

ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ

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

ТОМ 44, № 4, 2008

липень – серпень

ЗМІСТ

<i>Саврук М. П., Казберук А.</i> Плоска періодична крайова задача теорії пружності для півплощини з криволінійним краєм.....	5
<i>Кривень В. А., Яворська М. І., Валяшек В. Б.</i> Розвиток пластичних зон у тілі з прямокутною щілиною за антиплоскої деформації.....	13
<i>Ревенко В. П.</i> Використання методу найменших квадратів для визначення переміщень і напружень у плоскій задачі	21
<i>Черепанов Г. П.</i> Обвалення веж: події 11 вересня 2001 року.....	26
<i>Силованюк В. П., Івантишин Н. А.</i> Концентрація напружень біля нелінійно деформованих тонких включень	35
<i>Фильштинський Л. А., Кушнір Д. В.</i> Функція Гріна для шару з жорстко закріпленими основами	39
<i>Абіров Р. А.</i> Про фізичну достовірність і облік складного навантаження в пластичності.....	43
<i>Назарчук З. Т., Стаднік Т. М.</i> Дифракційна взаємодія тріщиноподібних дефектів.....	47
<i>Осташ О. П., Андрейко І. М., Кулик В. В., Узлов І. Г., Узлов К. І., Бабаченко О. І.</i> Низькотемпературна циклічна тріщиностійкість сталей залізничних коліс	52
<i>Богданов В. Л.</i> Взаємовплив двох паралельних співвісних тріщин у композитному матеріалі з початковими напруженнями.....	58
<i>Кардас Д., Клюгер К., Лагода Т., Огоновські П.</i> Втомна довговічність за згину закрутом з пропорційною сталою амплітудою за енергетичним підходом для алюмінієвого сплаву 2017(А).....	68
<i>Міка Т. М., Мудрий С. І., Котур Б. Я., Носенко В. К.</i> Вплив Y (Gd) та Ni (Fe) на основні характеристики структури аморфних металевих сплавів $Al_{87}Y_{5-x}Gd_xNi_{8-y}Fe_y$ ($x = 0-5, y = 0-4$)	75
<i>Довгий Я. О.</i> Енергетичні умови стабільності фаз інтерметалідів змінного складу типу $Zr_{1-x}Ti_xCr_2$	80
Ткачов В. І., <i>Витвицький В. І., Бережницька М. П., Іваськевич Л. М.</i> Особливості деформації сталей у водні	84
<i>Демірорен Х., Аксой М., Ербіл М.</i> Вплив додатку ніобію і термообробки на кородування феритної нержавної сталі в кислих середовищах	89
<i>Нарівський О. Е., Беліков С. Б.</i> Пітінготривкість сплаву 06ХН28МДТ у хлоридовмісних середовищах.....	95
<i>Широков В. В., Рацька Н. Б.</i> Закономірності оксидування ніобію з підвищеним вмістом титану.....	102
<i>Митрофанов А. С., Неклюдов І. М., Ожигов Л. С.</i> Експлуатаційні дефекти в теплообмінних трубах парогенераторів АЕС.....	109
<i>Яськів О. І.</i> Еволюція фазового складу покривів за термодифузійного неконтактного карбонітрування титану	114
<i>Булик І. І., Маркович В. І., Тростянчин А. М.</i> Особливості солід ГДДР у сплаві на основі $SmCo_5$ у водні низького тиску.....	121
НАШІ ВТРАТИ	
Степан Ярема	127

PHYSICO-CHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS

International Scientific-Technical Journal
Founded in January 1965
Published bimonthly

VOLUME 44, № 4, 2008

July – August

CONTENTS

Savruk M. P. and Kazberuk A. A plane periodic boundary problem of the theory of elasticity for a semi-plane with a curvilinear edge.....5

РЕЗЮМЕ. Построено сингулярное интегральное уравнение плоской периодической задачи теории упругости для полуплоскости с нагруженным криволинейным краем. Численное решение интегрального уравнения найдено квадратурным методом для различных конфигураций границы полуплоскости. Рассчитаны коэффициенты концентрации напряжений для полуплоскости с синусоидальным краем, а также для периодической системы угловых закругленных вырезов. На этой основе при использовании граничного перехода получены коэффициенты интенсивности напряжений в вершинах острых угловых вырезов. Проанализирована их зависимость от угла раствора выреза.

