rounded V-shaped vertices of bilateral semi-infinite notch are found on this basic. Using known relations between stress intensity and stress concentration factors for sharp and rounded V-shaped notches, the limit transition to bilateral sharp V-shaped notch is made. Dependence of stress intensity factor at sharp vertices of the bilateral V-notch on its apex angle is determined.

Sulym H. T. and Piskozub Y. Z. Nonlinear deformation of thin interphase inclusion 24

РЕЗЮМЕ. Побудовано модель тонкого включення з нелінійними та анізотропними механічними властивостями загального вигляду. З її використанням методами задачі спряження граничних значень аналітичних функцій та функцій стрибка побудовано систему сингулярних інтегральних рівнянь (ССІР) зі змінними коефіцієнтами-функціями, яка дає можливість описати довільний спосіб зміни квазістатичного навантаження та його вплив на напружено-деформований стан у тілі з неоднорідністю на основі інкрементального підходу. Для числового розв'язування ССІР запропоновано збіжний ітераційний аналітико-числовий метод.

РЕЗЮМЕ. Построена модель тонкого включения с нелинейными и анизотропными механическими свойствами общего вида. С ее использованием методами задачи сопряжения предельных значений аналитических функций и функций скачка построена система сингулярных интегральных уравнений (ССИУ) с переменными коэффициентами-функциями, которая дает возможность описать произвольный способ изменения квазистатического нагружения (монотонного или нет) и его влияние на напряженно-деформированное состояние в теле с неоднородностью на основе инкрементального подхода. Для численного решения ССИУ предложен итерационный аналитико-численный метод.

SUMMARY. The method of constructing models of thin inclusions-layers for the case of nonlinearity and anisotropy of their mechanical properties of general appearance is developed. Using the jump functions and the coupling problem of boundary values of analytical functions methods is reduced the problem to the system of singular integral equations (SSIE) on jump functions with variable coefficients that enables to describe arbitrarily changing quasi-static loading (monotonic or not) and its impact on stress-strain state in the body with the heterogeneity based on incremental approach. A consilient iterative numerical-analytical method is offered to solve such SSIE.

Kravets V. S. Stress state of a plane wedge-shaped specimen with an edge crack under uniaxial tension 31

РЕЗЮМЕ. Запропоновано розрахункову модель плоских компактних клиноподібних зразків з ділянками стабільності коефіцієнта інтенсивності напружень (КИН) у вершині крайової тріщини з ростом її довжини, які використовують для визначення тріщиностійкості матеріалів з урахуванням впливу різних експлуатаційних чинників. На основі методу сингулярних інтегральних рівнянь отримано числові розв'язки модельних задач для клиноподібних зразків за їх одновісного позacentрового розтягу. Виявлено вплив способів їх навантаження та геометричних параметрів на зміну КИН залежно від довжини тріщини. Встановлено діапазони змін геометричних параметрів, що забезпечують наявність максимальних ділянок стабільності КИН за квазістатичного підростання тріщини.

РЕЗЮМЕ. Предложена расчетная модель плоских компактных клиновидных образцов с участками стабильности коэффициента интенсивности напряжений (КИН) в вершине краевой трещины, которые используют для определения трещиностойкости материалов с учетом влияния различных эксплуатационных факторов. На основе метода сингулярных интегральных уравнений получены численные решения модельных задач для клиновидных образцов при их одноосном внецентровом растяжении. Определено влияние способов нагрузки и геометрических параметров модели образца на изменение КИН с ростом длины трещины. Установлены диапазоны изменений геометрических параметров, обеспечивающих наличие максимальных участков стабильности КИН для квазистатического подрастания трещины.

SUMMARY. A computational model of plane compact wedge-shaped specimens with the available areas of stress intensity factor (SIF) stability at the tip of the edge crack is proposed. Such specimens are used to determine the crack resistance of materials taking into account the influence of various types of operational factors. On the basis of the method of singular integral equations a numerical solutions of model problems for wedge-shaped specimens are obtained for their uniaxial eccentric (off-center) tension. The influence of loading methods and geometric parameters of the specimen model on the change of SIF with the edge crack growth is determined. The ranges of geometric parameters ensuring the presence of maximum areas of SIF stability for quasistatic crack growth are determined.

