

## 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. І. Похмурський**  
Responsible for issue corr.-member NASU, Dr. (Engn.), Prof. **V. I. Pokhmurskii**

**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](mailto: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](mailto: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*

---

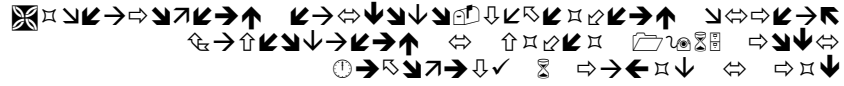
Підписано до друку 12.07.2017. Формат 70×108/16. Папір офсетний № 1. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 12.  
Умовн. фарбо-відбитків 12,5. Тираж 200 прим. Замовлення 120717 від 12.07.2017. Ціна договірна.  
Реєстраційне свідоцтво серія КВ №203 від 10.11.93

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, № 3, 2017

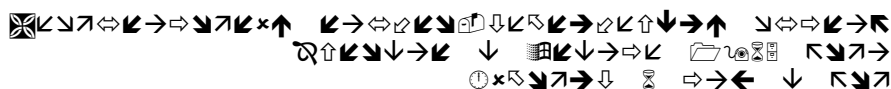
травень - червень

## ЗМІСТ

<i>Скальський В. Р., Назарчук З. Т., Долінська І. Я., Ярема Р. Я., Селівончик Т. В.</i> Акустико-емісійне діагностування корозійних пошкоджень матеріалів (Огляд). Ч. 1. Виявлення електрохімічної корозії та корозійної втоми.....	7
<i>Завалій І. Ю., Вербовицький Ю. В., Березовець В. В., Штендер В. В., Печарський В. К., Лютий П. Я.</i> Синтез, структура та воденьсорбційні властивості субнітридів $(\text{Ti,Zr})_4\text{Ni}_2\text{N}_x$ .....	18
<i>Слободян З. В., Маглатюк Л. А., Купович Р. Б., Яцюк Р. А., Зінь Я. І.</i> Особливості контактної корозії алюмінію та міді у розчинах NaCl.....	26
<i>Байрачний Б. І., Желавський С. Г., Майзеліс А. О., Вороніна О. В.</i> Корозійна поведінка електродних матеріалів для отримання водню.....	32
<i>Герцик О. М., Ковбуз М. О., Бойчишин Л. М., Переверзева Т. Г., Решетняк О. В.</i> Вплив легування на корозійну тривкість об'ємних аморфних сплавів на основі заліза .....	37
<i>Герасименко Р. Ю., Васильєв Г. С., Герасименко Ю. С.</i> Підвищення достовірності корозійного моніторингу маловуглецевої сталі у водогінній воді .....	43
<i>Стечишин М. С., Мартинюк А. В., Білик Ю. М., Олександренко В. П., Стечишина Н. М.</i> Вплив іонного азотування сталей в тліючому розряді на структуру і властивості покривів.....	49
<i>Криштопа С. І., Петрина Д. Ю., Богатчук І. М., Прунько І. Б., Мельник В. М.</i> Поверхнєве зміцнення сталі 40X електроіскровим легуванням.....	56
<i>Студент М. М., Довгуник В. М., Посувайло В. М., Ковальчук І. В., Гвоздецький В. М.</i> Фрикційна поведінка залізвуглецевих сплавів у парі із ПЕО шарами, синтезованими на сплаві Д16Т.....	63
<i>Соколова Г. М., Пастух І. М.</i> Енергетичні аспекти моделювання азотування у тліючому розряді.....	71
<i>Сахненко М. Д., Ведь М. В., Овчаренко О. О.</i> Фізико-механічні властивості композиційних електрохімічних покривів і фольг на основі нікелю, армованих $\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	76
<i>Левицький В. С., Катрук Д. С., Кочубей В. В., Гуменецький Т. В., Білий Л. М., Масюк А. С.</i> Вплив полівінілхлориду на хімічну та термічну тривкість високонаповнених поліестерних композитів .....	86

<i>Суберляк О. В., Баран Н. М., Яцульчак Г. В.</i> Фізико-механічні властивості плівок на основі сумішей поліаміду з полівінілпіролідом .....	93
<i>Кіт Г. С., Андрійчук Р. М.</i> Термопружний стан півпростору із закріпленою межею за тепловиділення у паралельній до неї круговій області .....	98
<i>Антоненко Н. М.</i> Плоска термопружна деформація пружно зчепленої з жорсткою півплощиною багат шарової плити .....	105
<i>Розумек Д., Фашинка С.</i> Вплив радіуса вирізу на розвиток втомної тріщини в балковому зразку сплаву 2017А-Т4 .....	112
<i>Козак Л. Ю.</i> Дослідження нестійкості кристалічної ґратки на дискретних моделях .....	118

