

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

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

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Р. АКІД (Великобританія), *С. ВОДЕНІЧАРОВ* (Болгарія), *І.-Р. ГАРРІС* (Великобританія), *Г. ГЛІНКА* (Канада), *В. ДІЦЕЛЬ* (Німеччина), *О. М. ЛОКОЩЕНКО* (Росія), *Е. ЛУНАРСЬКА* (Польща), *М. А. МАХУТОВ* (Росія), *М. Ф. МОРОЗОВ* (Росія), *А. НЕЙМІЦ* (Польща), *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*, *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), *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)

Відповідальні за випуск: член-кор. НАНУ, д-р техн. наук, проф. *В. І. Похмурський*
член-кор. НАНУ, д-р техн. наук, проф. *М. С. Хома*

Responsible for issue corr.-member NASU, Dr. (Engn.), Prof. *V. I. Pokhmurskii*
corr.-member NASU, Dr. (Engn.), Prof. *M. S. Khoma*

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: journal.pcmm@gmail.com

WWW-address: <http://pcmm.ipm.lviv.ua>

Editorial office address: Karpenko Physico-Mechanical Institute, 5, Naukova St.,
Lviv 79601, Ukraine. Tel.: (38) 032 263-73-74,
(38) 032 229-62-30. Fax: (38) 032 264-94-27.
E-mail: journal.pcmm@gmail.com

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. Колчак*, *Г. М. Кулик*

Підписано до друку 25.10.2019. Формат 70×108/16. Папір офсетний № 1. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 12.
Умовн. фарбо-відбитків 12,5. Тираж 200 прим. Замовлення 281019 від 28.10.2019. Ціна договірна.
Реєстраційне свідоцтво серія КВ №203 від 10.11.93

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

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

ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ

Міжнародний науково-технічний журнал
Заснований у січні 1965 року
Виходить 6 разів у рік

ТОМ 55, № 5, 2019

вересень – жовтень

ЗМІСТ

<i>Хома М. С., Винар В. А., Чорний О. В., Максінко Ю. Я., Івашків В. Р., Рацька Н. Б.</i> Новий тип корозійно-активних неметалевих включень та їх вплив на корозію сталі 38ХНЗМФА.....	7
<i>Ниркова Л. І., Осадчук С. О., Рібаков А. О., Мельничук С. Л.</i> Методичний підхід та критерій оцінювання схильності трубної сталі до корозійного розтріскування	14
<i>Зінь І. М., Похмурський В. І., Хлопик О. П., Карпенко О. В., Покинсьбродо Т. Я., Корній С. А., Тимусь М. Б.</i> Інгібування корозії алюмінієвого сплаву у водно-етиленгліколевому розчині рамноліпідним біокомплексом.....	21
<i>Слободян З. В., Маглатюк Л. А., Купович Р. Б., Корецька Н. І., Зінь Я. І.</i> Вплив супернатанту культуральної рідини трегалозоліпиду на корозію сталі 20 та алюмінію в хлоридних розчинах.....	27
<i>Осташ О. П., Подгурська В. Я., Василюк Б. Д., Кулак Л. Д., Кузьменко М. М., Fisk A. E.</i> Міцність і корозійно-циклічна тріщиностійкість сплавів системи Ti–Nb–Zr–Si біомедичного призначення	34
<i>Уцяповський Д. Ю., Бик М. В., Лінючева О. В., Фроленкова С. В., Редько Р. М., Якубенко В. В.</i> Корозійна тривкість блискучих нікелевих покривів у парах оцтової кислоти	42
<i>Смирнов О. О., Шепіль Т. Е., Козін В. Ю., Беженко А. О., Рутковська К. С., Пилипенко О. І.</i> Корозійна тривкість конструкційних матеріалів у вольфраматних розчинах	49
<i>Лобач К. В., Саєнко С. Ю., Шкурпатенко В. А., Воєводін В. М., Зикова Г. В., Зуйок В. А., Биков А. О., Товажнянський Л. Л., Чуняєв О. М.</i> Корозійна тривкість кераміки на основі SiC у гідротермальних умовах.....	56
<i>Крижанівський С. І., Полутренко М. С., Марущак П. О., Закієв І. М.</i> Біокорозія та локалізація деградаційних процесів на поверхні сталі магістрального газопроводу	66
<i>Каракуркчі Г. В., Сахненко М. Д., Ведь М. В., Зюбанова С. І., Степанова І. І.</i> Корозійні та фізико-механічні властивості покривів на сплаві АК12M2MgN, сформованих плазмово-електролітичним оксидуванням	74
<i>Бойчишин Л. М., Герцик О. М., Лопчак М. М., Ковбуз М. О., Гула Т. Г., Пандяк Н. Л.</i> Електрохімічні властивості потрійних аморфних сплавів на основі заліза та кобальту в лужних розчинах	84

<i>Кусков Ю. М., Жданов В. А., Рябцев І. О., Студент М. М., Веселівська Г. Г.</i> Шляхи підвищення корозійної тривкості наплавленого під шаром флюсу покриття з високохромистого порошкового дроту	90
<i>Мерцало І. П., Мазур А. С., Кунтий О. І., Зозуля Г. І.</i> Електрохімічне одержання розчину аргентуму поліакрилату для синтезу наночастинок срібла	96
<i>Чайковський Б. П., Кирилів В. І., Дутка В. Р., Ціж Б. Р., Максимів О. В., Микичак Б. М., Сидор П. Я.</i> Вплив температури та частоти навантаження на контактну втому сталей 20ХН3А і ШХ15 за дії агресивних середовищ	103
<i>Іваськевич Л. М.</i> Вплив легування кобальтом і гафнієм на корозійну та водневу тривкість жароміцного нікелевого сплаву	109
<i>Лук'яненко О. Г., Погрелюк І. М., Кравчишин Т. М., Труш В. С.</i> Вплив вихідної структури на азотування титанового сплаву VT22	115
<i>Малишев В. В., Шахнін Д. Б., Габ А. І., Кублановський В. С., Шустер Д.</i> Синтез силіцидів хрому в йонних розплавах	122
<i>Суберляк О. В., Баран Н. М., Мельник Ю. Я., Гриценко О. М., Яцульчак Г. В.</i> Вплив молекулярної маси полівінілпіролідону на фізико-механічні властивості композиційних поліамід-гідрогелевих мембран	133
<i>Козачок О. П.</i> Контакт пружного тіла та жорсткої основи з виїмками, частково заповненими незмочувальною рідиною	140
<i>Ясній В. П., Никифорчин Г. М., Студент О. З., Свірська Л. М.</i> Фрактографічні особливості втомного руйнування сплаву нітинол	148
У НАУКОВИХ КОЛАХ	
<i>Штойко І. П.</i> VI Літня школа з механіки руйнування Європейського товариства з цілісності конструкцій	154

