

ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ

том 51, № 1, 2015

січень – лютий

ЗМІСТ

<i>Василів Б. Д., Подгурська В. Я., Бродніковський С. М.</i> Оптимізація фізико-механічних властивостей матеріалу анодів паливних комірок	7
<i>Крижанівський С. І., Грабовський Р. С., Федорович І. Я., Барна Р. А.</i> Оцінювання кінетики руйнування елементів експлуатованого газопроводу	13
<i>Булик І. І., Бурховецький В. В., Борух І. В.</i> Вплив легування цирконієм на структурно-фазовий стан сплавів на основі $Nd_2Fe_{14}V$	20
<i>Ориняк І. В., Заразовський М. М., Богдан А. В.</i> Метод визначення критичної температури крихкості з урахуванням розкиду експериментальних даних про ударну в'язкість	26
<i>Баглюк Г. А., Апінінська Л. М., Вергелес Н. М., Уськова Н. О., Бездорожжєв О. В.</i> Особливості формування зносо-твивких покривів з карбїду титану методом електрофоретичного осадження	37
<i>Букетов А. В., Скирденко В. О.</i> Дослідження впливу мікро дисперсних наповнювачів на фізико-механічні властивості епоксикомпозитів	43
<i>Павленко Д. В., Овчїнніков О. В.</i> Вплив деформування методом гвинтової екструзії на структуру та властивості сплаву ВТ1-0 в різних станах	50
<i>Кущевська Н. Ф., Шахїн Д. Б., Малишев В. В.</i> Створення нанокомпозитів феромагнетиків. I. Хїмічний синтез солей металів Fe–Co–Ni	58
<i>Агравал Н. К., Агравал Р., Кумар Г. А., Віджай Й. К., Свамі К. С.</i> Поверхнева модифікація полімерних композицій методом обробки тліючим розрядом плазми	64
<i>Андрейків О. С., Добровольська Л. Н., Яворська Н. В.</i> Розрахункова модель поширення трїщин у біметалевих матеріалах за високих концентрацій та температур водню	71
<i>Стацук М. Г., Дорош М. І.</i> Розрахунок потенціальної енергії та геометричних розмірів дислокаційної трїщини	80
<i>Мірсалїмов В. М., Мустафаєв А. Б.</i> Розв'язок задачі про часткове контактування берегів щїлини змінної ширини під дією температурного поля	86
<i>Іваницький Я. Л., Гембара О. В., Чепіль О. Я.</i> Оцінювання довговічності елементів енергетичного обладнання з урахуванням впливу експлуатаційного середовища	93
<i>Похмурська Г. В., Клапків М. Д., Посувайло В. М., Студент М. М., Мюклїх С., Оздемір І.</i> Електрохїмічні властивості ПЕО-покривів на магнієвому сплавї AZ31, виготовленому за різними технологїями	102
<i>Скачков В. О., Бережна О. Р.</i> Особливості поширення трїщин в умовах статичного і малоциклового навантажень	108
<i>Пустовой В. М., Реценко І. О., Звірко О. І.</i> Вплив тривалого циклічного деформування на електрохїмічну поведінку сталей морських порталних кранів	111
<i>Хабурський Я. М.</i> Протикорозійні властивості екстрактів рослинної сировини в розчинї соляної кислоти	116
<i>Скальський В. Р., Почапський С. П., Клим Б. П., Сїмакович О. Г.</i> Розташування джерел акустичної емїсії на тонкостїнних об'єктах сферичної форми	122

У НАУКОВИХ КОЛАХ

<i>Рицар Д. І.</i> Захист дисертацій	130
<i>Стацюк М. Г.</i> Науковий семінар “Проблеми механіки крихкого руйнування”	132
<i>Веселівська Г. Г.</i> Науковий семінар “Корозія. Захист металів від корозії”	135
<i>Лук’яненко О. Г.</i> Науковий семінар “Проблеми матеріалознавства та інженерії поверхні металів”	138
<i>Габетта Дж.</i> Розтріскування за впливу середовища та водневе окрихчування	143