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ



ТОМ 53, № 3, 2017

май – июнь

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Скальский В. Р., Назарчук З. Т., Долинская И. Я., Ярема Р. Я., Селивончик Т. В.</i> Акустико-эмиссионное диагностирование коррозионных повреждений материалов (Обзор). Ч. 1. Выявление электрохимической коррозии и коррозионной усталости.....	7
<i>Завалий И. Ю., Вербовицкий Ю. В., Березовец В. В., Штендер В. В., Печарский В. К., Лютый П. Я.</i> Синтез, структура и водородосорбционные свойства субнитридов $(Ti, Zr)_4Ni_2N_x$ .....	18
<i>Слободян З. В., Маглатюк Л. А., Купович Р. Б., Яцюк Р. А., Зинь Я. И.</i> Особенности контактной коррозии алюминия и меди в растворах NaCl.....	26
<i>Байрачный Б. И., Желавский С. Г., Майзелис А. А., Воронина Е. В.</i> Коррозионное поведение электродных материалов для получения водорода .....	32
<i>Герцик О. М., Ковбуз М. А., Бойчишин Л. М., Переверзева Т. Г., Решетняк А. В.</i> Влияние легирования на коррозионную стойкость объемных аморфных сплавов на основе железа .....	37
<i>Герасименко Р. Ю., Васильев Г. С., Герасименко Ю. С.</i> Повышение достоверности коррозионного мониторинга малоуглеродистой стали в водопроводной воде.....	43
<i>Стечишин М. С., Мартынюк А. В., Билык Ю. М., Олександренко В. П., Стечишина Н. М.</i> Влияние ионного азотирования сталей в тлеющем разряде на структуру и свойства покрытий .....	49
<i>Криштопа С. И., Петрына Д. Ю., Богатчук И. М., Прунько И. Б., Мельник В. Н.</i> Поверхностное упрочнение стали 40X электроискровым легированием.....	56
<i>Студент М. М., Довгунык В. М., Посувайло В. М., Ковальчук И. В., Гвоздецкий В. М.</i> Фрикционное поведение железоуглеродистых сплавов в паре с ПЭО слоями, синтезированными на сплаве Д16Т.....	63
<i>Соколова Г. Н., Пастух И. М.</i> Энергетические аспекты моделирования азотирования в тлеющем разряде.....	71
<i>Сахненко Н. Д., Ведь М. В., Овчаренко О. А.</i> Физико-механические свойства композиционных электрохимических покрытий и фольг на основе никеля, армированных $Al_2O_3$ .....	76

<i>Левицкий В. Е., Катрук Д. С., Кочубей В. В., Гуменецкий Т. В., Билый Л. М., Масюк А. С.</i> Влияние поливинилхлорида на химическую и термическую стойкость высоконаполненных полиэстерных композитов.....	86
<i>Суберляк О. В., Баран Н. М., Яцульчак Г. В.</i> Физико-механические свойства пленок на основе смесей полиамида с поливинилпирролидоном .....	93
<i>Кит Г. С., Андрийчук Р. М.</i> Термоупругое состояние полупространства с закрепленной границей при тепловыделении в параллельной к ней круговой области .....	98
<i>Антоненко Н. Н.</i> Плоская термоупругая деформация упруго сцепленной с жесткой полуплоскостью многослойной плиты.....	105
<i>Розумек Д., Фашинка С.</i> Влияние радиуса выреза на развитие усталостной трещины в балочном образце сплава 2017А-Т4.....	112
<i>Козак Л. Ю.</i> Исследование неустойчивости кристаллической решетки на дискретных моделях .....	118

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

H. V. KARPENKO PHYSICO-MECHANICAL INSTITUTE

# PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS



VOLUME 53, № 3, 2017

May - June

## CONTENTS

*Skalskyi V. R., Nazarchuk Z. T., Dolinska I. Ya., Yarema R. Ya.,  
and Selivonchuk T. V.* Acoustic-emission diagnostics of corrosion  
damages of materials (A review). P. 1. Detection of electrochemical  
corrosion and corrosion fatigue ..... 7

*РЕЗЮМЕ.* Оцінено основні аспекти акустико-емісійного (АЕ) діагностування  
корозійних процесів у конструкційних матеріалах. Наведено результати численних  
досліджень електрохімічної корозії методом АЕ. Проаналізовано застосування мето-  
ду до оцінки корозійної втоми матеріалів.

*РЕЗЮМЕ.* Оценены основные аспекты акустико-эмиссионного (АЭ) диагности-  
рования коррозионных процессов в конструкционных материалах. Приведены ре-  
зультаты многочисленных исследований электрохимической коррозии методом АЭ.  
Проанализировано применение метода для оценки коррозионной усталости мате-  
риалов.

*SUMMARY.* The main aspect of acoustic emission (AE) diagnostics of corrosion  
processes in structural materials has been considered. The results of numerous studies of  
electrochemical corrosion by AE method have been presented. Application of the method  
for assessing the corrosion fatigue of materials has been analyzed.

*Zavaliy I. Yu., Verbovytskyu Yu. V., Berezovets V. V., Shtender V. V.,  
Pecharsky V. K., and Lyutyu P. Ya.* Synthesis, structure and  
hydrogenation properties of  $(\text{Ti,Zr})_4\text{Ni}_2\text{N}_x$  subnitrides ..... 18

*РЕЗЮМЕ.* Синтезовано ряд нових субнітридів  $(\text{Ti,Zr})_4\text{Ni}_2\text{N}_{0,5-1,0}$  зі структурою ти-  
пу  $\text{Fe}_3\text{W}_3\text{C}$  (просторова група  $Fd-3m$ ,  $Z = 16$ , символ Пірсона  $cF112$ ). Досліджено їх  
воденьсорбційні властивості як з газової фази, так і електрохімічно. Виявлено, що  
сплави здатні поглинати до 2,5 wt.% водню. Максимальну розрядну ємність спостері-  
гали для  $\text{Ti}_4\text{Ni}_2\text{N}_{0,5}$ . Синтезовано три нових гідриди  $(\text{Ti}_4\text{Ni}_2\text{N}_{0,5}\text{H}_{6,9}$ ,  $\text{Ti}_2\text{Zr}_2\text{Ni}_2\text{NH}_{7,4}$ ,  
 $\text{TiZr}_3\text{Ni}_2\text{N}_{0,5}\text{H}_{11}$ ) та досліджено їхню структуру. Останні зберігають структуру вихід-  
ної матриці зі збільшеним об'ємом гратки до 18%.

*РЕЗЮМЕ.* Синтезировано ряд новых субнитридов  $(\text{Ti,Zr})_4\text{Ni}_2\text{N}_{0,5-1,0}$  со структу-  
рой типа  $\text{Fe}_3\text{W}_3\text{C}$  (пространственная группа  $Fd-3m$ ,  $Z = 16$ , символ Пирсона  $cF112$ ).  
Исследованы водородсорбционные свойства сплавов как из газовой фазы, так и  
электрохимически. Вывявлено, что сплавы способны поглощать до 2,5 wt.% водорода.

