

ЗМІСТ

<i>Бурак Я. Й., Кондрат В. Ф., Грицина О. Р.</i> Приповерхневі механоелектромагнетні явища у термопружних поляризованих тілах за локального зміщення маси	5
<i>Куриляк Д. Б., Назарчук З. Т., Войтко М. В.</i> Поле напружень за опромінення плоскою SH-хвилею тріщини на межі поділу матеріалів	18
<i>Осташ О. П., Панасюк В. В., Андрейко І. М., Чепіль Р. В., Кулик В. В., Віра В. В.</i> Методи побудови діаграм циклічної тріщиностійкості матеріалів	31
<i>Бендковський В., Лагода Т., Словік Я.</i> Визначення зміни втомних характеристик матеріалів за випробами під жорстким навантаженням	42
<i>Березовець В. В., Денис Р. В., Рябов О. Б., Завалій І. Ю.</i> Гідриди заміщених похідних на основі сполуки YNi_3	47

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ, ВИПРОБУВАНЬ І КОНТРОЛЮ

<i>Безимяний Ю. Г.</i> Акустичний контроль матеріалів з розвинутою мезоструктурою	53
<i>Лобанов Л. М., Півторак В. А., Киянець І. В., Савицька О. М.</i> Неруйнівний контроль композитних та металевих труб методом електронної ширографії	66
<i>Кошовий В. В., Левицький О. Є., Романишин І. М., Шарамага Р. В.</i> Оцінка однорідності металу зварних з'єднань засобами ультразвукової комп'ютерної томографії	71
<i>Скальський В. Р., Сергієнко О. М., Селівончик Т. В., Оліярник Б. О., Плахтій Р. М., Сулим Р. І.</i> Акустико-емісійна оцінка стадій докритичного розвитку тріщин у матеріалах	85
<i>Вороняк Т. І., Кметь А. Б., Личак О. В.</i> Фазозсувна спекл-інтерферометрія з одноразовим зсувом фази	93
<i>Муравський Л. І., Гвоздюк М. М., Половинко Т. І.</i> Визначення поверхневих деформацій композитів методами цифрової спекл-кореляції	103
<i>Русин Б. П., Іванюк В. Г., Капій О. В., Корній В. В.</i> Оцінка характеристик тріщин за зображеннями поверхні матеріалів	107
<i>Опир Н. В., Воробель Р. А.</i> Виділення індикаторних слідів на зображеннях, отриманих під час контролю проникними речовинами	112
<i>Рибачук В. Г.</i> Моделі накладних вихорострумів перетворювачів з тангенціальним збуджувальним полем	117
<i>Учанін В. М.</i> Особливості просторового розподілу сигналу вихорострумів перетворювача від тріщин різної довжини	121

У НАУКОВИХ КОЛАХ

<i>Зілінський А., Никифорчин Г. М.</i> Спричинена середовищем деградація конструкційних матеріалів	125
<i>Саврук М. П., Слюванюк В. П.</i> Симпозіум з механіки руйнування матеріалів і конструкцій у Польщі	128

CONTENTS

<i>Burak Ya. Yo., Kondrat V. F., and Hrytsyna O. R.</i> Near-surface mechano-electromagnetic phenomena in thermo-elastic polarized bodies under mass local displacement	5
---	---

РЕЗЮМЕ. Получена полная система соотношений электромагнитотермомеханики электропроводной поляризуемой среды с учетом локального смещения массы. Показано, что множество сопряженных параметров, определяющих равновесное термодинамическое состояние, наряду с температурой-энтропией, тензорами деформации и напряжений, векторами напряженностей электрического поля и поляризации включает две пары новых параметров – наведенную массу и энергетическую меру μ'_π влияния смещения массы на внутреннюю энергию, вектор смещения массы и пространственный градиент энергетической меры μ'_π , которые обусловлены учетом локального смещения массы. Такое расширение пространства параметров состояния позволяет описать приповерхностную неоднородность напряженно-деформированного состояния и электрической поляризации, а также возникновение поверхностного заряда и электромагнитного сигнала при образовании поверхности. С учетом этого полученные соотношения могут быть использованы для исследования электромагнитной эмиссии при образовании новой поверхности в теле или электромагнитного отклика на внешнее силовое воздействие.