Skalskyi V. R., Rudavskyi D. V., Yarema R. Ya., and Kaniuk Yu. I. Mechanical stresses distribution in tyre during its pressing at wheel centre of electric lokomotive 42

РЕЗЮМЕ. Проаналізовано основні типи дефектів, що виникають біля місць концентрації механічних напружень у матеріалі бандажа колеса електровоза. Методом скінченних елементів розраховано їх розподіл біля потенційних ділянок появи втомних дефектів у бандажі під час встановлення на колісний центр та оцінено отримані результати.

РЕЗЮМЕ. Проанализированы основные типы дефектов, возникающих в местах концентрации механических напряжений в материале бандажа колеса электровоза. Методом конечных элементов рассчитано их распределение возле потенциальных

участков зарождения усталостных дефектов в бандаже при его установке на колесный центр, а также оценены полученные результаты.

SUMMARY. The main types of defects occurring near places of mechanical stresses concentration in the material of the tyre of the electric locomotive are considered. The calculations of the mechanical stresses distribution near the fatigue defects potential locations in the locomotive tyre during its installation on the wheel centre were carried out using the finite element method and the obtained numerical results were estimated.

Revenko V. P. Calculation of axisymmetric stress-strain state of two-layer cylinder under local loads 48

РЕЗЮМЕ. Запропоновано аналітично-числовий метод розв'язання осесиметричних крайових задач теорії пружності для двошарових циліндричних тіл за допомогою однорідних розв'язків. Компоненти вектора переміщень і тензора напружень подано у вигляді рядів, коефіцієнти яких визначають побудовані власні функції. Розроблено комп'ютерну методику розв'язання крайових задач для двошарового циліндра. Знайдені критерії, за виконання яких побудований розв'язок збігається з точним. Описані якісні та кількісні закономірності поведінки компонент напружено-деформованого стану двошарового циліндра під час дії локальних навантажень із чітко вираженим максимумом.

РЕЗЮМЕ. Предложен аналитико-численный компьютерный метод решения осесимметричных краевых задач теории упругости для двухслойных цилиндрических тел. Компоненты вектора перемещений и тензора напряжений представлены в виде рядов, коэффициенты которых определяют построенные собственные функции. Разработана компьютерная методика решения краевых задач для двухслойного цилиндра. Установлены критерии, при выполнении которых построенное приближенное решение совпадает с точным. Найдены качественные и количественные закономерности поведения компонент напряженно-деформированного состояния двухслойного цилиндра при воздействии локальных нагрузок с четко выраженным максимумом.

SUMMARY. An efficient analytical-numerical method for solving axisymmetric boundary value problems of the theory of elasticity for multilayer cylindrical bodies is proposed. The components of the displacement vector and the stress tensor are represented in the form of series, which are determined by the constructed eigenfunctions. A computer method for the analytic-numerical solution of boundary value problems for a two-layer cylinder is developed. The convergence and existence conditions for the numerical solutions to the boundary-value problems are established. Qualitative and quantitative patterns of behavior of the components of the stress-strain state of a two-layer cylinder during under local loads with clearly expressed maximum are found.

Dolinska I. Ya. Calculation of residual resource of steam turbine rotor disk considering the number of the equipment shut-downs..... 54

РЕЗЮМЕ. На основі енергетичного підходу запропоновано методику оцінювання залишкового ресурсу диска парової турбіни з урахуванням пусків-зупинок під час експлуатації (маневровий режим). Методику апробовано під час визначення періодів експлуатації турбіни, коли її зупинки-пуски найнебезпечніші. Виявлено період, коли маневровий режим експлуатації можна наближено враховувати за методом стаціонарного режиму або малоциклової втоми.

РЕЗЮМЕ. На основе энергетического подхода предложена методика оценки остаточного ресурса диска паровой турбины с учетом пусков-остановок при эксплуатации (маневренный режим). Методика апробирована при определении периодов времени эксплуатации, когда остановки-пуски турбины наиболее опасны. Выявлен случай, когда маневренный режим эксплуатации можно приближенно учитывать методом стационарного режима или малоциклового усталости.

