

ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ

ТОМ 51, № 2, 2015

березень – квітень

ЗМІСТ

<i>Івасишин А. Д., Осташ О. П., Пріхна Т. О., Подгурська В. Я., Басюк Т. В.</i> Вплив технологічних середовищ на механічні і фізичні властивості матеріалів для паливних комірок	7
<i>Івасишин О. М., Марковський П. С., Гавриш І. М.</i> Формування мікроструктури та механічних властивостей титанового сплаву VT22 у нерівноважних умовах швидкісної термічної обробки	15
<i>Кречковська Г. В., Яновський С. Р., Студент О. З., Никифорчин Г. М.</i> Фрактографічні ознаки експлуатаційної деградації зварних з'єднань магістральних нафтогонів	21
<i>Філоненко Н. Ю., Береза О. Ю., Піляєва С. Б.</i> Вплив попереднього пластичного деформування сталі 25 на дифузійне насичення її поверхні бором та карбоном	28
<i>Сенсілрая Р., Навін Саїт А.</i> Оптимізація параметрів зварювання під час тертя з перемішуванням магнієвого сплаву AZ91D за допомогою методу Тагучі	36
<i>Григорчак І. І., Борисюк А. К., Швець Р. Я., Кондир А. І., Івасишин Ф. О., Балабан О. В., Курєпа А. С.</i> Нові карбонові архітектури з нанообмеженою геометрією порожнин для високоефективного ємнісного і псевдоємнісного накопичення енергії	42
<i>Унлу Б. С., Узкут М., Пінар А. М., Оздін К.</i> Мікроструктурні властивості наповнених композиційних підшипників на поліетрафторетиленовій основі після зношування	48
<i>Фальковська А., Северин А.</i> Втома спечених пористих матеріалів на основі нержавної сталі 316L за одноосного навантаження	53
<i>Стухляк П. Д., Голотенко О. С., Добротвор І. Г., Митник М. М.</i> Дослідження адгезійної міцності та залишкових напружень епоксикомпозитів, модифікованих надвисокочастотною електромагнетною обробкою	59
<i>Наговська І. В.</i> Вплив водню та вуглецю на атомне упорядкування та границю міцності сплаву H36	64
<i>Рудяк Ю. А., Підгурський М. І.</i> Дослідження міцності багаточарових структур із прозорих діелектриків оптичними методами	68
<i>Сошко В. А., Сімінченко І. П.</i> Перетворення в зоні різання поверхнево- активних мастильно-охолоджувальних технологічних середовищ у радикально-активні форми	72
<i>Поліщук Л. К., Харченко Г. В., Звірко О. І.</i> Корозійно-циклічна тріщиностійкість сталі стріли буртоукладника	77
<i>Дацишин О. П., Марченко Г. П., Глазов А. Ю., Левус А. Б.</i> Вплив стискальних залишкових напружень на поширення зсувних поверхневих тріщин у залізничних рейках	83

<i>Гачкевич О. Р., Солодяк М. Т., Терлецький Р. Ф., Гачкевич М. Г.</i> Термонапружений стан магнетного шару за феромагнетного резонансу.....	91
<i>Штаюра С. Т.</i> Вплив жорсткості напруженого стану за двовісного навантаження трубчастих зразків на характеристики міцності сталі 20 у водні	98
<i>Іваницький Я. Л., Максименко О. П., Запоточний Р. М., Мольков Ю. В.</i> Оптико-цифровий метод визначення полів деформацій на локальних ділянках залізобетонних мостів	104
<i>Фільштинський Л. А., Носов Д. М., Єременко Г. А.</i> Плоска задача магнетопружності для п'єзомагнетного середовища з тріщинами	109
<i>Смоляр А. М., Мірошкіна І. В., Юрченко С. В.</i> Напружено-деформований стан плит нульового прогину	116
<i>Скальський В. Р., Рудаєвський Д. В., Ярема Я. Р., Бас В. Р.</i> Оцінювання періоду зародження втомної мікротріщини на доріжці кочення кільця буксового підшипника	121
<i>Зеленяк В. М.</i> Інтегральні рівняння двовимірних задач термопружності для тришарової кільцевої області з тріщинами	129

