

ISSN 0430-6252

ФІЗИКО-
ХІМІЧНА
МЕХАНІКА
МАТЕРІАЛІВ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ
PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS

1-2016

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Г. В. КАРПЕНКА

**ФІЗИКО-ХІМІЧНА
МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ
МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ**

**PHYSICOCHEMICAL
MECHANICS OF MATERIALS**

Міжнародний науково-технічний журнал
Заснований у січні 1965 року
Виходить 6 разів у рік
том 52, № 1, 2016
січень – лютий
ЛЬВІВ

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*, *І. К. ПОХОДНЯ*, *О. В. РЕШЕТНЯК*, *М. П. САВРУК*, *З. А. СТОЦЬКО*, *О. В. СУБЕРЛЯК*, *Г. Т. СУЛИМ*, *В. В. ФЕДОРОВ*, *С. О. ФІРСТОВ*, *М. С. ХОМА*, *П. В. ЯСНІЙ*

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

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

EDITORIAL BOARD

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

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

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

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

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

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

Editorial office address: Karpenko Physico-Mechanical Institute, 5, Naukova St.,
Lviv 79601, Ukraine. Tel.: (380) 322 63-73-74,
(380) 322 29-62-30. Fax: (380) 322 64-94-27.
E-mail: pccmm@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 24.02.2016. Формат 70×108/16. Папір офсетний № 1. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 12.
Умовн. фарбо-відбитків 12,5. Тираж 200 прим. Замовлення 010316 від 01.03.2016. 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", 2016

ЗМІСТ

<i>Потапов О. М., Сімбіркіна А. М., Черваков О. В., Кисіль В. М.</i> Розробка і перспективи застосування синтактичних пінопластів як теплозахисних матеріалів ракетно-космічної техніки	7
<i>Бичков А. С., Федірко В. М.</i> Аналіз експлуатаційних руйнувань металевих конструкцій авіаційної техніки	14
<i>Левицький В. С., Масюк А. С., Самойлюк Д. С., Білий Л. М., Гуменецький Т. В.</i> Морфологія та властивості полімерсилікатних композитів	21
<i>Букетов А. В., Брайло М. В., Кобельник О. С., Акімов О. В.</i> Трибологічні властивості епоксикомпозитів, наповнених дисперсними частинками і термопластами	28
<i>Yezli D., Legouera M., El Abdi R., Poulain M., and Burgaud V.</i> Механічні, термічні та оптичні властивості нового хлорантимонітового скла у системі $Sb_2O_3-PbCl_2-AgCl$	36
<i>Пархоменко О. О., Воеводін В. М., Брик В. В., Купріянова Ю. Е., Лантєв І. М., Ожигов Л. С., Савченко В. І.</i> Особливості радіаційної крихкості сталей EI-852 та ЕП-450, опромінених до доз 10...100 дра.....	44
<i>Дурягіна З. А., Ковбасюк Т. М., Беспалов С. А., Підкова В. Я.</i> Мікромеханічні та електрофізичні властивості наноструктурованих діелектричних покривів Al_2O_3 на плоских нагрітих елементах.....	51
<i>Погрелюк І. М., Кіндрачук М. В., Лавриць С. М.</i> Зносотривкість титанового сплаву VT22 після азотування, суміщеного з термічною обробкою	56
<i>Казберук А., Саврук М. П.</i> Розподіл напружень біля кутових вирізів в ортотропній площині за симетричного навантаження	61
<i>Кундрат М. М.</i> Робоча довжина високомодульного лінійного включення за дії зосереджених циклічних сил в умовах плоскої задачі.....	69
<i>Андрейко І. М., Головатюк Ю. В., Остап О. П., Семенець О. І., Ковальчук Л. Б.</i> Анізотропія циклічної тріщиностійкості алюмінієвих сплавів після тривалої експлуатації	77
<i>Дзюбик А. Р., Николишин Т. М., Пороховський Ю. В.</i> Вплив залишкових напружень на граничну рівновагу трубопроводу з внутрішньою тріщиною довільної конфігурації	83
<i>Калиняк Б. М.</i> Забезпечення нульових радіальних напружень у неоднорідному довгому порожнистому циліндрі стаціонарним температурним полем	91
<i>Козак Л. Ю.</i> Дискретні моделі пластичної деформації твердих тіл під впливом високого гідростатичного тиску	98
<i>Литвиненко Я. В., Маруцак П. О., Лупенко С. А., Попович П. В.</i> Моделювання впорядкованого рельєфу поверхні статично деформованого алюмінієвого сплаву	102
<i>Bendaha H., Elmsellem H., Aouniti A., Mimouni M., Chetouani A., Hammouti B.</i> Випробування природного складника олії цитрусових як екологічно чистого інгібітора сталі у 1 М НСІ.....	111
<i>Слободян З. В., Маглатюк Л. А., Хабурський Я. М., Купович Р. Б.</i> Вплив екстрактів рослинної сировини на корозію та корозійно-втомне руйнування сталі у прісній воді	119
<i>Джала Р. М., Вербенець Б. Я., Мельник М. І.</i> Вимірювання електричних потенціалів для діагностування протикорозійного захисту металоконструкцій.....	126

