

ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ

ТОМ 50, № 5, 2014

вересень – жовтень

ЗМІСТ

<i>Похмурський В. І., Білий Л. М., Зінь Я. І., Киця А. Р.</i> Поліпшення захисних властивостей алкідних покривів нанорозмірним фосфатним пігментом	7
<i>Квятковскі Л., Гробельни М., Конарскі П.</i> Вибір параметрів обробки конверсійних покривів на високомісних алюмінієвих сплавах за допомогою циклічної вольтамперометрії	13
<i>Сахненко М. Д., Овчаренко О. О., Ведь М. В., Лябук С. І.</i> Фізико-механічні властивості гальванічних композицій Cu–Al ₂ O ₃	23
<i>Бойчишин Л. М., Герцик О. М., Ковбуз М. О., Котур Б. Я., Носенко В. К.</i> Корозійно-електрохімічні властивості аморфних сплавів Fe–Nb–В, легованих диспрозієм або тербієм	29
<i>Ясків О. І., Федірко В. М., Кухар І. С.</i> Вплив кисеньвмісних свинцевих розплавів на довготривалу міцність сталі А ІSІ 409L за підвищених температур	34
<i>Греділь М. І., Торібіо Дж.</i> Корозійний опір попередньо напружених сталевих прутків	39
<i>Волошин В. А., Звірко О. І., Сидор П. Я.</i> Вплив складу нейтрального ґрунтового середовища на корозійне розтріскування трубної сталі	44
<i>Зінь І. М., Хлопик О. П.</i> Репасивація алюмінію за присутності у корозивному середовищі фосфатного та нітратного інгібіторів	48
<i>Ленковський Т. М.</i> Вплив тертя берегів тріщини на циклічну тріщиностійкість сталі 65Г за поперечного зсуву	53
<i>Слободян З. В., Маглатюк Л. А., Купович Р. Б., Хабурський Я. М.</i> Композиції на основі екстрактів з кори та стружки дуба – інгібітори корозії середньовуглецевих сталей у воді	58
<i>Никифорчин Г. М., Лунарська Е., Кирилів В. І., Максимів О. В.</i> Воднева проникність поверхневих нанокристалічних структур вуглецевої сталі	67
<i>Русин Б. П., Торська Р. В., Похмурський А. Ю.</i> Моделювання розвитку корозійних пітингів з використанням коміркових автоматів	74
<i>Букет О. І., Ліночева О. В., Блуденко А. В., Нагорний О. В.</i> Вплив корозії на приведений опір амперометричного сенсора	81
<i>Винар В. А.</i> Корозійна поведінка сплаву ВН20, легованого графітом, карбідами хрому і ванадію	87
<i>Воробйова В. І., Чигиринець О. Е., Василькевич О. І.</i> Механізм формування на сталі захисної плівки леткими сполуками шроту ріпаку	91
<i>Балицький О. І., Хмель Я.</i> Опір кавітаційно-ерозійному та втомному руйнуванню листових суднобудівних сталей	101
<i>Голякевич А. А., Орлов Л. М., Похмурська Г. В., Студент М. М., Червінська Н. Р., Хилько О. В.</i> Вплив фазового складу наплавлених шарів штоків гідроциліндрів на їх локальну корозію	104

<i>Іваницький Я. Л., Гембара О. В., Штаюра С. Т., Кунь П. С., Костів Р. Б.</i>	
Оцінювання впливу водню на механічні характеристики сталі 40Х	111
<i>Онишко Л. Й., Сенюк М. М., Онишко О. Є.</i> Динамічні коефіцієнти концентрації напружень у площині з коловим отвором за дії ударних неосесиметричних навантажень	116
<i>Мицик Б. Г., Дем'янишин Н. М., Кость Я. П.</i> Знаки пружнооптичних коефіцієнтів у низькосиметричних матеріалах	122
У НАУКОВИХ КОЛАХ	
<i>Никифорчин Г. М.</i> Двадцята Європейська конференція з руйнування (ЕСФ-20).....	129

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

ТОМ 50, № 5, 2014

сентябрь – октябрь

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Похмурский В. И., Белый Л. М., Зинь Я. И., Кыця А. Р.</i> Улучшение защитных свойств алкидных покрытий наноразмерным фосфатным пигментом	7
<i>Квятковски Л., Гробельны М., Конарски П.</i> Выбор параметров обработки конверсионных покрытий на высокопрочных алюминиевых сплавах с помощью циклической вольтамперометрии.....	13
<i>Сахненко Н. Д., Овчаренко О. А., Ведь М. В., Лябук С. И.</i> Физико-механические свойства гальванических композиций Cu–Al ₂ O ₃	23
<i>Бойчишин Л. М., Герцык О. М., Ковбуз М. А., Котур Б. Я., Носенко В. К.</i> Коррозионно-электрохимические свойства аморфных сплавов Fe–Nb–B, легированных диспрозием или тербием.....	29
<i>Яськив О. И., Федирко В. Н., Кухар И. С.</i> Влияние кислородсодержащих свинцовых расплавов на длительную прочность стали AISI 409L при повышенных температурах.....	34
<i>Гредиль М. И., Торибио Дж.</i> Коррозионное сопротивление предварительно напряженных стальных прутков	39
<i>Волошин В. А., Звирко О. И., Сыдор П. Я.</i> Влияние состава нейтральной почвенной среды на коррозионное растрескивание трубной стали	44
<i>Зинь И. Н., Хлопык О. П.</i> Репассивация алюминия в коррозионной среде, содержащей фосфатный и нитратный ингибиторы	48
<i>Ленковский Т. М.</i> Влияние трения берегов трещины на циклическую трещиностойкость стали 65Г при поперечном сдвиге	53
<i>Слободян З. В., Маглатюк Л. А., Купович Р. Б., Хабурский Я. М.</i> Композиции на основе экстрактов из коры и стружки дуба – ингибиторы коррозии среднеуглеродистых сталей в воде	58
<i>Никифорчин Г. Н., Лунарска Э., Кырылив В. И., Максимив О. В.</i> Водородная проницаемость поверхностных нанокристаллических структур углеродной стали	67
<i>Русын Б. П., Торская Р. В., Похмурский А. Ю.</i> Моделирование развития коррозионных питтингов с использованием клеточных автоматов	74
<i>Букет А. И., Линючева О. В., Блуденко А. В., Нагорный А. В.</i> Влияние коррозии на приведенное сопротивление амперометрического сенсора.....	81
<i>Вынар В. А.</i> Коррозионное поведение сплава ВН20, легированного графитом, карбидами хрома и ванадия	87
<i>Воробйова В. И., Чигиринец Е. Э., Василькевич А. И.</i> Механизм формирования на стали защитной пленки летучими соединениями шрота рапса	91
<i>Балицкий А. И., Хмель Я.</i> Сопротивление кавитационно-эрозионному и усталостному разрушению листовых судостроительных сталей	101