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

ТОМ 51, № 2, 2015

март – апрель

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ивасишин А. Д., Остап О. П., Прихна Т. О., Подгурская В. Я., Басюк Т. В.</i> Влияние технологических сред на механические и физические свойства материалов для топливных ячеек	7
<i>Ивасишин О. М., Марковский П. Е., Гаврыш И. М.</i> Формирование микроструктуры и механических свойств титанового сплава ВТ22 в неравновесных условиях скоростной термической обработки	15
<i>Кречковская Г. В., Яновский С. Р., Студент А. З., Никифорчин Г. Н.</i> Фрактографические признаки эксплуатационной деградации сварных соединений магистральных нефтепроводов	21
<i>Филоненко Н. Ю., Береза Е. Ю., Пиляева С. Б.</i> Влияние предварительного пластического деформирования стали 25 на диффузионное насыщение ее поверхности бором и карбоном	28
<i>Сенсилрая Р., Навин Саит А.</i> Оптимизация параметров сварки при трении с перемешиванием магниевого сплава AZ91D с помощью метода Тагучи	36
<i>Грыгорчак И. И., Борысюк А. К., Швец Р. Я., Кондыр А. И., Иващишин Ф. О., Балабан О. В., Куреп А. С.</i> Новые карбоновые архитектуры с нанограниченной геометрией пустот для высокоэффективного емкостного и псевдоемкостного накопления энергии	42
<i>Унлу Б. С., Узкут М., Пинар А. М., Оздин К.</i> Микроструктурные свойства наполненных композиционных подшипников на полиэтиленовой основе после износа	48
<i>Фальковска А., Северин А.</i> Усталость спеченных пористых материалов на основе нержавеющей стали 316L при одноосном нагружении	53
<i>Стухляк П. Д., Голотенко А. С., Добротвор И. Г., Мытнык Н. М.</i> Исследование адгезионной прочности и остаточных напряжений эпоксикомпозитов, модифицированных сверхвысокочастотной электромагнитной обработкой	59
<i>Наговская И. В.</i> Влияние водорода и углерода на атомное упорядочение и границу прочности сплава H36	64
<i>Рудяк Ю. А., Подгурский Н. И.</i> Исследование прочности многослойных структур из прозрачных диэлектриков оптическими методами	68
<i>Сошко В. А., Симинченко И. П.</i> Превращение в зоне резания поверхностно-активных смазочно-охлаждающих технологических сред в радикально-активные формы	72
<i>Полищук Л. К., Харченко Г. В., Звирко О. И.</i> Коррозионно-циклическая трещиностойкость стали с трелы буртоукладчика	77
<i>Дацышин О. П., Марченко Г. П., Глазов А. Ю., Левус А. Б.</i> Влияние сжимающих остаточных напряжений на распространение сдвиговых поверхностных трещин в железно дорожных рельсах	83
<i>Гачкевич А. Р., Солодяк М. Т., Терлецкий Р. Ф., Гачкевич Н. Г.</i>	

Термонапряженное состояние магнитного слоя в условиях ферромагнитного резонанса	91
<i>Штаюра С. Т.</i> Влияние жесткости напряженного состояния при двухосном нагружении трубчатых образцов на характеристики прочности стали 20 в водороде	98
<i>Иваницкий Я. Л., Максименко А. П., Запоточный Р. Н., Мольков Ю. В.</i> Оптико-цифровой метод определения полей деформаций на локальных участках железобетонных мостов	104
<i>Фильштинский Л. А., Носов Д. Н., Еременко А. А.</i> Плоская задача магнитоупругости для пьезомагнитной среды с трещинами	109
<i>Смоляр А. М., Мирошкина И. В., Юрченко С. В.</i> Напряженно-деформированное состояние плит нулевого прогиба.....	116
<i>Скальский В. Р., Рудавский Д. В., Ярема Я. Р., Бас В. Р.</i> Оценивание периода зарождения усталостной микротрещины на дорожке качения кольца буксового подшипника	121
<i>Зеленяк В. М.</i> Интегральные уравнения двумерных задач термоупругости для трехслойной кольцевой области с трещинами	129

PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS

VOLUME 51, № 2, 2015

March – April

CONTENTS

Ivasyshyn A. D., Ostash O. P., Prikhna T. O., Podhurska V. Ya., and Basyuk T. V.