ЮВІЛЕЇ

Володимир Панасюк (до 90-річчя від дня народження)	131
Григорій Никифорчин (до 70-річчя від дня народження)	133

У НАУКОВИХ КОЛАХ

<i>Ясній П. В., Никифорчин Г. М.</i> XIV польсько-українсько-німецька Літня школа з механіки руйнування	134
<i>Стацюк М. Г.</i> Проблеми механіки крихкого руйнування.....	136
<i>Лук'яненко О. Г.</i> Проблеми матеріалознавства та інженерії поверхні металів	138
<i>Червінська Н. Р.</i> Корозія. Захист металів від корозії.....	139
<i>Рицар Д. І.</i> Захист дисертацій	142

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Потапов А. М., Симбиркина А. Н., Черваков О. В., Кисель В. М.</i> Разработка и перспективы применения синтактных пенопластов в качестве теплозащитных материалов ракетно-космической техники.....	7
<i>Бычков А. С., Федирко В. Н.</i> Анализ эксплуатационных разрушений металлических конструкций авиационной техники.....	14
<i>Левицкий В. Е., Масюк А. С., Самойлюк Д. С., Билый Л. М., Гуменецкий Т. В.</i> Морфология и свойства полимерсиликатных композитов.....	21
<i>Букетов А. В., Браило Н. В., Кобельник О. С., Акимов А. В.</i> Трибологические свойства эпоксикомпозитов, наполненных дисперсными частицами и термопластами.....	28
<i>Yezli D., Legouera M., El Abdi R., Poulain M., and Burgaud V.</i> Механические, термические и оптические свойства нового хлорантимонитового стекла в системе $Sb_2O_3-PbCl_2-AgCl$	36
<i>Пархоменко А. А., Воеводин В. Н., Брык В. В., Куприянова Ю. Э., Лантев И. Н., Ожигов Л. С., Савченко В. И.</i> Особенности радиационной хрупкости сталей EI-852 и EP-450, облученных до доз 10...100 дпа.....	44
<i>Дурагина З. А., Ковбасюк Т. М., Беспалов С. А., Пидкова В. Я.</i> Микромеханические и электрофизические свойства наноструктурированных диэлектрических покрытий Al_2O_3 на плоских нагревательных элементах.....	51
<i>Погрелюк И. Н., Киндрачук М. В., Лаврысь С. М.</i> Износостойкость титанового сплава BT22 после азотирования, совмещенного с термической обработкой.....	56
<i>Казберук А., Саврук М. П.</i> Распределение напряжений возле угловых вырезов в ортотропной плоскости при симметричном нагружении.....	61
<i>Кундрат Н. М.</i> Рабочая длина высокомодульного линейного включения при воздействии сосредоточенных циклических сил в условиях плоской задачи.....	69
<i>Андрейко И. М., Головатюк Ю. В., Остап О. П., Семенец О. И., Ковальчук Л. Б.</i> Анизотропия циклической трещиностойкости алюминиевых сплавов после длительной эксплуатации.....	77
<i>Дзюбык А. Р., Николишин Т. М., Пороховский Ю. В.</i> Влияние остаточных напряжений на предельное равновесие трубопровода с внутренней трещиной произвольной конфигурации.....	83
<i>Кальняк Б. Н.</i> Обеспечение нулевых радиальных напряжений в неоднородном длинном полом цилиндра стационарным температурным полем.....	91
<i>Козак Л. Ю.</i> Дискретные модели пластической деформации твердых тел под воздействием высокого гидростатического давления.....	98
<i>Литвиненко Я. В., Маруцак П. О., Лупенко С. А., Попович П. В.</i> Моделирование упорядоченного рельефа поверхности статически деформированного алюминиевого сплава.....	102
<i>Bendaha H., Elmsellem H., Aouniti A., Mimouni M., Chetouani A., Hammouti B.</i> Испытания природной составляющей масла цитрусовых как экологически чистого ингибитора стали в 1 М HCl.....	111
<i>Слободян З. В., Маглатюк Л. А., Хабурский Я. М., Купович Р. Б.</i> Влияние экстрактов растительного сырья на коррозию и коррозионно-усталостное разрушение стали в пресной воде.....	119
<i>Джала Р. М., Вербенец Б. Я., Мельник М. И.</i> Измерение электрических потенциалов для диагностики противокоррозионной защиты металлоконструкций.....	126
ЮБИЛЕИ	
Владимир Панасюк (к 90-летию со дня рождения).....	131
Григорий Никифорчин (к 70-летию со дня рождения).....	133
В НАУЧНЫХ КРУГАХ	
<i>Ясний П. В., Никифорчин Г. Н.</i> XIV польско-украинско-немецкая Летняя школа по механике разрушения.....	134
<i>Стацук Н. Г.</i> Проблемы механики хрупкого разрушения.....	136
<i>Луцькянко А. Г.</i> Проблемы материаловедения и инженерии поверхности металлов.....	138
<i>Червинская Н. Р.</i> Коррозия. Защита металлов от коррозии.....	139
<i>Рыцар Д. И.</i> Защита диссертаций.....	142