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

том 51, № 1, 2015

январь – февраль

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Васьилив Б. Д., Подгурская В. Я., Бродниковский Е. Н.</i> Оптимизация физико-механических свойств материала анодов топливных ячеек	7
<i>Крыжановский Е. И., Грабовский Р. С., Федорович И. Я., Барна Р. А.</i> Оценивание кинетики разрушения элементов эксплуатируемого газопровода.....	13
<i>Булык И. И., Бурховецкий В. В., Борух И. В.</i> Влияние легирования цирконием на структурно-фазовое состояние сплавов на основе $Nd_2Fe_{14}V$	20
<i>Орыняк И. В., Заразовский М. Н., Богдан А. В.</i> Метод определения критической температуры хрупкости с учетом разброса экспериментальных данных по ударной вязкости	26
<i>Баглюк Г. А., Апининская Л. М., Вергелес Н. М., Уськова Н. А., Бездорожнев А. В.</i> Особенности формирования износостойких покрытий из карбида титана методом электрофоретического осаждения	37
<i>Букетов А. В., Скирденко В. О.</i> Исследование влияния микродисперсных наполнителей на физико-механические свойства эпоксикомпозитов	43
<i>Павленко Д. В., Овчинников О. В.</i> Влияние деформирования методом винтовой экструзии на структуру и свойства сплава ВТ1-0 в разных состояниях.....	50
<i>Кущевская Н. Ф., Шахнин Д. Б., Малышев В. В.</i> Создание нанокompозитов ферромагнетиков. I. Химический синтез солей металлов Fe-Co-Ni	58
<i>Агравал Н. К., Агравал Р., Кумар Г. А., Виджай И. К., Свами К. С.</i> Поверхностная модификация полимерных композиций методом обработки тлеющим разрядом плазмы	64
<i>Андрейкив А. Е., Добровольская Л. Н., Яворская Н. В.</i> Расчетная модель распространения трещин в биметаллических материалах при высоких концентрациях и температурах водорода	71
<i>Стащук Н. Г., Дорош М. И.</i> Расчет потенциальной энергии и геометрических размеров дислокационной трещины	80
<i>Мирсалимов В. М., Мустафаев А. Б.</i> Решение задачи о частичном контактировании берегов щели переменной ширины под действием температурного поля	86
<i>Иваницкий Я. Л., Гембара О. В., Чепиль О. Я.</i> Оценивание долговечности элементов энергетического оборудования с учетом влияния эксплуатационной среды	93
<i>Похмурская Г. В., Клапков М. Д., Посувайло В. Н., Студент М. М., Мюклих С., Оздемир И.</i> Электрохимические свойства ПЭО-покрытий на магниевом сплаве AZ31, изготовленном по разным технологиям.....	102
<i>Скачков В. О., Бережная О. Р.</i> Особенности распространения трещин в условиях статического и малоциклового нагружений	108
<i>Пустовой В. Н., Реценко И. А., Звирко О. И.</i> Влияние длительного циклического деформирования на электрохимическое поведение сталей морских порталных кранов	111
<i>Хабурский Я. М.</i> Противокоррозионные свойства экстрактов растительного сырья в растворе соляной кислоты	116
<i>Скальский В. Р., Почапский Е. П., Клым Б. П., Симакович А. Г.</i> Размещение источников акустической эмиссии на тонкостенных	

объектах сферической формы.....	122
В НАУЧНЫХ КРУГАХ	
<i>Рыцар Д. И.</i> Защита диссертаций	130
<i>Стацук Н. Г.</i> Научный семинар “Проблемы механики хрупкого разрушения”	132
<i>Веселивская Г. Г.</i> Научный семинар “Коррозия. Защита металлов от коррозии”	135
<i>Лукьяненко А. Г.</i> Научный семинар “Проблемы материаловедения и инженерии поверхности металлов”	138
<i>Габетта Дж.</i> Растрескивание под влиянием среды и водородное охрупчивание	143

PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS

том 51, № 1, 2015

january – february

CONTENTS

Vasylyv B. D., Podhurska V. Ya., and Brodnikovskiy Ye. M. Optimization
of physicomechanical properties of anode material for fuel cells7

РЕЗЮМЕ. Проаналізовано вплив структурних перетворень у нікелевій фазі під час однократного відновлення та відновлювально-окиснювального (redox) циклування за температури 600°C на формування рівнів міцності та електропровідності кераміки YSZ–NiO для анодів-підкладок твердооксидних паливних комірок, отриманої за технологією плакування порошку YSZ оксидом нікелю. Після redox-обробки одержано структуру, що забезпечує поліпшені фізико-механічні характеристики матеріалу.

РЕЗЮМЕ. Проанализировано влияние структурных преобразований в никелевой фазе при однократном восстановлении и восстановительно-окислительном (redox) циклировании при температуре 600°C на формирование уровней прочности и электропроводности керамики YSZ–NiO для анодов-подложек твердооксидных топливных ячеек, полученной по технологии плакирования порошка YSZ оксидом никеля. После redox-обработки сформирована структура, обеспечивающая улучшенные физико-механические свойства материала.

SUMMARY. The influence of structural transformations of the nickel phase during single reduction and redox cycling at a temperature of 600°C on formation of the strength and electrical conductivity of YSZ–NiO anode substrate ceramics for solid oxide fuel cells, prepared by technique of YSZ powder clad with nickel oxide, has been analyzed. After redox treatment, the structure providing the improved physical and mechanical properties of the material has been formed.

Kryzhanivskiy Ye. I., Hrabovskiy R. S., Fedorovych I. Ya., and Barna R. A.
Evaluation of fracture kinetics of operated gas pipeline elements13

РЕЗЮМЕ. Експериментально підтверджено ефективність аналітично-числової методики оцінки кінетики та зміни форми корозійно-втомних тріщиноподібних дефектів під час їх розвитку в стінці трубопроводу. Запропоновано розрахунково-експериментальну методику оцінювання умов руйнування газопроводів тривалої експлуатації із урахуванням впливу потенційного розвитку експлуатаційних дефектів у заданому середовищі та деградації властивостей металу труб. Оцінено умови руйнування тривало експлуатованої труби магістрального газопроводу “Київ–Західна Україна”.

