

ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ

ТОМ 49, № 4, 2013

липень – серпень

ЗМІСТ

<i>Назарчук З. Т., Джала В. Р., Синявський А. Т.</i> Виявлення підповерхневих неоднорідностей у діелектричних матеріалах радіохвильовим надвисокочастотним методом	7
<i>Лобанов Л. М., Півторак В. А.</i> Діагностика конструкцій методами електронної широкографії та спекл-інтерферометрії.....	23
<i>Цирульник О. Т.</i> Використання методів електрохімії в діагностуванні технічного стану конструкційних матеріалів	29
<i>Вдовиченко О. В.</i> Використання методів механічного резонансу для виявлення пошкодженості сталей парогонів після експлуатації.....	40
<i>Воробель Р. А., Івасенко І. Б., Мандзій Т. С., Боцян В. В.</i> Вплив первинної обробки на сегментацію рентгенографічних зображень зварних швів	48
<i>Кошовий В. В., Мокрий О. М., Греділь М. І., Романишин І. М.</i> Дослідження лазерним методом просторового розподілу швидкості поверхневих акустичних хвиль у пластично деформованій сталі.....	56
<i>Похмурський В. І., Корній С. А., Косаревич Б. П.</i> Дослідження адсорбції та дифузії водню в кластерах заліза методом функціонала густини.....	62
<i>Коноваленко І. В., Маруцак П. О., Біцак Р. Т.</i> Автоматизоване оцінювання пошкодженості поверхні магістрального газопроводу корозійними пітингами	70
<i>Харченко Є. В., Поліщук Л. К., Звірко О. І.</i> Оцінювання експлуатаційної деградації профільної сталі стріли буртоукладника	77
<i>Вороняк Т. І.</i> Визначення коефіцієнта Пуассона методами двокрокової фазозсувної інтерферометрії.....	83
<i>Русин Б. П., Ануфрієва Н. П., Грабовська Н. Р., Іванюк В. Г.</i> Неруйнівний контроль стану поверхонь, уражених корозійними пітингами	90
<i>Архипов О. Г., Ніхаєнко Ю. Я., Борисенко В. А., Хома М. С., Любимова-Зінченко О. В.</i> Експлуатаційна деградація механічних властивостей металу аміакопроводу	97
<i>Шапвалов Є. В., Галаган Р. М., Кліцар Ф. С.</i> Розробка методики акустико-емісійного контролю контактного точкового зварювання.....	103
<i>Скальський В. Р., Почапський С. П., Клим Б. П., Сімакович О. Г.</i> Модель емісійного діагностичного світлового сигналу	109
<i>Мацько І. Й., Яворський І. М., Юзефович Р. М., Закжевські З.</i> Стохастична динамічна модель сигналів вібрації підшипника кочення та їх аналіз	119
<i>Миндюк В. Д., Карпаш О. М., Карпаш М. О.</i> Характер зв'язку мікроструктури з фізико-механічними властивостями сталей тривалої експлуатації.....	129
ЮВІЛЕЇ	
Василь Похмурський (до 80-річчя від дня народження).....	134

