

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

В. В. ПАНАСЮК (головний редактор), *В. М. ФЕДІРКО* (заст. головного редактора), *Р. Р. КОКОТ* (відповідальний секретар), *О. С. АНДРЕЙКІВ*, *С. А. БИЧКОВ*, *Л. О. ВАСИЛЕЧКО*, *Р. Є. ГЛАДИШЕВСЬКИЙ*, *І. М. ДМИТРАХ*, *І. Ю. ЗАВАЛІЙ*, *І. М. ЗІНЬ*, *Г. С. КІТ*, *Р. М. КУШНІР*, *Л. М. ЛОБАНОВ*, *З. Т. НАЗАРЧУК*, *Г. М. НИКИФОРЧИН*, *І. В. ОРІНЯК*, *О. П. ОСТАШ*, *В. І. ПОХМУРСЬКИЙ*, *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. 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: pсmm@ipm.lviv.ua

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

Editorial office address: Karpenko Physico-Mechanical Institute, 5, Naukova St.,
Lviv 79601, Ukraine. Tel.: (380) 322 63-73-74,
(380) 322 29-62-30. Fax: (380) 322 64-94-27.
E-mail: pсmm@ipm.lviv.ua

Відповідальний секретар редакції **Р. Р. Кокот**

Редактори *Д. С. Бриняк*, *О. Т. Досин*, *Л. Є. Єлейко*

Технічний редактор *І. В. Калинюк*

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

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

Підписано до друку 12.11.2015. Формат 70×108/16. Папір офсетний № 1. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 12.
Умовн. фарбо-відбитків 12,5. Тираж 200 прим. Замовлення 121115 від 12.11.2015. Ціна договірна.

Реєстраційне свідоцтво серія КВ №203 від 10.11.93

Друкарня ТЗОВ "Простір-М", 79000, Львів, вул. Чайковського, 8

© ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Г. В. Карпенка НАН УКРАЇНИ,
"ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ", 2015

ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ



ТОМ 51, № 5, 2015

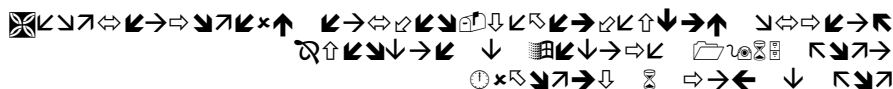
вересень – жовтень

ЗМІСТ

<i>Білоусова Н. А., Донченко М. І., Герасименко Ю. С.</i> Електрохімічна модифікація поверхні сталі для захисту від корозії у водному середовищі. Вплив продуктів розчинення електронегативних металів	7
<i>Курмакова І. М., Бондар О. С., Демченко Н. Р.</i> Квантово-хімічні показники як критерій ефективності четвертинних солей з антимікробними властивостями за інгібування біокорозії сталі.....	17
<i>Зінь І. М., Карпенко О. В., Корній С. А., Мідяна Г. Г., Тимусь М. Б., Хлопик О. П., Карпенко І. В., Лисяк В. М.</i> Вплив рамноліпідного біокомплексу на корозію дюралюмінію за механічної активації його поверхні	24
<i>Сиза О. І., Савченко О. М., Квашук Ю. В., Штиль Н. А., Челябієва В. М.</i> Нові інгібітори на основі рослинної сировини та закономірності їхньої адсорбції на поверхні сталі.....	33
<i>Похмурський В. І., Білий Л. М., Зінь Я. І., Волошин М. П.</i> Інгібування корозії алюмінієвого сплаву композицією іонообмінних пігментів	43
<i>Чигиринець О. Е., Фатєєв Ю. Ф., Воробйова В. І., Скиба М. І.</i> Вивчення механізму дії ізопропанольного екстракту шроту ріпаку на атмосферну корозію міді.....	48
Образцов В. Б., <i>Рубльова С. Д., Баскевич О. С.</i> Вплив інгібітора солевідкладення на фазовий склад, морфологію та седиментаційні властивості осаду CaCO ₃	56
<i>Хома М. С., Чучман М. Р., Антощак І. М., Івашиків В. Р., Дацко Б. М., Личковський Е. І.</i> Корозія та наводнення сталі 09Г2С у сірководневих середовищах за підвищених температур і тисків	62
<i>Петрина Д. Ю., Гоголь В. М., Петрина Ю. Д., Звірко О. І., Никифорчин Ю. М.</i> Корозія та корозійно-механічне руйнування сталі резервуара сирої нафти	68
<i>Косаревич Р. Я., Русин Б. П., Торська Р. В.</i> Моделювання поширення пітингової корозії за допомогою точкових процесів	75
<i>Покляцький А. Г., Федорчук В. Є., Яворська М. Р.</i> Тривкість до корозійного розтріскування під напруженням з'єднань сплаву АМг5М, отриманих аргонодуговим зварюванням неплавким електродом і тертям з перемішуванням	82

<i>Яворський В. Т., Гелеш А. Б.</i> Розрахунок параметрів випарювання розчинів сульфатної кислоти з пониженою корозійною активністю фаз	90
<i>Ведь М. В., Сахненко М. Д., Каракуркчі Г. В., Єрмоленко І. Ю., Фоміна Л. П.</i> Функціональні властивості гальванічних сплавів Fe–Mo і Fe–Mo–W	98
<i>Штефан В. В., Байрачний Б. І., Лісачук Г. В., Смирнова О. Ю., Зуйок В. А., Рудь Р. О., Вороніна О. В.</i> Корозія алюмінію за контакту з окисдованими титаном та цирконієм	107
<i>Герцик О. М., Бойчишин Л. М., Ковбуз М. О., Кулик Ю. О., Носенко В. К.</i> Корозійна тривкість аморфного сплаву $Fe_{68,93}Mn_1Mo_4Cr_2C_7P_{10}B_5Si_2(Cu, W, Al)_{0,07}$ у середовищах різної агресивності	114
<i>Балицький О. І., Кав'як М., Кав'як П.</i> Технічне діагностування стану композитних ємностей випарника сірчаної кислоти	121
<i>Кушнір С. В., Кость М. В., Сенів О. Р.</i> Вплив барботажу “пасивних” газів на властивості води і водних розчинів хлориду натрію	127
<i>Онищук О. О.</i> Абразивна зносотривкість сплаву Ti–Fe–Cr, отриманого самопоширювальним високотемпературним синтезом і модифікованого бором і вуглецем	133
<i>Скальський В. Р., Долінська І. Я., Рудак М. О., Опанасович В. К.</i> АЕ-діагностування втомного руйнування алюмінієвих сплавів системи Al–Zn–Mg–Cu	138