РЕЗЮМЕ. Экспериментально подтверждена эффективность аналитически-численной методики оценки кинетики и измененной формы коррозионно-механических трещиноподобных дефектов в процессе их развития в стенке трубопровода. Предложено расчетно-экспериментальную методику оценивания условий разрушения газопроводов длительной эксплуатации с учетом влияния потенциального развития эксплуатационных дефектов в заданной среде и деградации свойств металла труб. Оценены условия разрушения длительно эксплуатируемой трубы магистрального газопровода “Киев–Западная Украина”.

SUMMARY The effectiveness of the analytical-numerical method for evaluation of the kinetics and change of the shape of corrosive-mechanical crack-like defects in the process of their growth in the pipeline wall is proved experimentally. The analytical-experimental method for estimation of fracture conditions of long-operation gas pipeline with account of the influence of potential development of service defects in the given environment and degradation properties of pipe metal is proposed. The conditions under which the catastrophic fracture of the long operation main gas pipeline “Kyiv–Western Ukraine” is possible, is determined.

Bulyk I. I., Burkhovetskyi V. V., and Borukh I. V. The effect of alloying with zirconium on the structural-phase state of $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ based alloys20

РЕЗЮМЕ. Методом сканівної електронної мікроскопії та елементного аналізу досліджено вплив легування цирконієм на мікроструктуру сплавів $\text{Nd}_{11,7}\text{Fe}_{82,3}\text{B}_6$ та $\text{Nd}_{16}\text{Fe}_{76}\text{B}_8$. У сплавах без цирконію виявлено фази $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, Fe та багату неодимом, а в легованих – додатково фазу, близьку за складом до ZrFe_2 . Встановлено, що легування цирконієм запобігає виділенню заліза у сплаві $\text{Nd}_{11,7}\text{Fe}_{81,1}\text{Zr}_{1,2}\text{B}_6$, а в сплаві $\text{Nd}_{16}\text{Fe}_{73,9}\text{Zr}_{2,1}\text{B}_8$ змінює морфологію.

РЕЗЮМЕ. Методами сканирующей электронной металлографии и элементного анализа исследовано влияние легирования цирконием на микроструктуру сплавов $\text{Nd}_{11,7}\text{Fe}_{82,3}\text{B}_6$ и $\text{Nd}_{16}\text{Fe}_{76}\text{B}_8$. В сплавах без циркония обнаружены фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, Fe и богатую на неодим фазу, а в легированных – дополнительно фазу, близкую по составу к ZrFe_2 . Выявлено, что легирование цирконием предотвращает выделение железа в сплаве $\text{Nd}_{11,7}\text{Fe}_{81,1}\text{Zr}_{1,2}\text{B}_6$, а в сплаве $\text{Nd}_{16}\text{Fe}_{73,9}\text{Zr}_{2,1}\text{B}_8$ приводит к изменению морфологии.

SUMMARY. The influence of alloying with addition of Zr on $\text{Nd}_{11,7}\text{Fe}_{82,3}\text{B}_6$ and $\text{Nd}_{16}\text{Fe}_{76}\text{B}_8$ alloys microstructure was investigated by means of scanning electron microscopy and energy dispersive X-ray analysis (EDX). $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, Fe and Nd-rich phases were revealed in alloys without Zr. Besides these phases ZrFe_2 phase was found in Zr-doped alloys. It was found that alloying with Zr prevented the appearance of iron phase in $\text{Nd}_{11,7}\text{Fe}_{81,1}\text{Zr}_{1,2}\text{B}_6$ alloy. The morphology of $\text{Nd}_{16}\text{Fe}_{73,9}\text{Zr}_{2,1}\text{B}_8$ alloy differed from $\text{Nd}_{16}\text{Fe}_{76}\text{B}_8$ alloy.

Orynyak I. V., Zarazovskii M. M., and Bogdan A. V. Method for determination of the critical brittleness temperature with account of scattering of the experimental impact toughness data26

РЕЗЮМЕ. Запропоновано оригінальний фізично обґрунтований метод визначення розкиду значень критичної температури крихкості (КТК). Принциповою його відмінністю і перевагою (порівняно зі стандартним) є те, що розкид даних визначають не з набору значень КТК, а із первинних, за якими обчислюють КТК. Введено кількісні характеристики серії експериментів на ударну в'язкість для визначення КТК: ефективну кількість експериментальних точок та вагу (міру впливу) кожної з них на КТК. Запропоновано також критерій достатності кількості значень ударної в'язкості для адекватного визначення КТК. Описано численні експерименти, які продемонстрували добру кореляцію розкиду значень КТК, отриманих згідно із запропонованим методом, і відповідних стандартних відхилень.