SUMMARY. A complete system of equations of electro-magneto-thermo-mechanics of electroconducting polarized medium is obtained taking into account a local displacement of mass. It is shown that the set of conjugate parameters determining an equilibrium thermodynamic state, along with temperature and entropy, strain and stress tensors, vectors of the electrical field intensity and polarization requires an introduction of two pairs of additional parameters – an induced mass and energy measure μ'_π of the effect of the mass displacement on internal energy, as well as a mass displacement vector and space gradient of the value μ'_π , which are caused by the account of a local displacement of mass. Such extension of the state parameters space allows one to describe a near-surface inhomogeneity of the stress-strain state and electrical polarization, and also to describe the occurrence of surface charge and electromagnetic signal in surface formation. Thus the obtained set of equations can be used for investigation of electromagnetic emission in formation of new body surface or electromagnetic response on external force effect.

<i>Kuryliak D. B., Nazarchuk Z. T., and Voytko M. V.</i> Stress field under irradiation with a plane SH-wave crack at the materials interface.	18
---	----

РЕЗЮМЕ. На основе полученного авторами ранее решения задачи дифракции поля плоской SH-волны на трещине, расположенной на границе раздела материалов, выведены асимптотические выражения для коэффициентов интенсивности напряжений (КИН) у вершин трещины. Исследованы зависимости КИН от безразмерной длины трещины, угла падения плоской волны, механических и физических свойств материалов. Показано возможность возникновения особенностей КИН для дальней (от источника облучения) вершины трещины при касательных и критических углах облучения. Установлено, что при критических углах облучения эти особенности могут возникать только в идеальных материалах, а при наличии потерь наблюдается ограниченное увеличение КИН. Показано, что эти эффекты обусловлены дифракционным взаимодействием SH-волны с вершинами трещины.

SUMMARY. Based on the previous solution of the plane SH-wave diffraction problem at the crack at the interface of joined dissimilar materials, the asymptotic expressions for stress intensity factors (SIF) at the crack tips are derived. The dependences of SIF as a function of dimensionless length of the crack, incident angle, mechanical and physical properties of materials are investigated. The existence of SIF singularities for the remote (from a radiation source) crack tip in the cases of tangential and critical incident irradiation angles is shown. It is established that SIF singularities at critical angles can exist only in perfect materials. When there occur the losses in material, only their essential increase is observed. It is shown that these effects are caused by the interaction of diffracted SH-wave with the crack tips.

<i>Ostash O. P., Panasyuk V. V., Andreiko I. M., Chepil R. V., Kulyk V. V., and Vira V. V.</i> Methods for construction of the fatigue crack growth rates curves	31
--	----

РЕЗЮМЕ. Рассмотрены различные параметры для построения диаграмм циклической трещиностойкости материалов при силовом, деформационном и энергетическом подходах, апробированные на низкопрочной стали 08кп и высокопрочной стали 60. Проанализирована применимость известных в литературе зависимостей для расчета раскрытия и локальной энергии деформирования у вершины трещины. Установлено, что размах локальной деформации $\Delta\varepsilon^*$ и полный размах диссипации локальной энергии в цикле нагружения ΔW_t^*

определяют скорость роста усталостной макротрещины в материале, а диаграммы ($da/dN - \Delta\varepsilon^*$) и ($da/dN - \Delta W_t^*$) более чувствительны к структурным и механическим свойствам материалов в сравнении с традиционными ($da/dN - \Delta K$).

SUMMARY. Different parameters for the fatigue crack growth rates determination by stress, strain and energy approaches for 08кп mild steel and high-strength 60 steel are considered. The known formulae for the crack tip opening displacement calculation are analyzed. It is shown that the local strain range $\Delta\varepsilon^*$ and the total local energy dissipation range ΔW_t^* unambiguously determine the fatigue crack growth rates. The diagrams ($da/dN - \Delta\varepsilon^*$) and ($da/dN - \Delta W_t^*$) are more sensitive to structural and mechanical characteristics of materials than the conventional ($da/dN - \Delta K$) diagrams.

Bedkowski W., Łagoda T., and Słowik J. Strain controlled tests for determining the change of the material fatigue parameters42

РЕЗЮМЕ. Подано результати втомного випробування циклічно зміщеного алюмінієвого (AlCu₄MgSi) сплаву 2017(A)-T4 за п'яти значень циклічної деформації. Циклічна нестабільність цього матеріалу за зміщення під змінним циклічним навантаженням спричиняє зміни коефіцієнтів втомних характеристик кривої Менсона–Кофіна–Басквіна. Врахування цих змін під час оцінювання втомної довговічності допомагає уточнити цю величину для циклічно нестабільних матеріалів. Запропоновано модель оцінки втомної довговічності під випадковим навантаженням, зокрема за зміни таких параметрів, як показники і коефіцієнти втомної міцності та пластичності.