Максимальную разрядную емкость наблюдали для  $Ti_4Ni_2N_{0.5}$ . Синтезированы три новых гидрида ( $Ti_4Ni_2N_{0.5}H_{6.9}$ ,  $Ti_2Zr_2Ni_2NH_{7.4}$ ,  $TiZr_3Ni_2N_{0.5}H_{11}$ ) и исследована их структура. Последние сохраняют структуру исходной матрицы с увеличенным объемом решетки до 18%.

*SUMMARY.* A number of new subnitrides  $(Ti,Zr)_4Ni_2N_{0.5-1.0}$  with the  $Fe_3W_3C$  structure type (space group  $Fd-3m$ ,  $Z = 16$ , the Pearson symbol  $cF112$ ) have been synthesized. Gas phase and electrochemical hydrogenation/dehydrogenation of the prepared alloys have been studied. The subnitrides can absorb up to 2.5 wt.% of hydrogen. The maximum discharge capacity is observed for  $Ti_4Ni_2N_{0.5}$ . Three new hydrides ( $Ti_4Ni_2N_{0.5}H_{6.9}$ ,  $Ti_2Zr_2Ni_2NH_{7.4}$ ,  $TiZr_3Ni_2N_{0.5}H_{11}$ ) have been obtained and their crystal structures studied. All of them retain the structure of the original matrix with an increased lattice volume up to 18%.

*Slobodyan Z. V., Mahlatyuk L. A., Kupovych R. B., Yatsyuk R. A., and Zin Ya. I.*

Peculiarities of aluminium and copper contact corrosion in NaCl solutions ..... 26

*РЕЗЮМЕ.* Встановлено, що швидкість корозії зразків алюмінію та міді в 3%-му розчині NaCl в 1,5–1,7 рази вища, ніж у 0,1%-му, а міді, яка контактує у ньому з алюмінієм, нижча, ніж окремих її зразків, і зі збільшенням площі зразків алюмінію падає до нуля. Зокрема, з її ростом (за постійної площі зразків міді) у 6,5 рази швидкість корозії алюмінію підвищується в 1,7 рази. Виявлена невідповідність між розрахунковими значеннями швидкості контактної корозії алюмінію за високих значень співвідношення площі пар алюміній–мідь і експериментальними. Поляризаційні криві алюмінію, що контактує з міддю в 0,1% NaCl, зсунуті в бік менш від’ємних потенціалів, граничні дифузійні струми та струми корозії на порядок вищі, ніж окремих зразків. Встановлено, що інгібітор КОРСОЛ, який задовільно гальмує швидкість корозії міді та алюмінію у водогінній воді, практично не захищає їх, в т. ч. і за контакту, у 0,1% NaCl, а інгібітор ТИС-4 захищає на ~ 50...60%.

*РЕЗЮМЕ.* Установлено, что скорость коррозии образцов алюминия и меди в 3%-ом растворе NaCl в 1,5–1,7 раза выше, чем в 0,1%-ом. Выявлено, что скорость коррозии меди, контактирующей с алюминием в 3% NaCl, ниже, нежели отдельных ее образцов, и при увеличении площади алюминия снижается к нулю. С увеличением площади образцов алюминия (при постоянной площади медных) в 6,5 раза скорость его коррозии возрастает в 1,7 раза. Зафиксировано несоответствие рассчитанных значений скорости контактной коррозии алюминия при высоких значениях соотношения площади пар алюминий–медь и экспериментальных. Поляризационные кривые алюминия в контакте с медью в 0,1% NaCl сдвинуты в область менее отрицательных потенциалов, граничные диффузионные токи и токи коррозии на порядок выше, чем отдельных образцов меди и алюминия. Установлено, что ингибитор КОРСОЛ, который удовлетворительно тормозит скорость коррозии меди и алюминия в водооборотной воде, практически не защищает эти металлы, в т. ч. при их контакте, в 0,1% NaCl, а ингибитор ТИС-4 защищает на ~ 50...60%.

*SUMMARY.* It was established that corrosion rates of aluminium and copper specimens in the 3% NaCl solution are in 1.5...1.7 times higher, than in the 0.1% NaCl. Corrosion rate of copper contacting with aluminium in the 3% NaCl solution is lower than corrosion rates of its separate specimens and with the increasing of aluminium area its rate fall down to zero. Increase of the aluminium specimens area (constant copper specimens area) in 6.5 times gives the growth of aluminium corrosion rate in 1.7 times. Non-correspondence of calculation values of aluminium contact corrosion rate at high values of aluminium–copper pairs relationship with experimental data was found. Polarization curves of aluminium in contact with copper in 0.1% NaCl are shifted to the area of less negative potentials, the limiting diffusion currents and corrosion currents are by one order higher than the corresponding currents of separate specimens. It turned out that CORSOL inhibitor, which retards copper and aluminium corrosion rate in water, practically does not

protect these metals against corrosion in 0.1% NaCl, and TIS-4 inhibitor protects Al, Cu and Al–Cu contact pair by ~ 50...60%.

*Bairachnyi B. I., Zhelavskiy S. H., Maizelis A. O., and Voronina O. V.*

Corrosion behaviour of electrode materials for production of hydrogen ..... 32

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено корозійну поведінку електродних матеріалів у водно-лужному електролізі за широкого інтервалу концентрацій електролітів та різної природи електродів. Виявлено, що використання сталевих матеріалів з невеликим вмістом (0,1...0,3%) домішок хрому та ванадію підвищує корозійну тривкість електродів, зменшує розчинення заліза сталевих анодів. Використання анодів зі сплавів алюмінію та цинку супроводжується їх розчиненням, що дає можливість завдяки деполяризації анодного процесу унеможливити виділення кисню за механізмом водневої деполяризації і суттєво спрощує технологію електросинтезу водню, зменшує матеріальні та енергетичні витрати на електроліз.