SUMMARY. A singular integral equation for the plane periodic problem of the theory of elasticity for a half-plane with a loaded curvilinear edge is constructed. The numerical solution of the integral equation is found by the quadrature method for various configurations of the half-plane boundary. The stress concentration factor is computed for a half-plane with a sinusoidal edge and in the case of periodic system of rounded V-shaped notches. Using boundary transition the stress intensity factors at the tip of sharp V-notches are obtained. Dependence of the stress intensity factor on the notch opening angle is analyzed.

Kryven V. A., Yavorska M. I., and Valiashek V. B. Development of plastic zones in a body with a rectangular slot under antiplane deformation.....13

РЕЗЮМЕ. Исследовано квазистатическое развитие пластических зон в идеально упругопластическом теле с прямоугольной щелью, вызванных действующим на бесконечности постоянным сдвиговым усилием. Найдено точное аналитическое решение задачи, показана возможность исследования пластических зон на начальной стадии развития на основании упругого решения задачи. Выполнен анализ форм зон пластичности для трещинообразной, широкой и квадратной щелей в зависимости от нагрузки.

SUMMARY. Quazi-static development of plastic zones in a perfect elasto-plastic body with a rectangular slot caused by shear stress at infinity has been investigated. The exact analytical problem solution has been found. A possibility of plastic zones investigations at the initial stages of their development basing on the elastic problem solution has been shown. The analysis of the forms of plastic zones for the crack-like, wide and square slots depending on the loading values has been carried out.

Revenko V. P. Application of the method of least squares for determination of displacements and stresses in a plane problem.....21

РЕЗЮМЕ. Решена плоская задача для прямоугольной пластины под действием произвольных усилий. Функция напряжений представлена в виде ряда по собственным функциям. С помощью метода наименьших квадратов определение коэффициентов разложения сведено к нахождению минимума специальной квадратичной формы. Предложенный метод дает возможность удовлетворить краевые условия с погрешностью менее 10^{-3} . Рассчитано напряженно-деформированное состояние пластины под действием смоделированной сосредоточенной силы. Найдено формулу для приближенного определения смещения $v(0, y)$. Установлены закономерности распределения нормальных напряжений, перемещений и деформаций в пластине при нагружении локальными усилиями.

SUMMARY. A plane problem for a rectangular plate under action of arbitrary stresses is solved. Function of stresses is represented in the form of a series of eigenfunctions. The least squares method is used. Coefficients of expansion are determined finding a minimum of the special quadratic form. The error of satisfaction of the boundary conditions makes not more than 10^{-3} . The stress-strain state under action of a simulated point force is calculated. The formula for the approximated determination of displacement

$v(0, y)$ is found. Regularities of distribution of normal stresses, displacements and strains are established for the plate under local forces loading.

Cherepanov G. P. Collapse of towers as applied to September 11 events26

РЕЗЮМЕ. Вивчено обвалення (колапс) веж і хмарочосів, зокрема, веж Всесвітнього Торгового Центру в Нью-Йорку 11 вересня 2001 року. Запропоновано гіпотезу хвиль руйнування, отримано рівняння прогресивного колапсу веж і спростовано загальноприйняту думку експертів про вільне падіння прогресивного колапсу. Доведено, що він значно повільніший, ніж вільне падіння. Оцінено критичні поверхи, де почались колапси. Для цього використано факт, що всі колапси відбулися за час, який дорівнює часу вільного падіння. Запропоновано детальніший їх аналіз, де враховано, що обвалення могло початись одночасно на декількох поверхах, а не на одному, як вважали. Згідно з цією досконалішою “гібридною” моделлю на першій стадії колапсу декілька поверхів обвалилися одночасно під дією хвиль руйнування, які створили хмару пилу і викликали звуки вибухів, а на другій стадії нижня частина вежі, яка збереглася на першій стадії, зруйнувалася в режимі прогресивного колапсу. Вивчено п’ять типів колапсу, включаючи найшвидкіший і найповільніший, а потім введена “гібридна” його форма з початковим обваленням декількох поверхів і подальшим ефектом “доміно”. Встановлено, що обвалені сочатку поверхи розташовані значно нижче, ніж ті, де була пожежа, що підтвердили попередні розрахунки за простішою урядовою моделлю.