<i>Голякевич А. А., Орлов Л. Н., Похмурская Г. В., Студент М. М., Червинская Н. Р., Хилько А. В.</i> Влияние фазового состава наплавленных слоев штоков гидроцилиндров на их локальную коррозию	104
<i>Иваницкий Я. Л., Гембара О. В., Штаюра С. Т., Кунь П. С., Костив Р. Б.</i> Оценка влияния водорода на механические характеристики стали 40X	111
<i>Онышко Л. И., Сенюк М. Н., Онышко А. Е.</i> Динамические коэффициенты концентрации напряжений в плоскости с круговым отверстием при воздействии ударных неосесимметричных нагрузений	116
<i>Мыцык Б. Г., Демьянишин Н. М., Кость Я. П.</i> Знаки упругооптических коэффициентов в низкосимметричных материалах	122
В НАУЧНЫХ КРУГАХ	
<i>Никифорчин Г. Н.</i> Двадцатая Европейская конференция по разрушению (ЕСФ-20).....	129

PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS

VOLUME 50, № 5, 2014

– oktober

CONTENTS

Pokhmurskii V. I., Bily L. M., Zin Ya. I., and Kytsya A. R. Improvement of alkyd coatings protective properties by nano-scale phosphate pigment.....7

РЕЗЮМЕ. За реакцією іонного обміну синтезовано наночастинки цинку фосфату товщиною ~20 nm і досліджено вплив природи реакційного середовища та модифікатора поверхні на їх форму та розмір. Показано, що оптимальними модифікаторами поверхні є акрилові мономери. Методом електрохімічної імпедансної спектроскопії досліджено протикорозійну активність синтезованого нанорозмірного цинку фосфату в алкідних покриттях на алюмінієвому сплаві. Встановлено, що нанорозмірний цинку фосфат має кращі інгібувальні властивості порівняно з відомим органічно модифікованим фосфатним пігментом і його можна застосовувати в лакофарбових ґрунтувальних покриттях.

РЕЗЮМЕ. По реакции ионного обмена синтезированы наночастицы цинка фосфата толщиной около 20 nm. Исследовано влияние природы реакционной среды и модификатора поверхности на их форму и размер. Показано, что оптимальными модификаторами поверхности являются акриловые мономеры. Методом электрохимической импедансной спектроскопии исследованы противокоррозионные свойства синтезированного наноразмерного цинка фосфата в алкидных покрытиях на алюминиевом сплаве. Установлено, что наноразмерный цинка фосфат имеет лучшее ингибирующее действие по сравнению с известным фосфатным пигментом и может применяться в лакокрасочных грунтовочных покрытиях.

SUMMARY. Zinc phosphate nanoplates of the thickness of about 20 nm were synthesized by ion exchange. The influence of reaction solution content and surface modifier on their shape and size was studied. It was shown that the optimal surface modifiers are acrylic monomers. Anticorrosion activity of the synthesized nano zinc phosphate in alkyd coatings on aluminum alloys were investigated by electrochemical impedance spectroscopy. It was proved that nanoscale zinc phosphate has better inhibiting properties compared to the known zinc phosphate pigment and can be used in paints and primer coatings.

Kwiatkowski L., Grobelny M., Konarski P. Selection of processing parameters for conversion coatings on high-strength aluminium alloys by cyclic voltammetry.....13

РЕЗЮМЕ. Розширено застосування методу дослідження збагачення міддю сплавів серії AA2000 за допомогою циклічної вольтамперометрії у боратному буфері після попереднього витримання зразків у 0,6 М розчині NaCl для оцінки різних поверхневих обробок, зокрема лужного очищення, освітлення, фосфатування, а також неорганічних та органічних інгібіторів корозії. Оскільки висота піка, визначена з вольтамперограм, є результатом перенесення заряду Cu/Cu^+ на поверхні Al-Cu, вибір відповідних речовин чи технологічних параметрів, що інгібують цю реакцію, може знайти застосування у розробці або модифікації технологій поверхневої обробки. Розроблено конкретні технологічні кроки для комплексного електрофосфатування сплаву AA2017 з використанням результатів вивчення вольтамперометричних пе-

рехідних процесів. Показано, що часткове усунення Cu з поверхні, без впливу на її об'ємний вміст у сплаві, найефективніше на стадії освітлення, тоді як інгібітори корозії сплаву Al/Cu найкраще діють на стадії фінальної обробки.