SUMMARY. The method of estimation of residual resource of steam-turbine disk considering starts-stops during exploitation (maneuvering mode) has been proposed on the basis of the energy approach. The method was approved to determine the period of exploitation time when the starts-stops of turbines are the most dangerous. The period when maneuvering regime exploitation can be approximately calculated using stationary regime or low-cycle fatigue has been detected.

Ogorodnikov V. A., Grechanyuk M. S., and Gubanov A. V. Energetic reliability criterion of structural elements for transport means 61

РЕЗЮМЕ. Досліджено знос сидельно-зчіпного пристрою автопоїзда для визначення його залишкового ресурсу. Отримано енергетичний критерій зносу, за яким встановлено параметри, що впливають на тривалість експлуатації.

РЕЗЮМЕ. Исследован износ сидельно-сцепного устройства автопоезда с целью определения его остаточного ресурса. Получен энергетический критерий его износа для установления параметров, влияющих на длительность эксплуатации.

SUMMARY. The fifth's wheel coupling wear of the articulated road-train was investigated to determine its residual life. The energy criterion of the fifth's wheel coupling device was obtained aiming in determination of parameters that affect the duration of its operation.

Topczewska K. Influence of the friction power on the temperature stresses during single braking 66

РЕЗЮМЕ. На підставі відомих нестационарних температурних полів знайдено просторово-часові розподіли квазістатичних температурних напружень у фрикційних елементах (накладка, диск) під час одноразового гальмування. Досліджено вплив трьох раціональних часових профілів потужності тертя на напружений стан накладки, виготовленої з ретінаксу ФМ-16Л, та чавунного диска. Встановлено, що на робочій поверхні диска наприкінці гальмування виникають розтягувальні нормальні напруження, які можуть викликати появу на ній радіальних тріщин.

РЕЗЮМЕ. На основании известных нестационарных температурных полей получены пространственно-временные распределения квазистатических температурных напряжений в фрикционных элементах (накладка, диск) при одноразовом торможении. Исследовано влияние трех рациональных временных профилей мощности трения на напряженное состояние накладки, изготовленной из ретинакса ФМ-16Л, и чугунного диска. Показано, что на рабочей поверхности диска в конце торможения возникают растягивающие нормальные напряжения, которые могут приводить к появлению на этой поверхности радиальных трещин.

SUMMARY. The spatio-temporal distribution of quasi-static temperature stresses in friction elements (pad, disc) during single braking has been obtained on the basis of known non-stationary temperature fields. The influence of three rational temporary profiles of the specific friction power on the stress state of the pad (retinax FM-16L) and the cast-iron disc has been investigated. It is shown, that on the working surface of the disc at the end of the braking process, tensile normal stress occur, that can lead to the appearance of radial cracks on this surface.

Panchenko O. V., Ivanytskyi Ya. L., Kun P. S., and Zhuravskiy O. D. Determination of durability of the ferroconcrete beam, reinforced with composite band 73

РЕЗЮМЕ. Сформульовано методіку визначення ресурсу підсиленої композитною стрічкою залізобетонної балки на основі енергетичного підходу. Розроблено технічні засоби вимірювання переміщень по висоті балки з використанням методу цифрової кореляції зображень. Запропоновано алгоритм обробки зображень для визначення локальних деформацій. Виконано експериментальні дослідження за циклічного

навантаження підсиленої залізобетонної балки та встановлено кількість циклів до руйнування.

РЕЗЮМЕ. Сформулирована методика определения ресурса подкрепленной композитной полосой железобетонной балки на основании энергетического подхода. Разработаны технические средства измерения перемещений по высоте балки с использованием метода цифровой корреляции изображений. Предложен алгоритм обработки изображений для определения локальных деформаций. Проведены экспериментальные исследования при циклической нагрузке подкрепленной железобетонной балки и определено количество циклов до разрушения.

SUMMARY. A technique for life-time evaluation of reinforced concrete beam additionally reinforced with a composite band is formulated. Technical means for displacement measurement along the beams height by digital image correlation technique is developed. An algorithm of image processing for local strain determination is created. Experimental investigations of reinforced concrete beam under cyclic loading are performed and the numbers of cycles before the beam fracture are established.