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ



ТОМ 51, № 5, 2015

сентябрь – октябрь

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Белюсова Н. А., Донченко М. И., Герасименко Ю. С.</i> Электрохимическая модификация поверхности стали для защиты от коррозии в водной среде. Влияние продуктов растворения электроотрицательных металлов	7
<i>Курмакова И. Н., Бондарь Е. С., Демченко Н. Р.</i> Квантово-химические показатели как критерий эффективности четвертичных солей с антимикробными свойствами при ингибировании биокоррозии стали	17
<i>Зинь И. Н., Карпенко Е. В., Корний С. А., Мидяна Г. Г., Тымусь М. Б., Хлопык О. П., Карпенко И. В., Лысяк В. М.</i> Влияние рамнолипидного биокомплекса на коррозию дюралюминия при механической активации его поверхности	24
<i>Сизая О. И., Савченко О. Н., Квашук Ю. В., Штиль Н. А., Челябинева В. Н.</i> Новые ингибиторы на основе растительного сырья и закономерности их адсорбции на поверхности стали	33
<i>Похмурский В. И., Билый Л. М., Зинь Я. И., Волошин М. П.</i> Ингибирование коррозии алюминиевого сплава композицией ионообменных пигментов	43
<i>Чигиринец Е. Э., Фатеев Ю. Ф., Воробьева В. И., Скуба М. И.</i> Изучение механизма воздействия изопропанольного экстракта шрота рапса на атмосферную коррозию меди	48
Образцов В. Б., <i>Рублева Е. Д., Баскевич А. С.</i> Влияние ингибитора солеотложения на фазовый состав, морфологию и седиментационные свойства осадка CaCO_3	56
<i>Хома М. С., Чучман М. Р., Антощак И. Н., Ивашикив В. Р., Дацко Б. Н., Лычковский Э. И.</i> Коррозия и наводороживание стали 09Г2С в сероводородных средах при повышенных температурах и давлениях	62
<i>Петрына Д. Ю., Гоголь В. М., Петрына Ю. Д., Звирко О. И., Никифорчин Ю. Н.</i> Коррозия и коррозионно-механическое разрушение стали резервуара сырой нефти	68
<i>Косаревиц Р. Я., Русын Б. П., Торская Р. В.</i> Моделирование распространения питтинговой коррозии с помощью точечных процессов	75
<i>Покляцкий А. Г., Федорчук В. Е., Яворская М. Р.</i> Стойкость к коррозионному растрескиванию под напряжением соединений сплава АМг5М, полученных аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом и трением с перемешиванием	82

<i>Яворский В. Т., Гелеш А. Б.</i> Расчет параметров выпаривания растворов серной кислоты с пониженной коррозионной активностью фаз	90
<i>Ведь М. В., Сахненко Н. Д., Каракуркчи Г. В., Ермоленко И. Ю., Фомина Л. П.</i> Функциональные свойства гальванических сплавов Fe–Mo и Fe–Mo–W	98
<i>Штефан В. В., Байрачный Б. И., Лисачук Г. В., Смирнова А. Ю., Зуёк В. А., Рудь Р. А., Воронина Е. В.</i> Коррозия алюминия при контакте с оксидированными титаном и цирконием	107
<i>Герцик О. М., Бойчишин Л. М., Ковбуз М. А., Кулык Ю. О., Носенко В. К.</i> Коррозионная стойкость аморфного сплава $Fe_{68,93}Mn_1Mo_4Cr_2C_7P_{10}B_5Si_2(Cu, W, Al)_{0,07}$ в средах разной агрессивности	114
<i>Балицкий А. И., Кавяк М., Кавяк П.</i> Техническая диагностика состояния композитных емкостей испарителя серной кислоты	121
<i>Кушнир С. В., Кость М. В., Сенив О. Р.</i> Влияние барботажа “пассивных” газов на свойства воды и водных растворов хлорида натрия	127
<i>Оныщук О. А.</i> Абразивная износостойкость сплава Ti–Fe–Cr, полученного самораспространяющимся высокотемпературным синтезом и модифицированного бором и углеродом	133
<i>Скальский В. Р., Долинская И. Я., Рудак М. О., Опанасович В. К.</i> АЭ-диагностирование усталостного разрушения алюминиевых сплавов системы Al–Zn–Mg–Cu	138

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

PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS



VOLUME 51, № 5, 2015

September – October

CONTENTS

- Bilousova N. A., Donchenko M. I., and Herasymenko Yu. S.* Electrochemical modification of the steel surface for corrosion protection in water environment. The influence of dissolution products of electric negative metals7

РЕЗЮМЕ. Методом поляризаційного опору отримано динамічні характеристики корозії, що супроводжується формуванням захисних шарів на сталі 20 у воді з низькою, середньою і високою жорсткістю і мінералізацією, з використанням анодного розчинення Al, Zn і Mg як способу протикорозійного захисту. Виявлено, що катодна поляризація кородувальної поверхні від протектора або джерела постійного струму змінює морфологію сформованих плівок та суттєво підвищує ступінь захисту.

РЕЗЮМЕ. Методом поляризационного сопротивления получены динамические характеристики коррозии, сопровождающейся формированием защитных слоев на стали 20 в воде с низкой, средней и высокой жесткостью и минерализацией, с использованием анодного растворения Al, Zn и Mg как способа противокоррозионной защиты. Выявлено, что катодная поляризация корродируемой поверхности от протектора или источника постоянного тока изменяет морфологию сформированных пленок и существенно повышает степень защиты.

SUMMARY. The dynamic characteristics of the corrosion process was obtained by polarization resistance method, accompanied by the formation of protective layers of steel 20 in water with low, medium and high hardness and salinity using anodic dissolution of Al, Zn and Mg as a method of corrosion protection. It was shown that cathodic polarization of corroding surface from the protector or DC power source changes the morphology of the formed films and significantly increases the degree of protection.

- Kurmakova I. M., Bondar O. S., and Demchenko N. R.* Quantum-chemical descriptors as a criterion of efficiency of quaternary salts with antimicrobial properties under biocorrosion inhibition of steel.....17

РЕЗЮМЕ. Досліджено інгібувальні властивості четвертинних солей піридинію, імідазопіридинію та імідазоазепінію, які гальмують корозію сталі СтЗпс, спричинену сульфатвідновлювальними бактеріями роду *Desulfovibrio* – основного компонента природних корозійно-агресивних угруповань ґрунту. Виявлено, що критерієм ефективності цих солей під час біокорозії маловуглецевої сталі є їх реакційна здатність, яку характеризують заряди на адсорбційно-реакційних центрах, дипольний момент та

енергетична щільність. Встановлено кореляційну залежність ступеня захисту від енергетичної щільності.

РЕЗЮМЕ. Исследованы ингибирующие свойства четвертичных солей пиридиния, имидазопиридиния и имидазоазепиния, которые тормозят коррозию стали СтЗпс, обусловленную сульфатвосстанавливающими бактериями рода *Desulfovibrio* – основным компонентом природных коррозионно-агрессивных сообществ почвы. Показано, что критерием эффективности четвертичных солей при биокоррозии малоуглеродистой стали является их реакционная способность, которая характеризуется квантово-химическими показателями: зарядами на адсорбционно-реакционных центрах, дипольным моментом и величиной энергетической щели. Установлено корреляционную зависимость защитного эффекта от энергетической щели.