РЕЗЮМЕ. Предложен оригинальный физически обоснованный метод определения разброса значений критической температуры хрупкости (КТХ). Принципиальным его отличием и преимуществом (от стандартного) является определение разброса данных не из набора значений КТХ, а из первичных результатов для вычисления КТХ. Введены количественные характеристики серии экспериментов на ударную вязкость для определения КТХ: эффективное количество экспериментальных точек и вес (степень влияния) каждой из них на КТХ. Предложен также критерий достаточности

количества значений ударной вязкости для адекватного нахождения из них КТХ. Описаны многочисленные эксперименты, которые продемонстрировали хорошую корреляцию разброса значений КТХ, полученных предложенным методом, и соответствующих стандартных отклонений.

SUMMARY. The original physically grounded method for evaluation of the value scattering of critical brittleness temperature (CBT) is proposed. Its principal difference and advantage to compare with the standard one, is the fact that data scattering is determined not from the estimated CBT data values, but from the original measuring dataset. The numerical characteristics of a series of impact toughness tests for determination of CBT are introduced: the effective number of experimental points and significance (measure of effect) of each of them under evaluation of CBT. The criterion of the sufficient number of impact toughness values is proposed to obtain reliable CBT values, obtained by the proposed method and corresponding standard deviations.

*Bagliuk G. A., Apininska L. M., Vergeles N. M., Uskova N. O.,
and Bezdorozhev O. V.* Peculiarities of formation of wear-resistant titanium
carbide coatings by the method of electrophoretic deposition.....37

РЕЗЮМЕ. Подано результати дослідження можливостей застосування методу електрофоретичного осадження для одержання зносотривких покриттів на основі карбиду титану, а також залежності виходу осаду від технологічних режимів процесу. Показано, що адгезійно міцний карбидтитановий покриття на сталевій основі можна отримати шляхом рідкофазного спікання електрофоретичного осаду за умови введення до складу покриття нікель-фосфорного підшару евтектичного складу.

РЕЗЮМЕ. Представлены результаты исследования возможностей применения метода электрофоретического осаждения для получения износостойких покрытий на основе карбида титана, а также зависимости выхода осадка от технологических режимов процесса. Показано, что адгезионное прочное карбидтитановое покрытие на стальной основе можно получить путем жидкофазного спекания электрофоретического осадка при условии введения в состав покрытия никель-фосфорного подслоя евтектического состава.

SUMMARY. The results of investigation of electrophoretic deposition possibility for wear-resistant coatings based on titanium carbide are presented. The experimental data regarding the relation between yield of precipitate from the technological regimes at the electrophoretic deposition process is discussed. It is shown that strong-adhesion titanium carbide coating on steel substrate can be obtained by liquid phase sintering of the electrophoretic precipitation if the nickel-phosphorous underlayer of the eutectic composition is added to the coating composition.

Buketov A. V. and Skirdenko V. O. Investigation of the influence of microdispersed
fillers on physicomechanical and thermal properties of epoxy composites.....43

РЕЗЮМЕ. Оптимізовано склад адгезійного і функціональних поверхневих шарів для формування двошарових покриттів з поліпшеними адгезійними, фізико-механічними і теплофізичними властивостями. Встановлено, що для формування адгезійного шару доцільно вводити частинки карбідної шихти за вмісту $q = 15 \dots 20$ т.р. на $q = 100$ т.р. епоксидного олігомера, а для поверхневого шару покриття з поліпшеними фізико-механічними властивостями необхідно використовувати як наповнювач залізний сурик за вмісту $q = 40 \dots 50$ т.р.

РЕЗЮМЕ. Оптимизирован состав адгезионного и функциональных поверхностных слоев для формирования двухслойных покрытий с улучшенными адгезионными, физико-механическими и теплофизическими свойствами. Установлено, что при формировании адгезионного слоя целесообразно вводить частицы карбидной шихты в

количестве $q = 15...20$ м.р. на $q = 100$ м.р. эпоксидного олигомера, а для поверхностного слоя покрытий с улучшенными физико-механическими свойствами необходимо использовать как наполнитель железный сурик в количестве $q = 40...50$ м.р.

SUMMARY. The composition of the adhesive and functional surface layers to form a two-layer coating with improved adhesion, physical, mechanical and thermal properties was optimized. It was found that in the formation of the adhesion layer it is worth introducing carbide blend particles in an amount of $q = 15...20$ m.p. for $q = 100$ m.p. epoxy oligomer. When forming the surface layer of the coating with improved physical and mechanical properties the iron oxide in an amount of $q = 40...50$ m.p. should be used as a filler.

Pavlenko D. V. and Ovchinnikov O. V. The influence of deformation by screw extrusion method on the structure and properties of BT1-0 alloy in different states.....50

РЕЗЮМЕ. Вивчено вплив інтенсивної пластичної деформації гвинтовою екструзією напівфабрикатів з титанового сплаву в литому і деформованому станах, а також сплавів, отриманих з металевих порошків, на структуру і комплекс їх міцнісних властивостей. Встановлено, що інтенсивна пластична деформація найсприятливіша для заготовок, одержаних методами порошкової металургії з дисперсних порошків, і наближає їх властивості до таких сплавів у деформованому стані.