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

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

Международный научно-технический журнал

Основан в январе 1965 года

Выходит 6 раз в год

ТОМ 55, № 5, 2019

сентябрь – октябрь

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Хома М. С., Вынар В. А., Черный А. В., Максишко Ю. Я., Ивашиков В. Р., Рацкая Н. Б.</i> Новый тип коррозионно-активных неметаллических включений и их влияние на коррозию стали 38ХНЗМФА	7
<i>Ныrkova Л. И., Осадчук С. А., Рыбаков А. А., Мельничук С. Л.</i> Методический подход и критерий оценки склонности трубной стали к коррозионному растрескиванию	14
<i>Зинь И. Н., Похмурский В. И., Хлопък О. П., Карпенко Е. В., Покинъбрoда Т. Я., Корний С. А., Тымусь М. Б.</i> Ингибирование коррозии алюминиевого сплава в водно-этиленгликолевом растворе рамнолипидным биокомплексом	21
<i>Слободян З. В., Маглатюк Л. А., Купович Р. Б., Корецкая Н. И., Зинь Я. И.</i> Влияние супернатанта культуральной жидкости трегалозолипида на коррозию стали 20 и алюминия в хлоридных растворах	27
<i>Осташ О. П., Подгурская В. Я., Васылив Б. Д., Кулак Л. Д., Кузьменко Н. Н., Fisk А. Е.</i> Прочность и коррозионно-циклическая трещиностойкость сплавов системы Ti-Nb-Zr-Si биомедицинского назначения.....	34
<i>Ущапoвский Д. Ю., Бык М. В., Линючева О. В., Фроленкова С. В., Редько Р. М., Якубенко В. В.</i> Коррозионная стойкость блестящих никелевых покрытий в парах уксусной кислоты	42
<i>Смирнов А. А., Шепиль Т. Э., Козин В. Ю., Беженко А. А., Рутковская Е. С., Пилипенко А. И.</i> Коррозионная стойкость конструкционных материалов в вольфраматных растворах.....	49
<i>Лобач К. В., Саенко С. Ю., Шкуропатенко В. А., Воеводин В. Н., Зыкова А. В., Зук В. А., Быков А. А., Товажнянский Л. Л., Чуняев О. Н.</i> Коррозионная стойкость керамики на основе SiC в гидротермальных условиях	56
<i>Крыжановский Е. И., Полутренко М. С., Марущак П. О., Закиев И. М.</i> Биокоррозия и локализация деградационных процессов на поверхности стали магистрального газопровода	66
<i>Каракуркчи А. В., Сахненко Н. Д., Ведь М. В., Зюбанова С. И., Степанова И. И.</i> Коррозионные и физико-механические свойства покрытий на сплаве АК12М2MgN, сформированных плазмо-электролитическим окислением	74

<i>Бойчишин Л. М., Герцик О. М., Лопачак М. Н., Ковбуз М. А., Гула Т. Г., Пандяк Н. Л. Электрохимические свойства тройных аморфных сплавов на основе железа и кобальта в щелочных растворах.....</i>	84
<i>Кусков Ю. М., Жданов В. А., Рябцев И. А., Студент М. М., Веселивская Г. Г. Пути повышения коррозионной стойкости наплавленного под слоем флюса покрытия из высокохромистой порошковой проволоки.....</i>	90
<i>Мерцало И. П., Мазур А. С., Кунтый О. И., Зозуля Г. И. Электрохимическое получение раствора аргентума полиакрилата для синтеза наночастиц серебра.....</i>	96
<i>Чайковский Б. П., Кырылив В. И., Дутка В. Р., Циж Б. Р., Максимив О. В., Мыкычак Б. М., Сыдор П. Я. Влияние температуры и частоты нагружения на контактную усталость сталей 20ХН3А и ШХ15 при воздействии агрессивных сред.....</i>	103
<i>Иванькевич Л. М. Влияние легирования кобальтом и гафнием на коррозионную и водородную стойкость жаропрочного никелевого сплава.....</i>	109
<i>Лукьяненко А. Г., Погрелюк И. Н., Кравчишин Т. М., Труш В. С. Влияние исходной структуры на азотирование титанового сплава VT22.....</i>	115
<i>Мальшев В. В., Шахнин Д. Б., Габ А. И., Кублановский В. С., Шустер Д. Синтез силицидов хрома в ионных расплавах.....</i>	122
<i>Суберляк О. В., Баран Н. М., Мельник Ю. Я., Гриценко А. Н., Яцульчак Г. В. Влияние молекулярной массы поливинилпирролидона на физико-механические свойства композиционных полиамид- гидрогелевых мембран.....</i>	133
<i>Козачок О. П. Контакт упругого тела и жесткой основы с выемками, частично заполненными несмачивающей жидкостью.....</i>	140
<i>Ясний В. П., Никифорчин Г. Н., Студент А. З., Свирская Л. Н. Фрактографические особенности усталостного разрушения сплава нитинол.....</i>	148
В НАУЧНЫХ КРУГАХ	
<i>Штойко И. П. VI Летняя школа по механике разрушения Европейского общества целостности конструкций.....</i>	154

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

PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS

International Scientific-Technical Journal
Founded in January 1965
Published bimonthly

VOLUME 55, № 5, 2019

September – October

CONTENTS

*Khoma M. S., Vynar V. A., Chorny O. V., Maksishko Yu. Ya., Ivashkiv V. R.,
and Ratska N. B.* A new type of corrosion-active nonmetallic inclusions
and their influence on 38ХНЗМФА steel corrosion 7

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив корозійно-активних неметалевих включень (КАНВ) на корозію сталі 38ХНЗМФА. Виявлено новий їх вид розміром 2...30 μm з вмістом фтору, який спричиняє аномально швидке пошкодження бурильних труб із цієї сталі. Такі включення важко ідентифікувати за допомогою металографічного аналізу. Вони не впливають на загальний хімічний склад сталі, характеристики міцності та ударну в'язкість за кімнатних та понижених (–50°C) температур. Запропоновано новий підхід для визначення КАНВ у сталях, який полягає у дослідженні зламів, а не шліфів зразків. На відміну від існуючих методів, він дає можливість оцінити хімічний склад та коректно відтворює їх форму.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние коррозионно-активных неметаллических включений (КАНВ) на коррозию стали 38ХНЗМФА. Обнаружен новый их вид размером 2...30 μm с содержанием фтора, который является причиной аномально быстрого повреждения бурильных труб из этой стали. Такие включения трудно идентифицировать с помощью металлографического анализа. Они не влияют на общий химический состав стали, прочность и ударную вязкость при комнатных и пониженных (–50°C) температурах. Предложен новый подход для определения КАНВ в сталях, который заключается в исследовании изломов образцов, а не шлифов. В отличие от существующих, он позволяет корректно оценить размеры, плотность, форму и химический состав включений.

SUMMARY. The effect of corrosion-active non-metallic inclusions (CANI) on the corrosion of 38ХНЗМФА steel is investigated. A new type of fluorine-containing inclusions (size 2...30 μm) is found. These CANI cause abnormally rapid damages in drill pipes of this steel. The identification of such inclusions by metallographic analysis is difficult. They do not affect the overall chemical composition of the steel, its strength characteristics and its toughness at room and low temperatures (–50°C). A new approach is proposed to the determination of CANI in steels to investigate fractures surfaces rather than specimens. Unlike existing methods, a new approach allows to estimate the size, density, shape and chemical composition of inclusions.

Nyrkova L. I., Osadchuk S. A., Rybakov A. A., and Melnychuk S. L.

Methodological approach and criterion of the estimation
of pipe steel susceptibility to stress corrosion cracking 14

РЕЗЮМЕ. Проаналізовано особливості корозійно-механічного руйнування зразків трубної сталі типу X70 в умовах, що моделюють вплив різних комбінацій стрес-корозійних чинників. Для оцінювання схильності до корозійного розтріскування від напруження (КРН) запропоновано безрозмірний коефіцієнт K_s , що дорівнює відношенню відносного звужування зразка у повітрі та у розчині. Введено критерій оцінювання: сталь схильна до КРН, якщо значення коефіцієнта K_s дорівнює або перевищує 1,6.

РЕЗЮМЕ. Проанализированы особенности коррозионно-механического разрушения образцов трубной стали типа X70 в условиях, моделирующих влияние различных комбинаций стресс-коррозионных факторов. Для оценки склонности к коррозионному растрескиванию под напряжением (КРН) предложен безразмерный коэффициент, равный соотношению относительного сужения образца на воздухе и в растворе. Введен критерий оценки: сталь склонна к КРН, если значение коэффициента K_s равно или больше 1,6.

