

# ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ

ТОМ 50, № 6, 2014

листопад – грудень

## ЗМІСТ

*Саврук М. П., Казберук А.* Плоскі задачі теорії пружності на власні значення для ортотропного та квазіортотропного клинів .....7

*РЕЗЮМЕ.* Побудовано характеристичні рівняння плоских задач теорії пружності на власні значення для ортотропного клина за симетричного та антисиметричного розподілів напружень відносно його діагоналі. Сингулярні напруження виражено через коефіцієнти інтенсивності напружень у вершині клина. Відповідні результати для квазіортотропного клина отримано за допомогою граничного переходу, коли корені характеристичного рівняння прямують один до одного. Наближено визначено форму пластичної зони біля вершини ортотропного клина за симетричного та антисиметричного навантажень.

*РЕЗЮМЕ.* Построены характеристические уравнения плоских задач теории упругости на собственные значения для ортотропного клина при симметричном и антисимметричном распределениях напряжений относительно его диагонали. Сингулярные напряжения выражены через коэффициенты интенсивности напряжений в вершине клина. Соответствующие результаты для квазиортотропного клина получены с помощью предельного перехода, когда корни характеристического уравнения стремятся друг к другу. Приблизительно определена форма пластической зоны у вершины ортотропного клина при симметричной и антисимметричной нагрузках.

*SUMMARY.* The characteristic equation of the eigenvalue problems of the plane elasticity theory for an orthotropic wedge for symmetric and antisymmetric stress distributions with respect to its diagonal are constructed. Singular stresses at the tip of the wedge are expressed in terms of the stress intensity factors. The corresponding results for a quasi-orthotropic wedge are obtained by passing to the limit, when the roots of the characteristic equation come close to each other. The form of plastic zone near the tip of the orthotropic wedge under ymmetric and antisymmetric loading is approximately determined.

*Делявський М. В., Здолбіцька Н. В., Онишко Л. Й., Здолбіцький А. П.*

Визначення напружено-деформованого стану в тонких ортотропних плитах на пружній основі Вінклера.....15

*РЕЗЮМЕ.* Розроблено новий підхід до розрахунку тонких ортотропних плит – метод макроелементів. Він забезпечує точніший розв'язок порівняно з відомим методом скінченних елементів. Розраховано напружено-деформований стан складеної ортотропної плити на пружній основі Вінклера. Результати, отримані різними методами, близькі для центральної частини плити і для зон задання кінематичних крайових умов. За статичних крайових умов результати суттєво відрізняються.

*РЕЗЮМЕ.* Разработан новый подход к расчету тонких ортотропных плит – метод макроэлементов. Он обеспечивает лучшую точность решения в сравнении с известным методом конечных элементов. Рассчитано напряженно-деформированное состояние двухкомпонентной ортотропной плиты на упругой основе Винклера. Результаты, полученные различными методами, близки в центральной части плиты и в

зонах задання кинематических граничных условий. При статических граничных условиях результаты существенно отличаются.

*SUMMARY.* The new approach to calculation of thin orthotropic plates resting on Winkler's foundation is developed. The method is called the "macroelement method". It is close to the "finite element method" but it has a higher accuracy of solution. The analysis of a two-component orthotropic plate resting on Winkler's foundation is done. The results obtained by various methods are in good agreement in the central part of the plate and in the regions of kinematic boundary conditions. However, the results differ substantially in the static boundary conditions.

*Кравець В. С.* Вплив форми криволінійної тріщини на динамічні коефіцієнти інтенсивності напружень .....23

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено вплив форм гладких криволінійних тріщин у нескінченних двовимірних пружних областях на зміну в часі коефіцієнтів інтенсивності напружень (КИН) за різного роду динамічних навантажень на берегах тріщин. За модифікованим методом скінченних різниць за часом динамічну задачу зведено до розв'язування системи сингулярних інтегро-диференційних рівнянь відносно стрибків переміщення за переходу контуру тріщини у кожний розглядуваний момент часу. Числові розв'язки інтегральних рівнянь отримано методом механічних квадратур. Проаналізовано залежності динамічних КИН від часу у вершинах криволінійної тріщини по дузі кола, параболи або півеліпса за різних ударних та імпульсних навантажень на берегах тріщини.

*РЕЗЮМЕ.* Исследовано влияние форм гладких криволинейных трещин в бесконечных двумерных упругих областях на изменение во времени коэффициентов интенсивности напряжений (КИН) при разного рода динамических нагрузках на берегах трещин. С помощью модифицированного метода конечных разностей по времени динамическую задачу сведено к решению системы сингулярных интегро-дифференциальных уравнений относительно скачков перемещений при переходе контура трещины в каждый узловой момент времени. Численные решения интегральных уравнений получено методом механических квадратур. Проанализированы зависимости динамических КИН от времени в вершинах криволинейной трещины по дуге окружности, парабола или полуэллипса при различных ударных и импульсных нагрузках на берегах трещины.