РЕЗЮМЕ. Изучено влияние интенсивной пластической деформации винтовой экструзией полуфабрикатов из титанового сплава в литом и деформированном состоянии, а также сплавов, полученных из металлических порошков, на структуру и комплекс их прочностных свойств. Установлено, что интенсивная пластическая деформация наиболее благоприятна для заготовок, полученных методами порошковой металлургии из дисперсных порошков, и приближает их свойства к таковым сплавов в деформируемом состоянии.

SUMMARY. The effect of severe plastic deformation of the twist extrusion of titanium alloy semi-products in the as-cast and deformed states, as well as of alloys obtained from metallic powders on the structure and strength properties are considered. It was established that the severe plastic deformation is most favorable for blanks obtained by the methods of powder metallurgy from dispersed powders of metals, bringing them closer to the properties of alloys in the deformed state.

Kushchevska N. F., Shakhnin D. B., and Malyshev V. V. Creation of ferro magnetic nanocomposites. I. Chemical synthesis of Fe–Co–Ni metal compounds salts..... 58

РЕЗЮМЕ. Вперше експериментально розроблено і запропоновано метод синтезу солей металів Fe–Co–Ni в нанодисперсному стані із заданими властивостями й структурою шляхом їх хімічного осадження. Встановлено вплив концентрації компонентів у реакційній суміші, введення домішок, температури й в'язкості середовища на розмір і морфологію частинок одержуваних солей металів.

РЕЗЮМЕ. Впервые экспериментально разработан и предложен метод синтеза солей металлов Fe–Co–Ni в нанодисперсном состоянии. Установлено влияние концентраций компонент в реакционной смеси, введения примесей, температуры и вязкости среды на размеры и морфологию частиц получаемых солей металлов.

SUMMARY. For the first time, the method of Fe–Co–Ni salts synthesis in nanodispersed state with desired properties and structure by means of chemical deposition was experimentally developed and proposed. The effect of components concentration in the

reaction mixture, the introduction of admixtures, and temperature and viscosity of the medium on the size and morphology of obtained metal salt particles was established.

Agrawal N. K., Agarwal R., Gautam A. K., Vijay Y. K., and Swami K. C. Surface modification of polymer nanocomposites by glow discharge plasma treatment64

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив іонно-плазмової обробки на властивості мембрани з нанокompозитного полімеру. Наночастинки кобальту одержано хімічним синтезом. Мембрани завтовшки 20 μm виготовлено нанесенням нанокompозитного полімеру з розчину з подальшою іонно-плазмовою обробкою. Мембрани вивчено перед та після їх обробки плазмою методами оптичної мікроскопії, сканівної електронної мікроскопії та інфрачервоної Фур'є-спектроскопії. Виявлено, що іонно-плазмова обробка – ефективний засіб поліпшення поверхневих та хімічних властивостей мембран з нанокompозитних матеріалів.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние ионно-плазменной обработки на свойства мембраны из нанокompозитного полимера. Наночастицы кобальта получены химическим синтезом. Мембраны толщиной 20 μm изготовлены нанесением нанокompозитного полимера с раствора с последующей ионно-плазменной обработкой. Мембраны изучены до и после обработки плазмой методами оптической микроскопии, сканирующей электронной микроскопии и инфракрасной Фурье-спектроскопии. Вывявлено, что ионно-плазменная обработка – эффективное средство улучшения поверхностных и химических свойств мембран с нанокompозитных материалов.

SUMMARY. Systematic study was carried out to characterize the effects of Argon ion plasma on nanocomposite polymer membrane. Nanoparticles of cobalt (Co) are synthesized by chemical root. 20 micron nanocomposite polymeric membranes were prepared using solution casting and spin coating method. Argon ion plasma treatment was done for these membranes. These membranes were characterized before and after plasma treatment to make comparative study by different technique such as optical microscopy, SEM-scanning electron microscope, Fourier transform infrared spectroscopy. Results show that plasma treatment is a quite effective tool for improving surface and chemical properties of composite membranes with unique characteristics.

Andreikiv O. Ye., Dobrovolska L. N., and Yavorska N. V. Computational model of crack propagation in bi-metal materials under high concentrations and temperatures of hydrogen71

РЕЗЮМЕ. Запропонована розрахункова модель для визначення кінетики поширення в тілі водневих тріщин, що спричинено високими тисками в них через надвисокі концентрації водню в тілі. В основі моделі – деформаційний критерій механіки руйнування з урахуванням концентрації водню, стрибкоподібний механізм поширення водневих тріщин і закони тепломасопереносу Фіка. З її допомогою досліджена кінетика поширення водневої тріщини розшарування по поверхні сплавлення захисного покриття з основним матеріалом у корпусі реактора гідрокрекінгу нафти.

РЕЗЮМЕ. Предложена расчетная модель для определения кинетики распространения в теле водородных трещин, вызванных высокими давлениями в них вследствие сверхвысоких концентраций водорода в теле. В основе модели – деформационный критерий механики разрушения с учетом концентрации водорода, механизм скачкообразного распространения водородных трещин и законы тепломассопереноса Фика. С ее помощью исследована кинетика распространения водородной трещины по поверхности сплавления защитного покрытия с основным материалом в корпусе реактора гидрокрекинга нефти.