The influence of technological media on mechanical and physical properties of materials for fuel cells7

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив технологічних середовищ твердооксидних паливних комірок (ТОПК) на механічні і фізичні властивості сплаву Crofer JDA і матеріалів на основі MAX-фази типу Ti_3AlC_2 . Встановлено, що матеріали Ti_3AlC_2 і Ti_3AlC_2-Nb з поруватістю 1% мають сумірну зі сплавом Crofer JDA електропровідність, однак, вищі міцність і жаростійкість та нижчу густину. Тому їх можна рекомендувати для виготовлення інтерконектів ТОПК.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние технологических сред твердооксидных топливных ячеек (ТОТЯ) на механические и физические свойства сплава Crofer JDA и материалов на основе MAX-фазы типа Ti_3AlC_2 . Установлено, что материалы Ti_3AlC_2 и Ti_3AlC_2-Nb с пористостью 1% имеют соизмеримую со сплавом Crofer JDA электропроводность, но более высокие прочность и жаростойкость и существенно низкую плотность. Поэтому их можно рекомендовать для изготовления интерконнектов ТОТЯ.

SUMMARY. The influence of technological environments of solid oxide fuel cell (SOFC) on the mechanical and physical properties of Crofer JDA alloy and materials based on the Ti_3AlC_2 MAX-phase has been investigated. It is established that Ti_3AlC_2 and Ti_3AlC_2-Nb materials with 1% porosity are comparable to Crofer JDA electrical conductivity but possess higher strength and heat resistance and also lower density. Based on these results they can be recommended for solid-oxide fuel cells interconnects manufacturing.

Ivasishin O. M., Markovsky P. E., and Gavrysh I. M. Formation of microstructure

and mechanical properties of BT22 titanium alloy in non-equilibrium conditions of rapid thermal treatment15

РЕЗЮМЕ. Вивчено особливості формування мікроструктури та комплексу механічних характеристик високоміцного титанового сплаву BT22 за швидкісної термічної обробки (ШТО) залежно від умов охолодження під час гартування. Встановлено, що кращий результат термічного зміцнення при ШТО забезпечує гартування у воді внаслідок утворення більшої кількості точкових дефектів і розпаду метастабільної β -фази під час старіння з формуванням проміжних ω - та $\alpha''(\alpha')$ -фаз. Головною перевагою швидкісного нагрівання над пічним є можливість переведення у метастабільну β -фазу всього об'єму сплаву без катастрофічного росту зерна, що дає змогу суттєво підвищити міцність (до 1445 МПа) за збереження достатнього рівня характеристик пластичності та ударної в'язкості.

РЕЗЮМЕ. Изучены особенности формирования микроструктуры и комплекса механических характеристик высокопрочного титанового сплава BT22 при скоростной термической обработке (СТО) в зависимости от условий охлаждения при закалке. Установлено, что лучший результат термического упрочнения при СТО обеспечи-

ває закалка в воді за рахунок утворення більшої кількості точкових дефектів і розпаду метастабільної β -фази при старінні з формуванням проміжних ω - і α' (α')-фаз. Головним перевагою швидкого нагріву над печним є можливість переведення в метастабільну β -фазу всього об'єкта сплаву без катастрофічного росту зерна, що дозволяє суттєво підвищити рівень міцності (до 1445 МПа) при збереженні достаточного рівня характеристик пластичності і ударної в'язкості.

SUMMARY. Features of microstructure and mechanical properties formation in high-strength titanium BT22 alloy under rapid heat treatment (RHT) were studied in dependence on cooling conditions during quenching. It is established, that similar to the case of furnace heating, the best result of thermal hardening after RHT provides water quenching due to the formation of the higher amount of point defects and metastable β -phase decomposition under aging with appearance of transition ω - and α' (α')-phase. The main advantage of RHT over the furnace one is the possibility to transform into metastable β -phase of a whole volume of the alloy without catastrophic grain growth, that allows to increase significantly the strength (up to 1445 MPa), while maintaining a sufficient level of ductility and impact toughness characteristics.