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

ТОМ 49, № 4, 2013

июль – август

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Назарчук З. Т., Джала В. Р., Синявский А. Т.</i> Выявление подповерхностных неоднородностей в диэлектрических материалах радиоволновым сверхвысокочастотным методом	7
<i>Лобанов Л. М., Пивторак В. А.</i> Диагностика конструкций методами электронной широгрaфии и спекл-интерферометрии	23
<i>Цирульнык А. Т.</i> Использование методов электрохимии в диагностировании технического состояния конструкционных материалов	29
<i>Вдовиченко А. В.</i> Использование методов механического резонанса для выявления поврежденности сталей паропроводов после эксплуатации	40
<i>Воробель Р. А., Ивасенко И. Б., Мандзий Т. С., Боцян В. В.</i> Влияние первичной обработки на сегментацию рентгенографических изображений сварных швов.....	48
<i>Кошевой В. В., Мокрый О. М., Гредиль М. И., Романишин И. М.</i> Исследование лазерным методом пространственного распределения скорости поверхностных акустических волн в пластически деформированной стали	56
<i>Похмурский В. И., Корний С. А., Косаревич Б. П.</i> Исследование адсорбции и диффузии водорода в кластерах железа методом функционала плотности.....	62
<i>Коноваленко И. В., Марущак П. О., Бищак Р. Т.</i> Автоматизированная оценка поврежденности поверхности магистрального газопровода коррозионными питтингами	70
<i>Харченко Е. В., Полищук Л. К., Звирко О. И.</i> Оценивание эксплуатационной деградации профильной стали стрелы буртоукладчика	77
<i>Вороняк Т. И.</i> Определение коэффициента Пуассона методами двухшаговой фазосдвигающей интерферометрии.....	83
<i>Русын Б. П., Ануфриева Н. П., Грабовская Н. Р., Иванюк В. Г.</i> Неразрушающий контроль состояния поверхностей, поврежденных коррозионными питтингами	90
<i>Архипов О. Г., Нихаенко Ю. Я., Борисенко В. А., Хома М. С., Любимова-Зинченко О. В.</i> Эксплуатационная деградация механических свойств металла аммиакопровода.....	97
<i>Шаповалов Е. В., Галаган Р. М., Клищар Ф. С.</i> Разработка методики акустико-эмиссионного контроля контактной точечной сварки	103
<i>Скальский В. Р., Почапский Е. П., Клым Б. П., Симакович А. Г.</i> Модель эмиссионного диагностического светового сигнала.....	109
<i>Мацько И. И., Яворский И. Н., Юзефович Р. М., Закжевски З.</i> Стохастическая динамическая модель сигналов вибрации подшипника качения и их анализ	119
<i>Миндюк В. Д., Карнаш О. М., Карнаш М. О.</i> Характер связи микроструктуры и физико-механических свойств сталей длительной эксплуатации	129
ЮБИЛЕИ	
Василий Похмурский (к 80-летию со дня рождения)	134

PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS

VOLUME 49, № 4, 2013

July – August

CONTENTS

Nazarchuk Z. T., Dzhala V. R., and Syniavskiy A. T. Detection of subsurface heterogeneities in dielectric materials by radio wave super-frequency method 7

РЕЗЮМЕ. Узагальнено результати теоретичних та практичних напрацювань авторів у галузі неруйнівного контролю діелектричних матеріалів [1–9]. Зокрема, побудовано пристрій для електромагнетних надвисокочастотних вимірювань та математичну модель вимірних даних, а також розвинуто метод обробки результатів вимірювання з метою виявлення підповерхневих неоднорідностей у діелектричних матеріалах. Особливістю запропонованого підходу є те, що схема вимірювань створена за принципом визначення амплітуди. Незважаючи на відсутність фазової інформації, відповідна обробка дає змогу візуалізувати зовнішню та першу внутрішню поверхні поділу матеріалів, а з математичного аналізу компонент розсіяного поля вдається кількісно інтерпретувати результати вимірів. Теоретичні висновки підтверджено експериментально.

РЕЗЮМЕ. Обобщены результаты теоретических и практических работ авторов в области неразрушающего контроля диэлектрических материалов [1–9]. В частности, построены устройство для электромагнитных сверхвысокочастотных измерений, математическая модель измеренных данных, а также развит метод обработки результатов измерения с целью выявления подповерхностных неоднородностей в диэлектрических материалах. Особенностью предлагаемого подхода является то, что схема измерений создана по принципу определения амплитуды. Несмотря на отсутствие фазовой информации, соответствующая обработка позволяет визуализировать внешнюю и первую внутреннюю поверхности раздела материалов, а анализ составляющих рассеянного поля количественно интерпретировать результаты измерений. Теоретические выводы подтверждены экспериментально.

SUMMARY. The results of both theoretical and practical researches [1–9] of the authors in the field of nondestructive testing of dielectric materials are generalized. In particular, a device for electromagnetic super high-frequency measuring and mathematical model of the measured data is constructed. The method of the measured data processing is developed in order to detect subsurface inhomogeneities in dielectric materials. A peculiarity of the proposed method is that the measuring scheme is built according to the principle of amplitude measurement. Despite the absence of phase data the appropriate processing allows to visualize the external and the first internal interfaces of the materials. Mathematical analysis of scattered field components gives possibility to explain quantitatively the measurements results. Theoretically drawn conclusions are verified by experiments.

Lobanov L. M. and Pivtorak V. A. Diagnostics of structures using methods of electron shearography and speckle-interferometry 23

РЕЗЮМЕ. Розроблено методику неруйнівного контролю якості і визначення залишкових напружень зварних конструкцій на основі електронної ширографії та спекл-інтерферометрії. Створено компактні ширографічні та спекл-інтерферометричні системи виміру, які дають можливість досліджувати зварні конструкції під час їх виготовлення та експлуатації. Подано результати діагностики якості і напруженого стану елементів зварних панелей із високоміцного титанового сплаву BT-20 та технологію визначення діаметра ядра зварних точкових з'єднань.