РЕЗЮМЕ. Изучено обрушение (коллапс) башен и небоскребов, в частности, башен Всемирного Торгового Центра в Нью-Йорке 11 сентября 2001 года. Предложена гипотеза волн разрушения, получены уравнения прогрессивного коллапса башен и опровергнуто общепринятое мнение экспертов о свободном падении прогрессивного коллапса. Доказано, что он гораздо медленнее свободного падения. Оценены критические этажи, где начались коллапсы. Для этого использован факт, что все коллапсы произошли за время, равное времени свободного падения. Предложен более полный их анализ, учитывающий, что обрушение могло начаться одновременно на нескольких этажах, а не на одном, как предполагали. Согласно этой более совершенной “гибридной” модели на первой стадии коллапса несколько этажей обрушились одновременно под действием волн разрушения, создавших облако пыли и вызвавших звуки взрывов, а на второй стадии нижняя часть башни, сохранившаяся на первой стадии, разрушилась в режиме прогрессивного коллапса. Изучено пять типов коллапса, включая самый быстрый и самый медленный, а затем введена “гибридная” его форма с начальным обрушением нескольких этажей и последующим эффектом “домино”. Установлено, что обрушившиеся вначале этажи были расположены значительно ниже тех, где был пожар, что подтвердили прежние расчеты по более простой правительственной модели.

SUMMARY. The subject of this paper is collapse of towers and highscrapers, particularly, collapse of the World Trade Center towers in New York on September 11, 2001. The derived equations of progressive collapse were used to refute the generally-accepted opinion of experts about progressive collapse of the WTC towers in the free fall regime, which is the official version of the U.S. government. It was proved that progressive collapse is much slower than free fall. The critical floors where collapses started from are estimated using the well-established fact of the free fall time of all WTC collapses. To the end, most comprehensive, “hybrid” analysis is advanced taking into account that collapses could start on several floors simultaneously, not on one floor as suggested before. According to this “hybrid” model, at the first stage several floors collapsed simultaneously as a result of fracture waves causing a dust cloud, and at the second stage the lower part of tower being intact on the first stage collapsed in the regime of progressive failure. Five different collapse types are studied, including the fastest and slowest collapses, and then the hybrid mode is examined, with initial collapse of several floors followed by “domino-effect” of the remaining floors. It is established that the floors where the WTC collapses started from were located significantly lower than the floors hit by terrorists and subjected to fire. This conclusion confirms the same former result using the simple official theory of pure progressive collapse.

Sylovaniuk V. P. and Ivantyshyn N. A. Stress concentration at non-linear deformed thin inclusions.....35

РЕЗЮМЕ. Определена концентрация напряжений возле тонкого эллиптического включения, материал которого деформируется за пределами линейной упругости. Выявлено, что нелинейность материала включения существенно влияет на напряженное состояние матрицы.

SUMMARY. Stress concentration near a thin elliptic inclusion which material is deformed outside the linear elastic limit is determined. The significant influence of nonlinearity of the inclusion material on the matrix stress state is shown.

Fylshtynskyi L. A. and Kushnir D. V. Green’s function for a layer with rigid fixed bases.....39

РЕЗЮМЕ. При помощи двумерного интегрального преобразования Фурье построено функцию Грина для слоя с жестко закрепленными основаниями. Сингулярную часть представлено в замкнутом виде. Слагаемые, учитывающие влияние границ слоя, приведены в виде несобственных интегралов от экспоненциально затухающих функций. Проведены

числовые расчеты для одной компоненты матрицы Грина при действии сосредоточенной силы в нецентральной по толщине точке слоя.

SUMMARY. Green's function for a layer with rigidly fixed boundaries using a two dimensional integral Fourier transform is constructed. Singular part is proposed in a closed form. Components that take into account the effect of the layer boundaries are presented in the form of improper integrals of exponentially decaying integrands. Numerical results for one component of Green's matrix under the effect of a point force at a non-central by thickness point of a layer are also given.