РЕЗЮМЕ. Расширено применение метода исследования обогащения медью сплавов серии AA2000 с помощью циклической вольтамперометрии в боратном буфере после предварительной выдержки образцов в 0,6 М растворе NaCl для оценки разных поверхностных обработок, в частности щелочной очистки, освещения, фосфатирования, а также неорганических и органических ингибиторов коррозии. Поскольку высота пика, определенная из вольтамперограмм, является результатом перенесения заряда Cu/Cu^+ на поверхности Al-Cu, выбор соответствующих веществ или технологических параметров, ингибирующих эту реакцию, может найти применение в разработке или модификации технологий поверхностной обработки. Разработаны конкретные технологические шаги для комплексного электрофосфатирования сплава AA2017 с использованием результатов изучения вольтамперометрических переходных процессов. Показано, что частичное устранение Cu из поверхности, без влияния на ее объемное содержание в сплаве, наиболее эффективно на стадии освещения, тогда как ингибиторы коррозии сплава Al/Cu лучше всего действуют на стадии финальной обработки.

SUMMARY. A method of recording copper enrichment on AA2000 series alloys by means of cyclic voltammetry in borate buffer preceded by immersion of the samples in 0.6 M NaCl solution is extended to the assessment of various surface treatments like alkaline cleaning, desmutting, phosphating and also inorganic and organic corrosion inhibitors. Since the height of the peak determined from voltammograms results from Cu/Cu^+ charge transfer taking place on Al-Cu surface a selection of adequate substances or technological parameters inhibiting this reaction may find an application in elaboration or modifying of surface technology. In this work the particular technological steps of the complex electro-phosphating process of AA2017 were elaborated using results obtained from voltammetric transients. It was shown that a partial removal of Cu from the surface without affecting bulk content was the most effective de-smutting stage while inhibitors of Al/Cu corrosion were effective in the post-treatment stage.

Sakhnenko M. D., Ovcharenko O. O., Ved M. V., and Ljabuk S. I.

Physicomechanical properties of Cu-Al₂O₃ galvanic compositions23

РЕЗЮМЕ. Описано електрохімічний метод формування композиційних покриттів і фольги на основі міді, армованої нанорозмірним оксидом алюмінію. Запропоновано підхід до хімічного диспергування оксиду алюмінію за принципом “зверху–вниз” і склад електrolіту, які забезпечують одержання композиційних матеріалів з різним вмістом модифікувальної фази. Встановлено вплив концентрації оксиду Алюмінію в електrolіті на фізико-механічні властивості армованої фольги. Зафіксовано підвищення міцності і низки інших фізико-механічних характеристик синтезованих композиційних матеріалів.

РЕЗЮМЕ. Описан электрохимический метод формирования композиционных покрытий и фольги на основе меди, армированной наноразмерным оксидом алюминия. Предложен подход к химическому диспергированию оксида алюминия по принципу “сверху–вниз” и состав электролита, которые обеспечивают формирование композиционных материалов с различным содержанием модифицирующей фазы. Установлено влияние концентрации оксида алюминия в электролите на физико-механические свойства армированной фольги. Результаты механических испытаний свидетельствуют о повышении прочности и ряда других физико-механических свойств синтезированных композиционных материалов.

SUMMARY. Electrochemical method for synthesis of the copper-based composite coatings and foils reinforced by nanosized alumina is described. The approach and technique for chemical dispersing of alumina according to the “top–down” principle as well as the content of electrolyte for the production of composite materials with different contents of modifying phase are provided. The influence of alumina concentration in the electrolyte on the physic-mechanic properties of reinforced foil is shown. Results of mechanical tests indicate the increased strength and other physicomachanical properties of the synthesized composite materials.

Boichyshyn L. M., Hertsyk O. M., Kovbuz M. O., Kotur B. Ya., and Nosenko V. K.

Corrosion-electrochemical properties of amorphous Fe–Nb–B alloys alloyed with dysprosium or terbium29

РЕЗЮМЕ. За хронопотенціометричними вимірюваннями зміни вільного потенціалу та результатами циклічної вольтамперометрії електродів аморфних металевих сплавів (АМС) $Fe_{82}Nb_2B_{14}(Dy, Tb)_2$ у водних розчинах NaCl, NaOH, KOH визначено основні електрохімічні характеристики їх корозійної тривкості. Найвищу захисну дію забезпечує легування АМС тербієм, що зумовлено нерозчинністю та високою адгезією до поверхні продуктів його окиснення.

РЕЗЮМЕ. По хронопотенциометрическим измерениям изменения свободного потенциала и результатам циклической вольтамперометрии электродов аморфных металлических сплавов (АМС) $Fe_{82}Nb_2B_{14}(Dy, Tb)_2$ в водных растворах NaCl, NaOH, KOH определены основные электрохимические характеристики их коррозионной стойкости. Более высокое защитное действие вызывает легирование АМС тербием, что обусловлено нерастворимостью и высокой адгезией к поверхности продуктов его окисления.

SUMMARY. Using the chronopotentiometric measuring of free potential changes and the results of cyclic voltammetry of electrodes of the amorphous metallic alloys (AMA) $Fe_{82}Nb_2B_{14}(Dy, Tb)_2$ in aqueous solutions of NaCl, NaOH, KOH the main electrochemical characteristics of corrosion resistance were determined. The highest protective effect was recorded for AMA alloyed with terbium, due to insolubility and high adhesion to the surface of its oxidation products.