Zakharova L. M. Simulation of irreversible deformation of ground and rock mass by methods of elasticity theory 78

РЕЗЮМЕ. Проаналізовано існуючі алгоритми, моделі і схеми обчислення і доведено перевагу моделі Кундала для дослідження незворотних процесів зрушення й деформування ґрунтів і масивів гірських порід, яка передбачає циклічну у часі схему обчислення інкрементальних швидкостей деформування за допомогою другого закону Ньютона й напружень та деформацій на основі узагальненого закону Гука та моделі міцності Кулона–Мора, модифікованої введенням границі міцності на розтяг. Дисипація ж кінетичної енергії, що виникає під дією тимчасового дисбалансу сил, реалізується шляхом введення демпфувальних сил, які пропорційні активним силам та швидкостям деформування. Новизна результатів дослідження полягає у поєднанні вказаних алгоритмів і моделей на основі скінченно-різницевої схеми обчислень, яка забезпечує достовірний розрахунок великих незворотних деформацій гірських порід, що дасть змогу відтворити реальну історію їх зрушень і деформацій за границею міцності. Практичну значущість досліджень підтверджено порівнянням результатів моделювання з даними геодезичних спостережень зсувів ґрунтових схилів.

РЕЗЮМЕ. Проанализировано существующие алгоритмы, модели и схемы вычислений и доказано преимущество модели Кундала для исследования необратимых процессов сдвижения и деформирования ґрунтов и массивов горных пород, которая предусматривает циклическую во времени схему пересчета инкрементальных скоростей деформирования с помощью второго закона Ньютона и напряжений и деформаций на основе обобщенного закона Гука, а также модели прочности Кулона–Мора, модифицированной введением границы прочности на растяжение. Диссипация же кинетической энергии, возникающей под действием временного дисбаланса сил, реализуется путем введения демпфирующих сил, которые пропорциональны активным силам и скоростям деформирования. Новизна исследования заключается в сочетании указанных алгоритмов и моделей на основе конечно-разностной схемы вычислений, которая обеспечивает достоверный расчет больших необратимых деформаций горных пород, а также позволяет воссоздать реальную историю их сдвижений и деформаций за границей прочности. Практическая значимость исследований подтверждена сравнением результатов моделирования с данными геодезических наблюдений смещений ґрунтовых склонов.

SUMMARY. This paper aimed to select and analyze an algorithm and a model for investigation of irreversible movement and deformation of ground and rock mass. Methodological approach has been based on accounting the time of irreversible movement and stress and strain distribution in the rock mass. Loading path and history of non-reversible ground behavior was taken into consideration as well as inertial forces, which

violate the static equilibrium. In addition, process of kinetic energy dissipation has been simulated using damping forces that are proportional to active forces and ground velocity. Finally, Cundall procedure has been selected to cyclically recalculate incremental strain rate using the second Newton's law and then the stress and strain using Hook law, plastic flow rule, and Coulomb–Mohr constitutive model that has been modified by tension failure criterion. Novelty of the results is that the mentioned above procedure and laws have been composed with the finite difference method that ensures reliable calculation of the large irreversible deformations of the rock mass and reconstructs the real history of their land slides and deformations beyond the boundary of its strength. Practical significance of the model has been proven by comparison of simulated and geodetically observed slopes displacements of the ground.

Tsyrunyk O. T., Kret N. V., Voloshyn V. A., and Zvirko O. I. Method of laboratory degradation of structural steels 85

РЕЗЮМЕ. На низці модельних прикладів проаналізовано роль водню в експлуатаційній деградації конструкційних сталей за кліматичних температурних умов. Розвинуто експериментальний експрес-метод моделювання деградації сталей, який полягає у штучному деформаційному старінні попередньо електролітично наводненого металу та поєднує різні механізми деградації (деформаційне зміцнення, старіння та розвиток розсіяної пошкодженості). Метод змінює стан металу подібно до його тривалої експлуатації та дає можливість прогнозувати схильність експлуатованих сталей до корозійного розтріскування.