*SUMMARY.* The influence of the shape of smooth curvilinear cracks in infinite two-dimensional elastic domains on the change in time of the stress intensity factors (SIF) for various kinds of dynamic loads at the crack faces is investigated. Using a modified method of finite differences with respect to time the dynamic problem is reduced to solving a system of singular integral-differential equations for displacement jumps during crack contours transition at each nodal time point. Numerical solutions of integral equations are obtained by the quadrature technique method. The time dependences of SIF at the tips of curvilinear cracks in an arc of a circle, parabola or half-ellipse for various impact and pulse loads at the crack faces are analyzed.

*Марущак П. О., Коноваленко І. В., Панін С. В., Любутін П. С., Брезінова Ж., Гузанова А., Сидор П. Я.* Кількісний аналіз сітки тріщин термічної втоми на поверхні матеріалу .....33

*РЕЗЮМЕ.* За результатами автоматизованого аналізу зображень поверхонь з тріщинами термічної втоми встановлені особливості деформування і руйнування теплотривкої сталі 25Х1М1Ф. Виявлено та кількісно описано закономірності і характерні етапи її деформування з трансформацією на поверхні блокової структури розтріскування внаслідок об'єднання окремих тріщин термічної втоми в сітку, яку визначає здатність металу деформуватися в межах острівців нерозтріснутого матеріалу,

оточених тріщинами. Міру взаємодії кожної з тріщин з їх множиною оцінено за інтенсивністю зсувних та ротаційних процесів всередині блоків матеріалу, непошкоджених тріщинами термічної втоми, та зміною їх орієнтації відносно напрямку прикладеного навантаження.

*РЕЗЮМЕ.* По результатам автоматизированного анализа изображений поверхностей с трещинами установлены особенности деформирования и разрушения теплоустойчивой стали 25X1M1Ф. Выявлены и количественно описаны закономерности и характерные этапы ее деформирования с трансформацией на поверхности блоковой структуры растрескивания вследствие объединения отдельных трещин термической усталости в сетку, которая определяется способностью металла деформироваться в пределах островков нерастреснутого материала, окруженных трещинами. Меру взаимодействия каждой из трещин с их множеством оценено по интенсивности сдвиговых и ротационных процессов в середине блоков материала, неповрежденных трещинами термической усталости, и изменению их ориентации относительно направления прикладываемого нагружения.

*SUMMARY.* According to the results of the automated analysis the basic regularities of deformation and fracture of heat-resistant 25X1M1Ф steel with a formed grid of thermal fatigue cracks was established. The basic patterns and characteristic stages of the process of deformation were identified and quantitatively described. Behaviour of the block structure failure of the material was determined by combining individual defects and deformation properties of the "islands" surrounded by the material cracks. The level of interaction of each of the crack with their multiplicity was evaluated by the intensity of the shear and rotation processes inside the material blocks, not damaged by thermal fatigue cracks, and by the orientation change with respect to the applied loading direction.

*Максименко О. П., Іваницький Я. Л., Гвоздюк М. М.* Визначення жорсткості з'єднання "композит-метал" методом цифрової кореляції зображень .....44

*РЕЗЮМЕ.* На основі методу цифрової кореляційної обробки зображень розроблено спосіб визначення жорсткості механічних з'єднань шаруватих вуглепластиків, який враховує неоднорідність розподілу деформацій на поверхні композитного зразка. Описано методику вимірювань, алгоритм обробки зображень та наведено експериментальні результати.

*РЕЗЮМЕ.* На основе метода цифровой корреляции изображений разработан способ определения жесткости механического соединения слоистых композитов, который учитывает неоднородность распределения деформаций на поверхности образца. Описана методика измерений, алгоритм обработки изображений и приведены экспериментальные результаты.

*SUMMARY.* On the basis of digital image correlation (DIC) technique a method of determining the rigidity of the mechanical joint of layered composites with account of heterogeneity of strain distribution on the specimen surface is developed. The method of measurements, image processing algorithm are described and experimental results are presented.

*Занг К., Мольков Ю. В., Собко Ю. М., Бліхарський Я. З., Хміль Р. Є.* Визначення механічних характеристик і питомої енергії руйнування термозміцненої арматури .....50

*РЕЗЮМЕ.* За результатами експериментальних досліджень з використанням методу цифрової кореляції зображень досліджено зміну механічних характеристик матеріалу сталевій термозміцненої арматури по товщині стрижня. Побудовано умовні та істинні діаграми деформування суцільної арматури і виготовлених з неї стан-

дартних зразків. Визначено питому енергію руйнування для різних зон термозміцненої арматури. Показано необхідність врахування зміни механічних характеристик по товщині стержня під час проектування будівельних конструкцій, а також переваги питомої енергії руйнування як інваріантної характеристики матеріалу.

*РЕЗЮМЕ.* По результатам экспериментальных исследований с использованием метода цифровой корреляции изображений исследованы изменения механических характеристик материала стальной термоупрочненной арматуры по толщине стержня. Построены условные и истинные диаграммы деформирования сплошной арматуры и изготовленных из нее стандартных образцов. Определена удельная энергия разрушения для различных зон термоупрочненной арматуры. Показана необходимость учета изменения механических характеристик по толщине стержня при проектировании строительных конструкций, а также преимущества удельной энергии разрушения как инвариантной характеристики материала.