Yaskiv O. I., Fedirko V. M., and Kukhar I. S. The influence of oxygen-

containing lead melts on long-term strength of AISI 409L steel at elevated temperatures34

РЕЗЮМЕ. Досліджено закономірності впливу розплавів свинцю та евтектики свинець–висмут на довготривалу міцність сталі феритного класу AISI 409L (Fe–11Cr) в температурному інтервалі 500...600°C. Встановлено, що вони знижують опірність тривалому статичному навантаженню сталі порівняно з вакуумним середовищем. З підвищенням температури негативний вплив евтектики зростає внаслідок корозійної дії свинцевих розплавів, а саме селективного розчинення хрому вздовж меж зерен та утворення оксидів на основі заліза, які окрихчуються під навантаженням, що полегшує руйнування матеріалу.

РЕЗЮМЕ. Исследованы закономерности влияния расплавов свинца и эвтектики свинец–висмут на длительную прочность стали ферритного класса AISI 409L (Fe–11Cr) в температурном интервале 500...600°C. Установлено, что они снижают сопротивление стали длительным статическим нагрузкам в сравнении с вакуумной средой. С повышением температуры негативное влияние эвтектики возрастает в результате коррозионного воздействия свинцовых расплавов, а именно селективного

растворения хрома вдоль границ зерен и формирования оксидов на основе железа, которые быстрее охрупчиваются под напряжением, облегчая разрушение материала.

SUMMARY. The regularities of the influence of lead and lead-bismuth eutectic melts on the long-term strength of ferritic steel AISI 409L (Fe-11Cr) in the temperature range 500... 600°C were investigated. It was established that lead and eutectic melts reduce the resistance of steel to static loads as compared to vacuum. The negative impact of the eutectic increases with temperature rising. One of the reasons of the delayed fracture resistance of steel under long-term static loading in lead is corrosive activity of lead and eutectic, namely the selective dissolution of chromium along the grain boundaries and the formation of iron oxides that embrittle rapidly under loading, facilitating material fracture.

Hredil M. I. and Toribio J. Corrosion resistance of prestressing steel wires39

РЕЗЮМЕ. Холодне волочіння широко застосовують для надання міцності пруткам перлітної сталі для залізобетонних виробів. При цьому сталь пластично деформується, зростає кількість дефектів, що може знизити її корозійну тривкість. Досліджено вплив холодного волочіння на електрохімічну поведінку перлітної сталі у лужному та нейтральному середовищах. За умов пасивації поверхні в середовищі з рН 12,5 зміну властивостей сталі не зафіксовано. Зниження поляризаційного опору, а отже, корозійної тривкості сталі внаслідок обробки, спостерігали лише в околі потенціалу корозії у розчині NaCl.

РЕЗЮМЕ. Холодное волочение широко используют для придания прочности пруткам из перлитной стали для железобетонных изделий. При этом сталь пластически деформируется, возрастает количество дефектов, что может снизить ее коррозионную стойкость. Исследовали влияние холодного волочения на электрохимическое поведение перлитной стали в щелочной та нейтральной средах. В условиях пассивации поверхности в среде с рН 12,5 изменение свойств стали не обнаружено. Снижение поляризационного сопротивления, а значит, коррозионной стойкости стали в результате обработки, наблюдали только вблизи потенциала коррозии в растворе NaCl.

SUMMARY. Cold drawing process is widely used for strengthening of wires made from pearlitic steels for reinforced concrete structures. Then the steels undergo plastic deformation and the amount of defects rises. It could worsen their corrosion resistance. In this work the effect of cold drawing on the electrochemical behaviour of a pearlitic steel in alkali and neutral environments is investigated. Under passivation conditions in the environment with pH 12.5 the changes in the steel properties are not fixed. The decrease in polarization resistance values and therefore corrosion acceleration as a result of the steel treatment is observed only in the vicinity of corrosion potential in 3% NaCl solution.

Voloshyn V. A., Zvirko O. I., and Sydor P. Ya. The influence of neutral soil environment on stress corrosion cracking of pipe steel44

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив різних електролітів (хлорид-, сульфат-, карбонат-, фосфат- та нітрат-іонів) на характеристики опору трубної сталі 17Г1С виразковій корозії та корозійному розтріскуванню у нейтральному модельному ґрунтовому середовищі NS-4. Проаналізовано кореляцію цих характеристик та можливий механізм корозійного розтріскування трубної сталі у досліджених середовищах.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние различных электролитов (хлорид-, сульфат-, карбонат-, фосфат- и нитрат-ионов) на характеристики сопротивления трубной стали 17Г1С язвенной коррозии и коррозионному растрескиванию в нейтральной модельной почвенной среде NS-4. Проанализирована корреляция этих характеристик, а так-

же возможный механизм коррозионного растрескивания трубной стали в исследованных средах.

SUMMARY. The influence of different electrolytes (chloride, sulphate, carbonate, phosphate and nitrate ions) on the characteristics of the resistance of 17Г1С pipeline steel to pitting corrosion and stress corrosion cracking in the near-neutral pH model soil environment, NS-4 is investigated. The correlation of these characteristics and also possible mechanism of stress corrosion cracking of the pipeline steel in studied environments is analyzed.

Zin I. M. and Khlopyk O. P. Aluminium repassivation at the presence of phosphate and nitrate inhibitors in corrosive environment48

РЕЗЮМЕ. Досліджено ефективність інгібування корозії алюмінію на стадії репассивації після руйнування поверхневої оксидної плівки. Встановлено, що додавання в розчин кислого дощу фосфатного та нітратного інгібіторів зменшує різницю між потенціалом вільної корозії поверхні алюмінію і її перехідним потенціалом під час формування пасивної плівки. Виявлено та доведено протикорозійний синергетичний ефект фосфат-нітратної композиції на механічно активованій алюмінієвій поверхні.

РЕЗЮМЕ. Исследовано эффективность ингибирования коррозии алюминия на стадии репассивации после разрушения поверхностной пленки окисла. Установлено, что добавление в раствор кислого дождя фосфатного и нитратного ингибиторов уменьшает разницу между потенциалом коррозии алюминиевой поверхности и ее переходным потенциалом в процессе формирования пассивной пленки. Обнаружен и доказан синергетический антикоррозионный эффект фосфат-нитратной композиции на механически активированной алюминиевой поверхности.