РЕЗЮМЕ. Разработана методика неразрушающего контроля качества и определения остаточных напряжений сварных конструкций на основе электронной широгрaфии и спекл-интерферометрии. Созданы компактные широгрaфические и спекл-интерферометрические измерительные системы, которые позволяют исследовать сварные конструкции в условиях их изготовления и эксплуатации. Представлены результаты диагностики качества и напряженного состояния элементов сварных панелей из высокопрочного титанового сплава BT-20 и технология определения диаметра ядра сварных точечных соединений.

SUMMARY. The methods of non-destructive testing of the quality and determination of residual stresses of welded structures were developed, basing on electron shearography and speckle-interferometry. The compact shearography and speckle-interferometry measuring systems were created allowing the weld structures investigation under conditions of their manufacture and operation. The results of diagnostics of the quality and stressed state of the elements of welded panels of BT-20 high-strength titanium alloy and technology for determination of the weld spot nugget were presented.

Tsyurulnyk O. T. Use of the electrochemistry methods in diagnostics of the technical state of structural materials29

РЕЗЮМЕ. Розглянуто можливість використання електрохімічних (ЕХ) підходів для аналізу технічного стану конструкційних металевих матеріалів на стадіях проектування та їх тривалої експлуатації в корозивно-наводнювальних середовищах. Виявлено, що, аналізуючи вплив напружень на інтенсивність корозійних уражень, важливо врахувати нестационарні ЕХ процеси взаємодії металу свіжодетформованої поверхні зі середовищем, що є основою для прогнозування корозійної тривкості, корозійно-втомної міцності та опірності кавітації. Вивчено вплив експлуатаційних чинників (тривалості експлуатації, абсорбованого водню, контактної корозії, макрогальвано пар, біоактивного середовища) на корозійне і корозійно-механічне руйнування сталей. Показано можливість застосування методів стаціонарної і нестационарної ЕХ для прогнозування ефективності протекторного та інгібіторного захисту сталей навантажених конструкцій. Обґрунтовано ефективність певних ЕХ характеристик для оцінювання експлуатаційної деградації механічних властивостей.

РЕЗЮМЕ. Рассмотрена возможность использования электрохимических (ЭХ) подходов к анализу технического состояния конструкционных металлических материалов на стадиях проектирования и их длительной эксплуатации в коррозионно-наводороживающих средах. Установлено, что, анализируя влияние напряжений на интенсивность коррозионных повреждений, важно учитывать нестационарные ЭХ процессы взаимодействия металла свежедетформированной поверхности со средой, что является основой для прогнозирования коррозионной стойкости, коррозионно-усталостной прочности и сопротивления кавитации, а влияние водорода на свойства сталей предпочтительнее определять при наводороживании напряженного металла, особенно в области пластических деформаций. Проанализировано влияние эксплуатационных факторов (длительности эксплуатации, абсорбированного водорода, контактной коррозии, макрогальвано пар, биоактивной среды) на интенсификацию коррозионного и коррозионно-механического разрушения сталей. Показана возможность применения

методов стационарной и нестационарной электрохимии для прогнозирования эффективности протекторной и ингибиторной защиты сталей нагруженных конструкций. Обоснована эффективность определенных ЭХ характеристик для оценки эксплуатационной деградации механических свойств.

SUMMARY. The use of the electrochemical (EC) approaches to the analysis of the technical state of structural metal materials at the stages of design and their long-term service in corrosion-hydrogen environments is considered. It is important when analyzing the stresses effect on the intensity of corrosion damages to take into account the non-stationary EC processes of metal interaction with environment, which is the base for prediction of the corrosion resistance, corrosion-fatigue strength and cavitation resistance. It is preferable to evaluate the effect of hydrogen on the properties of steels under hydrogenation of the stressed metal, especially in the range of plastic deformation. The influence of operation factors (service time, adsorbed hydrogen, contact corrosion, macrogalvanic couples, bioactive medium) on the intensity of corrosion and corrosion-mechanical fracture of steels is shown. The possibility of use of the method of stationary and non-stationary electrochemistry for prediction of the effectiveness of protector and inhibitor protection of steels of loaded structures is demonstrated. The effectiveness of certain EC characteristics usage for the evaluation of in-service degradation of the mechanical properties is substantiated.