*SUMMARY.* On the base of experimental results obtained by a digital image correlation technique the change of the mechanical characteristics along the material thickness of the thermostrengthened concrete reinforcement steel bar are investigated. The engineering and true stress-strain curves for the intact reinforcement bar and for standard samples, made from it are built. The values of strain energy density for different zones of thermostrengthened reinforcement bar are calculated. The need to take into account the variation of the mechanical characteristics along the thickness of reinforcement bar when designing building structures and, also, the advantages of strain energy density as an invariant material property are shown.

*Мешков Ю. Я., Шиян А. В., Звірко О. І.* Оцінювання експлуатаційної деградації сталей газопроводів за критерієм механічної стабільності .....55

*РЕЗЮМЕ.* Описано особливості концепції механічної стабільності конструкційних металів та сплавів, в якій використовують показники, що відображають фізичну природу окрихчення матеріалів. Підхід застосовано для кількісного оцінювання окрихчення сталей магістральних газопроводів після їх тривалої експлуатації. Відзначено підвищену чутливість показників механічної стабільності до експлуатаційної деградації сталей. Визначено залишкову механічну стабільність експлуатованого металу та спрогнозовано безпечний термін його експлуатації, за якого не очікується крихкого руйнування.

*РЕЗЮМЕ.* Описаны особенности концепции механической стабильности конструкционных металлов и сплавов, в которой используют показатели, отражающие физическую природу охрупчивания материалов. Подход применен для количественного оценивания охрупчивания сталей магистральных газопроводов после их длительной эксплуатации. Отмечено повышенную чувствительность показателей механической стабильности к эксплуатационной деградации сталей. Определено остаточную механическую стабильность эксплуатируемого металла и спрогнозировано безопасный срок его эксплуатации, при котором не ожидается хрупкого разрушения.

*SUMMARY.* The peculiarities of the concept of mechanical stability of structural metals and alloys, which uses indicators of the physical nature of the phenomenon of materials embrittlement, are described. This approach was used for the quantitative evaluation of embrittlement of main gas pipelines steels as a result of its long-term service. The increased sensitivity of the mechanical stability parameters to in-service degradation of steels was noticed. These estimations also allowed us to determine the residual level of the mechanical stability of the exploited metal and to predict the safety period of its operation, when brittle fracture was not expected.

*Скальський В. Р., Максим В. Ф., Станкевич О. М., Кирманов О. С., Винницька С. І.* Чергування типів руйнування стоматологічних полімерів на різних

стадіях розвитку тріщини .....60

*РЕЗЮМЕ.* Розглянуто особливості руйнування полімерних матеріалів, які використовують у стоматологічній практиці для виготовлення тимчасових конструкцій. За значенням критеріального параметра  $k$  показано, що під дією квазістатичного навантаження у полімерах відбуваються різні типи руйнування (в'язке, в'язко-крихке, крихке), які чергуються між собою протягом докритичного розвитку тріщини. З урахуванням тріщиностійкості на початкових стадіях руйнування виконано ранжування полімерів.

*РЕЗЮМЕ.* Рассмотрены особенности разрушения полимерных материалов, используемых в стоматологической практике для изготовления временных конструкций. По значениям критеріального параметра  $k$  показано, что под действием квазистатической нагрузки в полимерах протекают различные типы разрушения (вязкое, вязко-хрупкое, хрупкое), которые чередуются между собой в течение критического развития трещины. С учетом трещиностойкости на начальных стадиях разрушения проведено ранжирование полимеров.

*SUMMARY.* Fracture features of polymeric materials used in dental practice for temporary structures preparation were studied. By means of the criterion parameter  $k$  it is shown that under quasi-static loading in polymers different types of fracture occur (ductile, ductile-brittle, brittle). These types of fracture alternate during critical crack growth. Polymers have been ranked by the fracture toughness at the initial fracture stages.

*Николишин М. М., Опанасович В. К., Куротчин Л. Р., Слободян М. С.*

Двовісний розтяг кусково-однорідної пластини з двома тріщинами на межі поділу матеріалів з урахуванням пластичних зон біля їхніх вершин .....67

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено розтяг кусково-однорідної пластини з двома рівними наскрізними тріщинами, розміщеними на межі поділу матеріалів. Припущено, що пластинка знаходиться в однорідному полі розтягувальних зусиль на нескінченності, береги тріщин вільні від зовнішнього навантаження, а біля їхніх вершин утворились пластичні зони. За використання комплексних потенціалів розв'язок задачі зведено до задач лінійного спряження, на основі яких визначено напружений стан на межі поділу матеріалів. За умови пластичності Треска визначено довжини пластичних зон та розкриття у вершинах тріщин.

*РЕЗЮМЕ.* Исследовано растяжение кусочно-однородной пластины с двумя сквозными трещинами, размещенными вдоль границы раздела материалов. Предполагаем, что пластинка находится под воздействием растягивающих усилий на бесконечности, берега трещин свободны от нагрузки, а возле их вершин образуются зоны пластических деформаций. Используя комплексные потенциалы, решение задачи сведено к задачам линейного сопряжения, с помощью которых определено напряженное состояние на линии раздела материалов. При условии пластичности Треска получены соотношения для определения размера пластических зон и раскрытия вершин трещин.