РЕЗЮМЕ. На ряде модельных примеров проанализирована роль водорода в эксплуатационной деградации конструкционных сталей при климатических температурных условиях. Развита экспериментальная экспресс-метод моделирования деградации сталей, который состоит в искусственном деформационном старении предварительно электролитически наводороженного металла и совмещает разные механизмы деградации (деформационное упрочнение, старение и развитие рассеянной повреждаемости). Метод вызывает изменение механических свойств металла подобно, как при его длительной эксплуатации и позволяет прогнозировать склонность эксплуатируемых сталей к коррозионному растрескиванию.

SUMMARY. The role of hydrogen in operational degradation of structural steels under climatic temperature conditions has been analyzed using a number of model examples. The experimental express method that consists in the artificial deformation aging of preliminary electrolytically hydrogen charged metal and combines different mechanisms of degradation (deformation aging, aging and development of dissipated damaging) has been developed for steels degradation simulation. This method causes the changes in the mechanical properties of the metal similar to that at it's due to its long-term operation, and it makes it possible to predict the susceptibility of operated steels to stress corrosion cracking.

Ostash O. P., Chepil R. V., Markashova L. I., Hrybovska V. I., Kulyk V. V., and Berdnikova O. M. Influence of thermal treatment on the endurance of 65Г steel springs 94

РЕЗЮМЕ. Досліджено втомну довговічність пружин з марганцевистої сталі (0,66% С; 1,02% Мп) після чотирьох режим термічної обробки, які забезпечили трооститну, мартенситно-бейнітну і бейнітно-мартенситну структуру. Пружини випробувано за умов жорсткого циклічного навантаження, які близькі до експлуатаційних у виробках спеціального призначення. Встановлено, що оптимальну витривалість пружин забезпечує мішана структура нижнього бейніту і мартенситу, отримана після ізотермічного гартування і спеціального відпуску, який виконують, перериваючи охолодження після гартування в інтервалі між точками початку і кінця мартенситного перетворення. Витривалість пружин пов'язано з кількісними параметрами фазового складу і дислокаційної структури та мікромеханізмом руйнування пружинної сталі.

РЕЗЮМЕ. Исследована усталостная долговечность пружин из марганцовистой стали (0,66% C; 1,02% Mn) после четырех режимов термической обработки, которые обеспечивают трооститную, мартенситно-бейнитную и бейнитно-мартенситную структуру. Пружины испытаны в условиях жесткого циклического нагружения, которые близки к эксплуатационным в изделиях специального назначения. Выявлено, что оптимальную выносливость пружин обеспечивает смешанная структура нижнего бейнита и мартенсита, полученная после изотермической закалки и специального отпуска, который проводят, прерывая охлаждение после закалки в интервале между точками начала и конца мартенситного превращения. Выносливость пружин связана с количественными параметрами структурно-фазового состава и дислокационной структуры, а также микромеханизмом разрушения пружинной стали.

SUMMARY. The fatigue durability of manganese steel (0.66% C; 1.02% Mn) springs after four heat treatment regimes that ensured troostite, martensite-bainite and bainite-martensite structures is investigated. The springs tests were performed under cyclic loading conditions close to those for articles of special purpose. It is shown that the mixed structure of lower bainite and martensite received after isothermal quenching and special tempering provides the optimum springs endurance. This tempering must be carried out when the cooling after quenching is interrupted at the temperature between the beginning and the end of martensite transformation. The springs endurance is connected with the quantitative parameters of phase composition and dislocation structure, and also with the fracture micromechanism of the spring steel.

Fedirko V. M., Pohrelyuk I. M., Lukianenko O. H., Lavrys S. M., Kindrachuk M. V., Dukhota O. I., Tisov O. V., and Zahrebelnyi V. V. Thermofusion saturation of BT22 titanium alloy surface from the controlled oxygen-nitrogen-containing gas environment on the aging stage 100

РЕЗЮМЕ. Оцінено можливість забезпечення регламентованого рівня поверхневого зміцнення оксидуванням, азотуванням та оксинітруванням з контрольованого газового середовища в температурно-часовому діапазоні старіння титанового сплаву BT22 ($T = 600... 650^{\circ}\text{C}$, $\tau = 2...8$ h). Установлена ефективність оксинітрування в динамічному вакуумі з натіканням у реакційну камеру активної газової суміші складу $25\% \text{O}_2 + 75\% \text{N}_2$. Оптимізовано газодинамічні параметри оксинітрування.