*РЕЗЮМЕ.* Исследовано коррозионное поведение электродных материалов в водно-щелочном электролизе в широком интервале концентраций электролитов и для различной природы электродов. Выявлено, что использование стальных материалов с небольшим содержанием (0,1...0,3%) примесей хрома и ванадия повышает коррозионную стойкость электродов, уменьшает растворение железа стальных анодов. Использование анодов из сплавов алюминия и цинка сопровождается их растворением, что дает возможность благодаря деполяризации анодного процесса исключить выделение кислорода по механизму водородной деполяризации и существенно упрощает технологию электролиза водорода, уменьшает материальные и энергетические затраты на электролиз.

*SUMMARY.* Corrosion behavior of electrode materials in alkaline water electrolysis in a wide range of electrolyte concentrations and for various electrode natures was investigated. It is revealed that use of steel materials with a small content (0.1...0.3%) of chromium and vanadium impurities increases the corrosion resistance of electrodes and reduces the dissolution of iron of steel anodes. The use of aluminum and zinc alloys anodes is accompanied by their dissolution. This fact makes it possible (due to the depolarization of anode process) to exclude the oxygen evolution by the mechanism of hydrogen depolarization, substantially simplifies the technology of electrochemical hydrogen synthesis, reduces material and energy costs for electrolysis.

*Hertsyk O. M., Kovbuz M. O., Boichyshyn L. M., Pereverzeva T. G.,*

*and Reshetnyak O. V.* Influence of alloying on corrosion resistance

of Fe-based bulk amorphous alloys based..... 37

*РЕЗЮМЕ.* Методами хронопотенціометрії та циклічної вольтамперометрії оцінено електрохімічні характеристики об'ємних аморфних металевих сплавів  $\text{Fe}_{65,58}\text{Cr}_{7,92}\text{Mn}_{1,98}\text{Mo}_{3,96}\text{V}_{0,1}\text{Cu}_{0,05}\text{W}_{0,01}\text{Ti}_{0,06}\text{C}_{4,69}\text{Si}_{2,85}\text{B}_{5,94}\text{P}_{6,93}$ ,  $\text{Fe}_{64,38}\text{Cr}_{4,5}\text{Mo}_4\text{Mn}_2\text{Cu}_{0,05}\text{V}_{0,1}\text{C}_5\text{P}_7\text{B}_{10}\text{Si}_{2,87}$ ,  $\text{Fe}_{68,93}\text{Cr}_2\text{Mo}_4\text{Mn}_1(\text{Cu}, \text{W}, \text{Al})_{0,07}\text{C}_7\text{P}_{10}\text{B}_5\text{Si}_2$  у 0,5 М водних розчинах натрію хлориду, калію гідроксиду та хлоридної кислоти. Встановлено, що їх поверхня у цих розчинах корозійнотривка. З підвищенням температури натрію хлориду та калію гідроксиду корозійна тривкість зменшується, а в хлоридній кислоті практично не змінюється.

*РЕЗЮМЕ.* Методами хронопотенциометрии и циклической вольтамперометрии оценены электрохимические характеристики объемных аморфных металлических сплавов  $\text{Fe}_{65,58}\text{Cr}_{7,92}\text{Mn}_{1,98}\text{Mo}_{3,96}\text{V}_{0,1}\text{Cu}_{0,05}\text{W}_{0,01}\text{Ti}_{0,06}\text{C}_{4,69}\text{Si}_{2,85}\text{B}_{5,94}\text{P}_{6,93}$ ,  $\text{Fe}_{64,38}\text{Cr}_{4,5}\text{Mo}_4\text{Mn}_2\text{Cu}_{0,05}\text{V}_{0,1}\text{C}_5\text{P}_7\text{B}_{10}\text{Si}_{2,87}$ ,  $\text{Fe}_{68,93}\text{Cr}_2\text{Mo}_4\text{Mn}_1(\text{Cu}, \text{W}, \text{Al})_{0,07}\text{C}_7\text{P}_{10}\text{B}_5\text{Si}_2$  в 0,5 М водных растворах натрия хлорида, калия гидроксида и хлоридной кислоты. Установлено, что их поверхность в этих растворах коррозионно-стойкая. С повышением температуры хлорида натрия и калия гидроксида коррозионная стойкость снижается, а в хлоридной кислоте практически не изменяется.



*SUMMARY.* Electrochemical characteristics of bulk amorphous metallic  $\text{Fe}_{65.58}\text{Cr}_{7.92}\text{Mn}_{1.98}\text{Mo}_{3.96}\text{V}_{0.1}\text{Cu}_{0.05}\text{W}_{0.01}\text{Ti}_{0.06}\text{C}_{4.69}\text{Si}_{2.85}\text{B}_{5.94}\text{P}_{6.93}$ ,  $\text{Fe}_{64.38}\text{Cr}_{4.5}\text{Mo}_4\text{Mn}_2\text{Cu}_{0.05}\text{V}_{0.1}\text{C}_5\text{P}_7\text{B}_{10}\text{Si}_{2.87}$ ,  $\text{Fe}_{68.93}\text{Cr}_2\text{Mo}_4\text{Mn}_1(\text{Cu}, \text{W}, \text{Al})_{0.07}\text{C}_7\text{P}_{10}\text{B}_5\text{Si}_2$  alloys were investigated by chronopotentiometry and cyclic voltammetry methods in 0.5 M aqueous sodium chloride, potassium hydroxide and hydrochloric acid. It was found that the surface of bulk alloys in such aggressive aqueous solutions has good corrosion resistance. The increase of sodium chloride and potassium hydroxide temperature reduces the corrosion resistance of bulk amorphous alloys, and hydrochloric acid – does not change it.