SUMMARY. A calculation model for determining kinetics of hydrogen cracks propagation in the metal body, caused by high-pressures in them due to super-high

hydrogen concentration in a body is proposed. The model is based on the deformation criterion of fracture mechanics with account of hydrogen concentration, the mechanism of a jump-like propagation of hydrogen cracks and also Fick's law of heat mass transfer. Using this model the kinetics of hydrogen crack propagation over the protective coating fusion surface with the base material in oil hydrocracking reactor case is investigated.

Stashchuk M. H. and Dorosh M. I. Calculation of potential energy and geometric parameters of a dislocation crack80

РЕЗЮМЕ. Досліджено дислокаційну тріщину, де на одній вершині задано стрибок переміщень, а на другій – береги змикаються. Вказано фізичну суть задачі з позицій механіки руйнування для дислокаційної тріщини, якій ставиться у відповідність математична модель, яку описують півнескінченим дефектом у твердому тілі зі вставленою у ньому екстраплощиною заданої товщини та розрізом на продовженні. В межах такої моделі записано інтегральне рівняння, а також знайдено його розв'язок, на основі якого встановлено напружено-деформований стан навколо дислокаційної тріщини. У результаті визначено геометричні параметри та розраховано енергію тіла з дислокаційною тріщиною.

РЕЗЮМЕ. Исследовано дислокационную трещину, где на одной из вершин задан скачок перемещений, а на другой берега смыкаются. Указана физическая сущность задачи с позиций механики разрушения для дислокационной трещины, которой ставится в соответствие математическая модель, которую описывают полубесконечным дефектом в твердом теле со вставленной в него экстраплоскостью заданной толщины и разрезом на продолжении. В рамках такой модели записано интегральное уравнение, а также найдено его решение, на основе которого установлено напряженно-деформированное состояние вокруг дислокационной трещины. В результате определены геометрические параметры и рассчитана энергия тела с дислокационной трещиной.

SUMMARY. A dislocation crack, where on one of its peaks the jump movement is set, and on the second – the edges are closed, is investigated. The physical essence of the problem is specified from the position of fracture mechanics for a dislocation crack, which is associated with a mathematical model, described by a semi-infinite defect in a solid with extra plane of the given thickness and a cut on its continuation in it. Within this model the integral equation was written and solution is found basing on which the stress-strain state is established. As a result the set geometric parameters are determined and the body energy with a dislocation crack is calculated.

Mirsalimov V. M. and Mustafayev A. B. Solution of the problem on a partial contact of the faces of a variable width slit under temperature field influence.....86

РЕЗЮМЕ. Розглянуто зміну температурного поля поблизу кінців щілини змінної ширини, порівнянної з пружними деформаціями. Розв'язок задачі про рівновагу щілини з частково контактними берегами за дії зовнішніх розтягувальних навантажень, наведеного температурного поля і зусиль на контактних поверхнях щілини зведено до задачі лінійного спряження аналітичних функцій. Вважається, що на деякій частині контакту виникає зчеплення берегів, а на інших можливе проковзування.

РЕЗЮМЕ. Рассмотрено изменение температурного поля вблизи концов щели переменной ширины, сравнимой с упругими деформациями. Решение задачи о равновесии щели с частично контактирующими берегами при действии внешних растягивающих нагрузок, наведеного температурного поля и усилий на контактирующих

поверхностях щели сведено к задаче линейного сопряжения аналитических функций. Считается, что на некоторой части контакта возникает сцепление берегов, а на остальной возможно проскальзывание.

SUMMARY. The changes of temperature field near the variable-length slit end, comparable to the elastic deformation, are considered. The problem on equilibrium of a slit with partially contacting faces under the action of external tensile loads, effect of the temperature field and forces on the contacting surfaces of the slit is reduced to the problem on linear conjugation of analytic functions. It is assumed that on some part of the contact zone the faces cohesion occurs and on other part of the contact zone the slip is possible.

Ivanytskyi Ya. L., Hembara O. V., and Chepil O. Ya. Evaluation of life time of the power equipment elements with account of the operating environment effect93

РЕЗЮМЕ. Запропоновано інженерний підхід для оцінювання міцності та довговічності конструктивних елементів енергетичного обладнання з урахуванням впливу водневовмісного середовища, підвищених тисків і температур. Проаналізовано напружено-деформований стан барабана котла, виготовленого зі сталі 22К, за умов експлуатації з урахуванням наводнювання стінки та його реальної геометрії. Обчислено параметр накопичення пошкоджувальності металу барабана за різних режимів експлуатації. Встановлено, що водень пришвидшує нагромадження пошкоджувальності і зменшує час експлуатації металу за планової зупинки котла на 20...30%, а за аварійної – на 30...40%.

РЕЗЮМЕ. Предложено инженерный подход к оценке прочности и долговечности конструктивных элементов энергетического оборудования с учетом влияния водородосодержащей среды, повышенных давлений и температур. Проанализировано напряженно-деформированное состояние барабана котла, изготовленного из стали 22К, в условиях эксплуатации с учетом наводороживания стенки и его реальной геометрии. Вычислено параметр накопленной повреждаемости металла барабана при различных режимах эксплуатации. Установлено, что водород ускоряет накопление повреждаемости и уменьшает время эксплуатации металла при плановой остановке котла на 20...30%, а при аварийной – на 30...40%.