РЕЗЮМЕ. Приведены результаты усталостного испытания циклически упрочненного алюминиевого (AlCu₄MgSi) сплава 2017(A)-T4 при пяти значениях циклической деформации. Циклическая нестабильность этого материала при упрочнении в условиях переменной циклической нагрузки вызывает изменение коэффициентов усталостных характеристик кривой Менсона–Коффина–Басквина. Учет этих изменений при оценке усталостной долговечности помогает уточнить эту величину для циклически нестабильных материалов. Предложена модель оценки усталостной долговечности при случайной нагрузке, в частности при изменении таких параметров, как показатели и коэффициенты усталостной прочности и пластичности.

Berezovets V. V., Denys R. V., Riabov O. B., and Zavalii I. Yu. Hydrides of the substituted derivatives on the basis of YNi₃.....47

РЕЗЮМЕ. Методами рентгеноструктурного аналізу установлені кристаллографічні характеристики псевдобинарних сполучень складу YNi_{3-x}Mn_x. Виявлено, що частинна заміна нікеля на марганець происходит, в основному, в шарах структури типу CaCu₅, а не MgZn₂, как это сообщали для соединений A₃B₈X. Все синтезированные образцы являются поглотителями водорода, причем водородсорбционная емкость монотонно снижается с ростом содержания легирующего элемента. Вместе с тем такое легирование существенно понижает давление абсорбции-десорбции водорода, что делает разработанные сплавы перспективными для использования в качестве накопителей водорода. Все исследованные сплавы владеют хорошими разрядно-зарядными характеристиками в растворе KOH. Наилучшие электрохимические параметры наблюдали у сплава YNi_{2,67}Mn_{0,33} (C_{max}= 305 mA·h/g).

SUMMARY. The crystallographic parameters of YNi_{3-x}Mn_x pseudobinary compounds have been determined by X-ray diffraction analysis. It has been shown that the partial substitution of nickel by manganese takes place mainly in the layers of CaCu₅-type structure, but not in the MgZn₂-layers, as it was reported for A₃B₈X compounds. All synthesized samples are the effective absorbers of hydrogen, their hydrogenation capacity decreases monotonically with increase of the alloying element content. At the same time, such alloying results in the substantial decrease of hydrogen absorption-desorption pressure, which makes the developed alloys promising for the use as hydrogen storage materials. All studied alloys are characterized by good charge-discharge characteristics in the KOH solution. The best electrochemical parameters were observed for the YNi_{2,67}Mn_{0,33} alloy (C_{max}= 305 mA·h/g).

METHODS OF INVESTIGATIONS, TESTING AND CHECKING

Bezumiannyi Yu. G. Acoustic control of materials with a developed mesostructure53

РЕЗЮМЕ. В результате обобщения цикла теоретических и экспериментальных исследований сформулированы научные основы синтеза качественно новых акустических методов прогнозирования свойств, контроля структуры и дефектности поликомпонентных материалов. На примерах порошковых, волокнистых материалов и их композиций, керамики, пенометаллов, сотовых структур, алмазных композитов, многослойных конструкций и изделий из них показано, что акустические методы могут служить надежным инструментом для получения информации об эффективных свойствах материала в целом, параметрах ансамблей или отдельных элементов его мезоуровня.

SUMMARY. Scientific grounds of synthesis of qualitatively new acoustic methods of pre-

dicting the properties, structure and defects control in multicomponent materials have been formulated on the basis of the generalized cycle of theoretical and experimental research. The fact that acoustic methods can serve as a reliable tool to obtain information on the effective properties of material as a whole, parameters of ensembles or discrete elements of its mesolevel has been demonstrated with powder, fiber materials and their compositions, ceramics, foam metals, cellular structures, diamond composites, multilayer constructions and products from these materials.

Lobanov L. M., Pivtorak V. A., Kyianets I. V., and Savytska O. M. Nondestructive test method of composite and metal pipes by the method of electron shearography 66

РЕЗЮМЕ. Рассмотрен метод неразрушающего контроля качества конструкций на основе использования электронной ширографии. Приведены результаты контроля элементов труб, выполненных сваркой и склеиванием. Представленные результаты исследований показывают, что созданная технология может использоваться в условиях производства.

SUMMARY. The method of nondestructive testing of the quality of structures using the electron shearography has been considered. Results of the quality control of pipe elements manufactured by welding and gluing are given. The results of investigations show that the developed technology can be used in the manufacturing conditions.