SUMMARY. The peculiarities of the corrosion-mechanical cracking of X70 pipe steel specimens under conditions that simulate the effect of various combinations of the stress-corrosion factors are analyzed. To estimate the susceptibility to stress corrosion cracking, the dimensionless coefficient is proposed. It is equal to the ratio of the relative narrowing of the sample in air and in the solution. A criterion of assessing is introduced: the steel is susceptible to stress corrosion cracking if the value of the coefficient K_s is equal to or greater than 1.6.

Zin I. M., Pokhmurskii V. I., Khlopyk O. P., Karpenko O. V., Pokynbroda T. Ya.,

Korniy S. A., and Tymus M. B. Corrosion inhibition of aluminum alloy
in aqueous ethylene glycol solution by ramnolipid biocomplex 21

РЕЗЮМЕ. Досліджено ефективність інгібування корозії алюмінієвого сплаву у водно-етиленгліколовому розчині екологічно безпечним рамноліпідним біокомплексом (РБК) – продуктом біосинтезу штаму *Pseudomonas* sp. PS-17. Встановлено, що біогенний інгібітор у водно-етиленгліколовому розчині зменшує швидкість як анодної, так і катодної реакцій та підвищує опір переносу заряду зразка алюмінієвого сплаву в 2,6 рази, що вказує на можливість утворення на металі тривкої захисної плівки внаслідок адсорбції молекул інгібітора та утворення комплексних сполук з катіонами алюмінію. Показано, що РБК є ефективним інгібітором корозії на свіжоутвореній поверхні алюмінієвого сплаву, про що свідчить збільшення швидкості його репасивації.

РЕЗЮМЕ. Исследована эффективность ингибирования коррозии алюминиевого сплава в водно-этиленгликоловом растворе экологически безопасным рамнолипидным биокomплексом (РБК) – продуктом биосинтеза штамма *Pseudomonas* sp. PS-17. Установлено, что биогенный ингибитор в водно-этиленгликоловом растворе уменьшает скорость как анодной, так и катодной реакций и повышает сопротивление переноса заряда образца алюминиевого сплава в 2,6 раза, что указывает на возможность образования на металле защитной пленки вследствие адсорбции молекул ингибитора и образования комплексных соединений с катионами алюминия. Показано, что РБК является эффективным ингибитором коррозии на свежообразованной поверхности алюминиевого сплава, о чем свидетельствует увеличение скорости репассивации металла.

SUMMARY. The efficiency of corrosion inhibition of aluminum alloy in aqueous ethylene glycol solution by environment friendly ramnolipid biocomplex (RBC) which is a product of biosynthesis of strain *Pseudomonas* sp. PS-17 is investigated. It is established that the biogenic inhibitor in aqueous ethylene glycol solution reduces the rate of both anode and cathode reactions and increases the charge transfer resistance of the aluminum

alloy sample in 2.6 times, thus indicating the development of the adsorption film. The formation of a complex compound between aluminium ions and rhamnolipid on the alloy anodic sites might be also possible. It is shown that RBC is an effective corrosion inhibitor in the solution on freshly formed surface of the aluminum alloy, as evidenced by a repassivation rate increase.

Slobodian Z. V., Mahlatiuk L. A., Kupovych R. B., Koretska N. I., and Zin Ya. I.

The influence of trehalose lipid culture fluid supernatant on steel 20 and aluminium corrosion in chloride solutions 27

РЕЗЮМЕ. Показано, що супернатант культуральної рідини трегалозоліпиду (СКРТ) – продукту життєдіяльності бактерій *R.erythropolis Au-1*, діє протикорозійно на сталь 20 та алюміній у середовищі 0,1% NaCl і модельному розчині пластової води. В діапазоні температур 25...50°C СКРТ знижує швидкість корозії сталі 20 у 6,2–4,3 рази, а алюмінію у 2–3,8 рази у 0,1% NaCl та у 2,9–1,5 рази і у 3,1–3,2 рази у модельному розчині відповідно для сталі 20 та алюмінію. Встановлено, що інгібіторні властивості СКРТ зумовлені його гальмівною дією на обидві електродні реакції внаслідок адсорбції на поверхні металу.

РЕЗЮМЕ. Показано, что супернатант культуральной жидкости трегалозолипида (СКЖТ) – продукта жизнедеятельности бактерий *R.erythropolis Au-1*, имеет противокоррозионное действие на сталь 20 и алюминий в среде 0,1% NaCl и модельного раствора пластовой воды. В диапазоне температур 25...50°C СКЖТ понижает скорость коррозии стали 20 в 6,2–4,3 раза, а алюминия в 2–3,8 раза в 0,1% NaCl, а также в 2,9–1,5 раза и в 3,1–3,2 раза в модельном растворе соответственно для стали 20 и алюминия. Установлено, что ингибиторные свойства СКЖТ обусловлены его способностью тормозить обе электродные реакции вследствие адсорбции на поверхности металла.

SUMMARY. It is shown that the trehalose lipid culture fluid supernatant (TLS), produced by *R.erythropolis Au-1* bacteria, exhibits anticorrosive effect on steel 20 and aluminum in 0.1% NaCl solution and model solution of strata water. In the temperature range of 25...50°C TLS reduces corrosion rate of steel 20 in 6.2–4.3 times and aluminum in 2–3.8 times in 0.1% NaCl and in 2.9–1.5 times and in 3.1–3.2 times in the model solution for steel 20 and aluminum, respectively. It has been established that the inhibitory properties of TLS are caused by its effect on both electrode reactions due to adsorption on the metal surface.

Ostash O. P., Podhurska V. Ya., Vasylyv B. D., Kulak L. D., Kuzmenko M. M., and Fisk A. E. Strength and corrosion-fatigue crack growth resistance

of Ti–Nb–Zr–Si alloys of biomedical application 34

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив хімічного складу та термомеханічної і термічної обробок на конструкційну міцність, яку визначають характеристики міцності і циклічної тріщиностійкості, а також корозійні і корозійно-втомні властивості сплавів систем Ti–Nb–Si і Ti–Nb–Zr–Si, які порівняно зі встановленими для широкоживаного сплаву системи Ti–Al–V біомедичного призначення. Виявлено, що за умови надійного контролю появи і розвитку механічних дефектів (утомних тріщин) у виробках зі сплаву Ti–18,7Nb–1,0Si він є альтернативою сплаву Ti–6Al–4V.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние химического состава, термомеханической и термической обработок на конструкционную прочность, которую определяют характеристики прочности и циклической трещиностойкости, а также коррозионные и коррозионно-усталостные свойства сплавов систем Ti–Nb–Si и Ti–Nb–Zr–Si, которые сравнены с установленными для часто используемого сплава системы Ti–Al–V биомедицинского назначения. Показано, что при надежном контроле за появлением и развитием механических дефектов (усталостных трещин) в изделиях сплав Ti–18,7Nb–1,0Si является альтернативой сплава Ti–6Al–4V (ELI).

SUMMARY. The influence of chemical composition and thermomechanical and thermal treatments on the structural strength, determined by the characteristics of strength and cyclic crack growth resistance, as well as the corrosion and corrosion-fatigue properties of Ti–Nb–Si alloys and Ti–Nb–Zr–Si alloys are investigated. These characteristics are compared to those determined for a widely used Ti–Al–V alloy of biomedical application. It is shown that under reliable control of the appearance and development of mechanical defects (fatigue cracks) in products the Ti–18.7Nb–1.0Si alloy is an alternative to the Ti–6Al–4V alloy.