*SUMMARY.* The tension of a piecewise-homogeneous plate with two equal through cracks at the interface of materials is investigated. It is assumed that the plates are subjected to the effect of tensile stresses at infinity, the crack edges are load-free and the plastic zones initiate at their tips. Having used the complex potentials, the solution of the problem is reduced to the problems of linear conjugation. On their basis the stress state at the interface of materials is determined. Having used the Tresca plasticity condition, the lengths of plastic zones and the values of opening at the crack tips is found.

*Івасишин А. Д., Остап О. П., Кузьменко М. М.* Вплив термічної обробки на структуру і циклічну тріщиностійкість сплаву Ti-10,3Al-3,0Zr-1,2Si .....73

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено вплив режимів термообробки на структуру, фазовий склад і циклічну тріщиностійкість попередньо термометалургійно деформованого сплаву Ti-10,3Al-3,0Zr-1,2Si за кімнатної і високої (700°C) температур випроб у повітрі. Встановлено, що гартування забезпечує найвищі поріг втоми  $\Delta K_{th}$  і циклічну в'язкість руйнування  $\Delta K_{fc}$  при 20 і 700°C, що зумовлено формуванням мартенситної структури, зниженням вмісту кремнію в титановій матриці, збільшенням розмірів первинних і появою вторинних силіцидів  $Ti_5Si_3$ . Виявлено, що суттєве падіння циклічної тріщиностійкості з ростом вмісту алюмінію з 8 до 10,3% у сплавах системи Ti-Al-Zr-Si пов'язано з впливом виділень алюмінідів титану  $Ti_3Al$  ( $\alpha_2$ -фази), а також кисню повітря.

*РЕЗЮМЕ.* Исследовано влияние режимов термообработки на структуру, фазовый состав и циклическую трещиностойкость предварительно термометалургійно деформированного сплава Ti-10,3Al-3,0Zr-1,2Si при комнатной и высокой (700°C) температурах испытания. Установлено, что закалка обеспечивает наиболее высокие порог усталости  $\Delta K_{th}$  и циклическую вязкость разрушения  $\Delta K_{fc}$  при 20 и 700°C, что обусловлено формированием мартенситной структуры, снижением содержания кремния в титановой матрице, увеличением размеров первичных и появлением вторичных силицидов  $Ti_5Si_3$ . Выведено, что значительное падение циклической трещиностойкости при повышении содержания алюминия с 8 до 10,3% в сплавах системы Ti-Al-Zr-Si связано с влиянием выделений алюминидов титана  $Ti_3Al$  ( $\alpha_2$ -фазы), а также кислорода воздуха.

*SUMMARY.* The influence of heat treatment regimes on structure, phase content and fatigue crack growth resistance of preliminary forged Ti-10.3Al-3.0Zr-1.2Si alloy at room and high (700°C) temperatures is investigated. It is established that the best values of fatigue threshold  $\Delta K_{th}$  and cyclic fracture toughness  $\Delta K_{fc}$  at test temperature of 20 and 700°C are conditioned by martensite structure and also due to of decrease of silicium content in titanium matrix, increase of primary and appearance of secondary silicides  $Ti_5Si_3$ . It is shown that considerable decrease of fatigue crack growth resistance due to of aluminum content increasing from 8 to 10.3% in Ti-Al-Zr-Si alloys is caused by aluminumide  $Ti_3Al$  ( $\alpha_2$ -phase) and atmospheric oxygen effect.

Саленко О. Ф., Хорольська М. С. Підвищення опору руйнуванню калібрувальної трубки гідроабразивних пристроїв .....82

*РЕЗЮМЕ.* За результатами моделювання двофазного потоку та його руху в калібрувальній трубці встановлено різні інтенсивність і характер зношування її протокової частини, що обумовлює тут певні функціональні зони. Забезпечити стабільність отвору протокової частини можна, використовуючи відповідні захисні шари, які під час експлуатації трубки зменшують швидкість ерозії у функціональних зонах залежно від умов дії абразивних частинок.

*РЕЗЮМЕ.* По результатам моделирования формирования двухфазного потока и его движения в калибрующей трубке установлено, что износ проточной части трубки имеет различные интенсивность и характер, а также выявлены определенные функциональные зоны трубок. Показано, что обеспечить геометрические параметры можно нанесением соответствующих защитных слоев, вследствие чего ресурс трубок повышается в 1,8–2 раза.

*SUMMARY.* On the basis of the model of two-phase flow formation and its movement in the calibration tube it is found that the tube wear has different intensity and character The specific functional area of the tubes is also identified. It is shown that it is possible to provide the geometrical parameters of the tubes by using the appropriate protective layers. As a result the tube resource increases in 1.8–2 times.