SUMMARY. The effectiveness of aluminium corrosion inhibition at the repassivation stage after surface oxide film failure was investigated. A special mini-guillotine with ceramic non-conductive blade was manufactured for aluminum wire cutting. Corrosion potential and polarization current were measured by use of the computer operated potentiostat and three electrode cells. Synthetic acid rain with added inhibitors served as the corrosion solution. It was established that nitrate and phosphate inhibitors decrease the difference between corrosion potential of aluminium surface and its transition potential during passive film formation. The synergistic anticorrosion effect of phosphate/nitrate composition on mechanically activated aluminium surface was revealed and proved.

Lenkovskiy T. M. The influence of crack faces friction on fatigue crack growth resistance of 65Г steel under transverse shear53

РЕЗЮМЕ. Досліджено руйнування сталі 65Г за циклічного навантаження поперечним зсувом на балкових зразках з боковою тріщиною. Експериментально визначено коефіцієнт тертя берегів тріщини на зразках зі сталі з трооститною структурою та побудовано кінетичні діаграми втомного руйнування. Встановлено вплив тертя берегів тріщини на циклічну тріщиностійкість сталі 65Г за поперечного зсуву для трооститної та сорбітної структур залежно від швидкості росту втомної тріщини.

РЕЗЮМЕ. Исследовано разрушение стали 65Г в условиях циклического нагружения поперечным сдвигом на балочных образцах с боковой трещиной. Экспериментально определен коэффициент трения берегов трещины в образцах из стали трооститной структуры и построены кинетические диаграммы усталостного разрушения. Установлено влияние трения берегов трещины на циклическую трещиностойкость стали 65Г в условиях поперечного сдвига для трооститной и сорбитной структур в зависимости от скорости роста усталостной трещины.

SUMMARY. Fracture of 65Г steel under cyclic Mode II loading of I-beam specimens with an edge crack is investigated. Crack faces friction factor for trostite structure of steel is experimentally determined and crack growth rate curves are plotted. The influence of crack faces friction on crack growth resistance of 65Г steel under Mode II fracture for trostite and sorbite structures versus fatigue crack growth rate is established.

Slobodian Z. V., Mahlatyuk L. A., Kupovych R. B., and Khaburskyi Ya. M.

Compositions based on extracts of oak bark and chips – corrosion inhibitors of low-carbon steels in water.....58

РЕЗЮМЕ. Виділено з кори і стружки дуба екстракти та створено синергічні композиції на їх основі, які захищають середньовуглецеві сталі від корозії у воді на 80...95%. Найефективнішою є композиція ТИС-4, яка містить неорганічний та органічний синергісти. Електрохімічними дослідженнями встановлено, що під впливом цих інгібіторів на поверхні сталі формується хемосорбційна плівка, внаслідок чого зростає поляризаційний опір, опір переносу заряду, підвищується енергія активації корозії та гальмуються обидві електродні реакції. Розроблені композиції є інгібіторами змішаної дії та ефективні у водах середньої твердості.

РЕЗЮМЕ. Получены из коры и стружки дуба экстракты и синергические композиции на их основе, которые защищают среднеуглеродистые стали от коррозии в воде на 80...95%. Самой эффективной является композиция ТИС-4, содержащая неорганический и органический синергисты. Электрохимическими исследованиями установлено, что под влиянием этих ингибиторов на поверхности стали образуется хемосорбционная пленка, вследствие чего возрастает поляризационное сопротивление, сопротивление переносу заряда, увеличивается энергия активации коррозии и тормозятся обе электродные реакции. Разработанные композиции являются ингибиторами смешанного действия, эффективными в водах средней твердости.

SUMMARY. The extracts oak chip and bark extracts and synergetic compositions on their base that protect the medium-carbon steels against corrosion in water by 80...95% are obtained. Composition TIS-4, containing inorganic and organic synergists, is the most effective inhibitor. It is shown by electrochemical investigation that under the influence of those inhibitors chemisorption film is formed on the metal surface, which provides an increase of polarization resistance, transfer charge resistance, activation energy of corrosion and retarding of both cathode and anode electrode reactions. The developed compositions are the inhibitors of mixed action and are effective in the medium-hardness water.

Nykyforchyn H. M., Lunarska E., Kyryliv V. I., and Maksymiv O. V. Hydrogen

permeability of surface nano-crystal structures of carbon steel.....67

РЕЗЮМЕ. Досліджено водневу проникність поверхневих нанокристалічних структур, сформованих механоімпульсною обробкою на сталі 45 з використанням різних технологічних середовищ. Виявлено, що таким структурам властива істотно нижча воднева проникність порівняно з необробленою сталлю, що вказує на утворення великої кількості водневих пасток під час обробки. Зміцнений поверхневий шар схильніший також до розвитку розсіяної пошкодженості під час наводнювання, однак, може слугувати бар'єром для проникнення водню в матричний матеріал.

РЕЗЮМЕ. Исследована водородная проницаемость поверхностных нанокристаллических структур, сформированных механоимпульсной обработкой на стали 45 с использованием различных технологических сред. Выявлено, что им свойственна существенно меньшая водородная проницаемость в сравнении с необработанной сталью, что указывает на формирование большого количества водородных ловушек в процессе обработки. Упрочненные поверхностные слои также более склонны к

развитию рассеянной поврежденности при наводороживании, но тем не менее могут служить барьером для дальнейшего проникновения водорода в матричный материал.