SUMMARY. The inhibiting properties of quaternary salts of pyridinium, imidazopyridinium and imidazoazepinium, which retard the corrosion of steel СтЗпс caused by biocide action of sulphate-reducing bacteria of *Desulfovibrio* species is investigated. This bacterium is the basic component of corrosion-aggressive natural communities of soil. It is shown that the criterion of the efficiency of quaternary salts under biocorrosion of mild steel is their reactionary ability which is characterised by quantum-chemical descriptors: electrical charges on adsorption-reactionary centers, dipole moment and energy gap. A good correlation

Zin I. M., Karpenko O. V., Kornii S. A., Midyana H. H., Tymus M. B., Khlopyk O. P., Karpenko I. V., and Lysyak V. M. The influence of rhamnolipid biocomplex on corrosion of duraluminum under mechanical activation of its surface.....24

РЕЗЮМЕ. Корозійно-електрохімічними та квантово-хімічними методами досліджували інгібування корозії алюмінієвого сплаву поверхнево-активним продуктом біосинтезу (біоПАР) штаму *Pseudomonas sp. PS-17* (рамноліпідний біокомплекс – РБК). Встановлено, що РБК здатний ефективно інгібувати корозію алюмінієвого сплаву Д16Т у синтетичному кислому дощі. Ефективність інгібування збільшується з ростом концентрації біоПАР. За досягнення критичної концентрації міцелоутворення подальше підвищення вмісту біоПАР у корозивному середовищі не призводить до суттєвого збільшення його захисного протикорозійного ефекту. Механізм інгібування корозії полягає в адсорбції молекул біоПАР на поверхні алюмінієвого сплаву з формуванням бар'єрної плівки та утворенні рамноліпідом з іонами алюмінію малорозчинної комплексної сполуки на анодних ділянках металу. РБК ефективно протидіє корозії алюмінієвого сплаву за його механічної активації. Додавання в корозивне середовище біоПАР у 2–4 рази збільшує швидкість відновлення захисної плівки на алюмінієвому сплаві на стадії репасивації порівняно з неінгібованим середовищем.

РЕЗЮМЕ. Коррозионно-электрохимическими и квантово-химическими методами исследовали ингибирования коррозии алюминиевого сплава поверхностно-активным продуктом биосинтеза (биоПАР) штамма *Pseudomonas sp. PS-17* (рамнолипидный биокомплекс – РБК). Установлено, что РБК способен эффективно ингибировать коррозию алюминиевого сплава Д16Т в синтетическом кислом дожде. Эффективность ингибирования увеличивается с ростом концентрации биоПАР. При достижении критической концентрации мицеллообразования дальнейшее повышение количества биоПАР в коррозионной среде не приводит к существенному увеличению его защитного эффекта. Механизм ингибирования коррозии заключается в адсорбции молекул биоПАР на поверхности алюминиевого сплава с формированием барьерной пленки и образовании рамнолипидом с ионами алюминия малорастворимого комплексного соединения на анодных участках. РБК эффективно противодействует коррозии алюминиевого сплава в случае его механической активации. Добавление в коррозионную среду биоПАР в 2–4 раза увеличивает скорость восстановления защитной

пленки на алюминиевом сплаве на стадии репассивации по сравнению с неингибированной средой.

SUMMARY. Inhibition of aluminum alloy corrosion by surface-active products obtained by biosynthesis with strain *Pseudomonas* sp PS-17 (rhamnolipid biocomplex – RBC) was studied using electrochemical and quantum-chemical methods. It was established that RBC is able to inhibit effectively the corrosion of Д16Т aluminum alloy in synthetic acid rain. The inhibition efficiency becomes stronger with increasing concentration of the biosurfactant. Increase of RBC amount in corrosion environment with its critical micelle concentration does not provide a significant rise in the protective anti-corrosion effect. The mechanism of corrosion inhibition consists in biosurfactant molecules adsorption on aluminum alloy surface and development of a barrier film. The formation of complex compound between aluminium ions and rhamnolipid on anodic sites of the alloy is also possible. RBC effectively prevents corrosion of aluminum alloy in case of surface mechanical activation. Biosurfactant addition to the corrosion environment increases repassivation rate of the aluminum alloy in 2–4 times compared with the uninhibited environment.

Sizaya O. I., Savchenko O. M., Kvashuk Yu. V., Shtil N. A., and Chelyabieva V. M.

New inhibitors on the basis of vegetable raw material and regularities of their adsorption on the steel surface.....33

РЕЗЮМЕ. Розроблено екологічно безпечні інгібітори на основі рослинної сировини для захисту обладнання підприємств від корозійного впливу агресивних технологічних середовищ. Визначено склад активних компонентів інгібіторів рослинного походження – тіоглікозиди та продукти їхнього гідролізу. Доведено, що розроблені інгібітори є колоїдними розчинами. Визначено, що критичні концентрації міцелювання збігаються з оптимальними концентраціями інгібіторів, за яких спостерігають високу протикорозійну дію. Показано, що інгібітор на основі насіння гірчиці (ГС-1) ефективніший у кислому середовищі ($Z_m = 97,5\%$), а інгібітор на основі насіння ріпаку (РС-ЧДТУ) – у нейтральному ($Z_m = 95\%$). Встановлено основні закономірності механізму протикорозійної дії розроблених інгібіторів та особливості їхньої адсорбції на поверхні сталі.

РЕЗЮМЕ. Разработано экологически безопасные ингибиторы на основе растительного сырья для защиты оборудования от коррозионного влияния агрессивных технологических сред. Предложен простой и экологический метод получения ингибиторов на основе продуктов переработки растительного сырья – семян горчицы и рапса. Определен состав активных компонентов ингибиторов растительного происхождения – тиогликозиды и продукты их гидролиза. Доказано, что разработанные ингибиторы являются коллоидными растворами. Установлено, что критические концентрации мицеллообразования совпадают с оптимальными концентрациями ингибиторов, при которых наблюдается высокое противокоррозионное действие. Показано, что ингибитор на основе семян горчицы (ГС-1) является более эффективным в кислой среде ($Z_m = 97,4\%$), ингибитор на основе семян рапса (РС-ЧДТУ) – в нейтральной ($Z_m = 95\%$). Установлены основные закономерности механизма противокоррозионного действия разработанных ингибиторов и особенности их адсорбции на поверхности стали.