Krechkovska H. V., Yanovskyi S. R., Student O. Z., and Nykyforchyn H. M.

Fractographic features of service degradation of welds in main oil pipelines21

РЕЗЮМЕ. За результатами обстеження пошкоджених елементів нафтогону з осевими зварними з'єднаннями проаналізовано найімовірніші осередки зародження руйнування та механізми поширення тріщин під час тривалої експлуатації. З використанням гідроопресовування труби візуалізовані фрактографічні ознаки експлуатаційної деградації металу у вигляді розсіяної пошкодженості вздовж меж зерен та зниження опору крихкому руйнуванню самих зерен. Розсіяну пошкодженість у стінці труби пов'язали з наводнюванням металу від внутрішньої її поверхні під час експлуатації.

РЕЗЮМЕ. По результатам обследования поврежденных элементов нефтепровода с осевым сварным соединением установили наиболее вероятные места зарождения разрушений и механизмы распространения трещины во время эксплуатации. С использованием гидроопрессовки трубы визуализированы фрактографические признаки эксплуатационной деградации металла в виде рассеянной поврежденности границ зерен и снижения сопротивления хрупкому разрушению самих зерен. Рассеянную поврежденность в стенке трубы связали с наводороживанием металла во время эксплуатации от внутренней ее поверхности.

SUMMARY. Based on a survey of damaged components of a pipeline with an axial welded joint the most probable places of fracture origin and the mechanisms of crack propagation during operation were analyzed. Using hydrotesting of the pipe the fractographic features of the operational degradation of metal in the form of scattered damages of the grain boundaries and reduced resistance to brittle fracture of the grains themselves were visualized. Scattered damages in the pipe wall were associated with metal hydrogenation in operation from its inner surface.

Filonenko N. Yu., Beryoza O. Yu., and Pilyaeva S. B. Effect of prior plastic

deformation of steel 25 on its diffusion saturation with boron and carbon28

РЕЗЮМЕ. Виявлено, що попереднє пластичне деформування інтенсифікує дифузію карбону та бору. Отримано однорідні за структурою бороцементовані шари, зміцнені дрібнодисперсними борокарбідами, з поліпшеними фізико-хімічними властивостями.

РЕЗЮМЕ. Показано, что предварительная пластическая деформация усиливает диффузию карбона и бора. Получены однородные по структуре борцементированные слои, упрочненные мелкодисперсными борокарбидами, с улучшенными физико-химическими свойствами.

SUMMARY. It is shown, that prior plastic deformation enhances the carbon and boron diffusion. The performed investigation enables to obtain homogeneous in structure boron cementation layers, strengthened with finely-divided boron carbides with improved physical and chemical properties.

Senthilraja R. and Naveen Sait A. Optimization of friction stir welding parameters for magnesium alloy AZ91D using Taguchi design36

РЕЗЮМЕ. Досліджували зварювання тертям з перемішуванням (FSW) магнієвих сплавів, литих матеріалів AZ91D та вивчали їх границю міцності на розрив. Оцінювали параметри процесу FSW, а саме: швидкість обертання інструменту, швидкість зварювання та дію осевого навантаження на границю міцності на розрив, використовуючи пристрій Тагучі, та оптимізаційний підхід. Оптимізацію параметрів проводили за методикою ANOVA та із врахуванням процентного внеску параметрів процесу.

РЕЗЮМЕ. Исследовали сварку трением с перемешиванием (FSW) магниевых сплавов, литых материалов AZ91D и изучали их предел прочности на разрыв. Оценивали параметры процесса FSW, а именно: скорость вращения инструмента, скорость сварки и действие осевой нагрузки на предел прочности на разрыв, используя установку Тагучи, и оптимизационный подход. Оптимизацию параметров проводили по методике ANOVA и с учетом процентного вноса параметров процесса.