Uschaporovskyi D. Yu., Byk M. V., Linyucheva O. V., Frolenkova S. V.,

Redko R. M., and Yakubenko V. V. Corrosion resistance of bright nickel

coatings in acetic acid vapor 42

РЕЗЮМЕ. Досліджено корозійну поведінку блискучих нікелевих покриттів у парах концентрованої оцтової кислоти. Осади із вмістом сірки 0,25 wt.% одержано з електроліту блискучого нікелювання з додаванням 5 g/dm³ сахарину. Виявлено, що їх потенціали змінюються в межах –0,02...–0,01 V. Встановлено, що під час експонування нікелевих осадів у парах оцтової кислоти кількість сірки на поверхні металу поступово зростає та досягає 3,32 wt.%. Її концентрація у плівкових продуктах корозії чорного кольору, які утворюються після доби експонування в цих парах, становить ~22 at.% і за складом відповідає сульфіді нікелю.

РЕЗЮМЕ. Исследовано коррозионное поведение блестящих никелевых покрытий в парах концентрированной уксусной кислоты. Осадки с 0,25 wt.% серы получали из электролита блестящего никелирования с добавлением 5 g/dm³ сахарина. Выявлено, что в этих условиях их потенциалы изменяются в пределах –0,02...–0,01 V. Установлено, что в процессе экспонирования никелевых осадков в парах уксусной кислоты количество серы на поверхности металла постепенно возрастает и достигает 3,32 wt.%. Ее концентрация в пленочных продуктах коррозии черного цвета, которые образуются после суток экспонирования в парах уксусной кислоты, составляет около 22 at.% и по составу соответствует сульфиду никеля.

SUMMARY. The corrosion behavior of bright nickel coatings in concentrated acetic acid vapor is studied. Deposits with sulfur content of 0.25 wt.% are obtained from a bright nickel electrolyte with addition of 5 g/dm³ of saccharin, while their potentials in acetic acid vapor vary within the range –0.02...–0.01 V. It is shown that in the process of exposure of the investigated nickel deposits in acetic acid vapors, the amount of sulfur on the metal surface gradually increases and reaches 3.32 wt.%. It is established that the sulfur content in black corrosion products film, which is formed after one-day exposure to acetic acid vapor, is about 22 at.% and corresponds to the nickel sulfide.

Smirnov A. A., Shepil T. E., Kozin V. Yu., Bjezhenko A. A., Rutkovska K. S.,

and Pilipenko A. I. Corrosion resistance of structural materials

in tungstate solutions 49

РЕЗЮМЕ. Встановлено, що корозійну активність вольфраматних розчинів обумовлюють фторид-іони і загальна лужність. Визначено оптимальний режим зварювання вуглецевих, хромистих та хромонікелевих сталей. У вихідному вольфраматному розчині максимальну швидкість корозії зафіксовано для зразків вуглецевої сталі ВСт3сп зі зварними швами. Електрохімічними дослідженнями виявлено, що у вихідному розчині ця сталь за кімнатної температури кородує у пасивному стані, а з підвищенням температури або концентрації компонентів до значень, які відповідають упареному розчину, – в активному. Хромисті та хромонікелеві сталі марок 08Х13, 08Х22Н6Т і 12Х18Н10Т зберігають пасивний стан як у вихідному, так і в упареному розчинах. Пароніти марок ПОН-А, ПОН-Б, ПОН-В і гума ТМКЩ хімічно тривкі, тому придатні для виготовлення прокладок у вихідному розчині Na₂WO₄.

РЕЗЮМЕ. Показано, что коррозионную активность упаренных вольфраматных растворов обуславливают фторид-ионы и общая щелочность. Установлен оптималь-

ний режим сварки углеродистых, хромистых и хромоникелевых сталей. В исходном вольфраматном растворе максимальную скорость коррозии зафиксировано для образцов со сварным швом из углеродистой стали ВСтЗсп. Электрохимическими исследованиями выявлено, что в исходном растворе эта сталь при комнатной температуре корродирует в пассивном состоянии, а с повышением температуры раствора или концентрации компонентов до значений, соответствующих упаренному раствору, – в активном. Хромистые и хромоникелевые стали 08Х13, 08Х22Н6Т и 12Х18Н10Т сохраняют пассивное состояние как в исходном, так и в упаренном растворах. Парониты марок ПОН-А, ПОН-Б, ПОН-В и резину ТМКЩ можно использовать для изготовления прокладок в исходном растворе Na_2WO_4 , так как они обладают химической стойкостью.

SUMMARY. It is established that the corrosion activity of tungsten solutions is conditioned by availability of fluoride ions and by total alkalinity. Metallographic study of welded joints allows us to establish the optimal mode for the carbon, chromium and nickel-chromium steels welding. Corrosion tests of steel specimens with the welded joints show that carbon steel ВСтЗсп demonstrates a maximum corrosion rate in the initial solution. Electrochemical studies show that the ВСтЗсп steel immersed into the initial solution corrodes at room temperature in its passive state. A rise in the solution temperature or an increase in the components concentration to the values corresponding to those of evaporated solution cause the steel corrosion in the active state. Chromium and nickel-chromium steels 08Х13, 08Х22Н6Т and 12Х18Н10Т maintain their passive state both in the initial and in the evaporated solution. Due to its chemical stability PON-A, PON-B, PON-V paronite and the ТМКС rubber can be used for the gaskets manufacture intended for the work in the initial Na_2WO_4 solution.

Lobach K. V., Sayenko S. Yu., Shkuropatenko V. A., Voyevodin V. M., Zykova A. V.,

Zuyok V. A., Bykov A. A., Tovazhnyansky L. L., and Chunyaev O. M.

Corrosion stability of SiC-based ceramics in hydrothermal conditions 56

РЕЗЮМЕ. Досліджено можливість підвищення корозійної тривкості кераміки на основі карбіду кремнію (SiC) в умовах високотемпературного пару, які відповідають нормативним умовам експлуатації оболонки для палива водоводяних енергетичних реакторів (ВВЕР-1000). Формували та спікали зразки SiC з/без додатків Cr і Si методом високошвидкісного гарячого пресування в графітовій прес-формі у вакуумі. Корозійні випробування здійснено за температури 350°C та тиску 16,8 МПа, впродовж 1000 h у водному середовищі, яке використовують в теплоносії ВВЕР-1000. Фізико-механічні характеристики кераміки SiC до та після випробувань проаналізовано методами рентгенівської дифракції, сканувальної електронної мікроскопії, енергодисперсійної рентгенівської спектроскопії, виміряно твердість на мікротвердометрі ПМТ-3. Встановлено, що легування карбіду кремнію хромом найсильніше підвищує його корозійну тривкість, не спричиняючи зниження мікротвердості та тріщиностійкості.

РЕЗЮМЕ. Исследовано возможность повышения коррозионной стойкости керамики на основе карбида кремния (SiC) в условиях высокотемпературного пара, которые соответствуют нормативным условиям эксплуатации оболочки для топлива водоводяных энергетических реакторов (ВВЭР-1000). Формировали и спекали образцы SiC с/без добавок Cr и Si методом высокоскоростного горячего прессования в графитовой пресс-форме в вакууме. Коррозионные испытания осуществлено при температуре 350°C и давления 16,8 МПа, в течение 1000 h в водной среде, которую используют в теплоносителе реактора ВВЭР-1000. Физико-механические характеристики керамики SiC до и после испытаний проанализированы методами рентгеновской дифракции, сканирующей электронной микроскопии, энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, измерена жесткость на микротвердометре ПМТ-3. Установлено, что легирование карбида кремния хромом сильно повышает его коррозионную стойкость, не вызывая снижения микротвердости и трещиностойкости.