Vdovychenko O. V. Use of mechanical resonance techniques for detection of damage in steam pipeline steels after service.....40

РЕЗЮМЕ. Лінійні та нелінійні методи механічного резонансу використано для виявлення пошкодженості сталей після $\sim 7 \cdot 10^4 \dots 2,45 \cdot 10^5$ h експлуатації в парогонях теплоелектроцентралі. Визначено швидкість звуку, декремент коливань і його залежність від амплітуди максимальних циклічних напружень, а також залежність резонансної частоти коливань консольно закріпленого стрижневого зразка від амплітуди деформації. Виявлено, що декремент коливань матеріалів після експлуатації вищий, ніж у стані постачання, а залежність його від амплітуди напружень посилюється. Зафіксовано, що матеріалу після експлуатації властива нелінійна пружна поведінка, яка проявляється у спотворенні резонансної кривої і залежності резонансної частоти від амплітуди. Встановлена лінійна залежність резонансної частоти від амплітуди деформації, яка корелює з такою самою для декременту коливань. Підтверджено перспективність нелінійних методів для виявлення пошкоджень у парогонях.

РЕЗЮМЕ. Линейные и нелинейные методы механического резонанса используются для обнаружения поврежденности сталей после $\sim 7 \cdot 10^4 \dots 2,45 \cdot 10^5$ h эксплуатации в паропроводах теплоэлектроцентрали. Измерены скорость звука, декремент колебаний и его зависимость от амплитуды максимальных циклических напряжений, а также построена зависимость резонансной частоты колебаний консольно закрепленного стержневого образца от амплитуды деформации. Установлено, что декремент колебаний материалов после эксплуатации больше, чем в состоянии поставки, а его зависимость от амплитуды напряжений усиливается. Показано, что материалы после эксплуатации демонстрируют нелинейное упругое поведение, которое проявляется в искажении резонансной кривой и зависимости резонансной частоты от амплитуды. Установлена линейная зависимость резонансной частоты от амплитуды деформации, которая коррелирует с таковой для декремента колебаний. Экспериментальные результаты свидетельствуют о перспективности нелинейных методов для обнаружения повреждений в паропроводах.

SUMMARY. The linear and nonlinear techniques of mechanical resonance have been used for the detection of the damage in steel after $\sim 7 \cdot 10^4$ to $2.45 \cdot 10^5$ h of its operation in the

steam pipeline of a thermal power plant. Sound velocity, vibration decrement and its dependence on the maximum cyclic stress amplitude were measured and also the dependence of resonance frequency of cantilever bar on strain amplitude was constructed. The vibration decrement of materials after operation exceeds those in the initial state and its dependence on the stress amplitude became sharper. The nonlinear effects such as distortion of resonant curve and resonant frequency shift depending on the strain amplitude were found in the materials after operation. The linear dependence of resonant frequency on strain amplitude that correlated with that characteristic of the vibration decrement was established. The experimental results indicate that nonlinear techniques are promising for detection of the damages of steam pipeline.

Vorobel R. A., Ivashenko I. B., Mandziy T. S., and Botsian V. V. The influence of primary treatment on segmentation of X-ray images of welded joints48

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив на результат контролю попередньої обробки цифрових рентгенографічних зображень через їх медіанну фільтрацію та яскравісну нормалізацію шляхом нерізкого маскувння і контрастування на основі моделі логарифмічного типу. Наведено приклади експериментального виявлення дефектів зварних швів різного виду.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние на результат контроля предварительной обработки цифровых рентгенографических изображений путем их медианной фильтрации и яркостной нормализации нерезким маскированием и контрастированием на основе модели логарифмического типа. Приведены примеры экспериментального выявления дефектов сварных швов разного вида.

SUMMARY. The influence of preliminary digital radiographic images processing on the testing result is investigated. Median filtering and intensity normalization by unsharp masking and contrasting by using the logarithmic type model are proposed. The examples of experimental detection of defects of different types of welded joints are presented.

Koshovyi V. V., Mokryi O. M., Gredil M. I., and Romanyshyn I. M. Investigation of space distribution of surface acoustic waves velocity in plastically deformed steel by the laser method56

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив пластичної деформації сталі Ст.3 на швидкість поверхневих акустичних хвиль Релея, вимірної методом лазерної реєстрації. Встановлено, що пластична деформація призводить до появи анізотропії акустичних властивостей, яку, згідно з оцінкою залишкових механічних напружень, в основному визначає текстура сталі.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние пластической деформации стали Ст.3 на скорость поверхностных акустических волн Рэлея, измеренной методом лазерной регистрации. Определено, что пластическая деформация приводит к появлению анизотропии акустических свойств, которые, согласно оценки остаточных механических напряжений, в основном определяются текстурой стали.