SUMMARY. The environmental-friendly inhibitors based on the Ukrainian vegetable raw materials for protection of equipment against corrosion influence of aggressive technological media are developed. The structure of active components of inhibitors has been defined – glycosides and products of their hydrolysis. It is proved that the developed inhibitors are colloid solutions. It is established, that critical concentrations of formation of micelles coincide with optimum concentrations of inhibitors at which high anti-corrosion effect is observed. It has been established that inhibitor based on seeds of mustard (ГС-1) is more effective in acid medium ($Z_m = 97.4\%$), and the inhibitor based on rape seeds (РС-ЧДТУ) – in neutral ($Z_m = 95\%$). The basic laws of the mechanism of anticorrosive action of

the developed inhibitors and features of their adsorption on the steel surface have been established.

Pokhmurskii V. I., Bily L. M., Zin Ya. I., and Voloshyn M. P. Inhibiting of aluminum alloy corrosion with a composition of ion-exchange pigments43

РЕЗЮМЕ. Встановлено, що природний цеоліт клиноптилолітового типу, модифікований катіонами цинку, є ефективним інгібітором корозії алюмінієвого сплаву в середовищі слабких кислотних атмосферних опадів. Поєднання Zn-цеоліту з полістиролдивінілбензолною смолою, модифікованою фосфат-аніонами, посилює його захисну дію внаслідок формування на поверхні сплаву корозійностійкої плівки. Модифікований цинком цеоліт та його композиція з фосфатовмісною аніонообмінною смолою – перспективні інгібувальні пігменти для лакофарбових покриттів на алюмінієвих сплавах.

РЕЗЮМЕ. Установлено, что природный цеолит клиноптилолитового типа, модифицированный катионами цинка, является эффективным ингибитором коррозии алюминиевого сплава в среде слабких кислотных атмосферных осадков. Сочетание Zn-цеолита с полистиролдивинилбензолной смолой, модифицированной фосфат-анионами, усиливает его защитное действие вследствие формирования на поверхности сплава коррозионно-стойкой пленки. Модифицированный цинком цеолит и его композиция с фосфатсодержащей анионообменной смолой – перспективные ингибирующие пигменты для лакокрасочных покрытий на алюминиевых сплавах.

SUMMARY. It was established that the natural zeolite of clinoptilolite type, modified with zinc cations is an effective corrosion inhibitor for aluminum alloy in acid rain precipitation. The combination of Zn-zeolite with polystyrene-divinylbenzene resin, containing phosphate anions, increases its protective effect due to the formation of corrosion-resistant film on the alloy surface. Zinc modified zeolite and its composition of phosphate-containing anion exchange resins are the perspective inhibiting pigments for paints and coatings on aluminum alloys.

Chyhyrnyets O. E., Fatyeyev Yu. F., Vorobiova V. I., and Skyba M. I. Investigation of the mechanism of the effect of izopropanol extract rapeseed oil cake on the processes of atmospheric corrosion of copper.....48

РЕЗЮМЕ. Гравіметричними та електрохімічними поляризаційними дослідженнями виявлено, що ізопропанольний екстракт шроту ріпаку є ефективним летким інгібітором атмосферної корозії міді. Встановлено, що під час формування ефективності дії поверхневої плівки залежить від складу парогазової фази, а в умовах зволоження поверхні металу швидкість корозії визначає швидкість катодного процесу відновлення атмосферного кисню. Під час оцінки адсорбційної активності органічних молекул за індексами реакційної здатності, а також вивчення морфології поверхні зразків зроблено припущення, що ефективність дії ізопропанольного екстракту на початковій стадії обумовлена хемосорбцією летких органічних компонентів шроту ріпаку, які в подальшому взаємодіють між собою і трансформуються в поверхневу фазову плівку, яка містить іони міді, воду і органічні речовини.

РЕЗЮМЕ. Гравиметрическими и электрохимическими поляризационными исследованиями обнаружено, что изопропанольный экстракт шрота рапса является эффективным летучим ингибитором атмосферной коррозии меди. Установлено, что при формировании эффективности действия поверхностной пленки зависит от состава парогазовой фазы, а в условиях увлажнения поверхности металла скорость коррозии определяет скорость катодного процесса возобновления атмосферного кислорода. Во время оценки адсорбционной активности органических молекул за индексами реакционной способности, а также изучения морфологии поверхности образцов сделано предположение, что эффективность действия изопропанольного экстракта на начальной стадии обусловлена хемосорбцией летучих органических компонентов шрота

рапса, которые в дальнейшем взаимодействуют и трансформируются в поверхностную фазовую пленку, содержащую ионы меди, воду и органические вещества.

SUMMARY. Gravimetric and electrochemical polarization studies have shown that the izopropanol extract of rapeseed oil cake can be used as an effective volatile inhibitor of atmospheric corrosion of copper, both in the presence and in the absence of water vapor in the gas atmosphere, as well as in the case of periodic wetting the metal surface. It is established that when forming the surface film the effectiveness of its actions depends on the composition of gas and vapor phase, and in the case of wetting the metal surface the corrosion rate is determined by the speed of the cathodic reduction of atmospheric oxygen. Evaluation of adsorption activity of organic molecules according to indices of reactivity as well as the study of the surface morphology of samples enable us to assume that the effectiveness of the izopropanol extract at an early stage is due to the chemisorption of volatile organic components of rapeseed oil cake, which then interact and are transformed into the surface phase film that contains copper ions, water and organic materials.

Obraztsov V. B., *Rublova Ye. D., and Baskevich O. S.* The influence of scale inhibitor on the phase composition, morphology and sedimentation properties of the CaCO_3 precipitation56

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив інгібітора солевідкладень на основі полігексаметилленгуанідину гідрохлориду ОК-2 на морфологію та фазовий склад карбонату кальцію. Встановлено, що інгібітор у розчині призводить до збільшення розмірів кристалів осаду і домінування в ньому голчастих структур. В осаді карбонату кальцію в надлишку знаходяться фази арагоніту і кальциту, а інгібітор в розчині на 21% збільшує вміст кальциту. Причиною виявлених ефектів виявилася адсорбція інгібітора на карбонатних відкладеннях, яку можна описати ізотермою Ленгмюра. Адсорбція інгібітора призвела до перезарядження поверхні CaCO_3 і збільшення розміру частинок дисперсної фази, що сприяло швидшому її осадженню.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние ингибитора солейотложений на основе полигексаметиленгуанидина гидрохлорида ОК-2 на морфологию и фазовый состав карбоната кальция. Установлено, что ингибитор в растворе приводит к укрупнению кристаллов осадка и доминированию в нем игольчатых структур. В осадке карбоната кальция в избытке находятся фазы арагонита и кальцита, а ингибитор в растворе на 21% увеличивает содержание кальцита. Причиной обнаруженных эффектов оказалась адсорбция ингибитора на карбонатных отложениях, которую можно описать изотермой Ленгмюра. Адсорбция ингибитора приводила к перезарядке поверхности CaCO_3 и увеличению размера частиц дисперсной фазы, что способствовало более быстрому ее осаждению.