Лозинська Л. В., Тимошук О. С., Врублевська Т. Я. Аналіз багато-компонентних систем на вміст іридію та паладію .....89

*РЕЗЮМЕ.* Уперше досліджено взаємодію Ir(IV) з 5-гідроксиіміно-4-іміно-1,3-тіазолідин-2-оном та Pd(II) з 4-[N'-(4-іміно-2-оксо-тіазолідин-5-іліден)-гідразино]-бензенсульфою. Встановлено оптимальні умови для утворення цих сполук, їхні метрологічні характеристики. На основі одержаних результатів розроблено нові методи визначення вмісту іридію та паладію, які апробовано під час аналізу інтерметалідів складу Tb<sub>2</sub>Ir<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>, Gd<sub>2</sub>Ir<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>, Yb<sub>40</sub>Pd<sub>40</sub>Ga<sub>20</sub>, Yb<sub>40</sub>Pd<sub>38</sub>Sn<sub>22</sub> та резистора СП5-35Б ( $S_r \leq 0,02$ ).

*РЕЗЮМЕ.* Впервые исследовано взаимодействие Ir(IV) с 5-гидроксиимино-4-имино-1,3-тиазолидин-2-оном и Pd(II) с 4-[N'-(4-имино-2-оксо-тиазолидин-5-илиден)-гидразино]-бензенсульфокислотой. Установлены оптимальные условия образования этих соединений, их метрологические характеристики. На основе полученных результатов разработаны новые методики определения содержания иридия и палладия, которые апробированы при анализе интерметаллидов состава Tb<sub>2</sub>Ir<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>, Gd<sub>2</sub>Ir<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>, Yb<sub>40</sub>Pd<sub>40</sub>Ga<sub>20</sub>, Yb<sub>40</sub>Pd<sub>38</sub>Sn<sub>22</sub> и резистора СП5-35Б ( $S_r \leq 0,02$ ).

*SUMMARY.* The interaction of Ir(IV) with 5-hydroxyimino-4-imino-1,3-thiazolidin-2-one and Pd(II) with 4-[N'-(4-imino-2-oxo-thiazolidin-5-ylidene)-hydrazino]-benzenesulfonic acid has been investigated for the first time. The optimal conditions of these compounds formation, their metrological performance have been established. On the basis of the obtained results new methods of iridium and palladium determination have been elaborated, which were approved during the analysis of intermetallides Tb<sub>2</sub>Ir<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>, Gd<sub>2</sub>Ir<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>, Yb<sub>40</sub>Pd<sub>40</sub>Ga<sub>20</sub>, Yb<sub>40</sub>Pd<sub>38</sub>Sn<sub>22</sub> and resistor SP5-35B ( $S_r \leq 0,02$ ).

Ясній П. В., Гладько С. В., Скочиляс В. В., Семенець О. І. Формування залишкових напружень у пластинах з функціональними отворами після дорнування.....95

*РЕЗЮМЕ.* Опрацьовано методику моделювання методом скінчених елементів напружено-деформованого стану за дорнування отворів. Виявлено основні закономірності впливу відносного натягу дорнування та діаметра отвору на формування локальних залишкових напружень стиску в його околі. Зокрема, встановлено, що зі збільшенням натягу дорнування від 1 до 3% вони на циліндричній поверхні отвору вони зростають у 1,5–2 рази.

*РЕЗЮМЕ.* Разработана методика моделирования методом конечных элементов напряженно-деформированного состояния после дорнирования отверстий. Выявлены основные закономерности влияния относительного натяжения дорнирования и диаметра отверстия на формирование локальных остаточных напряжений сжатия в их окрестности. В частности, установлено, что с увеличением напряжения дорнирования от 1 до 3% на цилиндрической поверхности отверстия они возрастают в 1,5–2 раза.

*SUMMARY.* The method of modeling the stress-strain state for holes mandrelling using Final Element Method has been analyzed. The basic regularities of relative mandrelling tension and the hole diameter on the formation of local compressive residual stresses in the vicinity of functional holes have been found. With the increase of mandrelling tension from 1 to 3% these stresses increase on the cylindrical surface of the hole in 1.5–2 times.

Ткачук О. В., Проскурняк Р. В., Погрелюк І. М. Аналіз поверхні і корозійна тривкість азотованого та оксинітрованого сплаву ВТ6с у фізіологічному розчині при 36 і 40°С.....99

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено корозійну поведінку титанового сплаву ВТ6с з нітридним та оксинітридним покриттями у 0,9%-му розчині NaCl за температур 36 і 40°С. Виявлено, що з підвищенням температури корозійна тривкість сплаву з обома покриттями поліпшується.

*РЕЗЮМЕ.* Исследовано коррозийное поведение титанового сплава ВТ6с с нитридным и оксинитридным покрытиями в 0,9%-ом растворе NaCl при температурах 36 и 40°С. Выявлено, что с повышением температуры коррозионная стойкость сплава с этими покрытиями улучшается.

*SUMMARY.* The corrosion behaviour of ВТ6с titanium alloy with nitride and oxynitride coatings was investigated in 0.9% NaCl solution at temperatures of 36 and 40°С. It was determined that by increasing the temperature the corrosion resistance of the alloy with both coatings is improved.

*Суберляк О. В., Мельник Ю. Я., Скорохода В. Й.* Закономірності одержання та властивості гідрогелевих мембран..... 105

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено закономірності одержання високогідрофільних мембран на основі композицій гідроксикакіл(мет)акрилатів із полівінілпіролідом. Виявлено взаємозв'язок параметрів комплексоутворення між мономером та полівінілпіролідом у вихідній композиції зі складом і структурними параметрами полімерної сітки. Виявлені ефективні способи направленої формування структури і регулювання властивостей досліджуваних мембран.