Abirov R. A. On physical truth and account of complex loading in plasticity.....43

РЕЗЮМЕ. Приділено увагу фізичній вірогідності під час розв'язування крайових задач. Описано метод розв'язування задач пластичності на основі методу граничних елементів з використанням апроксимувального співвідношення Льюшіна. Це дало можливість розв'язувати задачі пластичності з урахуванням складного навантаження, а також аналізувати фізичну вірогідність одержаних розв'язків.

SUMMARY. The method of solution of plasticity problems based on the method of boundary elements with employment of approximation Illiushin relationship is described. This allows us to solve plasticity problems with account of complex loading processes and also to analyze physical reliability of the received solutions. The method of possible solution of complex loading processes is presented too.

Nazarchuk Z. T. and Stadnik T. M. Diffraction interaction of crack-like defects47

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние диэлектрической проницаемости материала двух тонких включений в поле плоской *E*-поляризованной электромагнитной волны, а также некоторых параметров соответствующей дифракционной задачи на рассеянное поле в излучаемой зоне.

SUMMARY. The influence of material permeability of two thin cylindrical inclusions under plane *E*-polarized electromagnetic wave illumination as well as some geometric parameters of diffraction problem on the far field scattering is investigated.

Ostash O. P., Andreiko I. M., Kulyk V. V., Uzlov I. H., Uzlov K. I., and Babachenko O.

I. Low-temperature fatigue crack growth resistance of railway wheel steels52

РЕЗЮМЕ. Установлено, что стали высоко- и среднепрочных железнодорожных колес при наличии дефектов типа усталостных трещин склонны к низкотемпературному (до -60°C) охрупчиванию только при высоких амплитудах циклического нагружения, когда скорость роста усталостной трещины превышает 10^{-7} м/цикл. При этом температура циклического вязко-хрупкого перехода составляет для этих сталей соответственно -20 и -40°C . Показано, что допустимый и независимый от температуры в интервале $20...-60^{\circ}\text{C}$ размер усталостной трещины на поверхности обода исследованных колес не превышает $1.9...2.5$ мм при размахе окружных напряжений 400 МПа и $0.6...0.8$ мм при размахе 700 МПа. На основании этого сделан вывод, что для высокопрочных железнодорожных колес, эксплуатируемых в условиях низких климатических температур, необходим дефектоскопический контроль с чувствительностью к поверхностным трещинам миллиметрового размера.

SUMMARY. It is established that the high- and middle-strength steels of railway wheels containing fatigue crack-like defects are sensitive to low-temperature (up to -60°C) embrittlement at high cyclic loading amplitudes only when fatigue crack growth rate exceeds 10^{-7} m/cycle. The ductile-cleavage transition temperature is -40°C and -20°C for steels of middle- and high-strength wheels respectively. It is shown that admissible and temperature independent (in the interval from 20°C to -60°C) size of the fatigue crack on the wheel rim surface does not exceed $1.9...2.5$ mm at the circumferential stress range of 400 MPa and $0.6...0.8$ mm at 700 MPa. The conclusion was done that for high-strength railway wheels exploited at low-temperatures the non-destructive testing devices with the sensitivity to surface cracks of length 1 mm are needed.

Bohdanov V. L. Interaction of two parallel coaxial cracks in a composite material with initial stresses58

РЕЗЮМЕ. С использованием подходов трехмерной линеаризованной механики деформируемых тел рассмотрена осесимметричная задача о двух параллельных соосных круговых трещинах в неограниченном композитном материале с начальными напряжениями, действующими вдоль плоскостей трещин. Получены разрешающая система интегральных уравнений Фредгольма второго рода и представления для коэффициентов интенсивности напряжений в окрестности вершин трещин. Установлена их зависимость от начальных напряжений и расстояния между трещинами. Для двух типов композитных материалов – слоистого композита с изотропными слоями и композита со стохастическим армированием короткими эллипсоидальными волокнами – вычислены коэффициенты интенсивности напряжений и исследована их зависимость от начальных напряжений, физико-механических

характеристик композитов и геометрических параметров задачи.