SUMMARY. Friction stir welding of magnesium alloy, AZ91D casting materials has been welded and their tensile strength is investigated. Evaluation of FSW process parameters such as tool rotational speed, welding speed and axial force on tensile strength was carried out using Taguchi parametric design and optimization approach. Optimized process parameters are established using ANOVA technique and the percentage contribution of process parameters are also determined.

Grygorchak I. I., Borysiuk A. K., Shvets R.Ya., Kondyr A. I., Ivashchyshyn F. O., Balaban O. V., and Kurepa A. S. New carbon structures with nanorange voids geometry for highly efficient capacitance and pseudo-capacitance energy storage.....42

РЕЗЮМЕ. Розглянуто зв'язок між пористою структурою, електронними властивостями нанопористого вуглецю та ємністю межі розділу його з електролітом. Побудовано та охарактеризовано еквівалентні електричні схеми для енергонакопичувальних процесів.

РЕЗЮМЕ. Рассмотрена связь между пористой структурой, электронными свойствами нанопористого углерода и емкостью границы раздела его с электролитом. Построено и охарактеризовано эквивалентные электрические схемы для энергонакапливающих процессов.

SUMMARY. Relationship between porous structure, electronic properties of nanoporous carbon and capacitance of its interface with an electrolyte is investigated. The equivalent electric schemes for the investigated processes are constructed and characterized.

Ünlü B. S., Uzkut M., Pinar A. M., and Özdin K. Microstructure properties of particles reinforced polytetrafluoroethylene composite bearings after wear48

РЕЗЮМЕ. Вивчено спеціальні полімери підвищеної довговічності, які можуть забезпечити бажані властивості для буксових підшипників, зокрема, зносотривкість.

За допомогою оптичної та електронної мікроскопії досліджено мікроструктурні властивості матеріалів на політетрафторетиленовій основі після зношування.

РЕЗЮМЕ. Изучены специальные полимеры повышенной долговечности, которые могут обеспечить желаемые свойства для буксовых подшипников, в частности, износостойкость. С помощью оптической и электронной микроскопии исследованы микроструктурные свойства материалов на политетрафторэтиленовой основе после износа.

SUMMARY. High-performance engineering polymers that ensure the desired properties for journal bearings and give good wear results are investigated. In this study, microstructure properties of polymer-based particle reinforced PTFE composite bearings have been determined by optical and SEM wear surface images.

Falkowska A. and Seweryn A. Fatigue of sintered porous materials based on 316L stainless steel under uniaxial loading53

РЕЗЮМЕ. Наведено результати втомних випробовувань зразків аустенітної сталі 316L з рівнями пористості 26, 33 і 41%. Проаналізовано параметри, отримані із петлі гістерезису в циклі навантаження – зміну модуля Юнга, максимальних і мінімальних напружень. Використовуючи залежність Менсона–Коффіна, визначили втомну міцність пористих матеріалів з різним ступенем загушення.

РЕЗЮМЕ. Представлены результаты усталостных испытаний образцов аустенитной стали 316L с уровнями пористости 26, 33 и 41%. Проанализированы параметры, полученные из петли гистерезиса в цикле нагрузки – изменения модуля Юнга, максимальных и минимальных напряжений. Используя зависимость Менсона–Коффина, определили усталостную прочность пористых материалов с различным уровнем плотности.

SUMMARY. The paper presents the results of fatigue tests of sintered porous 316L austenitic stainless steel with different porosity. An analysis was conducted into the parameters obtained from the hysteresis loop in the load cycle (changes in the value of Young's modulus, maximum and minimum stress). Fatigue life of the porous material of varying density according to the relationship Manson–Coffin was determined.

Stukhliak P. D., Holotenko O. S., Dobrotvor I. H., and Mytnyk M. M.
Investigation of adhesion strength and residual stresses of epoxy composites modified with micro wave electromagnetic processing59

РЕЗЮМЕ. Досліджено чинники впливу на умови формування адгезійного контакту і методи підвищення міцності адгезійних з'єднань полімерів з металевою основою. Підтверджено високу ефективність використання надвисокочастотного (НВЧ) електромагнетного оброблення для модифікації композитних матеріалів на основі епоксидного зв'язувача. Встановлено оптимальний час НВЧ електромагнетного оброблення епоксидних композицій.