РЕЗЮМЕ. Оценена возможность обеспечения регламентированного уровня поверхностного упрочнения оксидированием, азотированием и оксинитрированием в контролируемой газовой среде в температурно-временном диапазоне старения титанового сплава BT22 ($T_{\text{ag}} = 600...650^{\circ}\text{C}$, $\tau = 2...8$ h). Установлена эффективность оксинитрирования в динамическом вакууме с натеканием в реакционную камеру активной газовой смеси состава $25\% \text{O}_2 + 75\% \text{N}_2$. Оптимизированы газодинамические параметры оксинитрирования.

SUMMARY. The possibility of providing a regulated level of surface hardening by oxidation, nitriding and oxynitriding in a controlled gas environment in the temperature-time range of BT22 titanium alloy aging ($T_{\text{ag}} = 600...650^{\circ}\text{C}$, $\tau = 2...8$ h) is estimated. The efficiency of oxynitriding in a dynamic vacuum of the active gas mixture with the inleakage of $25\% \text{O}_2 + 75\% \text{N}_2$ into the reaction chamber is established. The gas dynamic parameters of oxynitriding are optimized.

Hvozdetskyi V. M., Sirak Ya. Ya., Zadorozhna Kh. R., and Demianchuk Ya. M. Influence of drops size and flow rate on structure and properties of arc spraying coatings 110

РЕЗЮМЕ. Показано, що зі збільшенням тиску металоповітряного струменя від 0,6 до 1,2 МПа зростає його швидкість від 300 до 600 м/с. Визначено, що зі збільшення швидкості потоку частинок зменшується час транспортування крапель від дуги до підкладки і вони вдаряються об підготовлену поверхню за вищих температур. Вста-

новлено, що зі зростанням тиску повітря зменшується розмір крапель та окислів між ламелями, а також поліпшуються механічні характеристики.

РЕЗЮМЕ. Показано, что с увеличением давления металловоздушной струи от 0,6 до 1,2 МПа увеличивается ее скорость от 300 до 600 м/с. Увеличение скорости потока частиц уменьшает время транспортировки капель от дуги к подложке и они ударяются о подготовленную поверхность при более высоких температурах. Определено, что с увеличением давления воздуха уменьшается размер капель и окислов между ламелями, а также улучшаются механические характеристики.

SUMMARY. The increase of metal-air flow pressure from 0.6 to 1.2 MPa provides the growth of its rate from 300 to 600 m/s. The increase of particles flow rate reduces the time of drops carriage from the arc to the substrate and they bump against the prepared surface at higher temperatures. The increase of air pressure provides the reduction of drops and oxides size between Lemele as well as improves the mechanical characteristics.

Korzekwa J., Gądek-Moszczak A., and Zubko M. Influence of nanoparticle's size on microstructure of oxide coatings..... 116

РЕЗЮМЕ. Аморфні оксидні шари Al_2O_3 отримано на алюмінієвому сплаві EN AW 5251. Вивчено їх мікроструктуру. У покрив Al_2O_3 вводили два типи неорганічних фулереноподібних (НФ) вольфрамдисульфідних (WS_2) наночастинок (НЧ) методом занурення. Показано відмінність впливу введення НЧ на мікроструктуру Al_2O_3 та проведено електронну мікроскопію покривів. Обробкою зображень мікроструктур та їх аналізом вивчено форму та розмір наночастинок НФ- WS_2 . Порівняльний аналіз нанопорошків щодо їх агломерування показав відмінності, які найбільше впливають на здатність їх проникнення в нанопори.

РЕЗЮМЕ. Аморфные оксидные слои Al_2O_3 получены на алюминиевом сплаве EN AW 5251. Изучена их микроструктура. В покрытие Al_2O_3 вводили два типа неорганических фуллереноподобных (НФ) вольфрам дисульфидных (WS_2) наночастиц (НЧ) методом погружения. Показано различие влияния введения НЧ на микроструктуру Al_2O_3 и проведено электронную микроскопию. Обработкой изображений микроструктур и их анализом изучено форму и размер наночастиц НФ- WS_2 . Сравнительный анализ нанопорошков касательно их агломерирования показал различия, более всего влияющие на способность их проникновения в нанопоры.