SUMMARY. The effect of steel Ст.3 plastic deformation on the surface acoustic Raleigh waves velocity measured by the laser registration method is studied. It is revealed that plastic deformation causes anisotropy of the steel acoustic properties, which, according to the evaluated residual stresses, are determine mainly by the steel texture.

Pokhmurskii V. I., Korniy S. A., and Kosarevych B. P. Investigation

of hydrogen adsorption and diffusion in iron clusters by the method of density functional.....62

РЕЗЮМЕ. Побудовано кластерну модель взаємодії атомарного водню з поверхнею α - та γ -заліза та проведено квантово-хімічні розрахунки системи Fe–H із використанням методу функціонала густини з обмінно-кореляційним функціоналом RPBE-GGA. Отримано криві потенціальної енергії взаємодії атомарного водню з кластерами заліза ОЦК та ГЦК структури та встановлені активаційні бар'єри його адсорбції, проникнення у підповерхневий шар та міграції між тетраедричними та октаедричними положеннями кластерів. Розраховано енергії розчинення атомарного водню в різних адсорбційних місцях кластерів та виявлено стабільні енергетичні стани водню в октаедричних положеннях ГЦК кластера заліза. Проаналізовано зарядовий стан атомарного водню як на поверхні, так і в об'ємних положеннях кластерів та підтверджено механізм часткового перенесення заряду в системі залізо–водень.

РЕЗЮМЕ. Построена кластерная модель взаимодействия атомарного водорода с поверхностью α - и γ -железа и проведены квантово-химические расчеты системы Fe–H с использованием метода функционала плотности с обменно-корреляционным функционалом RPBE-GGA. Получены кривые потенциальной энергии взаимодействия атомарного водорода с кластерами железа ОЦК и ГЦК структуры и установлены активационные барьеры его адсорбции, проникновения в подповерхностный слой и миграции между тетраэдрическими и октаэдрическими положениями кластеров. Рассчитано энергии растворения атомарного водорода в различных адсорбционных местах кластеров и выявлены стабильные энергетические состояния водорода в октаэдрических положениях ГЦК кластера железа. Проанализировано зарядовое состояние атомарного водорода как на поверхности, так и в объемных положениях кластеров и подтверждено механизм частичного переноса заряда в системе железо–водород.

SUMMARY. A cluster model of the hydrogen atom interaction with the surface of α - and γ -iron is constructed. The quantum-chemical calculations of the Fe–H system using density functional theory with the exchange-correlation functional RPBE-GGA are carried out. The curves of potential energy of the hydrogen atom interaction with iron clusters of BCC and FCC structure are calculated. The activation barriers of hydrogen adsorption, penetration into the subsurface layer and migration between the tetrahedral and octahedral positions of clusters are considered. The energy of atomic hydrogen dissolution in different absorption cluster locations is calculated. The stable hydrogen energy states in the octahedral positions of the FCC-iron cluster are detected. The charge states of the atomic hydrogen on the surface and inside the cluster bulk are analyzed and the mechanism of the partial charge transfer in the iron–hydrogen system is proved.

Konovalenko I. V., Marushchak P. O., and Bishchak R. T. Automated assessing of damages of the main gas pipeline surface by corrosion pittings70

РЕЗЮМЕ. Ідентифіковано та кількісно проаналізовано пошкодження поверхні локальної ділянки магістрального газопроводу “Київ–Захід України-1” корозійними пітингами за результатами оброблення цифрових зображень. Форму дефектів оцінено за даними цифрового діагностування та обґрунтовано їх морфологічні ознаки. Встановлено, що окремим етапам пітингової корозії відповідають певні інтегральні параметри зображення. Обробкою даних про геометричні параметри пітингоутворення виявлено основні закономірності коалесценції окремих дефектів та їх формозміни.

РЕЗЮМЕ. Идентифицирована и количественно проанализирована поврежденность магистрального газопровода “Киев–Запад Украины-1” коррозионными питтин-

гами по результатам обработки цифровых изображений поверхности. Поведение дефектов оценено по данным диагностики отдельных этапов их формирования и развития. Установлено, что конкретным стадиям питтинговой коррозии соответствуют определенные интегральные параметры изображения. По результатам обработки геометрических параметров питтингов выявлены основные закономерности коалесценции отдельных дефектов и их формоизменения.