SUMMARY. An engineering approach to evaluating the strength and durability of structural elements of power equipment with account of the influence of the hydrogen-containing environment, high pressures and temperature is proposed. The stress-strain state of the boiler drum made of 22K steel under exploitation with account of wall hydrogenation and its real geometry is analyzed. The parameter of accumulated damages of the drum metal in different operation modes is calculated. It is established that hydrogen accelerates accumulation of damage and reduces metal exploitation time at scheduled outage by 20...30% and at the emergency shut down by 30...40%.

Pokhmurska H. V., Klapkiv M. D., Posuvailo V. M., Student M. M., Muecklich S., and Ozdemir I. Electrochemical properties of the PEO-coatings on the AZ31 Mg-alloy manufactured by different technologies 102

РЕЗЮМЕ. Досліджено структуру та електрохімічні властивості сплаву AZ31, отриманого двовалковою прокаткою, методами екструдювання та тіксоформування, у вихідному стані та з оксидокерамічними покриттями, синтезованими в електродній плазмі. Встановлено, що за різних технологій виготовлення в ньому формуються інтерметалідні включення $Mg_{17}(Al, Zn)_{12}$ різних розміру та форми, найбільші з яких переходять в оксидокерамічний ПЕО-покрив та відіграють роль катодів під час корозії. Сплав, виготовлений методом тіксоформування, має найвищі електрохімічні характеристики у вихідному стані і з покриттями. Незалежно від способу отримання

лістів плазмоелектролітні оксидні покриття підвищують корозійну тривкість сплаву на 2–3 порядки.

РЕЗЮМЕ. Исследована структура и электрохимические свойства сплава AZ31, полученного классическим способом двухвалковой прокатки, методами экструдирования и тиксоформирования, в исходном состоянии и с оксидокерамическими покрытиями, синтезированными в электролитной плазме. Установлено, что при различных технологиях изготовления в нем формируются интерметаллические включения $Mg_{17}(Al, Zn)_{12}$ разных размеров и формы. Самые крупные из них переходят в оксидо-керамическое ПЭО-покрытие и играют роль катодов в коррозионном процессе. Сплав, изготовленный методом тиксоформирования, имеет высокие электрохимические параметры как в исходном состоянии, так и с покрытиями. Независимо от способа изготовления оксидокерамические ПЭО-покрытия повышают его коррозионную стойкость на 2–3 порядка.

SUMMARY. To study the structure and electrochemical properties of AZ31 alloy obtained in the classical duo rolling casting, methods of extrusion and thixoforming in the initial state and with oxide-ceramic coatings synthesized in the plasma electrolyte. It was found that under various technologies of the alloy manufacture, the intermetallic inclusions $Mg_{17}(Al, Zn)_{12}$ of different sizes and shapes are formed. The largest of them are moving in the oxide-PEO-coated and play a role of cathodes in the corrosion process. The AZ31 alloy, manufactured by thixoforming has high electrochemical properties both in the initial state and with the oxide-ceramic coatings. Regardless of the method for manufacturing of AZ31 alloy sheets the oxide-PEO coatings improve the corrosion resistance by 2–3 orders.

Skachkov V. O. and Berezhna O. R. Crack growth specific features under static and low-cyclic loading 108

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив втомних еліптичних тріщин на в'язкість руйнування високоміцної сталі, а також вплив статичного і малоциклового навантаження на їх ріст.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние усталостных эллиптических трещин на вязкость разрушения высокопрочной стали, а также статического и малоциклового нагружений на их рост.

SUMMARY. The influence of fatigue elliptic cracks on fracture toughness of high-strength steel as well as the influence of static and low-cycle loading on their growth are investigated.

Pustovoi V. M., Reshchenko I. O., and Zvirko O. I. The effect of cycling on electrochemical behaviour of marine gantry cranes steels 111

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив тривалої експлуатації та багатоциклового навантаження в лабораторних умовах на електрохімічні характеристики низькоміцних вуглецевих сталей. Встановлено, що циклічне напруження, як і тривала експлуатація, знижує корозійну тривкість та істотно змінює електрохімічні характеристики сталей. Виявлено, що достатньо чутливим інформативним параметром для оцінювання експлуатаційної деградації сталей порталних кранів є поляризаційний опір. Встановлено кореляційну залежність між зміною ударної в'язкості як характеристики опору крихкому руйнуванню та поляризаційного опору, що може лягти в основу неруйнівного методу діагностування деградації сталей тривало експлуатованих порталних кранів.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние длительной эксплуатации и многоциклового нагружения в лабораторных условиях на электрохимические характеристики низкопрочных углеродистых сталей. Установлено, что циклическая наработка, как и дли-

тельная эксплуатация, приводит к снижению коррозионной стойкости и существенно-му изменению электрохимических характеристик сталей. Выявлено, что достаточно чувствительным информативным параметром для оценки эксплуатационной деградации сталей порталных кранов служит поляризационное сопротивление. Обнаружена корреляционная зависимость между изменением ударной вязкости как характеристики сопротивления хрупкому разрушению и поляризационного сопротивления, что может служить основой для неразрушающего метода диагностики деградации сталей длительно эксплуатируемых порталных кранов.