Koshovyi V. V., Levytskyi O. Ye., Romanyshyn I. M., and Sharamaha R. V. Assessment of heterogeneity of welded joints metal by means of ultrasonic computer tomography 71

РЕЗЮМЕ. Рассмотрены потенциальные возможности новой в области ультразвукового контроля современных конструкционных материалов информационной технологии ультразвуковой компьютерной томографии для диагностики качества сварных соединений и контроля параметров технологических процессов сваривания, включая технологию электронно-лучевой сварки современных алюминиевых сплавов, на основе получаемой информации об объемной однородности механических свойств металла в зоне термического влияния сварного шва. Анализ информационных аспектов метода трансмиссионной ультразвуковой компьютерной томографии показал, что технологии ультразвукового контроля на его основе наиболее эффективны для толстостенных плосколистовых изделий со сварными соединениями, поскольку качественная реконструкция пространственного распределения исследуемого параметра по толщине изделия возможна при наличии его изменения в плоскости, параллельной поверхности изделия. Приведены результаты томографических экспериментов с использованием разработанного в Физико-механическом институте НАН Украины ультразвукового компьютерного томографа UST-04M по восстановлению пространственного распределения акустических и механических характеристик металла в образцах указанных изделий, выполненных из стали и алюминиевого сплава АМГ-6в технологией электронно-лучевой сварки, а также результаты верификации восстановленных томографических изображений путем сравнения их с результатами металлографических исследований. Результаты исследований подтвердили эффективность технологии ультразвуковой компьютерной томографии для оценки качества сварных соединений и оптимизации технологий сварки на основе экспериментального определения объемной однородности свойств металла в зоне сварного соединения.

SUMMARY. Potential possibilities of information technology of ultrasonic computerized tomography, which is new in the area of ultrasonic testing of modern construction materials, for diagnostics of the weld quality and control of the parameters of welding technologies, including the electron-beam welding technology of modern aluminum alloys, are considered. In this case diagnostics is conducted on the basis of the received information about volume homogeneity of mechanical properties in the thermal affected zone of the weld. The analysis of information aspects of the transmission ultrasonic computerized tomography method have demonstrated that the technologies of ultrasonic testing with its use are the most effective for the control of the thick-walled sheet products with welds, because the high-quality reconstruction of the spatial distribution of the investigated parameter along the product thickness is possible when it changes in the plane, parallel to the product surface. The results of the tomographic experiments with the use of ultrasonic computerized tomograph UST-04M developed in the Karpenko Physico-Mechanical Institute of the NAS of Ukraine, on reconstruction of the spatial distribution of acoustic and mechanical characteristics of the metal in the indicated specimens made from steel and aluminum alloy AMG-6v by the electron-beam welding technology, and also results of the reconstructed images verification by comparison with the results of metallographic researches are presented. The results of researches confirmed the efficiency of ultrasonic computerized tomography technology for estimation of the weld quality and for optimization of welding technologies on the basis of experimental evaluation of volume homogeneity of metal properties in the weld area.

Skalskyi V. R., Serhienko O. M., Selivonchuk T. V., Oliarynyk B. O., Plakhtii R. M., and Sulym R. I. Acoustic-emission evaluation of subcritical crack growth stages in materials 85

РЕЗЮМЕ. Приведены результаты теоретико-экспериментальных исследований по созданию методик акустико-эмиссионной (АЭ) оценки момента старта и субкритического развития трещин в конструкционных материалах. Описана также экспресс-методика определения нижнего порогового значения коэффициента интенсивности напряжений при квазистатическом нагружении материалов в рабочей среде. Методики и разработанные средства их реализации предназначены для технического диагностирования изделий и элементов конструкций во время эксплуатации. Созданный прибор может стать базовой разработкой для серийного выпуска портативных средств АЭ-контроля в Украине.

SUMMARY. The results of theoretical and experimental investigations on the development of the methods for acoustic emission (AE) estimation of the crack start and sub-critical propagation in structural materials are presented. The express-technique for determination of the K_{Isc} threshold value under quasi-static loading of materials in the service environment is also described. The methods and developed facilities for their realization are intended for the technical diagnostics of structures and structural elements during their exploitation. The developed device can be the basic development for the serial production of the AE testing portable facilities in Ukraine.