РЕЗЮМЕ. Исследованы факторы влияния на условия формирования адгезионного контакта и методы повышения прочности адгезионных соединений полимеров с металлическим основанием. Подтверждена высокая эффективность использования сверхвысокочастотной (СВЧ) электромагнитной обработки для модификации композитных материалов на основе эпоксидного связывающего. Установлено оптимальное время СВЧ электромагнитной обработки эпоксикомпозиций.

SUMMARY. Factors of the influence of the adhesive polymers with metal base on the formation of adhesive contact conditions and methods of strength increase were investigated. High efficiency of micro wave electromagnetic processing for the modification of composite materials based on the epoxy links is proved. The optimum time of the micro wave electromagnetic processing of the epoxy compositions was determined.

<i>Nahovska I. V.</i> The influence of hydrogen and carbon on atomic ordering and ultimate strength of H36 alloy	64
--	----

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив водню на параметри атомного упорядкування (температура Курнакова T_K , ступінь дальнього атомного порядку η) у легovanому вуглецем сплавi H36. Встановлено, що розчинений водень збільшує η структури FeNi на 25% за незмінності температури T_K , а легування вуглецем (0,26 wt.%) призводить до її зростання на 12...15 К. При цьому у легovanому сплавi H36 границя міцності σ_B за 293 К зростає від 300 до 360 МПа, а додаткова термообробка у водні для атомного упорядкування дозволяє збільшити σ_B до 440 МПа. Пластичність зразків при цьому майже не змінюється ($\delta = 20\%$). Запропоновано фізичний механізм такого впливу домішок втілення.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние водорода на параметры атомного упорядочения (температура Курнакова T_K , степень дальнего атомного порядка η) в легированном углеродом сплаве H36. Установлено, что растворенный водород увеличивает η структуры FeNi на 25% при неизменности температуры T_K , а легирование углеродом (0,26 wt.%) приводит к ее увеличению на 12...15 К. При этом в легированном сплаве H36 предел прочности σ_B при 293 К увеличивается от 300 до 360 МПа, а дополнительная его термообработка в водороде для атомного упорядочения позволяет повысить σ_B до 440 МПа. Пластичность образцов при этом практически не меняется (20%). Предложен физический механизм такого влияния примесей внедрения.

SUMMARY. The influence of hydrogen on atomic ordering parameters (Kurnakov point temperature T_K , long-range atomic order η) in doped carbon alloy H36 was studied. It is established that dissolved hydrogen increases η structures of FeNi by 25% at stable temperature T_K . It is found that alloying with carbon (0.26 wt.%) leads to an increase in T_K by 12...15 K. In the H36 doped alloy tensile strength σ_B increases at 293 K from 300 to 360 MPa, and the additional heat treatment in hydrogen for atomic ordering allows the increase of σ_B to 440 MPa. The ductility of the samples is practically unchanged (20%). The physical mechanism of this influence of interstitial impurities is proposed.

<i>Rudiak Yu. A. and Pidhurskyi M. I.</i> Investigation of strength of multi-layer structures of transparent dielectrics by optical methods	68
---	----

РЕЗЮМЕ. Комплексно досліджено напружено-деформований та граничний стан багат шарових структур (гомогенних та гетерогенних триплексів) з тріщиноподібними дефектами в їх елементах у діапазоні 213...293 К. Для ефективного визначення коефіцієнтів інтенсивності напружень біля вершин тріщин в органічному та неорганічному склі розвинуто поляризаційно-оптичний метод для величин оптичної анізотропії, менших за 1λ , де λ – довжина хвилі зондувального випромінювання. Для оцінки граничного стану триплексів, елементами яких є органічне і неорганічне скло та склеювальний шар, запропоновано фізико-механічний критерій граничного стану – критерій тензора діелектричної проникності. Проаналізовано міцність чотирьох варіантів триплексів (гомогенний без та з обрамленням, гетерогенний без та з обрамленням) і вибрано оптимальну конструкцію – гетерогенний триплекс без обрамлення.