SUMMARY. Hydrogen permeation of surface nanocrystalline structures generated by mechanical-pulse treatment on 45 steel with the use of different technological environments is investigated. It is shown that such structures are characterized by the essentially lower hydrogen permeation in comparison with untreated steel thus indicating the creation of a large quantity of hydrogen traps in the treatment process. The strengthened surface layer is more sensitive to the development of dissipated damaging during its hydrogenation but still can serve as a barrier for further permeation of hydrogen in the material matrix.

Rusyn B. P., Torska R. V., and Pokhmurskii A. Yu. Modeling of pitting-like defects evolution with application of cellular automata.....74

РЕЗЮМЕ. Для симуляції розвитку пітингів та пітингоподібних дефектів запропоновано використання коміркових автоматів. Показано динаміку руйнування досліджуваних ділянок. Подано порівняльний аналіз швидкості пітингової корозії, яка протікає у реальних умовах та в результаті симуляції. Встановлено, що моделювання за допомогою коміркових автоматів дає можливість із високою точністю відтворювати фізику процесу корозії у сплаві Д16Т.

РЕЗЮМЕ. Для симуляции развития питтинга и питтингоподобных дефектов предложено использование клеточных автоматов. Показано динамику разрушения исследуемых участков. Представлен сравнительный анализ скорости питтинговой коррозии, которая протекает в реальных условиях и в результате симуляции. Установлено, что моделирование с помощью клеточных автоматов дает возможность с высокой точностью воспроизводит физику процесса коррозии в сплаве Д16Т.

SUMMARY. For simulation of the processes of pitting and pit-like defects evolution it is proposed to use the cellular automaton. The fracture process dynamics of the studied areas is shown. The comparative analysis of pitting corrosion speed that occurs in the real conditions and as a result of simulation is presented. It is found that simulation using cellular automaton makes it possible to reproduce accurately the physics of the corrosion process in Д16Т alloy.

Buket O. I., Linyucheva O. V., Bludenko A. V., and Nagorniy O. V. The influence of corrosion on the effective resistance of amperometric sensors.....81

РЕЗЮМЕ. Встановлено, що корозія електродів з вентильного металу титану змінює структуру приведенного опору через збільшення внеску омичного опору пасивних плівок на межі метал–розчин. Показано, що за умов низької корозивної агресивності електроліту пасивні плівки на титані монотонно старіють, ущільнюючись і збільшуючи свій омичний опір. На це вказує температурний коефіцієнт нижче 1%/°С. Помірною й інтенсивною корозією титану у кислих і лужних електролітах супроводжується періодичним (період більше тижня) чергуванням ущільнення і розпушування пасивних шарів. За загальної тенденції до збільшення приведенного опору спостерігали періодичну зміну як його значення, так і температурного коефіцієнта. У сенсорів з високою роздільною здатністю це викликає значну зміну похибки вимірювань з періодом коливань близько одного-двох тижнів. Збільшення температури скорочує період коливань похибки вимірювань і сприяє затуханню цих коливань, викликаних чергуванням лімітувальних стадій струмоутворювального процесу, на фоні зростання приведенного опору пасивних плівок титану.

РЕЗЮМЕ. Установлено, что коррозия электродов с вентильного металла титана изменяет структуру приведенного сопротивления за счет увеличения вклада омического сопротивления пассивных пленок на границе металл–раствор. Показано, что в

условиях низкой коррозионной агрессивности электролита пассивные пленки на титане монотонно стареют, уплотняясь и увеличивая свое омическое сопротивление. На это указывает температурный коэффициент ниже $1\%/^{\circ}\text{C}$. Умеренная и интенсивная коррозия титана в кислых и щелочных электролитах сопровождается периодическим (период больше недели) чередованием уплотнения и разрыхления пассивных слоев. При общей тенденции к увеличению приведенного сопротивления наблюдается периодическое изменение как его значения, так и температурного коэффициента. В сенсоров с высоким разрешением это вызывает значительное изменение погрешности измерений с периодом около одной-двух недель. Увеличение температуры сокращает период колебаний погрешности измерений и способствует затуханию этих колебаний, вызванных чередованием лимитирующих стадий токообразующего процесса, на фоне роста приведенного сопротивления пассивных пленок титана.

SUMMARY. It is found that the corrosion process of titanium electrodes changes the structure of the effective resistance by increasing the ohmic resistance fraction of passive film on the metal–solution interface. It is shown that the passive films on titanium are monotonously deteriorating, compacting and increasing its ohmic resistance upon condition of low corrosion of aggressive electrolyte. This is indicated by the temperature coefficient of less than $1\%/^{\circ}\text{C}$. Moderate and intense corrosion of titanium in acid and alkaline electrolytes is accompanied by periodic (period more than a week) alternating processes of compaction and loosening of passive layers. Under the general increasing trend of effective resistance the periodic change of this value as well as the temperature coefficient was observed. It causes a significant change in measurement errors with a period of about one-two weeks in sensors with high resolution. The temperature increase reduces the period of oscillation and causes the increase of the processes of oscillation against background of the effective resistance.

Vynar V. A. Corrosion behavior of BH20 alloy alloyed with graphite, chromium and vanadium carbides87

РЕЗЮМЕ. Досліджено корозійні властивості композиційного матеріалу на основі карбиду вольфраму в нікелевій зв'язці, легованого графітом, карбідами хрому і ванадію. Показано, що за введення графіту до складу композита BH20 його тривкість до корозії в 3%-му розчині NaCl знижується: за додавання 2 і 4% графіту збільшується густина струму корозії відповідно у 2 і 2,5 рази. Легування вихідного композита карбідом ванадію у кількості 0,15 та 1% підвищує струми корозії, а введенням карбиду хрому в кількості 1% вдається знизити їх практично на порядок.