SUMMARY. The possibility to improve corrosion resistance of silicon carbide ceramics (SiC) in the conditions of high-temperature vapor that correspond to standard operation conditions of WWER-1000 reactor shell is investigated. Formation and sintering of SiC samples with/without additives of Cr and Si is carried out by high-speed hot pressing in a graphite mold in vacuum. Corrosion tests are carried out at a temperature of 350°C and a pressure of 16.8 MPa for 1000 h in medium used in a coolant of the WWER-1000 reactor. The physico-mechanical characteristics of SiC ceramics before and after tests are analyzed by X-ray diffraction, scanning electron microscopy, energy dispersive X-ray spectrometry, and the measurements of hardness are performed on the microhardness tester MHT-3. It is established that silicon carbide alloying with chromium additives gives the highest level of corrosion resistance, the microhardness and crack growth resistance being not decreased.

Kryzhanivskiy Ye. I., Polutrenko M. S., Maruschak P. O., and Zakiyev I. M.

Biocorrosion and localization of degradation processes on main gas pipeline steel surface.....66

РЕЗЮМЕ. Виявлено основні закономірності впливу сульфатвідновлювальних бактерій на біокорозію сталі 17Г1С-У. Узагальнено механізми деградації поверхні сталей методом топографічного аналізу, мікроіндентування та фрактодіагностування. Запропоновано інгібітори біокорозії та обґрунтовано ефективність їх застосування.

РЕЗЮМЕ. Установлены основные закономерности влияния сульфатредуцирующих бактерий на закономерности биокоррозии стали 17Г1С-У. Оценены механизмы деградации поверхности стали методом топографического анализа, микроиндентирования и фрактодиагностики. Предложены ингибиторы биокоррозии и обоснована эффективность их использования.

SUMMARY. The main regularities of the influence of sulfate-reducing bacteria on the regularities of biocorrosion of 17Г1С-У steel are established. The mechanisms of degradation of the steel surface by the method of topographic analysis, microindentation and fractographic analysis are evaluated. Inhibitors of biocorrosion are proposed and the effectiveness of their use is grounded.

Karakurkchi H. V., Sakhnenko M. D., Ved M. V., Zyubanova S. I.,

and Stepanova I. I. Corrosion and physicomachanical properties of coatings on AK12M2MgN alloy, formed by plasma-electrolytic oxidizing.....74

РЕЗЮМЕ. Запропоновано ефективні режими формування конверсійних покриттів змішаними оксидами плазмово-електролітичним оксидуванням (ПЕО) алюмінієвих сплавів у пірофосфатних і лужних електролітах. Встановлено, що зі зміною концентрації компонентів електроліту та параметрів ПЕО (густини струму та часу обробки) формуються оксидні покриття, що складаються з матеріалу металеві матриці та оксидів перехідних металів різних складу та морфології, які очікувано впливають на їх функціональні властивості. Змішані оксидні покриття, сформовані в режимі ПЕО, мають мікроглобулярну структуру й зменшений розмір конгломератів, підвищену мікротвердість, корозійно та зносотривкі. Враховуючи мікроглобулярну структуру поверхні та склад оксидних покриттів $Al | Al_2O_3 \cdot MnO_x$ і $Al | Al_2O_3 \cdot CoO_x$, можна очікувати, що отримані матеріали виявлятимуть каталітичну активність в окисно-відновних реакціях за участю кисню, зокрема, у робочих процесах у двигунах внутрішнього згорання.

РЕЗЮМЕ. Предложены эффективные режимы формирования конверсионных покрытий смешанными оксидами плазменно-электролитическим оксидированием (ПЭО) алюминиевых сплавов в пирофосфатных и щелочных электролитах. Установлено, что с изменением концентрации компонентов электролита и параметров ПЭО (плотности тока и времени обработки) формируются оксидные покрытия, состоящие из материала металлической матрицы и оксидов переходных металлов различного состава и морфологии, которые ожидаемо влияют на функциональные свойства. Сме-

шанные оксидные покрытия, сформированные в режиме ПЭО, имеют микроглобулярную структуру и меньший размер конгломератов, повышенную микротвердость, коррозионную и износостойкость. Учитывая микроглобулярную структуру поверхности и состав оксидных покрытий $\text{Al} | \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnO}_x$ и $\text{Al} | \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CoO}_x$, можно ожидать, что полученные материалы будут проявлять каталитическую активность в окислительно-восстановительных реакциях с участием кислорода, в частности, рабочих процессах в двигателях внутреннего сгорания.

SUMMARY. The effective regimes of the formation of the mixed oxides conversion coatings by plasma-electrolytic oxidizing (PEO) of the aluminum alloys in pyrophosphate and alkaline electrolytes are proposed. It is established that variation in the concentration of the electrolyte components and PEO parameters (current density and treatment time) provides the formation of oxide coatings consisting of the basic matrix materials and the transition metal oxides of different composition and morphology that are expected to affect their functional properties. Mixed oxide coatings formed in a PEO mode characterized by microglobular structure with reducing the conglomerate size have an increased microhardness, corrosion and wear resistance. Considering microglobular structure of the surface and composition of oxide coatings $\text{Al} | \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnO}_x$ and $\text{Al} | \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CoO}_x$ it can be expected that the obtained materials will exhibit catalytic activity in redox reactions involving oxygen, in particular, in working processes in internal combustion engines.

Boichyshyn L. M., Hertsyk O. M., Lopachak M. M., Kovbuz M. O., Hula T. H., and Pandiak N. L. Electrochemical features of triple amorphous alloys based on iron and cobalt in alkaline solutions 84

РЕЗЮМЕ. Досліджено електрохімічну поведінку аморфних металевих сплавів (АМС) на основі Fe та Co: $\text{Fe}_{80}\text{Si}_6\text{B}_{14}$, $\text{Co}_{72}\text{Si}_{18}\text{B}_{10}$ та $\text{Fe}_{84}\text{Nb}_2\text{B}_{14}$ у лужних розчинах різної концентрації. Оксидний захисний шар $\text{Fe}_{80}\text{Si}_6\text{B}_{14}$ -електрода порівняно з $\text{Co}_{72}\text{Si}_{18}\text{B}_{10}$ має нижчий протикорозійний захист. Кластери ніобію у сплаві $\text{Fe}_{84}\text{Nb}_2\text{B}_{14}$ є реакційно здатними, що викликає швидку початкову взаємодію електрода з 1 М водним розчином KOH, яка сповільнюється за тривалого контакту з йонами електроліту. Сплавам $\text{Fe}_{80}\text{Si}_6\text{B}_{14}$ та $\text{Fe}_{84}\text{Nb}_2\text{B}_{14}$ властива схожа електрохімічна поведінка у 1 та 5 М водних розчинах KOH за циклічної поляризації зразків у агресивному середовищі. Електрохімічні властивості АМС-електродів внаслідок 5-кратного сканування потенціалу залежать від концентрації електроліту.

РЕЗЮМЕ. Исследовано электрохимическое поведение аморфных металлических сплавов (АМС) на основе Fe и Co: $\text{Fe}_{80}\text{Si}_6\text{B}_{14}$, $\text{Co}_{72}\text{Si}_{18}\text{B}_{10}$ и $\text{Fe}_{84}\text{Nb}_2\text{B}_{14}$ в щелочных растворах различной концентрации. Оксидный защитный слой $\text{Fe}_{80}\text{Si}_6\text{B}_{14}$ -электрода по сравнению с $\text{Co}_{72}\text{Si}_{18}\text{B}_{10}$ имеет меньшую противокоррозионную защиту. Кластеры ниобия в сплаве $\text{Fe}_{84}\text{Nb}_2\text{B}_{14}$ являются реакционно способными, что вызывает быстрое начальное взаимодействие электрода с 1 М водным раствором KOH, которое при длительном контакте с ионами электролита замедляется. Сплавам $\text{Fe}_{80}\text{Si}_6\text{B}_{14}$ и $\text{Fe}_{84}\text{Nb}_2\text{B}_{14}$ свойственно схожее электрохимическое поведение в 1 и 5 М водных растворах KOH при циклической поляризации образцов в агрессивной среде. Электрохимические свойства АМС-электродов в результате 5-кратного сканирования потенциала зависят от концентрации электролита.