SUMMARY. The identification and quantification of the damage of pipeline “Kyiv–Western Ukraine-1” by corrosion pitting, based on results of the processing of the surface digital images of defects, was carried out. The defects behaviour was assessed by diagnostic of the individual stages of the process of their formation and development. The individual stages of pitting corrosion correspond to the definite integral image parameters. The basic laws of the coalescence of individual defects and their forming based on the processing of data of geometrical parameters of pits were found.

Kharchenko Ye. V., Polishchuk L. K., and Zvirko O. I. Evaluation of service degradation of profile steel of edge-forming boom.....77

РЕЗЮМЕ. Порівнянням механічних властивостей сталі кутників рамної конструкції тривало експлуатованого буртоукладника з вихідним станом металу виявлено, що міцність та пластичність істотно не змінилися, однак, погіршилася ударна в'язкість металу, причому практично незалежно від знака змінних напружень. Для оцінювання експлуатаційної деградації властивостей використано електрохімічні підходи і встановлено, що достатньо чутливим інформативним параметром є поляризаційний опір.

РЕЗЮМЕ. Сравнением механических свойств стали уголков рамной конструкции длительно эксплуатируемого буртоукладчика с исходным состоянием металла выявлено, что прочность и пластичность существенно не изменились, но ухудшилась ударная вязкость металла, причем практически независимо от знака переменных напряжений. Для оценки эксплуатационной деградации свойств использованы электрохимические подходы и установлено, что достаточно чувствительным информативным параметром является поляризационное сопротивление.

SUMMARY. The carriage structure angle bar steel properties of long-term exploited clamp packer with the metal in as-received state were compared. It was found that the strength and plasticity were not changed noticeably but the impact strength of the metal deteriorated practically independently of the cyclic stresses sign. The electrochemical approaches were used for evaluation of the properties degradation and it was established that polarization resistance was sensitive enough informative parameter.

Voroniak T. I. Determination of the Poisson's ratio by two step phase-shifting interferometry technique83

РЕЗЮМЕ. Запропоновано методики безконтактного визначення коефіцієнта Пуассона методами фазозсувної інтерферометрії для балок з гладкими і шорсткими поверхнями та схему експериментальної установки для їх реалізації. Наведено результати апробації цих методик на сталевій та дюралевій балках.

РЕЗЮМЕ. Предложено методики безконтактного определения коэффициента Пуассона методами фазосдвигающей интерферометрии для балок с гладкими и шероховатыми поверхностями и схему экспериментальной установки для их реализации. Приведены результаты апробации этих методик на стальной и дюралевой балках.

SUMMARY. The method for non-contact Poisson's ratio determination by the phase-shifting interferometric technique for beams with smooth and rough surfaces and the experimental setup scheme for its realization are proposed. Results of the proposed techniques approbation on the steel and duralumin beams are presented.

Rusyn B. P., Anufriyeva N. P., Hrabovska N. R., and Ivaniuk V. H.

Non-destructive control of the surfaces state damaged by corrosive pits90

РЕЗЮМЕ. Розглянуто задачу про тривимірну реконструкцію поверхні за двовимірними зображеннями, щоб застосувати результати її розв'язку для аналізу зображень матеріалів з пітингами. Запропоновано метод визначення глибини пітинга за оцінками серії металографічних зображень з допомогою ламбертівської моделі відбиття світла. Параметри моделі визначено за зміною положення джерела світла з використанням додаткового затінення та незмінного приймача. Серія аналізованих зображень містить триаду зображень, отриманих у різних напрямках освітлення, а також затінене зображення пітинга. Описано двокроковий алгоритм оцінки характеристик пітинга на поверхні матеріалу за його зображеннями. Зокрема, показано, що, застосовуючи запропоновані методи, можна отримати інформацію про пітинги. Наведено приклад практичного застосування розробленого алгоритму для 3D реконструкції поверхні реального пітинга.

РЕЗЮМЕ. Рассмотрена задача о трехмерной реконструкции поверхности по двухмерным изображениям с целью применения ее результатов для анализа изображений материалов с питтингами с помощью ламбертовской модели отражения света. Параметры модели найдены по изменению положения источника света с использованием дополнительного затенения при неизменном положении приемника. Серия анализируемых изображений содержит затененное изображение питтинга и триаду его изображений, где каждое получено при индивидуальном направлении освещения. Описаны отдельные этапы двухшагового алгоритма анализа характеристик питтинга на поверхности материала по его изображениям. В частности, показано, что так можно получить информацию о горизонтальной и вертикальной производных, а также глубине питтинга в каждой исследуемой точке. Приведен пример практического использования разработанного алгоритма для 3D реконструкции поверхности реального питтинга.