*РЕЗЮМЕ.* Исследованы закономерности получения высокогидрофильных мембран на основе композиций гидроксикакил(мет)акрилатов с поливинилпирролидоном. Выявлена взаимосвязь параметров комплексообразования между мономером и поливинилпирролидоном в исходной композиции с составом и структурными параметрами полимерной сетки. Обнаружены эффективные способы направленного формирования структуры и регулирования свойств исследуемых мембран.

*SUMMARY.* The regularities of obtaining high hydrophilic membranes, based on compositions of hydroxyalkyl(meth)acrylates with polyvinylpyrrolidone, are investigated. The interrelation of complexation parameters between monomers and polyvinylpyrrolidone in the initial composition with the composition and structural parameters of the polymeric grid is identified. The effective ways of directed structure formation and regulation of properties of the membranes are defined.

*Похмурський В. І., Хома М. С., Антошак І. М., Воробель В. І.* Вплив параметрів живильної води реакторів ВВЕР-1000 на корозійно-електрохімічну поведінку сталі 08X18N10Т ..... 112

*РЕЗЮМЕ.* Вивчено вплив температури та складу живильної води аміачно-гідрозинного регулювання на корозійно-електрохімічну поведінку нержавної сталі 08X18N10Т. Виявлено, що з підвищенням температури від 25 до 300°С струми корозії за концентрацій гідрозину 0...2,0 mg/kg зростають більш ніж на порядок, на півтора-два порядки – залежно від вмісту хлоридів та на два порядки – в інтервалі рН 6,9... 9,0. Побудовано залежності схильності сталі до пітингоутворення та репасивації від температури та концентрацій гідрозину, хлорид-іонів і рН. Встановлено, що за вмісту 2,0 mg/kg СГ та рН 6,9 вона найбільш схильна до зародження пітингів в інтервалі 25...300°С.

*РЕЗЮМЕ.* Изучено влияние температуры и состава реакторной воды аммиачно-гидрозинного регулирования на коррозионно-электрохимическое поведение нержавеющей стали 08X18N10Т. Выявлено, что с повышением температуры с 25 до 300°С



токи корозії збільшуються більше ніж на порядок во всем дослідованому інтервалі концентрацій гідразина, на півтора–два – в залежності від концентрації хлоридів, і на два порядки – в діапазоні рН 6,9...9,0. Отримані температурні і концентраційні залежності схильності сталі до піттингоутворення і репасивації. Показано, що при концентрації 2,0 мг/кг СГ і рН 6,9 вона найбільш схильна до зародження піттингов при 25...300°С.

*SUMMARY.* The influence of temperature and composition of the feed-water of ammoniac-hydrazine regulation on corrosion-electrochemical behavior of 08X18H10T stainless steel is studied. It is shown that the increase of temperature from 25 to 300°С causes the corrosion currents rise by more than an order of magnitude within the studied range of hydrazine concentrations, and by one and half or two orders depending on the chlorides concentration and by two orders within the рН range of 6.9...9.0. The temperature and concentration dependences of steel susceptibility to pitting formation and repassivation are obtained. It is shown that at СГ concentration of 2.0 mg/kg and рН 6.9 the steel is the most susceptible to pitting initiation within the temperature range of 25...300°С.

*Зінь І. М., Веселівська Г. Г., Тимусь М. Б., Льницький З. М., Цюпко Ф. І., Гладій А. І.* Інгибування корозії сталі полікарбоксилатами ..... 117

*РЕЗЮМЕ.* Встановлено, що полікарбоксилати, отримані співполімеризацією акрилової кислоти та акрилатних мономерів, інгибують корозію маловуглецевої сталі у нейтральному водному середовищі. Виявлено, що ефективність їх захисної дії синергічно зростає з додаванням бензотриазолу. Вони перспективні для проти корозійного захисту сталевих виробів під час транспортування та зберігання.

*РЕЗЮМЕ.* Установлено, что поликарбоксилаты, полученные сополимеризацией акриловой кислоты и акрилатных мономеров, ингибируют коррозию малоуглеродистой стали в нейтральной водной среде. Выявлено, что эффективность их защитного действия синергически возрастает с добавлением бензотриазола. Они перспективны для противокоррозионной защиты стальных изделий во время транспортировки и хранения.

*SUMMARY.* It was established that polycarboxylates obtained by polymerization of acrylic acid and acrylate monomers inhibit the mild steel corrosion in neutral environment. The effectiveness of their protective action is synergistically enhanced by adding benzotriazole. The polycarbonates are promising for corrosion protection of steel wares during transportation and storage.

*Крет Н. В., Цирульник О. Т., Бабій Л. О.* Особливості корозії інструментальної сталі в зоні різання ..... 121

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено вплив умов різання на електрохімічні властивості та опір корозії інструментальної сталі залежно від рН мастильно-охолоджувальних рідин.

*РЕЗЮМЕ.* Исследовано влияние условий резания на электрохимические свойства инструментальной стали в зависимости от рН смазочно-охлаждающих жидкостей.