SUMMARY. The effect of scale inhibitor based on polyhexamethyleneguanidine hydrochloride ОК-2 on the morphology and phase composition of calcium carbonate was investigated. It was established that the presence of the inhibitor in the solution led to the increase in crystal size and dominance of needle structures in the sediment. Aragonite and calcite phases are in excess in the sediment of calcium carbonate and the presence of the inhibitor in solution increases the amount of calcite by 21%. The reason of the effect is the inhibitor adsorption on carbonate sediments that can be described by Langmuir isotherm. The adsorption of the inhibitor led to recharging of the CaCO_3 surface and to the increase in the size of the dispersed phase, which contributed to its faster deposition.

Khoma M. S., Chuchman M. R., Antoshchak I. M., Ivashkiv V. R., Datsko B. M., and Lychkovskiy E. I. Corrosion and hydrogenation of 09Г2С steel in hydrogen sulphide environments at elevated temperatures and pressures62

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив парціального тиску сірководню (1...5 atm) і температури (25... 120°C) на корозійну поведінку сталі 09Г2С у модельній морській воді та ступінь її наводнювання. Показано, що збільшення парціального тиску сірководню

($p_{\text{H}_2\text{S}}$) до 5 atm за 80°C призводить до зростання швидкості корозії сталі майже на порядок. Встановлено, що сірководень за $p_{\text{H}_2\text{S}} = 1 \dots 5$ atm сприяє наводнюванню сталі. При цьому кількість дифузійно-рухливого водню в 3,5–3,7 рази менша, ніж водню з більшою енергією зв'язку з металом. Визначено, що підвищення температури з 25 до 120°C призводить до зменшення швидкості корозії сталі в модельній морській воді за $p_{\text{H}_2\text{S}} = 1$ atm у ~6–8 разів, а наводнювання в 2,8–4,1 рази.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние парциального давления сероводорода (1...5 atm) и температуры (25...120°C) на коррозионное поведение стали 09Г2С в модельной морской воде и степень ее наводороживания. Показано, что увеличение парциального давления сероводорода ($p_{\text{H}_2\text{S}}$) до 5 atm при 80°C приводит к росту скорости коррозии стали почти на порядок. Установлено, что сероводород при $p_{\text{H}_2\text{S}} = 1 \dots 5$ atm содействует наводороживанию стали. При этом количество диффузионно-активного водорода в 3,5...3,7 раза меньше, чем водорода с большей энергией связи с металлом. Определено, что увеличение температуры с 25 до 120°C приводит к уменьшению скорости коррозии стали в модельной морской воде при $p_{\text{H}_2\text{S}} = 1$ atm в ~6–8 раз, а наводороживания в 2,8–4,1 раза.

SUMMARY. The effect of the partial pressure of hydrogen sulfide (1...5 atm) and temperature (25...120°C) on the corrosion behavior of 09Г2С steel in the model seawater and the degree of hydrogenation is investigated. It is shown that increase in the partial pressure of hydrogen sulphide ($p_{\text{H}_2\text{S}}$) to 5 atm at 80°C results in an increase of the corrosion rate of steel almost by an order. It is found that hydrogen sulfide promotes hydrogenation of 09Г2С steel. In this case the quantity of the diffusion-moving hydrogen is in 3.5–3.7 times lower than of hydrogen with higher energy of relation with metal. It was determined that a temperature increase from 25 to 80°C reduces the rate of steel corrosion in the model seawater for $p_{\text{H}_2\text{S}} = 1$ atm in ~6–8 times, while hydrogenation in 2.8–4.1 times.

Petryna D. Yu., Gogol V. M., Petryna Yu. D., Zvirko O. I., and Nykyforchyn Yu. M.

Corrosion and corrosion-mechanical fracture of crude oil tank steel68

РЕЗЮМЕ. Встановлено вплив тривалої експлуатації сировинного нафтового резервуара РВС-1000 на корозійну тривкість, опір корозійно-механічному руйнуванню та схильність до крихкого руйнування сталі СтЗсп різних ділянок стінки та дна конструкції. Найгірші характеристики властиві металу, який упродовж експлуатації постійно контактував з підтоварною чи конденсованою водою. Проаналізовано агресивну дію підтоварних вод надвірнянської та рожнятівської нафт, які використовують на ПАТ “Нафтохімік Прикарпаття”, на корозію і тріщиностійкість сталі.

РЕЗЮМЕ. Установлено влияние длительной эксплуатации сырьевого нефтяного резервуара РВС-1000 на коррозионную стойкость, сопротивление коррозионно-механическому разрушению и склонность к хрупкому разрушению стали СтЗсп разных участков стенки и дна конструкции. Наихудшие характеристики свойственны металлу, который в течение эксплуатации постоянно контактировал с подтоварной или конденсированной водой. Проанализировано агрессивное воздействие подтоварных вод надвирнянской и рожнятовской нефтей, используемых на ПАО “Нефтехимик Прикарпатья”, на коррозию и трещиностойкость стали.

SUMMARY. The effect of long-term exploitation of crude oil tank РВС-1000 on corrosion resistance, corrosion-mechanical fracture resistance and susceptibility to brittle fracture of СтЗсп steel of wall and floor construction different areas was established. The metal which was in a continuous contact during operation with residual or condensed water had the worst characteristics. The aggressive action of residual waters from Nadvirna and

Rozhnyativ oils used at JSC “Naftokhimik Prykarpattya” on corrosion and crack growth resistance of steel was analyzed.

Kosarevych R. Ya., Rusyn B. P., and Torska R. V. Modeling of pitting corrosion propagation using spot images75

РЕЗЮМЕ. Виконано серію експериментів для дослідження поширення пітингової корозії нержавіючих сталей. За допомогою анодної поляризації зразків матеріалу у хлорвмісному середовищі отримано серію фрагментів поверхні пошкодженої пітинговою корозією. Для аналізу їх зображень застосовано статистичне моделювання за допомогою точкових процесів. Для моделювання взаємного впливу пітингових пошкоджень використано Марківські процеси із парною взаємодією. Показано застосування характеристик випадкових процесів для визначення зв'язку між пітингами.

РЕЗЮМЕ. Проведена серия экспериментов для исследования распространения питтинговой коррозии нержавеющей сталей. С помощью анодной поляризации образцов материала в хлорсодержащей среде получено серию фрагментов поверхности поврежденной питтингами. Для их анализа применено статистическое моделирование с помощью точечных процессов. Для моделирования обоюдного влияния питтинговых повреждений использованы случайные Марковские процессы с парным взаимодействием. Показано применение характеристик случайных процессов для определения наличия связи между питтингами.

SUMMARY. A series of experiments to study the distribution of pitting corrosion of stainless steels is carried out. With anodic polarization of a material sample in chlorinated environment a series of fragments of damaged surfaces by pitting corrosion is received. For image analysis of the materials pitting corrosion damage a statistical modeling using point processes is applied. For the modeling of pitting corrosion damage a Markov random processes with binary interactions is used. The use of the characteristics of random processes to determine the presence of the interaction between pittings is shown.