*Herasymenko R. Yu., Vasylev H. S., and Herasymenko Yu. S.* The increase of corrosion monitoring validity for low-carbon steel in tap water..... 43

*РЕЗЮМЕ.* Проаналізовано негативний вплив локалізації корозії на достовірність корозійного моніторингу в системах господарсько-питного водопостачання. Методами масометрії та поляризаційного опору визначено, що швидкість корозії сталі Ст.3 в діапазоні випробувань 0...4500 h знаходиться на постійному рівні 0,05 mm/year у холодній воді та поступово знижується від 0,32 до 0,13 mm/year у гарячій. Аналіз характеру корозійних пошкоджень після корозійних випробувань показав, що у холодній воді відбувається суцільна рівномірна корозія, тоді як за підвищених температур вона змінюється на нерівномірну. Локальних корозійних пошкоджень на поверхні зразків не виявлено як в лабораторних, так і в промислових умовах, а отже, додаткового коригування результатів корозійного моніторингу для врахування локальної корозії не потрібно.

*РЕЗЮМЕ.* Проанализировано негативное влияние локализации коррозии на достоверность коррозионного мониторинга в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения. Методами массометрии и поляризационного сопротивления определено, что скорость коррозии стали Ст.3 в диапазоне испытаний 0...4500 h находится на постоянном уровне 0,05 mm/year в холодной воде и снижается от 0,32 до 0,13 mm/year в горячей. Анализ характера коррозионных повреждений после коррозионных испытаний показал, что в холодной воде протекает сплошная равномерная коррозия, тогда как при повышенных температурах характер коррозии меняется на неравномерную. Локальные коррозионные повреждения на поверхности образцов не обнаружены как в лабораторных, так и в промышленных условиях, следовательно, дополнительная корректировка результатов коррозионного мониторинга для учета локальной коррозии не требуется.

*SUMMARY.* The negative influence of corrosion process localization on reliability of corrosion monitoring was analyzed for municipal water supply systems. A laboratory corrosion test of mild St.3 steel in cold tap water and industrial corrosion test in hot water supply system were performed. Using weight loss method and linear polarization resistance techniques it was determined that the corrosion rate of mild St.3 steel remains constant at 0.05 mm/year in cold water and reduces from 0.32 to 0.13 mm/year in hot water during 4500 h of exposure. Analysis of the corrosion damages distribution on the probes surface after exposure showed, that in cold tap water there is general uniform corrosion, while at increased temperatures corrosion changes to non-uniform. No local corrosion damages were found on the samples surface both in laboratory and in industrial conditions, so no additional correction of corrosion monitoring results are necessary.

*Stechyshyn M. S., Martynyuk A. V., Bilyk Yu. M., Oleksandrenko V. P., and Stechyshyn N. M.* Influence of steels ion nitriding in glow discharge on layers structure and properties..... 49

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено вплив іонного азотування на фізико-хімічні властивості металевих поверхонь за розробленою енергетичною моделлю газорозрядних технологій з можливістю комбінування режимних (температура, тиск, склад газової суміші

і тривалість насичення) і енергетичних (густина струму і напруга) параметрів процесу.

*РЕЗЮМЕ.* Исследовано влияние ионного азотирования на физико-химические свойства металлических поверхностей с позиции разработанной энергетической модели газоразрядных технологий с возможностью комбинирования режимных (температура, давление и состав газовой смеси, продолжительность насыщения) и энергетических (плотность тока и напряжения) параметров процесса.

*SUMMARY.* The influence of ion nitriding on the physicochemical properties of metal surfaces is studied from the standpoint of the developed energy model of gas-discharge technologies with the possibility of combining the process parameters (temperature, pressure and composition of the gas mixture, duration of saturation) and energy (current and voltage density).

*Kryshchyna S. I., Petryna D. Yu., Bohatchuk I. M., Prunko I. B.,  
and Melnyk V. M.* Surface strengthening of 40X steel by electric  
spark alloying ..... 56

*РЕЗЮМЕ.* Обґрунтовано правомірність використання методу електроіскрового легування поверхневих шарів сталі 40X електродами з твердих сплавів Т15К6 та ВК8 для зміцнення робочих поверхонь елементів бурового устаткування. Виявлено, що через локальні електричні розряди між катодом і анодом уможливується легування поверхневих шарів Со, W та Ті на глибину 10...20 мкм. Встановлено, що для забезпечення роботоздатності поверхнево зміцнених елементів за жорстких умов експлуатації необхідно досягти високої мікротвердості поверхневого шару, оптимізувати розміри і густину оксидів у ньому, а також мінімізувати залишкові напруження розтягу, які відповідальні за розтріскування. Для досягнення найкращої комбінації цих характеристик оптимізовано технологічні параметри електроіскрового легування.

*РЕЗЮМЕ.* Обоснована правомерность использования метода электроискрового легирования поверхностных слоев стали 40X электродами из твердых сплавов Т15К6 и ВК8 для упрочнения рабочих поверхностей элементов бурового оборудования. Выявлено, что в результате локальных электрических разрядов между катодом и анодом происходит легирование поверхностных слоев Со, W и Ті на глубину 10...20 мкм. Установлено, что для обеспечения работоспособности поверхностно упрочненных элементов в жестких условиях эксплуатации необходимо обеспечить высокую микротвердость упрочненного слоя, оптимизировать размеры и плотность оксидов в нем, а также минимизировать остаточные напряжения растяжения, ответственные за растрескивание. Для достижения наилучшей комбинации этих характеристик оптимизированы технологические параметры электроискрового легирования.

*SUMMARY.* The usefulness of the electric spark doping method by Т15К6 and ВК8 carbide electrodes for hardening of 40X steel surface layers of the drilling equipment elements is substantiated. It is shown that as a result of local electric sparks between the cathode and the anode the surface layers can be alloyed by Со, W and Ті to a depth of 10...20 мкм. Three factors of influence on the workability of surface-hardened elements under severe operating conditions of the oil-extracting industry equipment are singled out. It is stated that to ensure operating capacity of surface hardened elements under severe operating conditions it is necessary to ensure the high values of hardened surface layers microhardness and to optimize the oxide parameters and density in this layer. To achieve the best combination of these characteristics the technological parameters of electric spark alloying are optimized.