*SUMMARY.* The effect of the cutting conditions on the electrochemical properties of the tool steel in dependence of the рН lubricating-cooling liquids is investigated.

*Гаргасас Ю., Гедзевічус І., Похмурська Г., Вілате Б., Лампке Т., Розерт Р., Червінська Н.* Зносо- і корозійна тривкість електро дугових покривів, напилених порошковими дротами серії Stein-Mesyfil ..... 124

*РЕЗЮМЕ.* Досліджено вплив хімічного складу та режимів напилення електродугових покривів із порошкових дротів серії Stein-Mesyfil, зокрема 953V, 932V, 954V, 957V на їх абразивну зносотривкість і корозійні характеристики. Встановлено, що найменшу поруватість і найбільший опір абразивному зношуванню мають усі покриття, одержані за струму горіння дуги 350 А, найбільш зносотривкими є покриття з дротів 932V і 957V. Не зафіксовано впливу хімічного складу та режимів напилення на електрохімічні властивості покривів у 3%-му розчині натрію хлориду.

*РЕЗЮМЕ.* Изучено влияние химического состава и режимов напыления электродуговых покрытий из порошковых проволок серии Stein-Mesyfil, в частности 953V, 932V, 954V, 957V на их абразивную износостойкость и коррозионные свойства. Установлено, что наименьшую пористость и наибольшее сопротивление абразивному износу имеют все исследованные покрытия, полученные при токе горения дуги 350 А, наиболее износостойкими оказались покрытия из проволок 932V и 957V. Не выявлено влияния химического состава и режимов напыления на электрохимические свойства покрытий в 3%-ом растворе натрия хлорида.

*SUMMARY.* The paper presents the influence of chemical composition and spray conditions of electric-arc coatings made of cored wires Stein-Mesyfil, in particular 953V, 932V, 954V, 957V on their abrasive-and corrosion-resistance characteristics. It is established that the least porosity and the greatest wear-abrasive resistance possess coatings under burning current of 350 A. Coatings made of of 932V and 957V are the most wear-resistant. No influence of chemical composition and spray conditions on the electrochemical properties of coatings in 3% sodium chloride solution was found.

<i>Перелік статей, опублікованих у журналі “ФХММ” за 2014 р.....</i>	129
<i>Авторський покажчик .....</i>	135

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

ТОМ 50, № 6, 2014

ноябрь – декабрь

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Саврук М. П., Казберук А.</i> Плоские задачи теории упругости на собственные значения для ортотропного и квазиортотропного клиньев .....	7
<i>Делявский М. В., Здолбицкая Н. В., Онышко Л. И., Здолбицкий А. П.</i> Определение напряженно-деформированного состояния в тонких ортотропных плитах на упругой основе Винклера .....	15
<i>Кравец В. С.</i> Влияние формы криволинейной трещины на динамические коэффициенты интенсивности напряжений .....	23
<i>Марущак П. О., Коноваленко И. В., Панин С. В., Любутин П. С., Брезинова Ж., Гузанова А., Сыдор П. Я.</i> Количественный анализ сетки трещин термической усталости на поверхности материала .....	33
<i>Максименко А. П., Иваницкий Я. Л., Гвоздюк Н. М.</i> Определение жесткости соединения “композит–металл” методом цифровой корреляции изображений .....	44
<i>Занг К., Мольков Ю. В., Собко Ю. М., Блихарский Я. З., Хмель Р. Е.</i> Определение механических характеристик и удельной энергии разрушения термоупрочненной арматуры .....	50
<i>Мешков Ю. Я., Шиян А. В., Звирко О. И.</i> Оценка эксплуатационной деградации сталей газопроводов по критерию механической стабильности .....	55
<i>Скальский В. Р., Макеев В. Ф., Станкевич Е. М., Кирманов А. С., Винницкая С. И.</i> Чередование типов разрушения стомато логических полимеров на различных стадиях развития трещины .....	60
<i>Николишин М. М., Опанасович В. К., Куротчин Л. Р., Слободян Н. С.</i> Двухосное растяжение кусочно-однородной пластины с двумя трещинами на границе раздела материалов с учетом пластичных зон возле их вершин .....	67
<i>Ивасишин А. Д., Остап О. П., Кузьменко Н. Н.</i> Влияние термической обработки на структуру и циклическую трещиностойкость сплава Ti–10,3Al–3,0Zr–1,2Si .....	73
<i>Саленко А. Ф., Хорольская М. С.</i> Повышение сопротивления разрушению калибрующей трубки гидроабразивных приборов .....	82
<i>Лозинская Л. В., Тьмошук А. С., Врублевская Т. Я.</i> Анализ многокомпонентных систем на содержание иридия и палладия .....	89
<i>Ясний П. В., Гладь С. В., Скочыляс В. В., Семенец А. И.</i> Формирование остаточных напряжений в пластинах с функциональными отверстиями после дорнирования .....	95
<i>Ткачук О. В., Проскурняк Р. В., Погрелюк И. Н.</i> Анализ поверхности и коррозионная стойкость азотированного и оксинитрированного сплава ВТ6с в физиологическом растворе при 36 и 40°С .....	99
<i>Суберляк О. В., Мельник Ю. Я., Скорохода В. И.</i> Закономерности получения и свойства гидрогелевых мембран .....	105