SUMMARY. The electrochemical behavior of amorphous alloys based on Fe and Co: $\text{Fe}_{80}\text{Si}_6\text{B}_{14}$, $\text{Co}_{72}\text{Si}_{18}\text{B}_{10}$ and $\text{Fe}_{84}\text{Nb}_2\text{B}_{14}$ in alkaline solutions of different concentration is investigated. The oxide layer of the $\text{Fe}_{80}\text{Si}_6\text{B}_{14}$ -electrode compared to $\text{Co}_{72}\text{Si}_{18}\text{B}_{10}$ has less anti-corrosion protection. Niobium clusters in the $\text{Fe}_{84}\text{Nb}_2\text{B}_{14}$ alloy are very reactive, which cause a rapid initial interaction of the electrode with the 1 M KOH aqueous solution. Interaction after prolonged contact with the electrolyte ions slows down. The $\text{Fe}_{80}\text{Si}_6\text{B}_{14}$ and $\text{Fe}_{84}\text{Nb}_2\text{B}_{14}$ alloys have a similar electrochemical behavior in the 1 M and 5 M KOH aqueous solutions after cyclic polarization in an aggressive environment. The electrochemical pro-

properties of amorphous electrodes after five potential scanning cycles depend on the electrolyte concentration.

Kuskov Yu. M., Zhdanov V. A., Riabtsev I. O., Student M. M., and Veselivska H. H.

Ways of improvement of corrosion resistance of coating deposited under flux with high-chromium cored wire 90

РЕЗЮМЕ. Запропоновано корозійну тривкість покриття, наплавленого під шаром флюсу порошковим дротом ПП-Нп-30Х20МН, підвищити зміною способу підготовки його шихти, введенням модифікувальних додатків до неї та ультразвуковою ударною обробкою наплавленої поверхні. Встановлено, що на цю характеристику відчутніше впливають шихтові матеріали в порошковому дроті, піддані рафінуванню електрошлаковим переплавом. Опір корозії збільшує невелика кількість ітрію, введеного в шихту. Ультразвукова обробка наплавленої поверхні може поліпшити корозійну тривкість металу, але для цього потрібні додаткові дослідження.

РЕЗЮМЕ. Предложено коррозионную стойкость покрытия, наплавленного под флюсом порошковой проволокой ПП-Нп-30Х20МН, повышает, изменяя способ подготовки ее шихты, вводя модифицирующих добавок и ультразвуковой ударной обработкой наплавленной поверхности. Установлено, что на его коррозионную стойкость наиболее существенно влияет содержание шихтовых материалов в порошковой проволоке, подвергнутые рафинирующему электрошлаковому переплаву. Повышает сопротивление коррозии небольшое количество иттрия. Ультразвуковая обработка наплавленной поверхности может улучшить коррозионную стойкость металла, но для этого нужны дополнительные исследования.

SUMMARY. The possibility of increasing the corrosion resistance of a metal deposited under flux with cored wire ПП-Нп-30Х20МН is investigated by changing the method of preparing its charge, introducing modifying additives and ultrasonic shock treatment of the weld surface. It is established that the use of charge materials, subjected to refining electroslog remelting, in the charge of the flux-cored wire has the greatest influence on the corrosion resistance of the metal. The introduction of a small amount of yttrium into the mixture increases corrosion resistance. Ultrasonic treatment of the weld surface may be a promising way to improve the corrosion resistance of the metal, but this technique of external influence on the weld surface of the product requires additional research.

Mertsalo I. P., Mazur A. S., Kuntiyi O. I., and Zozulya G. I. Electrochemical

obtaining of argentum polyacrylate solution as a precursor for preparation of silver nanoparticles 96

РЕЗЮМЕ. Методом циклічної вольтамперометрії досліджено анодне розчинення срібла в розчині натрію поліакрилату (NaPA). Вивчено вплив концентрації NaPA, температури та рН розчину на електрохімічні характеристики срібла за його поляризації у розчині. Показано, що за $E = 0,3...1$ V струми розчинення срібла суттєво зростають зі збільшенням концентрації поліакрилату. Встановлено дифузійний характер анодних струмів за температур 20...50°C. З'ясовано, що за катодної поляризації ($E = 0,15$ V) відбувається відновлення йонів аргентуму з утворенням наночастинок (7...10 nm). Запропоновано використовувати анодне розчинення срібла для одержання розчинів поліакрилатних комплексів аргентуму – прекурсорів синтезу стабілізованих наночастинок срібла.

РЕЗЮМЕ. Методом циклической вольтамперометрии исследовано анодное растворение серебра в растворе натрия полиакрилата (NaPA). Изучено влияние концентрации NaPA, температуры и pH раствора на электрохимические характеристики серебра при его поляризации в растворе. Показано, что при $E = 0,3...1$ V токи растворения серебра существенно возрастают с увеличением концентрации полиакрилата. Установлено диффузный характер анодных токов при температурах 20...50°C. Выяснено, что при катодной поляризации ($E = 0,15$ V) происходит восстановление ионов

серебра с образованием наночастиц (7...10 nm). Предложено использовать анодное растворение серебра для получения растворов полиакрилатных комплексов Ag – прекурсоров синтеза стабилизированных наночастиц серебра.

SUMMARY. Anodic dissolution of silver in sodium polyacrylate (NaPA) solution is investigated by cyclic voltammetry. The effect of NaPA concentration, temperature and pH of the solution on the electrochemical characteristics of silver by its polarization in solution is studied. It is shown that at $E = 0.3...1$ V, the dissolution currents of silver increase significantly with increasing polyacrylate concentration. The diffusive character of anode currents at temperatures of 20...50°C is established. It is found that cathodic polarization ($E = 0.15$ V) results in the recovery of argentum ions with nanoparticle formation (7...10 nm). It is proposed to use anodic dissolution of silver to obtain solutions of polyacrylate complexes of argentum – precursors for the synthesis of stabilized silver nanoparticles.

Chaikovskiy B. P., Kyryliv V. I., Dutka V. R., Tsih B. R., Maksymiv O. V., Mykychak B. M., and Sydor P. Ya. The influence of temperature and loading frequency on contact fatigue of 20XH3A and ШХ15 steels under aggressive media effect..... 103

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив температури робочого середовища та частоти навантаження на контактну втому сталей 20ХН3А і ШХ15 в оливі та 3%-му водному розчині NaCl. Показано, що зі збільшенням частоти навантажень контактна втома сталей підвищується в 3%-му водному розчині NaCl і не змінюється в оливі, а зі зростанням температури – знижується в 3%-му водному розчині NaCl та майже не змінюється в оливі. Показано, що така поведінка досліджуваних сталей зумовлена дією компонентів робочих середовищ та їх концентрацією у поверхневих шарах під час випробувань.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние температуры и частоты нагружения на контактную усталость сталей 20XH3A и ШХ15 в масле и 3%-ом водном растворе NaCl. Показано, что с увеличением частоты нагружения контактная усталость сталей повзшается в 3%-ом водном растворе NaCl и не изменяется в масле, а с ростом температуры – снижается в 3%-ом водном растворе NaCl и почти не изменяется в масле. Показано, что на эти зависимости влияют элементы рабочих сред и их концентрация в поверхностных слоях во время испытаний.

SUMMARY. The influence of temperature of the working medium and the loading frequency on contact fatigue of 20XH3A and ШХ15 steels in oil and 3% NaCl water solution is studied. It is shown that with increase of the frequency the contact fatigue of steels increases in 3% NaCl water solution and does not change in oil while with temperature increase – decreases in 3% NaCl water solution and almost does not change in oil. It is also shown that such behavior of studied steels is due to action of the components of the working media and theirs concentration in the near-surface layers in testing.