*Student M. M., Dovhnyuk V. M., Posuvailo V. M., Kovalchuk I. V.,  
and Gvozdetzkyi V. M.* Friction behaviour of iron-carbon alloys  
in coupling with PEO layers synthesized on Д16Т alloy ..... 63

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено трибологічну поведінку сталей 45, У8 та чавуну СЧ 21-40 у парі із плазмоелектролітним оксидокерамічним (ПЕО) шаром, синтезованим на сплаві Д16Т у мінеральній оливі І-20 та у ній із додатком водного розчину гліцерину. Встановлено, що за фрикційної взаємодії сталей із ПЕО шарами в оливо-гліцериновій суміші реалізуються режими як вибіркового перенесення, так і перетворення елементів у зоні контакту. Виявлено, що такі контактні пари роботоздатні до питомих навантажень вище 10 МПа.

*РЕЗЮМЕ.* Исследовано трибологическое поведение сталей 45, У8 и чугуна СЧ 21-40 в паре с плазмoeлектролитным оксидокерамическим (ПЭО) слоем, синтезированным на сплаве Д16Т в минеральном масле И-20 и в нем с добавлением водного раствора глицерина. Установлено, что при фрикционном взаимодействии сталей с ПЭО слоями в масляно-глицериновой смеси реализуются режимы как избирательного переноса, так и преобразования элементов в зоне контакта. Выведено, что такие контактные пары работоспособны до удельных нагрузок выше 10 МПа.

*SUMMARY.* The tribological behaviour of 45 steel, У8 steel and СЧ 21-40 cast iron in coupling with PEO layers synthesized on Д16Т alloy was studied in mineral oil I-20 and with the addition of glycerol aqueous solution. It was found that under friction contact of steels with PEO layers in oil-glycerol mixture the regimes of selective transfer and of elements transformation in contact zone a realized. It was revealed that such contact pairs are operable under specific load higher 10 МПа.

*Sokolova H. M. and Pastukh I. M. Energetic aspects of nitriding modeling in glow discharge..... 71*

*РЕЗЮМЕ.* Проаналізовано моделі азотування в тліючому розряді (АТР), побудовані методом планування експерименту з використанням як чинників варіювання температури, тиску, складу газової суміші та тривалості процесу. Обґрунтована необхідність враховувати вплив енергетичних параметрів – напруги та густини струму, а метод планування експерименту тут обмежений, тому неприйнятний до моделювання АТР. Запропоновані альтернативні підходи до формування комплексу вихідних чинників, що базуються на енергетичній моделі процесу і враховують вплив на результати модифікації інтенсивності перебігу основних субпроцесів досліджуваного процесу – утворення нітридів, розпорощення поверхні та дифузії.

*РЕЗЮМЕ.* Проанализированы модели азотирования в тлеющем разряде (АТР), построенные методом планирования эксперимента с использованием в качестве факторов варьирования температуры, давления, состава газовой смеси и продолжительности процесса. Обоснована необходимость учитывать влияние энергетических параметров – напряжения и плотности тока, а метод планирования эксперимента здесь ограничен и поэтому неприемлем к моделированию АТР. Предложены альтернативные подходы к формированию комплекса исходных факторов, основанных на энергетической модели процесса АТР, которые учитывают влияние на результаты модификации интенсивности протекания основных субпроцессов исследуемого процесса – образования нитридов, распыления поверхности и диффузии.

*SUMMARY.* A critical analysis of nitriding models in glow discharge (NGD), formed by experimental design methods using operational parameters (temperature, pressure, gas mixture composition, and process duration) as varying factors is performed. The necessity of energy parameters consideration in the mathematical modeling was proved. In this context the method of experiment planning here is limited and unacceptable for NGD modeling. An alternative new approaches to formation of the initial factors complex based on energy models of NGD that take into account the influence of main subprocesses intensity (the formation of nitrides, surface sputtering, and diffusion) on the modification results were proposed.

*РЕЗЮМЕ.* Описано електрохімічний метод формування композиційних електрохімічних покриттів (КЕП) і фольги на основі нікелю, армованих нанорозмірним оксидом алюмінію, з сульфатного електроліту. Запропоновано механізм формування композитів і математичну модель, яка відображає зв'язок між вмістом зміцнювальної фази в КЕП та концентрацією гідрозолу Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в електроліті. Методом СЕМ та рентгеноспектрального мікроаналізу встановлено вплив наночастинок Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на морфологію та розмір зерна композитів. Методом атомної силової мікроскопії визначено топографію КЕП і фольги та доведено формування рівномірно глобулярної структури за введення Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Інкorporація нанорозмірних частинок Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до матриці основного металу сприяє зменшенню розмірів зерен і поліпшенню механічних властивостей композитів: мікротвердість і границя міцності композитів збільшуються в 1,5–2 рази і спостерігається значне зростання границі текучості порівняно із нікелевим покритвом. Корозійна тривкість КЕП зростає внаслідок включення частинок оксиду алюмінію і за глибинним показником корозії  $k_h = 10^{-3}$  mm/year Ni–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> можна віднести до групи вельми тривких матеріалів.

*РЕЗЮМЕ.* Описано электрохимический метод формирования композиционных электрохимических покрытий (КЭП) и фольги на основе никеля, армированных наноразмерным оксидом алюминия, из сульфатного электролита. Предложен механизм формирования композитов и математическая модель, которая отражает связь между содержанием упрочняющей фазы в КЭП и концентрацией гидрозоль Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в электролите. Методом СЭМ и рентгеноспектрального микроанализа установлено влияние наночастиц Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на морфологию и размер зерна композитов. Методом атомной силовой микроскопии определена топография КЭП и фольги и доказано формирование равномерно глобулярной структуры при введении Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Инкорпорация наноразмерных частиц Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в матрицу основного металла способствует уменьшению размеров зерен и улучшению механических свойств композитов: микротвердость и граница прочности композитов увеличиваются в 1,5–2 раза и наблюдается значительный рост границы текучести по сравнению с никелевым покрытием. Коррозионная стойкость КЭП растет вследствие включения частиц оксида алюминия и по глубинному показателю коррозии ( $k_h = 10^{-3}$  mm/year) Ni–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> можно отнести к группе весьма стойких материалов.