<i>Похмурский В. И., Хома М. С., Антощак И. Н., Воробель В. И.</i> Влияние параметров питательной воды реакторов ВВЭР-1000 на коррозионно-электрохимическое поведение стали 08X18H10T .....	112
<i>Зинь И. Н., Веселивская Г. Г., Тымусь М. Б., Ильницкий З. М., Цюпко Ф. И., Гладий А. И.</i> Ингибирование коррозии стали поликарбонатами .....	117
<i>Крет Н. В., Цирульных А. Т., Бабий Л. Е.</i> Особенности коррозии инструментальной стали в зоне резания .....	121
<i>Гаргасас Ю., Гедзевичус И., Похмурская Г., Вилеге Б., Лампке Т., Розерт Р., Червинская Н.</i> Износо- и коррозионная стойкость электродуговых покрытий, напыленных порошковыми проволоками серии Stein-Mesyfil .....	124
<i>Перечень статей, опубликованных в журнале “ФХММ” за 2014 г.</i> .....	129
<i>Авторский указатель</i> .....	135

# PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS

VOLUME 50, № 6, 2014

November – December

## CONTENTS

<i>Savruk M. P. and Kazberuk A.</i> Plane eigenvalue problems of the elasticity theory for orthotropic and quasi-orthotropic wedges .....	7
<i>Delyavskyy M. V., Zdolbitska N. V., Onyshko L. Yo., and Zdolbitskyy A. P.</i> Determination of the stress-strain state in thin orthotropic plates resting on the elastic Vinkler’s foundation .....	15
<i>Kravets V. S.</i> The influence of the curvilinear crack shape on the dynamic stress intensity factors .....	23
<i>Marushchak P. O., Konovalenko I. V., Panin S. V., Liubutin P. S., Brezinova Zh., Guzanova A., and Sydor P. Ya.</i> Quantitative analysis of the network of thermal fatigue cracks on the material surface .....	33
<i>Maksymenko O. P., Ivanytskyi Ya. L., and Hvozdiuk M. M.</i> Evaluation of rigidity of a “composite–metal” joint by the method of digital image correlation .....	44
<i>Zhang Qin, Molkov Yu. V., Sobko Yu. M., Blikharskyi Ya. Z., and Khmil R. Ye.</i> Determination of mechanical characteristics and specific fracture energy of thermal strengthened reinforcement .....	50
<i>Meshkov Yu. Ya., Shiyan A. V., and Zvirko O. I.</i> The evaluation of operational degradation of gas pipeline steels by the mechanical stability criterion .....	55
<i>Skalskyi V. R., Makeyev V. F., Stankevych O. M., Kyrmanov O. S., and Vynnytska S. I.</i> Alternation of fracture types of dental polymers at different stages of crack development .....	60
<i>Nykolyshyn M. M., Opanasovych V. K., Kurotchyn L. R., and Slobodian M. S.</i> Biaxial tension of a piece-wise homogeneous plate with two cracks at the materials interface with account of plastic zones at their tips .....	67

<i>Ivasyshyn A. D., Ostash O. P., and Kuzmenko M. M.</i> The influence of thermal treatment on the structure and fatigue crack growth resistance of Ti–10.3Al–3.0Zr–1.2Si alloy .....	73
<i>Salenko O. F. and Khorolska M. S.</i> Improvement of fracture resistance of calibration channel of waterjet devices .....	82
<i>Lozynska L. V., Tymoshuk O. S., and Vrublevska T. Ya.</i> Analysis of multi-component systems for the presence of iridium and palladium.....	89
<i>Yasniy P. V., Glado S. V., Skochylyas V. V., and Semenets O. I.</i> Formation of residual stresses in the plate with functional holes after mandrelling.....	95
<i>Tkachuk O. V., Proskurnyak R. V., and Pohrelyuk I. M.</i> Analysis of surface and corrosion resistance of nitrided and oxynitrided BT6c alloy in simulated physiological solutions at 36 and 40°C.....	99
<i>Suberlyak O. V., Melnyk Yu. Ya., and Skorokhoda V. Yo.</i> Regularity of synthesis and properties of hydrogel membranes .....	105
<i>Pokmurskii V. I., Khoma M. S., Antoshchak I. M., and Vorobel V. I.</i> The influence of feed-water parameters of WMR-1000 reactors on corrosion-electrochemical behavior of 08X18H10T steel.....	112
<i>Zin I. M., Veselivska H. H., Tymus M. B., Ilnytskyi Z. M., Tsiupko F. I., and Hladii A. I.</i> Steel corrosion inhibition with polycarboxylates .....	117
<i>Kret N. V., Tsyryulnyk O. T., and Babiy L. O.</i> The peculiarities of the tool steel corrosion in cutting zone .....	121
<i>Gargasas J., Gedzevicius I., Pokhmurska H., Wielage B., Lampke T., Rosert R., and Chervinska N.</i> Wear and corrosion resistance of electric-arc coatings, sprayed with cord wires of type Stein-Mesyfil.....	124
<b>List of papers published in “Physicochemical Mechanics of Materials” in 2014</b> .....	129
<b>Authors’ index</b> .....	135