SUMMARY. An axisymmetrical problem for two parallel coaxial circular cracks in an infinite composite material is considered by approaches of the three-dimensional linearized solid mechanics. The problem was reduced to a system of Fredholm integral equations of the second kind. The stress intensity factors at the crack tips are obtained. These stress intensity factors are influenced both by the initial stresses and by the distance between cracks. The parameters of fracture for two types of composites (laminar composites with isotropic layers and composites with stochastic reinforcement by elliptical fibers of finite length) are obtained. The dependence of the stress intensity factors on the initial stresses, physical-mechanical parameters of composites and geometric parameters are investigated.

Kardas D., Kluger K., Łagoda T., and Ogonowski P. Fatigue life of aluminium alloy 2017(a) under proportional constant amplitude bending with torsion in energy approach 68

РЕЗЮМЕ. У статті представлено результати для алюмінієвого сплаву 2017 (А) при чистому згині з постійною амплітудою, чистому крученні та двох комбінаціях пропорційного згину з крученням. Всі результати можна описати одним критерієм параметра густини енергії деформації у критичній площині. Критична площина – це площина, у якій цей параметр досягає максимального значення. На втомну довговічність впливає сума параметрів густини нормальної та зсувної енергії деформації у прийнятій критичній площині. Результати подані у смузї розкиду з коефіцієнтом 3 для чистого згину.

РЕЗЮМЕ. В статье представлены результаты для алюминиевого сплава 2017 (А) при чистом изгибе с постоянной амплитудой, чистом кручении и двух комбинациях пропорционального изгиба с кручением. Все результаты можно описать одним критерием параметра плотности энергии деформации в критической плоскости. Критическая плоскость – это плоскость, в которой этот параметр достигает максимального значения. На усталостную долговечность влияет сумма параметров плотности нормальной и сдвига энергии деформации в принятой критической плоскости. Результаты поданы в полосе разброса с коэффициентом 3 для чистого изгиба.

Mika T. M., Mudryi S. I., Kotur B. Ya., and Nosenko V. K. The influence of Y (Gd) and Ni (Fe) based on the characteristic of structure of amorphous metal alloys $Al_{87}Y_{5-x}Gd_xNi_{8-y}Fe_y$ ($x = 0-5; y = 0-4$) 75

Dovhyi Ya. O. Energy conditions of stability of intermetallides phases with variable composition of $Zr_{1-x}Ti_xCr_2$ type 80

РЕЗЮМЕ. Предложен концептуальный подход для объяснения условий стабилизации соответствующих фаз Лавеса во время структурных преобразований интерметаллидов переменного состава $Zr_{1-x}Ti_xCr_2$ в условиях гидратации при разных давлениях. Показано, что стойкость кристаллической структуры определяет фактор взаимодействия поверхности Ферми и зоны Бриллюэна. С баричным возрастанием зонной компоненты энергии решетки это взаимодействие усиливается.

SUMMARY. The conceptual approach to explanation of stabilization conditions of the proper Laves phases at structural transformations of variable composition intermetallids $Zr_{1-x}Ti_xCr_2$ under conditions of hydration at different pressures has been suggested. It has been shown, that stability of crystal structure is determined by the factor of interaction of Fermi surface and Brillouin zone. The baric increase of the zone component of lattice energy causes the strengthening of this interaction.

Tkachov V. I., Vytvytskyi V. I., Berezhnyska M. P., and Ivaskevych L. M. Peculiarities of steels deformation in hydrogen 84

РЕЗЮМЕ. Изучено влияние водорода на механические свойства фольг из стали 08X18H12T при одноосном растяжении. Начальные стадии деформации в водороде требуют в 3–5 раз меньшего усилия. При двухосном растяжении мембран из этой стали увеличивается и деформационная способность. Влияние водорода на осевые остаточные напряжения первого рода в сталях 08X18H12T, 40X и ШХ15 проявляется в активации деформации растяжения (наведения напряжений сжатия). Зафиксировано 30%-ное увеличение предела усталости аустенитного сплава в водороде давлением 30 МПа (среда сравнения – воздух).