Poklyatsky A. G., Fedorchuk V. E., and Yavorskaya M. R. The resistance to stress corrosion cracking of the AMg5M alloy joints received by TIG and friction stir welding82

РЕЗЮМЕ. Досліджено тривкість до корозії під напруженням зварних з'єднань сплаву АМг5М товщиною 2 мм. Випробуванням зразків на корозійне розтріскування, коли задана деформація, виявлено, що в зварних з'єднаннях, отриманих у твердій фазі третім з перемішуванням, як і в основному матеріалі, тріщини не утворюються упродовж 90 діб під напруженнями на рівні границі текучості основного матеріалу. Проте після тривалого перебування їх у розчині зафіксовано загальну корозію, інтенсивність якої зростає зі збільшенням створюваних напружень під навантаженням. Встановлено, що за однобічного розтягу зразки і у вихідному стані, і після корозійного впливу за напружень, які становлять 50...100% від умовної границі текучості зварюваних листів, руйнуються по основному матеріалу і границя їх міцності знижується на 12...25%. У зразках зварних з'єднань, отриманих аргонодуговим зварюванням неплавким електродом, внаслідок інтенсивної корозії під впливом агресивного середовища утворюються тріщини, які візуально виявляють у зоні сплавлення шва з основним матеріалом. Побудовано залежності накопиченої ймовірності руйнування зразків таких з'єднань від створюваних у них напружень та визначено безпечні напруження за накопиченої ймовірності руйнування.

РЕЗЮМЕ. Исследована стойкость к коррозии под напряжением сварных соединений сплава АМг5М толщиной 2 мм. Испытаниями образцов на коррозионное растрескивание при заданной деформации выявлено, что в сварных соединениях, полученных в твердой фазе трением с перемешиванием, как и в основном материале, трещины не образуются в течение 90 суток при напряжениях на уровне предела текучести основного материала. Однако после длительного пребывания их в растворе наб-

людається об'єктом коррозія, інтенсивність якої збільшується з підвищенням створюваних напружень при навантаженні. Установлено, що при одноосному розтягненні зразки як в початковому стані, так і після корозійного впливу при напруженнях, що становлять 50...100% від умовного межі текучості зварюваних листів, руйнуються по основному матеріалу і межа їх міцності зменшується на 12...25%. В зразках зварних з'єдинень, отриманих аргонодуговою зваркою неплавлячимся електродом, внаслідок протікаючої під впливом агресивної середовища корозії виникають візуально виявлювані тріщини в зоні сплавлення шва з основним матеріалом. Побудовані залежності накопленої ймовірності руйнування зразків таких з'єдинень від створюваних в них напружень і визначені рівні безпечних напружень при накопленої ймовірності руйнування.

SUMMARY. The resistance to stress corrosion cracking of welded joints of AMg5M alloy 2 mm thick obtained by TIG and friction stir welding was investigated. Corrosion cracking testing of the specimens for a given deformation showed that in the welded joints, obtained in the solid phase by friction stir similar to the basic material, cracks are not formed during testing for 90 days at stress on the level of the yield strength of the basic material. However, their long stays in the solution leads to general corrosion, the intensity of which increases with the increase of the generated stress under loading. It was found that during uniaxial tensile fracture the samples, both in the initial state and exposed to the corrosive effect at stresses constituting 50...100% of the yield strength of welding sheets, fracture on the basic material and the tensile strength of the latter is reduced by 12...25%. It has been shown that in samples of welded joints obtained by TIG welding because of intensive corrosion, the cracks are formed under the influence of an aggressive environment leading to the formation of visually detectable cracks in the weld fusion zone with the basic material. The dependences of the cumulative failure probability samples of these joints on the value of created stresses in them were found and the safe stress levels at cumulative failure probability were determined.

Yavorskiy V. T. and Helesh A. B. Calculation of the parameters of evaporation of sulphuric acid solutions with low corrosion activity of phases.....90

РЕЗЮМЕ. Розглянуто умови тепло- і масообміну крапель сульфатної кислоти з газовим потоком. Розроблено математичну модель, яка дає змогу визначити головні параметри випарювання диспергованих розчинів сульфатної кислоти за безпосереднього їх контакту з гарячими газами.

РЕЗЮМЕ. Рассмотрены условия тепло- и массообмена капель серной кислоты с газовым потоком. Разработана математическая модель, позволяющая определить основные параметры выпаривания диспергированных растворов серной кислоты при их непосредственном контакте с горячими газами.

SUMMARY. Conditions of heat- and mass-transfer of sulphide acid drops with gas flow are considered. A mathematical model that gives an opportunity to determine main parameters of evaporation process of sulfate acid dispersed solutions after their direct contact with hot gases is worked out.

Ved M. V., Sakhnenko M. D., Karakurkchi A. V., Yermolenko I. Yu., and Fomina L. P. Functional properties of galvanic alloys Fe-Mo and Fe-Mo-W98

РЕЗЮМЕ. Розглянуто вплив режимів електроосадження на морфологію, топографію і структуру гальванічних сплавів заліза з молібденом і вольфрамом. Показано, що підвищення корозійного опору покриттів Fe-Mo і Fe-Mo-W у кислому та нейтральному хлоридному середовищі обумовлено як зростанням схильності до пасивації завдяки легувальним компонентам, так і формуванням глобулярної та гомогенної за складом поверхні. Встановлено, що мікротвердість гальванічних сплавів Fe-Mo і Fe-Mo-W у 2-3 рази перевищує показники підкладок з низьколегованої сталі, що пояснюється утворенням аморфної структури. Результати досліджень і триболо-

гічних випробувань свідчать про доцільність використання покривів подвійними і потрійними сплавами заліза для зниження зношування у парах тертя та підвищення корозійного опору і механічної міцності поверхонь, що робить їх перспективними для ремонтних і відновлювальних технологій.

РЕЗЮМЕ. Рассмотрено влияние режимов электроосаждения на морфологию, топографию и структуру гальванических сплавов железа с молибденом и вольфрамом. Показано, что повышение коррозионного сопротивления покрытий Fe–Mo и Fe–Mo–W в кислой и нейтральной хлоридсодержащей средах обусловлено как ростом склонности к пассивации благодаря легирующим компонентам, так и формированием глобулярной и гомогенной по составу поверхности. Установлено, что микротвердость гальванических сплавов Fe–Mo и Fe–Mo–W в 2–3 раза превышает показатели подложки из низколегированной стали, что объясняется образованием аморфной структуры. Результаты исследований и трибологических испытаний свидетельствуют о целесообразности использования покрытий двойными и тройными сплавами железа для снижения износа в парах трения и повышения коррозионного сопротивления и механической прочности поверхностей, что делает их перспективными для ремонтных и восстановительных технологий.