*SUMMARY.* An electrochemical method of deposition the nickel-based composite electrochemical coatings (CEC) and foil reinforced by nanoscale aluminum oxide from sulfamate electrolyte is described. The mechanism of composites forming and mathematical model that reflects the relationship between the content of reinforcing phase in CEC and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hydrosol concentration in the electrolyte is proposed. The influence of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles on the grain size and morphology of composites are established using X-ray microanalysis and SEM. Using atomic force microscopy CEC and foil topography are determined and the formation of uniformly globular structure with the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> introduction is proved. The incorporation of nanoscale particles Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in base metal matrix reduces the grain size and improves the mechanical properties of composites: microhardness and tensile strength of composites grow by effect to of 1.5–2 and a significant increase in yield strength as compared with nickel coating is observed. CEC corrosion resistance increases due to the inclusion of aluminum oxide particles and Ni–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> systems can be attributed to a group of highly resistant materials according to the corrosion depth indicator ( $k_h = 10^{-3}$  mm/year).

*Levytskyi V. Ye., Katruk D. S., Kochubei V. V., Humenetskyi T. V., Bilyi L. M., and Masyuk A. S.* Influence of polyvinylchloride on chemical and thermal durability of highly filled polyester composites ..... 86

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено вплив полімерного модифікатора полівінілхлориду і неорганічного дрібнодисперсного наповнювача на хімічну та термічну тривкість високонаповнених поліестерних композитів, а також компонентного складу та природи наповнювача – на тривкість поліестерних матеріалів за дії агресивних середовищ та високих температур. Вивчено зміну поверхневої твердості модифікованих поліестерних композитів залежно від природи агресивного середовища.

*РЕЗЮМЕ.* Исследовано влияние полимерного модификатора поливинилхлорида и неорганического мелкодисперсного наполнителя на химическую и термическую стойкость высоконаполненных полиэфирных композитов, а также компонентного состава и природы наполнителя на стойкость полиэфирных материалов к воздействию агрессивных сред и высоких температур. Выявлено, что под влиянием природы агрессивной среды изменяется поверхностная твердость модифицированных полиэфирных композитов.

*SUMMARY.* The influence of polymer modifier polyvinylchloride and inorganic fine filler on chemical and thermal stability of highly filled polyester composites has been investigated. The effect of component composition and filler nature on the resistance of polyester materials to aggressive environments and high temperatures was found. The influence of the aggressive environment nature on the surface hardness of the modified polyester composites was determined.

*Suberlyak O. V., Baran N. M., and Yatsulchak H. V.* Physical and mechanical properties of films based on polyamide with polyvinylpyrrolidone mixtures ..... 93

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено фізико-механічні властивості плівок на основі сумішей поліамід (ПА)–полівінілпіролідон (ПВП), одержаних з розчинів мурашиної кислоти. Встановлено вплив складу формувальної суміші та умов формування на ці властивості. Визначені межі змін властивостей плівок після термообробки в різних умовах і підтверджена можливість формування селективно-проникних мембран з розчинів сумішей ПА-6 і ПА-66/6 у мурашиній кислоті з низькомолекулярним ПВП, кількість якого змінюється в діапазоні від 2 до 10 mass%.

*РЕЗЮМЕ.* Исследованы физико-механические свойства пленок на основе смесей полиамид (ПА)–поливинилпирролидон (ПВП), полученных из растворов муравьиной кислоты. Установлено влияние состава формовочной смеси и условий формирования на эти свойства. Определены границы изменений свойств пленок после термообработки в различных условиях и подтверждена возможность формирования селективно-проницаемых мембран с растворов смесей ПА-6 и ПА-66/6 в муравьиной кислоте с низкомолекулярным ПВП, количество которого изменяется в диапазоне от 2 до 10 mass%.

*SUMMARY.* The mixtures of polyamide and polyvinylpyrrolidone have been synthesized on the basis of formic acid solutions. The physical and mechanical properties of obtained materials were investigated. The influence of the initial composition and forming conditions on the physical and mechanical properties of membrane films was determined. Boundaries of film properties changes after heat treatment under different conditions were established, and the possibility of forming the selectively permeable membranes based on formic acid PA-6 and PA-66/6 solutions of with low PVP molecular weight which concentration varies from 2 up to 10 mass% in the PA mixture was confirmed too.

*Kit H. S. and Andriichuk R. M.* Thermoelastic state of half-space with clamped boundary at heat-generation in circular domain parallel to it ..... 98

*РЕЗЮМЕ.* З використанням термопружних потенціалів переміщень і функцій Буссінеска побудовано функції Гріна задач термопружності для напівбезмежного простору із жорстко закріпленою межею за нульової температури на ній або теплоізоляції. Визначені температура і напруження, зумовлені тепловиділенням у паралельній до межі круговій області, і досліджено їх значення за певних розподілів теплових джерел в області тепловиділення на межі тіла і в її центрі на віддалі від межі.

*РЕЗЮМЕ.* С использованием термоупругих потенциалов перемещений и функций Буссинеска построены функции Грина задач термоупругости для полубесконечного пространства с жестко заземленной границей при нулевой температуре на ней или теплоизоляции. Определены температура и напряжения, обусловленные тепловыделением в параллельной к границе круговой области, и исследованы их значения при определенном распределении тепловых источников в области тепловыделения на границе тела и в ее центре на расстоянии от границы.