РЕЗЮМЕ. Комплексно исследованы напряженно-деформированное и предельное состояния многослойных структур (гомогенных и гетерогенных триплексов) с трещиноподобными дефектами в их элементах в диапазоне 213...293 К. Для эффективного определения коэффициентов интенсивности напряжений возле вершин трещин в органическом и неорганическом стекле развит поляризационно-оптический метод для величин оптической анизотропии, меньших за 1λ , где λ – длина волны зондирующего излучения. Для оценки предельного состояния триплексов, элементами которых является органическое и неорганическое стекло и склеивающий слой, предложен физико-механический критерий предельного состояния – критерий тензора диелектрической проницаемости. Проанализирована прочность четырех

вариантов триплексов (гомогенный без и с обрамлением, гетерогенный без и с обрамлением) и выбрана оптимальная конструкция – гетерогенный триплекс без обрамления.

SUMMARY. The stress-strain state and limiting state of multilayer structures (homogeneous and heterogeneous triplex) with crack-like defects in their elements in the temperature range 213...293 K are studied in a complex. In order to determine effectively the values of the stress intensity factors (SIF) at the crack tips in organic and inorganic glass, the polarization-optical method was developed for the cases of investigation of small size (to 1λ , where λ is wavelength of the probe radiation) patterns of optical anisotropy. To assess the limiting state of the triplex, with component parts (elements) that are organic and inorganic glass and cementing the layer, the physicomaterial criterion of the limiting state – the criterion of tensor of dielectric permeability (TDP) is proposed. As a result of the studies four options for constructive solutions of triplex (homogeneous triplex without frame and with frame, heterogeneous triplex without frame and with frame) are analyzed in terms of the strength and the optimum constructive design – heterogeneous triplex without frame – was defined.

Soshko V. A. and Siminchenko I. P. Transformation in the cutting zone of surfactant lubricating technological media into radical-active forms72

РЕЗЮМЕ. Обґрунтовано необхідність застосування високомолекулярних сполук як присадки до мастильно-охолоджувальних технологічних засобів. Встановлено, що атомарний водень суттєво знижує енергосилові витрати на різання. Виявлено, що під час точіння, як і під час піролізу, відбувається інтенсивна деструкція макроланцюга полімера з утворенням вуглеводнів. У зоні механічної обробки зафіксовано глибокі фізико-хімічні перетворення полімерних ланцюгів з формуванням різних активних продуктів, які, ймовірно, відповідають за прояв ефекту полегшення оброблюваності сталі.

РЕЗЮМЕ. Обоснована необходимость применения высокомолекулярных соединений в качестве присадки к смазочно-охлаждающим технологическим средствам. Установлено, что атомарный водород значительно снижает энергосиловые затраты на процесс резания. Выведено, что при точении, как и при пиролизе, происходит интенсивная деструкция макроцепей полимера с образованием углеводородов. В зоне механической обработки зафиксированы глубокие физико-химические превращения полимерных цепей с формированием различных активных продуктов, которые, по-видимому, и отвечают за проявление эффекта облегчения обрабатываемости стали.

SUMMARY. The necessity of use of high molecular weight compounds as additives to coolants is substantiated. It is established that atomic hydrogen significantly reduces the cost of the cutting process. It is found that when turning, as well as in the pyrolysis there occurs macrochain intense degradation of the polymer with hydrocarbons formation. It is proved that the machining zone undergoes profound physico-chemical transformations of the polymer chains with the formation of different active products and, apparently, they are responsible for the manifestation of the effect of steel processing facilitation.

Polishchuk L. K., Kharchenko H. V., and Zvirko O. I. Corrosion-fatigue crack growth resistance of clamp-forming machine boom carriage77

РЕЗЮМЕ. Досліджено за високої асиметрії навантаження у модельному середовищі, що імітує дощові опади в промислових регіонах, кінетику корозійно-втомного росту тріщин у кутниковій сталі рами стріли буртоукладника після його тридцятилітньої експлуатації. Для матеріалу у вихідному стані не виявлено впливу корозивного середовища на швидкість росту тріщин, однак, воно інтенсивно пришвидшує руйнування в експлуатованому, особливо всередині ділянки Періса кінетичних діаграм руйнування. На припорогових їх ділянках можливе гальмування росту тріщини, що,

ймовірно, пов'язано з корозійним затупленням її вершини. Встановлено, що фрактографічною ознакою експлуатаційної деградації металу конструкції є специфічні втомні борозенки на ділянці припорогового росту тріщин.