SUMMARY. The influence of long-term operation and high-cycle loading in the laboratory conditions on the electrochemical characteristics of low-strength carbon steels was investigated. It was established that cycling as well as long-term operation, caused a decrease in the corrosion resistance and a significant change in the electrochemical characteristics of steels. It was shown that polarization resistance was a rather sensitive informative parameter for evaluation of in-service degradation of gantry cranes steels. The correlation between the change in impact toughness as a characteristic of brittle fracture resistance and the change in polarization resistance was revealed, and that can be a basis for non-destructive degradation diagnostic method of long-term operated gantry cranes steels.

Khaburskyi Ya. M. Anti-corrosion properties of plant substance extracts
in hydrochloric acid solution 116

РЕЗЮМЕ. Розроблена методика ефективної екстракції з кори і стружки дуба (*Quercus Robur*) та листя чаю (*Camellia Sinensis*). Вивчено вплив екстрактів на корозійно-електрохімічні властивості сталі 20 в 5%-ій соляній кислоті. Встановлено, що ефективність інгібітора зростає зі збільшенням його концентрації в розчині кислоти та підвищенням часу експозиції. За результатами масометричних випроб за різних температур розраховано енергію активації, яка вказує на суттєве утруднення корозійного процесу в інгібованому середовищі. Згідно з електрохімічними розрахунками, адсорбцію обох екстрактів на поверхні сталі можна описати ізотермою Ленгмюра.

РЕЗЮМЕ. Разработан метод эффективной экстракции с коры и стружки дуба (*Quercus Robur*), а также с листьев чая (*Camellia Sinensis*). Изучено влияние экстрактов на коррозионно-электрохимические свойства среднеуглеродистой стали в 5%-ой соляной кислоте. Установлено, что эффективность ингибитора увеличивается с ростом его концентрации в растворе кислоты и повышением времени экспозиции. По результатам массометрических испытаний при различных температурах рассчитана энергия активации, которая указывает на существенное затруднение коррозионного процесса в ингибированной среде. В соответствии с электрохимическими результатами адсорбция обоих экстрактов на поверхности стали 20 описывается изотермой Ленгмюра.

SUMMARY. The method of effective extraction from oak bark and chips (*Quercus Robur*) and also from tea leaves (*Camellia Sinensis*) was developed. The influence of extracts on corrosion and electrochemical properties of mild steel in 5% hydrochloric acid media was studied. It was established that inhibitor efficiency increases with increase of its concentration in acid solution and with increasing the exposition time. The activation energy was calculated from the results of weight loss measurements and its value indicated a significant complication of corrosion process in inhibited media. The analysis of obtained electrochemical data showed that adsorption of both extracts on steel 20 surface was described by Langmuir isotherm.

Skalskyi V. R., Pochapskyi Ye. P., Klym B. P., and Simakovych O. H. Location
of acoustic emission sources on spherical-shaped thin-walled objects 122

РЕЗЮМЕ. Одержані розв'язки задачі знаходження координат джерел акустичної емісії (АЕ) тонкостінних об'єктів сферичної форми в декартовій системі координат з використанням антени, яка складається з трьох перетворювачів. Розглянуто шляхи усунення неоднозначності визначення місця знаходження джерел пружних хвиль АЕ такою антеною. Одержані результати перевірено за допомогою комп'ютерного моделювання та на реальному сферичному об'єкті. Обчислено похибки вимірювань.

РЕЗЮМЕ. Получены решения задачи нахождения координат источников акустической эмиссии (АЭ) тонкостенных объектов сферической формы в декартовой системе координат с использованием антенны, которая состоит из трех преобразователей. Рассмотрены пути устранения неоднозначности определения местоположения источников упругих волн АЭ такой антенной. Полученные результаты проверены с помощью компьютерного моделирования и на реальном сферическом объекте. Вычислены погрешности измерений.

SUMMARY. Solutions of the problem of finding coordinates of acoustic emission (AE) signals location of thin-walled spherical objects were obtained in cartesian coordinate system, using antennas consisting of three transducers. The way of removal of ambiguous determination of AE elastic waves sources location by such antenna are considered. The obtained results were checked by computer modeling and on a real spherical object. The measurement errors were calculated.

IN SCIENTIFIC CIRCLES

<i>Rytsar D. I.</i> Defence of dissertations	130
<i>Stashchuk M. H.</i> Scientific seminar "Problems of brittle fracture mechanics"	132
<i>Veselivska H. H.</i> Scientific seminar "Corrosion. Corrosion protection of metals"	135
<i>Lukianenko O. H.</i> Scientific seminar "Problems of materials science and metal surface engineering"	138
<i>Gabetta G.</i> Environmentally assisted cracking and hydrogen embrittlement	143