*SUMMARY.* Using the potentials of thermoelastic displacements and Boussinesq's functions Green's functions of thermoelasticity problems for semi-infinite body are presented. Boundary of body is hardly clamped at zero temperature on it or on boundary is insulated. Temperature and stresses caused by heat generation in a parallel to the boundary circular domain are determined, and their values for certain distributions of heat sources in the heat-generating domain on the boundary of the body and in the centre of the domain at the distance of the boundary are analyzed.

*Antonenko N. M.* Plane thermoelastic deformation of elastically of multilayer plate linked with rigid half-plane..... 105

*РЕЗЮМЕ.* Запропоновано спосіб розв'язання плоскої стаціонарної задачі термопружності для багат шарової плити, пружно зчепленої з жорсткою півплощиною, з пружними зв'язками між шарами. Розв'язок ґрунтується на методі функцій податливості з використанням одновимірного інтегрального перетворення Фур'є. Побудовано рекурентні формули для розрахунку функцій податливості, які враховують вплив теплових навантажень та пружні зв'язки між шарами. Для двошарової плити, яка знаходиться під дією теплового навантаження, проаналізовано вплив пружних зв'язків, коефіцієнтів теплового розширення та коефіцієнтів теплопровідності шарів на розподіл напружень на спільній межі шарів.

*РЕЗЮМЕ.* Предложен способ решения стационарной плоской задачи термоупругости для многослойной плиты, упруго сцепленной с жесткой полуплоскостью, с упругими связями между слоями. Для решения задачи использованы одномерное интегральное преобразование Фурье и идея метода функций податливости. Построены рекуррентные соотношения для вычисления вспомогательных функций и функций податливости, которые учитывают влияние теплового поля и упругие связи между слоями плиты. Для двухслойной плиты, которая находится под действием тепловой нагрузки, проанализировано влияние упругих связей и тепловых характеристик слоев на распределение напряжений на их общей границе.

*SUMMARY.* The solution method of stationary plane thermoelastic problem of multilayer plate with elastic links between its layers is proposed. The technique is based on the compliance functions method. Fourier integral transformation is used. The recurrence formulas for calculation of the auxiliary and compliance functions are built. For a two-layer plate subjected to thermal load applied to the upper boundary of the plate, the influence of elastic links, thermal expansion and thermal conductivity coefficients on the distribution of normal and tangential stresses on its common boundary is investigated.

Rozumek D. and Faszynka S. Influence of notch radius on fatigue crack propagation in beam specimens of 2017A-T4 alloy ..... 112

*РЕЗЮМЕ.* Подано результати випробувань на згин зразків з прямокутним поперечним перерізом із алюмінієвого сплаву 2017A-T4. Зразки послаблені гострими і тупими односторонніми вирізами (радіус вирізу 0,2; 5; 10 і 22,5 mm). Для випробувань на втому використано стенд MZGS-100 у режимі низьких і високих циклів. Введено сталі значення номінального коефіцієнта навантаження  $R = -1; 0$  і моменту амплітуди  $M_a = 15,84$  N·m. Проаналізовано значення параметра  $\Delta K$  з урахуванням впливу вирізу.

*РЕЗЮМЕ.* Представлены результаты испытаний на изгиб образцов с прямоугольным поперечным сечением из алюминиевого сплава 2017A-T4. Образцы ослаблены острыми и тупыми односторонними вырезами (радиус выреза 0,2; 5; 10 и 22,5 mm). Для испытаний на усталость использован стенд MZGS-100 в режиме низких и высоких циклов. Введены постоянные значения номинального коэффициента нагрузки  $R = -1; 0$  и момента амплитуды  $M_a = 15,84$  N·m. Проанализированы значения параметра  $\Delta K$  с учетом влияния надреза

*SUMMARY.* The paper presents experimental tests results of the fatigue crack growth in 2017A-T4 aluminium alloy under bending in specimens with rectangular cross-section. The specimens were weakened by sharp and blunt one-sided notches (for notch root  $\rho = 0.2; 5; 10$  and  $22.5$  mm). The tests were performed on the fatigue test stand MZGS-100 in the low and high cycle fatigue regime, by imposing a constant value of the nominal load ratio  $R = -1; 0$  and a moment amplitude  $M_a = 15.84$  N·m. The results of the fatigue tests were then analysed in terms of the parameter  $\Delta K$  including influence of the notch.

Kozak L. Yu. Investigations of unstable crystal lattice on discrete models ..... 118

*РЕЗЮМЕ.* На двовимірній дискретній моделі встановлено, що за відповідних умов кристалічна ґратка переходить у стан нестійкої рівноваги. У такій ґратці атоми знаходяться у положенні, що не відповідає їх мінімальній енергії, тому за дії незначних зсувних деформацій атоми ґратки переміщуються в інше положення, де їхня потенціальна енергія нижча. Стан нестійкої рівноваги кристалічної ґратки обумовлює її високу пластичність. Розрахунки показали, що міцність кристалів з такою ґраткою залежить від їх поперечного розміру.

*РЕЗЮМЕ.* На двухмерной дискретной модели установлено, что при соответствующих условиях кристаллическая решетка переходит в состояние неустойчивого равновесия. В такой решетке атомы находятся в положении, которое не соответствует их минимальной энергии. В этом случае, при воздействии незначительных сдвиговых деформаций, атомы решетки перемещаются в иное положение с минимальной потенциальной энергией. Состояние неустойчивого равновесия кристаллической решетки обуславливает ее высокую пластичность. Расчеты показали, что прочность кристаллов с такой решеткой зависит от их поперечного размера.

*SUMMARY.* Using the two-dimensional discrete model it is established that under the appropriate conditions the crystal lattice transforms into the state of unstable equilibrium. Atoms in this lattice exist in position that does not correspond to their minimum energy. In case of negligible shear deformations lattice atoms move to another position with lower potential energy. The unstable equilibrium state of the crystal lattice leads to its high plasticity. The calculations show that the strength of crystals with such a crystal lattice depends on their size.