CONTENTS

<i>Potapov A. M., Simbirkina A. N., Chervakov O. V., and Kisel V. M.</i> Development and potential application of sputtered syntactic foam plastic materials as the heat-protective materials in space rocket technologies.....	7
<i>Bychkov A. S. and Fedirko V. M.</i> Analysis of the operating fractures of metal constructions in aircraft technology	14
<i>Levytskyi V. Ye., Masiuk A. S., Samoiliuk D. S., Bilyi L. M., and Humenetskyi T. V.</i> Morphology and properties of polymer silicate composites.....	21
<i>Buketov A. V., Brailo M. V., Kobelnik O. S., and Akimov O. V.</i> Tribological properties of epoxy composite materials filled with dispersed particles and thermoplastic materials.....	28
<i>Yezli D., Legouera M., El Abdi R., Poulain M., and Burgaud V.</i> Mechanical, thermal and optical properties of new chloroantimonite glasses in the Sb_2O_3 - $PbCl_2$ - $AgCl$ system	36
<i>Parkhomenko O. O., Voyevodin V. M., Bryk V. V., Kupriyanova Yu. E., Laptev I. M., Ozhigov L. S., and Savchenko V. I.</i> Peculiar features of radiation embrittlement of EI-852 and EI-450 steels irradiated to doses 10...100 dpa.....	44
<i>Duryahina Z. A., Kovbasiuk T. M., Bespalov S. A., and Pidkova V. Ya.</i> Micromechanical and electrophysical properties of nanostructured Al_2O_3 dielectric coatings on flat heating elements.....	51
<i>Pohrelyuk I. M., Kindrachuk M. V., and Lavrys S. M.</i> Wear-resistance of titanium alloy BT22 after nitriding combined with thermal treatment	56
<i>Kazberuk A. and Savruk M. P.</i> Stress distribution at V-shaped notches in orthotropic plane under symmetrical loading.....	61
<i>Kundrat M. M.</i> Working length of a high-modulus line inclusion under action of the concentrated cyclic forces in the plane problem conditions	69
<i>Andreiko I. M., Holovatyuk Yu. V., Ostash O. P., Semenets O. I., and Kovalchuk L. B.</i> Anisotropy of cyclic crack growth resistance of aluminium alloys after long-term operation.....	77
<i>Dzyubyk A. R., Nykolyshyn T. M., and Porokhovskyy Yu. V.</i> The influence of residual stresses on boundary equilibrium of pipeline with an internal crack of arbitrary configuration	83
<i>Kalynyak B. M.</i> Ensuring zero radial stresses in an inhomogeneous long hollow cylinder due to stationary thermal field.....	91
<i>Kozak L. Yu.</i> Discrete models of plastic deformation of solids under effect of high hydrostatic pressure.....	98
<i>Lytvynenko Ya. V., Marushchak P. O., Lupenko S. A., and Popovych P. V.</i> Modeling of the ordered relief of the statically deformed aluminium alloy surface	102
<i>Bendaha H., Elmsellem H., Aouniti A., Mimouni M., Chetouani A., and Hammouti B.</i> Investigation of corrosion-resistant properties of aurantium oil in 1 M HCl.....	111
<i>Slobodian Z. V., Mahlatyuk L. A., Khaburskyi Ya. M., and Kupovych R. B.</i> The influence of plant extracts on corrosion and corrosion-fatigue fracture of steel in tap water	119
<i>Dzhala R. M., Verbenets B. Ya., and Melnyk M. I.</i> Measurement of electrical potentials for diagnosing corrosion protection of metal structures	126
JUBILEES	
Volodymyr Panasyuk (to the 90 th birthday).....	131
Hryhorii Nykyforchyn (to the 70 th birthday).....	133
IN SCIENTIFIC CIRCLES	
<i>Yasnii P. V. and Nykyforchyn H. M.</i> The XIV Polish-Ukrainian-German Summer school on fracture mechanics.....	134
<i>Stashchuk M. H.</i> Problems of brittle fracture mechanics	136
<i>Lukianenko O. H.</i> Problems of materials science and surface engineering of metals	138
<i>Chervinska N. R.</i> Corrosion. Corrosion protection of metals.....	139
<i>Rytsar D. I.</i> Defence of dissertations	142