Ivaskevych L. M. The influence of alloying with cobalt and hafnium on hydrogen resistance of refractory nickel alloy 109

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив легування кобальтом (13,0 і 18,5 mass%) та гафнієм (0,3 і 0,7 mass%) на водневе окрихнення та сольову корозію литого нікелевого сплаву, який містить (mass%) 0,08 С; 21,3 Cr; 2,4 Al; 2,8 Ti; 0,5 Nb; 0,015 В; 0,005 Zr. За кімнатної температури і тиску водню 35 МПа визначено характеристики короткочасної міцності та пластичності і кількість циклів до руйнування. Тривкість до високотемпературної корозії оцінювали після витримки у соляній суміші 0,25 NaCl + 0,75 Na₂SO при 1073 К. Встановлено, що гафній суттєво підвищує корозійну та водневу тривкість сплаву. Виявлено оптимальне поєднання міцності, пластичності, малоциклової довговічності, водневої та корозійної тривкості у сплаві із 18,5% кобальту і 0,7% гафнію.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние легирования кобальтом (13,0 и 18,5%) и гафнием (0,3 и 0,7%) на водородное охрупчивание и солевую коррозию литого никелевого

сплава, що містить (mass%) 0,08 С; 21,3 Сr; 2,4 Аl; 2,8 Тi; 0,5 Nb; 0,015 В; 0,005 Zr. При кімнатній температурі і тиску водороду 35 МПа визначені характеристики кратковременної міцності і пластичності і кількість циклів до руйнування. Стійкість до високотемпературної корозії оцінювали після витримки в соляній суміші 0,25 NaCl + 0,75 Na₂SO₄ при 1073 К. Встановлено, що добавки гафнія суттєво підвищують корозійну і водородну міцність сплаву. Виявлено оптимальне поєднання міцності, пластичності, малоциклової довговічності, водородної і корозійної стійкості в сплаві з 18,5% кобальту і 0,7% гафнія.

SUMMARY. The influence of alloying with cobalt (13.0 and 18.5%) and hafnium (0.3 and 0.7%) on hydrogen embrittlement and salt corrosion of cast nickel alloy containing (mass%) 0.08 C; 21.3 Cr; 2.4 Al; 2.8 Ti; 0.5 Nb; 0.015 V; 0.005 Zr is investigated. At room temperature and pressure of hydrogen at 35 MPa, characteristics of short-term strength and ductility and a number of cycles before fracture are determined. Resistance to high-temperature corrosion is evaluated after exposure to a salt mixture of 0.25 NaCl + 0.75 Na₂SO₄ at 1073 K. It is found that hafnium additives significantly increase the corrosion and hydrogen resistance of the alloy. The optimum combination of strength, plasticity, low-cycle durability of hydrogen and corrosion resistance in the alloy with 18.5% cobalt and 0.7% hafnium is found.

Lukyanenko O. H., Pohreliuk I. M., Kravchyshyn T. M., and Trush V. S.

The influence of initial structure on BT22 titanium alloy nitriding 115

РЕЗЮМЕ. Досліджено азотування титанового сплаву BT22 різного вихідного структурного стану (грубо- та дрібнозерниста структура) за температур 750, 800 та 850°C, тривалості витримки до 8 h та тиску азоту 10⁵ Па. Показано, що вихідний структурний стан сплаву впливає на кінетику взаємодії з азотом, ріст зміцненої приповерхневої зони, формування та властивості поверхневої нітридної плівки.

РЕЗЮМЕ. Исследовано азотирование титанового сплава BT22 разного исходного структурного состояния (крупно- и мелкозернистая структура) при температурах 750, 800 и 850°C, продолжительности выдержки до 8 h и давлении азота 10⁵ Па. Показано, что исходное структурное состояние сплава влияет на кинетику взаимодействия с азотом, рост упрочненной приповерхностной зоны, формирование и свойства поверхностной нитридной пленки.

SUMMARY. The nitriding of the BT22 titanium alloy of different initial structural state (coarse-grained and fine-grained structure) is studied at temperatures of 750, 800 and 850°C, exposure time up to 8 h at a nitrogen pressure of 10⁵ Pa. It is shown that the initial structural state of these alloys has an influence on the kinetics of interaction with nitrogen, growth of the strengthened near-surface zone, formation and properties of the surface nitride film.

Malyshev V. V., Shakhnin D. B., Gab A. I., Kublanovsky V. S., and Schuster J.

Synthesis of chromium silicides in ionic melts 122

РЕЗЮМЕ. Досліджено безструмове дифузійне насичення, металотермічне відновлення та електрохімічну поведінку хром- і силіційвмісних розплавів та встановлено умови синтезу силіцидів хрому у вигляді покривів і високодисперсних порошків. Показано, що лімітувальною стадією дифузійного насичення хрому, молібдену і вольфраму силіцієм у хлоридно-фторидних розплавах є дифузія атомів силіцію в твердій фазі. Під час безструмового перенесення силіцію на метали VІВ групи на їх поверхні формуються силіцидні покриви. Отримано порошки силіцидів спільним відновленням хлориду хрому (ІІІ) та фторсилікату натрію металевими натрієм або магнієм. Підібрано умови одержання порошків силіцидів хрому електролізом хлоридно-фторидних розплавів, які містять фторсилікат та хромат калію. Тривкість отриманих порошків силіцидів до окиснення зумовлена утворенням на їхній поверхні шару оксиду кремнію.

РЕЗЮМЕ. Исследовано бестоковое диффузионное насыщение, металлотермическое восстановление и электрохимическое поведение хром- и кремнийсодержащих расплавов и установлено условия синтеза силицидов хрома в виде покрытий и высокодисперсных порошков. Показано, что лимитирующей стадией диффузионного насыщения хрома, молибдена и вольфрама кремнием в хлоридно-фторидных расплавах является диффузия атомов кремния в твердой фазе. Во время бестокового переноса кремния на металлы VIB группы на их поверхности формируются силицидные покрытия. Совместным восстановлением хлорида хрома (III) и фторсиликата натрия металлическими натрием или магнием получены порошки силицидов. Подобраны условия получения порошков силицидов хрома электролизом хлоридно-фторидных расплавов, содержащих фторсиликат и хромат калия. Устойчивость полученных порошков силицидов к окислению обусловлена образованием на их поверхности слоя оксида кремния.

SUMMARY. Currentless diffusion saturation, metallothermic reduction and electrochemical behaviour of chromium- and silicon-containing melts are investigated. The synthesis conditions for obtaining chromium silicides in the form of superfine powders and coatings is investigated. It is shown that the limiting stage of the diffusion saturation of chromium, molybdenum, and tungsten by silicon in chloride-fluoride melts is diffusion of silicon atoms in a solid phase. During the currentless transfer of silicon to the VIB group metals, silicide coatings are formed on their surfaces. The combined reduction of chromium chloride (III) and sodium fluorosilicate by metallic sodium or magnesium produces silicide powders. The conditions for obtaining chromium silicides powders by electrolysis of chloride-fluoride melts containing fluorosilicate and potassium chromate are selected. The resistance of the resulting silicide powders to oxidation is due to the formation of a silicon oxide layer on their surface.

Suberlyak O. V., Baran N. M., Melnyk Yu. Ya., Grytsenko O. M., and Yaculchak G. V. The influence of polyvinylpyrrolidone molecular weight on the physicomechanical properties of composite polyamide hydrogel membranes..... 133

РЕЗЮМЕ. Встановлено закономірності одержання композиційних полімерних гідрогелевих мембран на основі рідкоструктурованих кополімерів 2-гідроксіетилметакрилату з полівінілпіролідом (ПВП), які модифіковані тонким шаром суміші поліаміду-6 (ПА-6) з ПВП методом дифузійного осадження з формиатного розчину. Досліджено залежність фізико-механічних властивостей одержаних композиційних мембран від молекулярної маси ПВП як в структурі кополімеру, так і в модифікувальній суміші, а також від значення адсорбції суміші ПА-6 з ПВП вихідними гідрогелями. Показано, що міцність гідрогелевих мембран зростає зі збільшенням молекулярної маси ПВП у структурі матриці гідрогелю і її зменшенням у формиатному розчині ПА-6–ПВП.