SUMMARY. The influence of the electrodeposition regimes on the morphology, topography and structure of electrolytic alloys of iron with molybdenum and tungsten is discussed. The increase in corrosion resistance of Fe–Mo and Fe–Mo–W coating in acidic and neutral chloride-containing environments due to both rising inclination to passivity by alloying components and the formation of the surface of globular and homogeneous composition is shown. The microhardness of galvanic Fe–Mo and Fe–Mo–W alloys is established to be 2–3 times higher than one of the mild steel substrate that can be explained by the formation of amorphous structure. Results of research and tribological tests suggest the feasibility of using double and triple iron alloy coatings to reduce wear in the friction pairs and increase corrosion resistance and mechanical durability of surfaces, which makes them promising for repair and restoring technologies.

Shtefan V. V., Bairachnyi B. I., Lisachuk H. V., Smirnova O. Yu., Zuyok V. A., Rud R. O., and Voronina O. V. Aluminum corrosion in contact with oxidized titanium and zirconium. 107

РЕЗЮМЕ. Вивчено корозію сплавів на основі титану, алюмінію, цирконію та заліза в розчинах натрій хлориду. Показано, що швидкість корозії алюмінію значно підвищується за контакту з цирконієм, титаном і нержавіючою сталлю. Доведено, що кінетика корозії алюмінію контролюється катодною реакцією відновлення молекулярного кисню. Показано, що швидкість корозії алюмінію поза контактом дорівнює швидкості за контакту з окисдованим цирконієм або титаном. Методом імпедансної спектроскопії досліджено захисні властивості оксидних покривів на титані та цирконії, одержаних мікродуговим оксидуванням та високо температурним окисненням.

РЕЗЮМЕ. Изучена коррозия сплавов на основе титана, алюминия, циркония и железа в растворах натрий хлорида. Показано, что скорость коррозии алюминия значительно повышается в контакте с цирконием, титаном и нержавеющей сталью. Доказано, что кинетика коррозии алюминия контролируется катодной реакцией восстановления молекулярного кислорода. Показано, что скорость коррозии алюминия вне контакта равна величине в контакте с окисдованным цирконием или титаном. Методом импедансной спектроскопии исследованы защитные свойства оксидных покрытий на титане и цирконии, полученных микродуговым окисированием и высокотемпературным окислением.

SUMMARY. The corrosion of alloys based on titanium, aluminum, zirconium and iron in sodium chloride solutions it is studied. The corrosion rate of aluminum significantly increases in contact with zirconium, titanium and stainless steel. It is proved that the kinetics of aluminium corrosion is controlled by the cathode reaction of reduction of molecular

oxygen. It is shown that the corrosion rate of aluminum out of contact is equal in contact with oxidized zirconium or titanium. Protective properties of oxide coatings on titanium and zirconium obtained by the method of microarc oxidation and high-temperature oxidation are investigated by the method of electrochemical impedance spectroscopy.

Hertsyk O. M., Boichyshyn L. M., Kovbuz M. O., Kulyk Yu. O., and Nosenko V. K.

Corrosion resistance of amorphous alloy

$\text{Fe}_{68,93}\text{Mn}_1\text{Mo}_4\text{Cr}_2\text{C}_7\text{P}_{10}\text{B}_5\text{Si}_2(\text{Cu}, \text{W}, \text{Al})_{0,07}$

in the environments of different aggression 114

РЕЗЮМЕ. Методами хронопотенціометрії та циклічної вольтамперометрії оцінено електрохімічні характеристики об'ємного та стрічкового зразка аморфного металевго сплаву $\text{Fe}_{68,93}\text{Mn}_1\text{Mo}_4\text{Cr}_2\text{C}_7\text{P}_{10}\text{B}_5\text{Si}_2(\text{Cu}, \text{W}, \text{Al})_{0,07}$ у 0,5 М водних розчинах натрію хлориду, калію гідроксиду та хлоридної кислоти. Встановлено, що поверхня стрічкового зразка в агресивних водних розчинах є стійкішою, ніж об'ємного аналогічного складу. Обчислені значення енергій активації процесів розчинення об'ємного зразка в агресивних середовищах різного складу свідчать про підвищену тривкість до корозії досліджуваного матеріалу.

РЕЗЮМЕ. Методами хронопотенциометрии и циклической вольтамперометрии оценено электрохимические характеристики объемного и ленточного образца аморфного металлического сплава $\text{Fe}_{68,93}\text{Mn}_1\text{Mo}_4\text{Cr}_2\text{C}_7\text{P}_{10}\text{B}_5\text{Si}_2(\text{Cu}, \text{W}, \text{Al})_{0,07}$ в 0,5 М водных растворах натрия хлорида, калий гидроксида и хлоридной кислоты. Установлено, что поверхность ленточного образца в агрессивных водных растворах более устойчива, чем объемного аналогического состава. Рассчитанные значения энергии активации процессов растворения объемного образца в агрессивных средах различного состава указывают на повышенную устойчивость к коррозии исследуемого материала.

SUMMARY. The electrochemical characteristics of the bulk and ribbon amorphous metallic alloy $\text{Fe}_{68,93}\text{Mn}_1\text{Mo}_4\text{Cr}_2\text{C}_7\text{P}_{10}\text{B}_5\text{Si}_2(\text{Cu}, \text{W}, \text{Al})_{0,07}$ in 0.5 M aqueous solutions of sodium chloride, hydrochloric acid, potassium hydroxide are evaluated by the potentiometric and voltamperometric methods. Surface of the investigated ribbon alloy in such aqueous solutions is more resisting than of the bulk sample with the same composition. The calculated values of activation energy of dissolution process of the bulk sample in aggressive environments of different composition indicate the increased resistance to the material corrosion.

Balitskii O. I., Kawiak M., and Kawiak P. Technical diagnostics

of the composite evaporator plant by production of sulfuric acid 121

РЕЗЮМЕ. Рециклінг відходів гідролітичної сірчаної кислоти (загущених та очищених у спеціальних випарниках) повертає їх до технологічного процесу виготовлення мінеральних добрив. Головний елемент конструкції технологічного обладнання (ємність випарника) при цьому зазнає інтенсивної деградації і потребує ефективного діагностування. Показано, що довговічність випарника, зміцненого скляними волокнами полімерного вінілоестрового ламінату, який працює в умовах змінних механічних і термічних навантажень, в основному залежить від властивостей матеріалу зносотривкого покриття, який захищає внутрішню поверхню ємності від стирання твердими відділеннями солей моногідратів та сульфатів заліза і магнію.

РЕЗЮМЕ. Переработка отходов гидролитической серной кислоты (загущенных и очищенных в специальных испарителях) возвращает их к технологическому процессу изготовления минеральных удобрений. Главный элемент конструкции (емкость испарителя) при этом подвергается интенсивной деградации. Показано, что долговечность испарителя (упрочненного стеклянными волокнами полимерного винилоэстрого ламината), который работает в условиях сменных механических и термических напряжений, в основном зависит от свойств материала износостойкого покрытия,

который защищает внутреннюю поверхность емкости от стирания твердыми выделениями солей моногидратов и сульфатов железа и магния.