SUMMARY. The problem of three dimensional surface reconstruction based on two dimensional images is considered using Lambertian reflection model for pitting depth estimation. Parameters of the model are estimated by determining the movement of the light source location with additional shading, the receiver location being not changed. Parameters of the model are estimated by using the information of image sequence. This image sequence contains triad of light modulated images of materials with pitting corrosion where each image is obtained under individual directed illumination. Certain steps of the proposed two step algorithm of pitting characteristics analysis on the material surface by its images are described. Especially it is shown that in such a way the information about horizontal and vertical derivatives in the investigated point can be obtained. The practical example of the developed algorithm for 3D reconstruction of the real pitting surface is presented.

Arkhyrov O. G., Nikhailenko Yu. Ya., Borysenko V. A., Khoma M. S.,

and Liubimova-Zinchenko O. V. Exploitation degradation of mechanical

properties of ammonia pipeline metal.....97

РЕЗЮМЕ. Проаналізовано закономірності зміни механічних характеристик металу труб аміакопроводу Тольятті–Одеса впродовж 30-річної експлуатації. Внаслідок дії середовища, механічних навантажень, а для труб, що знаходилися на поверхні, ще й перепаду температур, метал деградував, що супроводжувалось корозійним пошкодженням та наводнюванням. Запропоновано аналітичний вираз, що описує часову зміну міцності металу та слугує інструментом для переходу від “планових капітальних ремонтів” до “ремонтів за станом обладнання”.

РЕЗЮМЕ. Проанализированы закономерности изменения механических характеристик металла труб аммиакопровода Тольятти–Одесса после 30 лет эксплуатации. Вследствие действия среды, механических нагрузок, а для труб, находящихся на поверхности, еще и перепада температур, произошла деградация металла, которая сопровождалась коррозионными повреждениями и наводороживанием. Предложено аналитическое выражение, которое описывает изменение характеристик прочности во времени и является инструментом перехода от “плановых капитальных ремонтов” к “ремонтам по состоянию оборудования”.

SUMMARY. The mechanical behaviour of Tolyatti–Odessa ammonia pipe line metal after 30 years of operation is analyzed. Degradation of the metal, accompanied by corrosion damage and hydrogenation, takes place due to a few reasons such as operating media, physical stress and differential temperature for the surface pipes. The analytical expression that describes time-history of strength characteristic and is the instrument of transition from the scheduled overhauls to as-required repairs is proposed.

Shapovalov Ye. V., Galagan R. M., and Klishchar F. S. Development of methodologies for acoustic-emission control of contact spot welding 103

РЕЗЮМЕ. Досліджена можливість застосування методу АЕ для контролю контакт-ного точкового зварювання. Розроблені спеціалізована система прийому та обробки сигналів АЕ та критерії, за якими можна синтезувати показник якості точкового зварного з’єднання. Запропоновано для формування показника якості такого з’єднання використовувати метод згортки шаблонного сигналу, що характеризує якісне з’єднання, і сигналу, отриманого під час контролю поточної зварної точки.

РЕЗЮМЕ. Исследована возможность применения метода АЭ для контроля контактной точечной сварки. Разработаны специализированная система приема и обработки сигналов АЭ и критерии, позволяющие синтезировать показатель качества такого соединения. Предложено для формирования показателя качества сварного точечного соединения использовать метод свертки шаблонного сигнала и сигнала, полученного при контроле текущей сварной точки.

SUMMARY. The possibility of application of the acoustic emission method for the control of spot welding resistance is investigated. A specialized system for receiving and processing the AE signals and criteria to measure the quality of a weld joint is developed. It is proposed to use for formation of the weld quality index point of such welding the convolution signal method, characterizing the welding quality and a signal obtained by controlling the current welding point.

Skalskyi V. R., Pochapskyi Ye. P., Klym B. P., and Simakovych O. H. Model of emission diagnostic light signal 109

РЕЗЮМЕ. Емісійні сигнали різної фізичної природи запропоновано розглядати в межах спільної узагальненої моделі випадкового імпульсного потоку. Розглянуто алгоритм виявлення та виділення інформативної складової емісійного світлового сигналу за наявності завад під час фотоелектричної реєстрації. Наведено структурну схему пристрою для відбору сигналу світлової емісії, який реалізує запропонований алгоритм.

РЕЗЮМЕ. Эмиссионные сигналы различной физической природы предложено рассматривать в рамках обобщенной модели случайного импульсного потока. Рассмотрен алгоритм обнаружения и выделения информативной составляющей эмиссионного светового сигнала при наличии помех во время фотоэлектрической регистрации. Приведена структурная схема устройства для отбора сигнала световой эмиссии, реализующего предложенный алгоритм.