SUMMARY. The microstructure and structure of composite coatings prepared on aluminum substrates are studied. Amorphous oxide layers Al_2O_3 are obtained on EN AW 5251 aluminum alloy. In the Al_2O_3 coating two kinds of inorganic fullerene-like (IF) tungsten disulfide (WS_2) nanoparticles (NPs) are introduced by a dip coating method. In order to show the difference in the possibility of introducing the NPs in the microstructure of Al_2O_3 the scanning electron microscopy and transmission electron microscopy analysis are carried out. Image processing and analysis were conducted in order to study the shape and size of the IF- WS_2 nanoparticles. Visual comparative analysis shows the difference of nanopowders quality that greatly affects their ability to form agglomerates, and, hence, strongly influences the possibility of introducing the NPs into nanopores.

Vynar V. A., Pokhmurskii V. I., Zin I. M., Vasylyv Ch. B., and Khlopyk O. P. Estimation of D16T alloy tribocorrosion mechanism by electrode potential 123

РЕЗЮМЕ. Вивчено вплив швидкості контакту фрикційних поверхонь на трибокорозійну поведінку сплаву Д16Т у кислому дощі. Виявлено, що електродний потенціал, коефіцієнт тертя та втрати матеріалу під час трибокорозії якісно корелюють між собою і залежать від швидкості взаємного переміщення поверхонь пар тертя. Встановлено, що за потенціалами активації, корозії і трибопотенціалом можна оцінити механізми руйнування матеріалів, що пасивуються у корозивних середовищах.

РЕЗЮМЕ. Изучено влияние скорости контакта фрикционных поверхностей на трибоккоррозионное поведение сплава Д16Т в среде кислого дождя. Выявлено, что электродный потенциал, коэффициент трения и потери материала в процессе трибоккоррозии качественно коррелируют между собой и зависят от скорости взаимного перемещения поверхностей пар трения. Установлено, что по потенциалам активации, коррозии и трибопотенциалу можно оценить механизмы разрушения материалов, пассивирующихся в коррозионных средах.

SUMMARY. The effect of friction surfaces contact rate on tribocorrosion behavior of D16T alloy in acid rain has been studied. It is shown that electrode potential, coefficients of friction and material loss during tribocorrosion qualitatively correlate and depend on the rate of surfaces mutual displacement in friction pairs. It was found that activation potential, corrosion potential and tribopotential allow to estimate the mechanisms of materials fracture passivated in corrosive environments.

Stechyshyn M. S., Stechishyna N. M., and Kurskoy V. S. Corrosive and electrochemical characteristics in acid model environments of metal layers nitrated in a glow discharge 129

РЕЗЮМЕ. Досліджено електрохімічні та корозійні характеристики в кислих модельних середовищах дифузійних шарів металів, азотованих у тліючому розряді. Встановлено зв'язок термодинамічного потенціалу азотованих поверхонь з їхнім електродним потенціалом. Показано, що кінетику корозійних процесів визначає співвідношення термодинамічного потенціалу і сил дзеркального відображення "debris-шару".

РЕЗЮМЕ. Исследовано электрохимические и коррозионные характеристики в кислых модельных растворах диффузионных слоев металлов, азотированных в тлеющем разряде. Установлена связь термодинамического потенциала азотированных поверхностей с электродным потенциалом. Показано, что кинетика коррозионных процессов определяется соотношением термодинамического потенциала и сил зеркального отображения "debris-слоя".

SUMMARY. The electrochemical and corrosion characteristics in acidic model solutions of diffusion metal layers nitrated in glow discharge were studied. The connection of the thermodynamic potential of nitrated surfaces with the electrode potential is established. It was shown that the corrosion processes kinetics is determined by the ratio of the thermodynamic potential and the forces of mirror image of the "debris-layer".