SUMMARY. The utilizing of waste materials and waste products of industrial processes is increasing. Waste post-hydrolytic sulphuric acid, concentrated and purified in special evaporator plants is then used, for instance, in the production of fertilizers. A container comprising an evaporation chamber constitutes one of the main elements of an evaporator plant. The fatigue strength of an evaporator container made of glass-polymer laminate is considered. The tests conducted showed that the fatigue strength of the container working under changeable mechanical and heat loads is dependent to a large degree on the properties of the material of the abrasion resistant layer used inside the container.

Kushnir S. V., Kost M. V., and Seniv O. R. The effect of the “passive” gases barbotage on the properties of water and aqueous solutions of sodium chloride 127

РЕЗЮМЕ. Експериментально виявлено, що під час барботажу “пасивних” газів через водні розчини NaCl вимиваються не тільки розчинні CO₂ і O₂, але й безперервно генерує нова поверхня поділу газ–розчин, інтерфейс якої має чітко виражений кислотний характер. Тому під час розриву бульбашок газу на поверхні утворюються кислі аерозолі і виникає особливий барботажний хімічний ефект (БХЕ), коли рН самого розчину незалежно зростає (лужний БХЕ), або зменшується (кислотний БХЕ). Вид БХЕ визначають тип аерозолу (тонко- або грубодисперсний) і швидкість винесення його зі системи. В дистильованій воді БХЕ не спостерігають. Причиною кислотності інтерфейсу в бульбашках газу можуть бути структурні зміни в самій воді.

РЕЗЮМЕ. Экспериментально обнаружено, что при барботаже “пассивных” газов через водные растворы NaCl вымываются не только растворимые CO₂ и O₂, но и постоянно генерирует новая поверхность раздела газ–раствор, интерфейс которой имеет четко выраженный кислотный характер. Поэтому при разрыве пузырьков газа на поверхности образуются кислые аэрозоли и возникает особый барботажный химический эффект (БХЭ), когда рН самого раствора самостоятельно растет (щелочной БХЭ), или уменьшается (кислотный БХЭ). Вид БХЭ определяется типом аэрозоля (тонко- или грубодисперсный) и скоростью выноса его из системы. В дистиллированной воде барботажного химического эффекта не выявлено. Причиной кислотности интерфейса в пузырьках газа могут быть структурные изменения в самой воде.

SUMMARY. It was experimentally found that during barbotage of passive gases through aqueous solutions of NaCl not only the soluble CO₂ and O₂ are washed away, but also a new surface section of gas–solution interface which has a pronounced acidic character is constantly generating. Therefore, under the rupture of gas bubbles formed on the surface of acid aerosols there is a particular bubbling chemical effect (BCE), when the pH of the solution itself is growing (alkaline BCE) or decreasing (acid BCE). A view of BCE is determined by the aerosol type (fine or coarse-dispersive) and the speed of its removal from the system. In distilled water clear bubbling chemical effect was not revealed. The cause of the acidity of the interface in the gas bubbles can be structural changes in the water.

Onyshchuk O. O. Abrasive wear-resistance of Ti–Fe–Cr alloy obtained by self-propagating high-temperature synthesis and modified with boron and carbon 133

РЕЗЮМЕ. Подано результати досліджень впливу складу шихти на відносну абразивну зносотривкість матеріалу системи Ti–Fe–C–B–Cr, отриманого самопоширювальним високотемпературним синтезом. Встановлено, що після додавання вуглецю та бору гетерогенність структури та зносотривкість зростають. Виявлено, що внаслідок формування оптимального складу шихти і досягнення меншої поруватості матеріалу забезпечуються його найвищі трибологічні характеристики.

РЕЗЮМЕ. Приведены результаты исследований влияния состава шихты на относительную абразивную износостойкость материала системы Ti-Fe-C-B-Cr, полученного самораспространяющимся высокотемпературным синтезом. Установлено, что после добавления углерода и бора гетерогенность структуры и износостойкость повышаются. Выявлено, что вследствие формирования оптимального состава шихты и достижения меньшей пористости материала обеспечиваются его наиболее максимальные трибологические характеристики.

SUMMARY. The results of the investigation of the influence of charge on abrasive wear resistance of the Ti-Fe-C-B-Cr material obtained by self-propagating high-temperature synthesis are presented. It was established that the addition 17 mass.% of carbon and 2 mass.% of boron increases the heterogeneity and abrasive wear resistance of the structure. It was shown that porosity has a good influence on abrasive wear resistance of the developed materials. It is shown that the 40Ti-40Fe-17C-1Cr-2B alloy has the highest tribological characteristics due to the optimal composition of the charge.

Skalskyi V. R., Dolinska I. Ya., and Rudak M. O., and Opanasovych V. K.

AE-diagnostics of fatigue fracture of aluminum Al-Zn-Mg-Cu alloys..... 138

РЕЗЮМЕ. Описано методику діагностування зародження та стабільного поширення втомного руйнування алюмінієвого сплаву системи Al-Zn-Mg-Cu, в основі якої – особливості генерування акустичної емісії (АЕ) під час зародження та росту втомних тріщин в алюмінієвому сплаві марки 1973-T2. Виявлено, що характер випромінювання сигналів АЕ залежить від мікроструктури та механічних властивостей сплаву, а площа новоутворених дефектів пропорційна сумі амплітуд зареєстрованих сигналів. Встановлено, що перехід від стадії зародження до стабільного поширення втомного руйнування супроводжується різким стрибком АЕ-активності.

РЕЗЮМЕ. Описана методика диагностирования зарождения и стабильного распространения усталостного разрушения алюминиевого сплава системы Al-Zn-Mg-Cu. В ее основе – особенности генерирования акустической эмиссии (АЭ) при зарождении и росте усталостных трещин в алюминиевом сплаве марки 1973-T2. Выявлено, что характер излучения АЭ зависит от микроструктуры и механических свойств сплава, а площадь вновь образованных дефектов пропорциональна сумме амплитуд зарегистрированных сигналов. Установлено, что переход от стадии зарождения к стабильному распространению усталостного разрушения сопровождается резким скачком АЭ-активности.

SUMMARY. The method for diagnosing the initiation and stable propagation of fatigue fracture of the Al-Zn-Mg-Cu aluminum alloy has been described. The method is based on the generation features of acoustic emission (AE) during fatigue cracks initiation and growth in 1973-T2 aluminum alloy. It is shown that the acoustic emission radiation character directly depends on the alloy microstructure and its mechanical properties. The initiated defect area is proportional to the amplitude of the registered signals sum. An abrupt rise in the AE-activity is caused by a transition from the initiation stage to the fatigue fracture stable growth.