SUMMARY. It is proposed to consider the emission signals of different physical nature within the generalized model of a random pulse stream. By specifying the model for the case of the light signal emission, the algorithm of detection and selection of informative component in the presence of interference during its photovoltaic registration is proposed. The block diagram of the selection of the light emission signal, which uses the proposed algorithm, is given.

Matsko I. Yo., Javorskyj I. M., Yuzefovych R. M., and Zakrzewski Z. Stochastic dynamic model of signals of roll bearing vibration and their analysis 119

РЕЗЮМЕ. За стохастичною динамічною моделлю підшипника качення, поданою у вигляді системи двох нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку, виконано комп'ютерну симуляцію і досліджено вертикальний й горизонтальний складники вібрації. З допомогою методів статистики періодично корельованих випадкових процесів встановлено, що за появи дефектів на зовнішньому чи внутрішньому кільцях вібрації набувають властивостей періодичної нестационарності. Проаналізовано часову мінливість оцінок математичного сподівання, що описують детерміновані складники коливань, а також оцінки дисперсій, що визначають потужність флуктуацій. Наведено залежності від зсуву кореляційних компонентів – коефіцієнтів Фур'є кореляційних функцій. Обґрунтовано особливості структури періодично корельованого випадкового процесу, що описує вертикальну й горизонтальну вібрації за присутності дефектів на зовнішньому та внутрішньому кільцях.

РЕЗЮМЕ. На основании стохастической модели подшипника качения в виде системы двух нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка проведено компьютерную симуляцию и исследовано вертикальную и горизонтальную вибрации. С использованием методов статистики периодически коррелированных случайных процессов обнаружено, что при появлении дефекта на внешнем или внутреннем кольцах вибрации приобретают свойства периодической нестационарности. Проанализирована временная изменчивость оценок математического ожидания, которые описывают детерминированные составляющие колебаний, а также оценены дисперсии, определяющие мощность флуктуаций. Наведены зависимости от смещения корреляционных компонент – коэффициентов Фурье корреляционных функций. Обсуждены особенности структуры периодически коррелированного случайного процесса, что описывает вертикальную и горизонтальную вибрации при наличии дефектов на внешнем и внутреннем кольцах.

SUMMARY. On the base of stochastic dynamical model of roll bearing in the form of the system of two non-linear differential second-order equations the computer simulation is done and horizontal and vertical parts of vibration are investigated. Using the methods of

statistic of periodically correlated random processes it is shown that the fault appearing on the outer or inner race leads to vibrations and acquire properties of periodical non-stationarity. The time variety of the mean function estimators, which describe deterministic oscillations and variance estimators which determine the power of fluctuations is analyzed. The dependences of correlation components, Fourier coefficients of correlation functions, on time lag are shown. The structure peculiarities of periodically correlated random processes which describe the vertical and horizontal vibrations of the roll bearing with faulty outer and inner races are analyzed.

Mindiuk V. D., Karpash O. M., and Karpash M. O. Character of the microstructure relation with physico-mechanical properties of continuous service steels 129

РЕЗЮМЕ. Встановлено найінформативніші параметри мікроструктурних змін матеріалів металокопункцій, які взаємопов'язані з їх механічними та фізичними властивостями. Для визначення структурно- і фазочутливих характеристик матеріалів використано різні методи та засоби неруйнівного контролю. За комплексом фізико-механічних характеристик неруйнівного контролю встановлено оптимальну кількість параметрів контролю і характеристик мікроструктури.

РЕЗЮМЕ. Установлены наиболее информативные параметры микроструктурных изменений материалов металлокопункций, взаимосвязанные с их механическими и физическими характеристиками. Для определения структурно- и фазочувствительных параметров материалов использованы разные методы и средства неразрушающего контроля. Установлено оптимальное количество параметров неразрушающего контроля и характеристик микроструктуры за комплексом физико-механических параметров неразрушающего контроля.

SUMMARY. The most informative parameters of the metal construction materials microstructural changes, which are interrelated with the material mechanical and physical properties, are established. Experimental researches of the microstructure and phase-sensitive parameters of materials different nondestructive methods and facilities are used. The optimal number of nondestructive testing parameters and microstructure characteristics by the complex physical and mechanical parameters of the non-destructive testing are established.

JUBILEES

Vasyl Pokhmurskii (to the 80th birthday)..... 134