Bersirova O. L., Bilyk S. V., and Kublanovsky V. S. Electrochemical synthesis of nanostructured electrocatalytic Fe–W coatings 136

РЕЗЮМЕ. Електролітичні сплави Fe–W синтезовано з цитратно-аміакатних електролітів за густин струму 1...10 А·дм⁻², коли їх хімічний склад змінюється несуттєво. Структура сплавів нанокристалічна, розмір блоків 20...40 Å, шорсткість ~50...70 nm. Виявлено, що найякісніші покриття цими сплавами можна отримати, використовуючи такі оптимальні параметри: густина струму 1,5 А·дм⁻², рН 7,5, температура 70°C. У 1 М розчині КОН з додаванням етанолу на циклічній вольтамперограмі зафіксовано максимум струму, який пов'язаний з електроокисненням етанолу. Це свідчить про електрокаталітичні властивості покриття в лужному середовищі.

РЕЗЮМЕ. Электролитические сплавы Fe–W синтезированы из цитратно-аммиакатных электролитов при плотности тока 1...10 А·дм⁻², когда их химическое содержание изменяется незначительно. Структура сплавов нанокристаллическая, размер блоков 20...40 Å, шероховатость ~50...70 nm. Выявлено, что наиболее качественные покрытия этими сплавами можно получить используя такие оптимальные параметры: плотность тока 1,5 А·дм⁻², рН 7,5, температура 70°C. В 1 М растворе КОН с добавлением этанола на циклической вольтамперограмме зафиксирован максимум тока, который

связан с электроокислением этанола. Это свидетельствует об электрокаталитических свойствах покрытий в щелочной среде.

SUMMARY. Electrolytic Fe–W alloys are synthesized from citrate-ammonia electrolytes at current density $1\text{--}10\text{ A}\cdot\text{dm}^{-2}$, when their chemical composition changes insignificantly. The structure of alloys is nanocrystalline, the block size is $20\text{--}40\text{ \AA}$, the roughness is $\sim 50\text{--}70\text{ nm}$. It is revealed that the best quality coatings by these alloys can be received using such optimal parameters: current density $1.5\text{ A}\cdot\text{dm}^{-2}$, pH 7.5, temperature 70°C . Maximum current related with the electrooxidation of ethanol was fixed in 1 M solution KOH with the addition of ethanol on the cyclic voltammogram. This evidences about the electrocatalytic properties of coatings in an alkaline medium.

Bouti S., Antonova M. N., Hamouda K., Babichev A. P., and Sayah T.

The structure and mechanochemical properties of solid lubricant MoS_2 using vibration wave treatment..... 142

РЕЗЮМЕ. Показано перспективність використання механохімічного твердомас- тильного покриття дисульфіду молибдену під час віброхвильової обробки для створення антифрикційних матеріалів. Досліджено коефіцієнт тертя і зносотривкість пар тертя з різних матеріалів під час нанесення покриття. Виявлено механізм утворення твердого мащення шаруватої структури покриття під час тертя. На підставі теорії пружності суцільних середовищ запропоновано фізико-математично модель кількісної оцінки адгезійної міцності покриття.

РЕЗЮМЕ. Показана перспективность использования механохимического твердосмазочного покрытия дисульфида молибдена при виброволновой обработке для создания антифрикционных материалов. Проведены испытания коэффициента трения и износостойкости пар трения из различных материалов при нанесении покрытия. Выявлен механизм образования твердой смазки слоистой структуры покрытия при трении. На основании теории упругости сплошных сред предложена физико-математическая модель количественной оценки адгезионной прочности покрытия.

SUMMARY. The obtained results from the investigations confirm the possibility of formation of a solid lubricant coating (SLC) using dry powder MoS_2 during exposure to wave vibration impact in steel beads medium, which trigger a deformation of the surface layer in the presence of MoS_2 , and the formation of the corresponding coating. Based on the analysis of the investigation results of the vibration treatment characteristics in a metallic bodies environment, a model is developed for the formation of MoS_2 SLC during vibration treatment. Application of SLC in vibration treatment ensures a lower friction coefficient and an increase wear resistance. A physico-mathematical model for quantitative assessment of adhesive strength SLC MoS_2 is proposed.

IN SCIENTIFIC CIRCLES

Nykyforchyn H. M. The IV Summer School on Fracture Mechanics of the European Structural Integrity Society 151

Marushchak P. O. The Fifth International Conference “Damage of materials during exploitation, methods of its diagnostics and prediction” (DMDP-2017) 153