РЕЗЮМЕ. Установлены закономерности получения композиционных полимерных гидрогелевых мембран на основе *редкоструктурированных* сополимеров 2-гидроксиэтилметакрилата с поливинилпирролидоном (ПВП), модифицированных тонким слоем смеси полиамида-6 (ПА-6) с ПВП методом диффузного осаждения из формиатного раствора. Исследованы физико-механические свойства полученных композиционных мембран в зависимости от молекулярной массы ПВП как в структуре кополимера, так и в модифицирующей смеси, а также от адсорбции смеси ПА-6 с ПВП выходными гидрогелями. Показано, что прочность гидрогелевых мембран возрастает с увеличением молекулярной массы ПВП в структуре матрицы гидрогеля и ее уменьшением в формиатном растворе ПА-6–ПВП.

SUMMARY. The regularities of formation of composite polymeric hydrogel membranes based on 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) and polyvinylpyrrolidone (PVP) liquid structured copolymers, modified with a thin layer of polyamide-6 (PA-6) and PVP mixture by the method of diffusion deposition from formic solution, are established. The

physical and mechanical properties of the obtained composite membranes depending on the PVP molecular weight in copolymer structure and in modifying solution, as well as a degree of PA-6 and PVP mixture absorption by initial hydrogels, are investigated. It is shown that the strength of hydrogel membranes increases with the PVP molecular weight increase in the structure of hydrogel matrix and with its decrease in the PA-6–PVP formiate solution.

Kozachok O. P. Contact of an elastic body and a rigid base with pits,
partially filled by nonwetting liquid 140

РЕЗЮМЕ. Досліджено безфрикційний контакт пружного півпростору та текстурованої квазіеліптичними виїмками жорсткої основи за наявності нестисливої рідини, що не змочує поверхні тіл, у міжповерхневих просвітах. Під дією поверхневого натягу рідина формує містки у середніх частинах просвітів, а на краях міститься газ, що перебуває під сталим тиском. Перепад тисків у рідині й газі описує формула Лапласа. Сформульовану контактну задачу зведено до сингулярного інтегрального рівняння відносно похідної для висоти міжповерхневих просвітів та трансцендентного рівняння для ширини рідинного містка. Проаналізовано залежності ширини рідинного містка, контактного тиску, форми просвітів, контактних зближення та податливості півпростору від поверхневого натягу рідини та прикладеного навантаження.

РЕЗЮМЕ. Исследован безфрикционный контакт упругого полупространства и текстурированной квазиэллиптическими выемками жесткой основы при наличии несжимаемой жидкости, не смачивающей поверхности тел, в межповерхностных зазорах. Под действием поверхностного натяжения жидкость формирует мостики в средних частях зазоров, а на краях под постоянным давлением содержится газ. Перепад давлений в жидкости и газе описывает формула Лапласа. Сформулированная контактная задача сведена к сингулярному интегральному уравнению относительно производной для высоты межповерхностных зазоров и трансцендентному уравнению для ширины жидкостного мостика. Проанализированы зависимости ширины жидкостного мостика, контактного давления, формы зазоров, контактных сближения и податливости полупространства от приложенной нагрузки и поверхностного натяжения жидкости.

SUMMARY. The frictionless contact between an elastic half-space and an textured quasielliptical grooves of a rigid base in the presence of a non-wetting liquid that does not wet the bodies surface in the interface gaps is investigated. Under the influence of its surface tension the liquid forms bridges in the middle parts of the gaps, while at the edges there is a gas that is under constant pressure. The pressure drop in the liquid and gas is described by the Laplace formula. The formulated contact problem is reduced to a singular integral equation (SIE) for a derivative of a height of the interface gaps, and the transcendental equation for the width of the liquid bridge. The dependences of the width of the liquid bridge, the contact pressure, the shape of the gaps, the average normal displacement and contact compliance of the half-space on the applied load and the surface tension of the liquid are analyzed.

Yasnii V. P., Nykyforchyn H. M., Student O. Z., and Svirska L. M. Fractographic
peculiarities of fatigue fracture of nitinol alloy 148

РЕЗЮМЕ. Розглянуто макро- та мікрофрактографічні особливості механізму зародження та поширення втомних тріщин у сплаві нітинол за його випроб в області малоциклової втоми. Проаналізовано можливий вплив структурно-фазових перетворень, спричинених циклічним деформуванням нітинолу, на фрактографічні особливості втомного руйнування. Так, у межах окремих зерен (насамперед на ранніх етапах руйнування) спостерігали практично паралельні кризькристалічні фасетки крихких відколів, розташовані у практично взаємоперпендикулярних площинах вздовж всієї довжини кристалів мартенситу. У зоні стабільного росту втомної тріщини рідко, але виявляли ознаки дрібних втомних борозенок, із кроком, який приблизно відповідав швидкості росту тріщини $8 \cdot 10^7$ m/cycle. Зроблено припущення, що деформаційне

перетворення аустеніту в мартенсит може спотворювати також класичний деформаційний механізм формування втомних борозенок. У зоні зламів з неконтрольованим ростом тріщини переважали елементи в'язкого ямкового рельєфу, характерного зламам зразків, зруйнованих активним навантаженням.

РЕЗЮМЕ. Рассмотрены макро- и микрофрактографические особенности механизма зарождения та распространения усталостных трещин в сплаве нитинол при его испытаниях в области малоциклового усталости. Проанализировано возможное влияние структурно-фазовых превращений, вызванных циклическим деформированием нитинола, на фрактографические особенности усталостного разрушения. Так, в пределах отдельных зерен (преимущественно на ранних этапах разрушения) наблюдали практически параллельные транскристаллические фасетки хрупких сколов, размещенных в практически взаимно перпендикулярных плоскостях вдоль всей длины кристаллов мартенсита. В зоне стабильного роста усталостной трещины редко, но выявляли признаки мелких усталостных бороздок, шаг которых приблизительно соответствовал скорости роста трещины $8 \cdot 10^7$ м/cycle. Сделано предположение, что деформационное превращение аустенита в мартенсит может также искажать классический деформационный механизм формирования усталостных бороздок. В зоне изломов с неконтролируемым ростом трещины доминировали элементы вязкого ямочного рельефа, характерного изломам образцов, разрушенных активным нагружением.

SUMMARY. Macro- and microfractography features of the mechanism of initiation and propagation of fatigue cracks in the nitinol alloy after its testing on low-cycle fatigue are considered. A possible influence of the structural-phase transformations caused by cyclic deformation of nitinol on the fractography features of fatigue fracture is analyzed. Thus, the practically parallel transcrystalline facets of brittle cleavages located practically in inter-perpendicular planes along the overall length of martensite crystals are observed within the boundaries of separate grains (foremost at the early stages of fracture initiation). Rarely the signs of shallow fatigue striations are found in the area of stable fatigue crack growth with a spacing which approximately corresponds to the crack growth rate $8 \cdot 10^7$ m/cycle. Suggestion is done, that deformation transformation of austenite into martensite can also distort the classic deformation mechanism of fatigue striation formation. In the fracture area with an uncontrolled crack growth the elements of ductile dimple relief dominated, what is typical of the fracture surface of specimens fractured by active tension.

IN SCIENTIFIC CIRCLES

Shtoiko I. P. The VI Summer School on Fracture Mechanics
of the European Structural Integrity Society..... 154