РЕЗЮМЕ. Исследованы коррозионные свойства композиционного материала на основе карбида вольфрама в никелевой связке, легированного графитом, карбидами хрома и ванадия. Показано, что введение графита в состав композита BH20 снижает его устойчивость к коррозии в 3%-ом растворе NaCl: добавление 2 и 4% графита увеличивает плотность тока коррозии соответственно в 2 и 2,5 раза. Легирование исходного композита карбидом ванадия в количестве 0,15 и 1% повышает токи коррозии, а введением карбида хрома в количестве 1% удается снизить их практически на порядок.

SUMMARY. The corrosion properties of composite material based on tungsten carbide on a nickel base, alloyed with graphite, carbides of chromium and vanadium are investigated. It is shown that the introduction of the graphite in the BH20 composite reduces its corrosion resistance in 3% NaCl solution: addition of 2 and 4% graphite increases the corrosion current density respectively in 2 and 2.5 times. Composite alloying with vanadium carbide in an amount of 0.15 and 1% increases the corrosion currents, and the introduction of chromium carbide in an amount of 1% can be reduced to almost an order of magnitude.

<i>Vorob'iova V. I., Chygyrynets O. E., and Vasykhevych O. I. Mechanism of the protective film formation on steel by volatile compounds of extract cake oil rapeseed</i>	91
--	----

РЕЗЮМЕ. Теоретично обґрунтовано і експериментально доведено механізм утворення та компонентний склад захисної плівки, сформованої на поверхні під час обробки сталі екстрактом шроту ріпаку як летким інгібітором корозії. Методом газової хромато-мас-спектрометрії досліджена динаміка зміни компонентного складу летких сполук ізопропанольного екстракту шроту ріпаку (родини *Brassicaceae*). Вивчено вплив окремих його компонентів на корозійну поведінку сталі за періодичної конденсації вологи. Встановлено, що основними складниками, що забезпечують протикорозійну ефективність екстракту, є альдегіди, кетони та глікозиди. Запропонована модель структури захисної плівки.

РЕЗЮМЕ. Теоретически обоснован и экспериментально доказан механизм образования и компонентный состав защитной пленки, сформированной на поверхности при обработке стали экстрактом шрота рапса как летучим ингибитором коррозии. Методом газовой хромато-масс-спектрометрии исследована динамика изменения компонентного состава летучих соединений изопропанольного экстракта шрота рапса (семейства *Brassicaceae*). Изучено влияние отдельных его компонентов на коррозионное поведение стали при периодической конденсации влаги. Установлено, что основными компонентами, обеспечивающими противокоррозионную эффективность, являются альдегиды, кетоны и гликозиды. Предложена модель структуры защитной пленки.

SUMMARY. The mechanisms of the protective film formation on the surface of steel and film composition under inhibitor protection are proved theoretically and experimentally. The dynamics of change of the volatile components of 2-propanol extract cake oil rapeseed are studied by gas chromatography-mass spectrometry and IR-spectroscopy methods. It is established that the main components of 2-propanol extract cake oil rapeseed, providing corrosion performance of plant extracts, are aldehydes, ketones and glycosides. The influence of individual components on corrosion behavior of steel in simulated atmospheric water is investigated. The model of the protective film structure is proposed for the first time.

<i>Balitskii O. I. and Chmiel J. Resistance against cavitation-erosion and fatigue fracture of sheet ship building steels</i>	101
---	-----

РЕЗЮМЕ. Рекомендовано мікролеговану бором сталь SSAB Domex, яка має підвищений опір корозійно-ерозійному руйнуванню та малоцикловій втомі, замість існуючої 18Mn2 у водному транспорті та в елементах гідротехнічних споруд, що піддаються впливу сильних потоків води. Зокрема, в соплах Корта, приводах стерна, частинах корпусів річних суден, які особливо чутливі до ерозії.

РЕЗЮМЕ. Микролегированную бором сталь SSAB Domex, обладающую повышенной малоцикловою долговечностью, рекомендовано вместо стали 18Mn2 в элементах гидротехнических сооружений, которые подвергаются влиянию сильных потоков воды. В частности, в соплах Корта, приводах руля, частях корпусов речных судов, которые особенно чувствительны к эрозии.

SUMMARY. Boron-microalloyed steel SSAB Domex with increased low-cycle durability is proposed to be used instead of 18Mn2 steel in hydrotechnical elements of structures, subjected to the flow water effect, in particular in Cort inlets, rudder drive, parts of the river ships, which are especially sensitive to erosion.

Goliakevych A. A., Orlov L. M., Pokhmurska H. V., Student M. M., Chervinska N. R., and Khylyko O. V. The influence of phase composition of deposited layers of hydrocylinder rods on their local corrosion 104

РЕЗЮМЕ. Встановлено вплив фазового складу наплавлених із порошкових дротів штоків гідроциліндрів на їх локальну корозію. Вивчено корозійну тривкість наплавлених шарів у 3%-му розчині NaCl за кімнатної температури, а також вплив їх фазового складу на характер корозійних пошкод. Виявлено, що наплавленим шарам із порошкових дротів із вмістом хрому 14...20 mass.% властива сильна локальна стрічкова корозія, інтенсивність якої залежить від фазового складу шару. Зафіксовано, що зі збільшенням у структурі шару фериту підвищується корозійна тривкість аустенітної матриці.

РЕЗЮМЕ. Установлено влияние фазового состава наплавленных из порошковых проволок штоков гидроцилиндров на их локальную коррозию. Изучено коррозионную стойкость наплавленных слоев в 3%-ом растворе NaCl при комнатной температуре, а также влияние фазового состава слоев на характер коррозионных повреждений. Выявлено, что слоям из порошковых проволок с содержанием 14...20 mass.% хрома свойственна сильная локальная ленточная коррозия, интенсивность которой зависит от фазового состава слоя. Зафиксировано, что с увеличением в структуре наплавленного слоя феррита повышается коррозионная стойкость аустенитной матрицы.