SUMMARY. The influence of hydrogen on mechanical properties of 08X18H12T steel foil under uniaxial tension has been studied. The initial stages of deformation in hydrogen require 3–5 times less loading. Under uniaxial tension of the membrane of the mentioned steel the deformation ability also increases. The influence of hydrogen on axial residual stresses of the first kind in 08X18H12T, 40X, ШХ15 steels is manifested by more active tensile deformation (compression stress). A 30% increase in the fatigue limit of austenitic alloy in hydrogen of a pressure of 30 MPa (reference medium – air) has been recorded.

Demiroren H., Aksoy M., and Erbil M. The effect of Nb and heat treatment on corrosion behaviour of ferritic stainless steel in acid environments 89

РЕЗЮМЕ. Корозійні властивості феритної нержавної сталі з додатком 0,5; 1,0; 3,0 wt.% ніобію досліджували у розчинах 0,1 М H₂SO₄ і 0,3 М HCl. За результатами, отриманими імпедансним та масометричним методами, виявили, що легування ніобієм та дифузійна обробка позитивно впливають на корозійний опір сталі у цих розчинах.

РЕЗЮМЕ. Коррозионные свойства ферритной нержавеющей стали с добавлением 0,5; 1,0; 3,0 wt.% ниобия исследовали в растворах 0,1 М H₂SO₄ и 0,3 М HCl. По результатам, полученным импедансным и массометрическим методами, обнаружили, что легирование ниобием и диффузионная обработка положительно влияют на коррозионное сопротивление стали в этих растворах.

Narivskiy O. E. and Bielikov S. B. Pitting resistance of 06ХН28МДТ alloy in chloride-containing environments95

РЕЗЮМЕ. Разработана феноменологическая модель зависимости критической температуры питтингообразования (КТП) сплава 06ХН28МДТ (ЭИ 943) от его гетерогенности в хлоридсодержащей среде. По результатам исследований и анализа литературных данных в качестве показателя гетерогенности сплава предложен количественный объем неметаллических включений V , участвующих в питтингообразовании сплава. Установили прямолинейную зависимость между КТП сплава и показателем V в хлоридсодержащей среде. По результатам регрессивного анализа получены математические зависимости $КТП = f(V)$ для водных растворов с pH от 4 до 8 и концентрацией хлоридов 350; 400; 500; 550; 600 mg/l.

SUMMARY. The phenomenological model of the dependence of critical temperature of pitting formation (CTPF) of 06ХН28МДТ (ЭИ 943) alloy on its heterogeneity in chloride-containing environment has been developed. Using the results of investigations and literature data the quantitative volume of non-metallic inclusions V , involved in pitting formation in the alloy is proposed as an index of ЭИ 943 alloy heterogeneity. A linear dependence of alloy CTPF and V in chloride-containing environment has been established. According to the result of regressive analysis the mathematical dependences $CTPF = f(V)$ for water solutions with pH from 4 to 8 and chlorides concentration 350; 400; 500; 550; 600 mg/l have been obtained.

Shyrokov V. V. and Ratska N. B. Regularities of oxidizing of niobium with increased content of titanium 102

РЕЗЮМЕ. Исследованы процессы окисления на воздухе нелегированных ниобия, титана, а также высоколегированного титаном (до 50%) сплава системы ниобий–титан в диапазоне 100...1100°C. Получены данные о структуре, составе и физико-механических свойствах газонасыщенных слоев, кристаллографических особенностях составляющих их оксидов. Сделан вывод, что механизм окисления сплава многоэтапный и включает образование от низших и высших оксидов до соединения со структурой, близкой к рутилу. Показано, что легированием ниобия титаном можно подавить катастрофическое высокотемпературное окисление ниобия и существенно поднять жаростойкость.

SUMMARY. The processes of oxidation in air of non-alloyed niobium, titanium and high-alloyed titanium (up to 50%) of the system niobium-titanium in the temperature range from 100 to 1100°C have been investigated. The data on structure, composition and physicomaterial properties of gas saturated layers, crystallographic features of oxides have been received. The oxidation mechanism of the alloy has been proposed. Oxidation process is multistage and includes oxides formation from the lower to higher oxides with a structure similar to rutile. It is shown, that alloying of niobium with the titanium allows to reduce the process of catastrophic high-temperature oxidation of niobium and to increase significantly heat resistance.