Voroniak T. I., Kmet' A. B., and Lychak O. V. A single-shot phase-shifting speckle-interferometry 93

РЕЗЮМЕ. Предложена упрощенная технология регистрации и обработки спекл-интерферограмм с фазовым сдвигом, которая не требует калибровки фазосдвигающего устройства и позволяет ограничиться минимальным количеством изображений. Приведены сведения о верификации алгоритмов и о полученных по этой технологии результатах экспериментов по исследованию перемещений поверхности металлических образцов.

SUMMARY. The reduced technology of deriving and processing the phase-shifted speckle-interferograms that does not need the phase-shifting unit calibration and allows to get a limited number of images has been proposed. The results of algorithms verification and those obtained by the given technology on displacements of specimen metal surfaces have been presented.

Muravskiy L. I., Hvozdiuk M. M., and Polovynko T. I. Evaluation of the surface deformations of composites by the methods of digital speckle-correlation 103

РЕЗЮМЕ. Исследованы поверхностные деформации композитных материалов при статической нагрузке модифицированным методом цифровой спекл-корреляции. Изучены полимерные композитные материалы, хаотически армированные коротким стекловолокном. Получены поля деформаций образца вблизи выреза.

SUMMARY. Composite material surface deformations under static loading by using the modified digital speckle-correlation (DSC) technique is studied. A polymeric composite chaotically-reinforced with short glass fibers is investigated. The deformation fields near the stress concentrator are obtained. The center of crack initiation and propagation was estimated using the analysis of the obtained deformation fields.

Rusyn B. P., Ivanuk V. H., Kapshii O. V., and Kornii V. V. Evaluation of crack characteristics by the images of material surface 107

РЕЗЮМЕ. Рассмотрена трехмерная реконструкция поверхности по двумерным изображениям с целью использования ее результатов для анализа изображений материалов с трещинами. Описаны отдельные шаги алгоритма анализа характеристик трещин материала по их изображениям. Показано, что с помощью предложенных методов можно получить информацию о профиле и объеме трещин.

SUMMARY. The problem of three-dimensional surface reconstruction based on its two-dimensional images is considered. The reconstruction problem solving is used for analysing images of materials with cracks. Each step of the proposed algorithm of crack characteristics determination is described. It is shown that the crack profile and volume can be determined using the proposed methods.

Opyr N. V. and Vorobel R. A. Extraction of indicator traces on images, obtained during checking by the penetrating agents 112

РЕЗЮМЕ. Предложен метод сегментации изображения индикаторных следов на поверхности, полученного при регистрации результатов капиллярного контроля в виде цифрового изображения. Метод основан на использовании статистических характеристик выборок точек, принадлежащих переднему плану и фону в аппарате построения α -матриц затенения.

SUMMARY. Segmentation method for image of indicator marking of surfaces obtained by

computer processing results of penetrant-dye tests is suggested. The method is based on the processing of the random access of background and foreground points and building α -matting matrix.

Rybachuk V. H. Calculation models of an eddy current transducer with tangential exciting field 117

РЕЗЮМЕ. Предложены расчетные модели накладных вихретоковых преобразователей с тангенциальным возбуждающим полем. Получены аналитические выражения, описывающие сигналы преобразователей такого типа, расположенных над многослойным проводящим полупространством, для различных вариантов их конструктивного исполнения, а также для случаев измерения как тангенциальной, так и нормальной составляющих вторичного поля вихревых токов.

SUMMARY. Calculation models for surface eddy current probes with tangential excitation field are proposed. Analytic expressions for signals of such type probes located above multi-layer conductive half-space are obtained. Various versions of probes design for measuring both tangential and normal components of eddy currents secondary field are considered.

Uchanin V. M. Peculiarities of space distribution of an eddy current transformer signal caused by cracks of different length 121

РЕЗЮМЕ. Рассчитано и проанализировано пространственное распределение сигнала вихретокового преобразователя для дефектов типа трещина разной длины. Установлены различия вихретокового сигнала между короткими и длинными трещинами. Даны рекомендации по оптимальному выбору параметров вихретокового преобразователя в зависимости от длины трещины.

SUMMARY. The spatial distribution of the eddy current transducer signal response for crack-like defects of different length was calculated and analyzed. Differences in signal responses between short and long cracks are stated. The recommendations for optimal selection of the eddy current transducer parameters in dependence on the crack length to be detected are presented.

IN SCIENTIFIC CIRCLES

Zielinski A. and Nykyforchyn H. Environmentally enhanced degradation of engineering materials 125

Savruk M. P. and Sylovaniuk V. P. Symposium on fracture mechanics of materials and structures in Poland 128