SUMMARY. Corrosion resistance of the deposited layers obtained by fusing automatic flux of cored wire in 3% NaCl aqueous solution is investigated. To select the optimal composition of the cored wire for deposition of the rods of hydraulic cylinders for mining equipment the cored wires with a chromium content of 14...20 mass.% and with addition of nickel, molybdenum, vanadium, niobium, manganese and silicon are used. It is shown that localized corrosion is typical for deposited layers and corrosion damages are arranged with typically line-like orientation. It is also shown that with the increase of the deposited layer of ferrite in structure the corrosion resistance of austenite matrix increases.

Ivanytskyi Ya. L., Hembara O. V., Shtayura S. T., Kun' P. S., and Kostiv R. B. Evaluation of hydrogen influence on mechanical properties of 40X steel 111

РЕЗЮМЕ. Запропоновано теоретико-експериментальний підхід для кількісної оцінки впливу водню на механічні властивості сталі 40X. Експериментально визначено характеристики міцності та пластичності і побудовано аналітичні залежності границі текучості, істинних напружень та відносного звуження сталі 40X від концентрації в ній водню.

РЕЗЮМЕ. Предложен теоретико-экспериментальный подход для количественной оценки влияния водорода на механические свойства стали 40X. Экспериментально установлены характеристики прочности и пластичности, а также построены аналитические зависимости предела текучести, истинных напряжений и относительного сужения стали 40X от концентрации в ней водорода.

SUMMARY. The theoretical and experimental approach to evaluation of the influence of hydrogen on the mechanical properties of steels was proposed. Characteristics of strength and plasticity were experimentally established. Analytical dependences of yield stress, true fracture stresses and relative narrowing of 40X steel on the concentration of hydrogen in the metal were built.

Onyshko L. Yo., Senyuk M. M., and Onyshko O. Ye. Dynamic stress concentration factors in a plane with a circular hole under action of impact nonaxisymmetrical loads 116

РЕЗЮМЕ. Модифікованим методом скінченних різниць за часом та методом рядів Фур'є за кутовою координатою розв'язано плоску динамічну задачу теорії пружності про дію неосесиметричних ударних зусиль на краю колового отвору у нескінченній площині. Розраховано концентрацію напружень на отворі залежно від часу за різних коефіцієнтів Пуассона та параметрів навантаження. Встановлено, що дію зосереджених сил на отворі можна змоделювати параболічно розподіленими за кутовою координатою зусиллями.

РЕЗЮМЕ. Модифицированным методом конечных разностей по времени и методом рядов Фурье по угловой координате решена плоская задача теории упругости о действии неосесимметричных ударных усилий на краю кругового отверстия в бесконечной плоскости. Рассчитана концентрация напряжений на отверстии в зависимости от времени для различных коэффициентов Пуассона и геометрических параметров нагружения. Показано, что действие сосредоточенной силы можно смоделировать параболически распределенными усилиями.

SUMMARY. Using the modified finite difference method with respect to time and the Fourier series method with respect to angular variable the plane elastic theory problem on the action of nonaxisymmetrical impact forces at the circular hole boundary in an infinite plane is solved. The stress concentration at the hole depending on time for different Poisson's ratios and geometrical parameters of the loading is calculated. The action of concentrated force can be simulated by parabolic distributed forces.

Mytsyk B. H., Demianyshyn N. M., and Kost' Ya. P. Signs of elasto-optic coefficients in low-symmetry materials 122

РЕЗЮМЕ. Для кристалів вольфрамату кальцію CaWO_4 на основі п'єзооптичних π_{im} і пружних C_{mn} коефіцієнтів заповнено матрицю пружнооптичних констант p_{in} та розраховано похибки їх визначення. Виявлено емпіричну закономірність: знаки п'єзо- і пружнооптичних коефіцієнтів з однаковими індексами збігаються. Показано, що ця закономірність справедлива також для інших низькосиметричних кристалів, які відносяться до різних класів симетрії. За найбільшими пружнооптичними коефіцієнтами вольфрамат кальцію переважає деякі відомі акустооптичні матеріали, тому перспективний для застосування в акустооптичних пристроях.

РЕЗЮМЕ. Для кристаллов вольфрамата кальция CaWO_4 на основе пьезооптических π_{im} и упругих C_{mn} коэффициентов заполнено матрицу упругооптических констант p_{in} и рассчитаны погрешности их определения. Обнаружена эмпирическая закономерность: знаки пьезо- и упругооптических коэффициентов с одинаковыми индексами совпадают. Показано, что эта закономерность справедлива и для других низкосимметричных кристаллов, относящихся к разным классам симметрии. По величине упругооптических коэффициентов вольфрамат кальция превосходит некоторые известные акустооптические материалы, поэтому является перспективным для применения в акустооптических устройствах.

SUMMARY. Matrix of elasto-optic constants p_{in} is filled and an error of their determination is calculated for calcium tungstate CaWO_4 crystals based on piezo-optic π_{im} and elastic C_{mn} coefficients. The empirical regularity is found: signs of piezo- and elasto-optic coefficients with the same indices coincide. It is shown that this regularity is true for other low-symmetric crystals which belong to different symmetry classes. Calcium tungstate dominates over some known acousto-optic materials by the largest values of elasto-optic coefficients and therefore it is prospective for application in acousto-optical devices.

IN SCIENTIFIC CIRCLES

Nykyforchyn H. M. The Twentieth European Conference on Fracture (ECF-20)..... 129