Mytrofanov A. S., Nekliudov I. M., and Ozhygov L. S. Operation defects in heat exchange pipes of NPP steam generators 109

РЕЗЮМЕ. Рассмотрены особенности эксплуатационных дефектов в теплообменных трубах парогенераторов АЭС с энергоблоками ВВЭР. Выявлена связь характера дефектов с механизмами их образования и условиями эксплуатации. Показано, что на разных участках теплообменных труб при образовании дефектов имеет место как межкристаллитный, так и внутрикристаллитный механизмы растрескивания.

SUMMARY. Peculiarities of operational defects in heat exchange pipes of nuclear power plants steam generators with pressure-water reactor power supply units have been considered. The relationship has been established between the character of defects and the mechanisms of their generation and their operation conditions. It has been found that the defect formation on different sections of heat exchange pipes is contributed by both intercrystalline and intracrystalline mechanisms of cracking.

Yaskiv O. I. Evolution of phase composition of coatings under thermodiffusion non-contact nitrocarburizing of titanium 114

РЕЗЮМЕ. Исследована эволюция фазового состава покрытий на титане, сформиро-

ванных термодиффузионным карбонитрированием “неконтактным” способом. Показано, что таким способом можно снизить температуру насыщения до 800...850°C. Температурно-временные и газодинамические параметры процесса обуславливают фазовый состав поверхностных слоев.

SUMMARY. An evolution of phase composition of coatings formed on titanium by thermodiffusion “non-contact” nitrocarburizing was studied. It was shown that use of non-contact method allows us to lower the saturation temperature to 800...850°C. Temperature-time and gas-dynamic parameters of process determine the phase composition of surface layers.

Bulyk I. I., Markovych V. I., and Trostianchyn A. M. Peculiarities of solid HDDR in the SmCo₅-based alloy in low-pressure hydrogen 121

РЕЗЮМЕ. Методами дифференциального термического и рентгенофазового анализов исследовано взаимодействие сплава, базирующегося на соединении SmCo₅, с водородом под давлением 200; 300; 400 и 500 кПа в интервале температур 473...1223 К с выдержкой 2 и 5 ч. Взаимодействие сплава с водородом при 973 К под давлением $p_{H_2} = 200; 300$ и 400 кПа завершается превращением примесной фазы SmCo₃ в неидентифицированную/неидентифицированные фазу/фазы. С повышением давления водорода до $p_{H_2} = 500$ кПа образуется смесь SmCo₅, SmH_x и появляются следы γ -Sm₂Co₁₇. При 1223 К, при всех значениях давления водорода во время взаимодействия, состав продуктов инициированных водородом фазовых превращений одинаков: SmCo₅, SmH_x и Sm₂Co₁₇, кроме того, при $p_{H_2} = 300; 400$ и 500 кПа обнаружено следы Co. Показано, что с повышением давления водорода возрастает количество гидрида самария и фазы Sm₂Co₁₇. Обнаружено, что с увеличением продолжительности выдержки до 5 ч при давлении $p_{H_2} = 500$ кПа степень диспропорционирования SmCo₅ возрастает.

SUMMARY. The interaction of SmCo₅-based alloy with hydrogen was investigated by means of the differential thermal and X-ray phase analyses at the pressures of 200, 300, 400 and 500 kPa in the temperature range 473...1223 K with different exposure times. The interaction of the alloy with hydrogen at 973 K and pressures $p_{H_2} = 200, 300$ and 400 kPa leads to the transformation of SmCo₃ impurity phase into unknown phase/phases. The increase of hydrogen pressure to $p_{H_2} = 500$ kPa results in the formation of SmCo₅ and SmH_x mixture and the appearance of traces of γ -Sm₂Co₁₇ phase. The composition of products of hydrogen – initiated phase transformations at 1223 K and all pressure values are the same: SmCo₅, SmH_x and Sm₂Co₁₇, while the traces of Co were additionally observed at $p_{H_2} = 300, 400$ and 500 kPa. It was shown, that quantity of samarium hydride and Sm₂Co₁₇ increases with the pressure rise. The increase of exposure time to 5 h at $p_{H_2} = 500$ kPa leads to the rise of the degree of SmCo₅ disproportionation.

OUR LOSSES

Stepan Yarema 127