РЕЗЮМЕ. Исследована при высокой асимметрии нагружения в модельной среде, имитирующей дождевые осадки в промышленных регионах, кинетика коррозионно-усталостного роста трещин в угловой стали рамы стрелы буртоукладчика после его тридцатилетней эксплуатации. Для материала в исходном состоянии не выявлено влияния коррозионной среды на скорость роста трещин, однако, она интенсивно ускоряет разрушение в эксплуатируемом материале, особенно внутри участка Париса кинетических диаграмм разрушения. На припороговых их участках возможно торможение трещины, что, вероятно, связано с коррозионным затуплением ее вершины. Установлено, что фрактографическим признаком эксплуатационной деградации металла конструкции является наличие специфических усталостных бороздок на участке припорогового роста трещин.

SUMMARY. Corrosion fatigue crack growth under high loading ratio in the angle bar steel of the clamp-forming machine boom carriage after its thirty years of service in the model environment, which imitates rain precipitations in industrial regions, is investigated. The effect of corrosion environment on fatigue crack growth rate is not detected for the material in as received state but it accelerates intensively the fracture in the operated material, especially in the middle of the Paris part of the fracture kinetic diagram. The crack growth retardation is possible for their pre-threshold regions what is connected probably with corrosion crack tip blunting. It is established that existence of the specific fatigue striations in the pre-threshold crack growth region serves as the fractographical feature of in-service metal degradation of construction.

Datsyshyn O. P., Marchenko H. P., Hlazov A. Yu., and Levus A. B. The effect of compressing residual stresses on the propagation of shear surface cracks in railway rails83

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив поздовжніх стискальних залишкових напружень на пружний стан головки залізничної рейки, пошкодженої поверхневою тріщиною, в умовах контакту качення. Для цього розв'язано двовимірну контактну задачу теорії пружності для півплощини з крайовою тріщиною, береги якої контактують з тертям під дією рухомого герцівського навантаження на краю півплощини і рівномірного одновісного стиску на нескінченності. Обчислено коефіцієнти інтенсивності напружень і побудовано карти контактування берегів тріщини для різних значень експлуатаційних параметрів, характерних для системи колесо–рейка. Виявлено найнебезпечніші орієнтації тріщини, схильної до розвитку у зоні стиску за механізмом поперечного зсуву.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние продольных сжимающих остаточных напряжений на упругое состояние головки железно дорожнего рельса, поврежденного поверхностной трещиной, в условиях контакта качения. Для этого решена двумерная контактная задача теории упругости для полуплоскости с краевой трещиной, берега которой контактируют с трением под действием движущейся вдоль края полуплоскости герцевской нагрузки и равномерного одноосного сжатия на бесконечности. Вычислены коэффициенты интенсивности напряжений и построены карты контактирования берегов трещины для разных значений эксплуатационных параметров, характерных для системы колесо–рельс. Выявлены наиболее опасные ориентации трещины, склонной к развитию в зоне сжатия по механизму поперечного сдвига.

SUMMARY. The effect of longitudinal residual stresses on the stress state of railway rail head damaged with a surface crack has been investigated under rolling contact. For this purpose the two-dimensional contact problem for a half-plane with an edge crack whose faces contact with friction under the action of moving Hertzian load and uniform uniaxial compression at infinity has been solved. Stress intensity factors have been calculated and

the maps of engagement of crack faces for different values of operational factors typical for the rail–wheel system have been constructed. The most dangerous orientations of cracks susceptible to growth by the transverse shear mechanism in pressure zone have been brought out.

Hachkevych O. R., Solodiak M. T., Terletsnyi R. F., and Hachkevych M. H.

Thermo-stressed state of magnetic layer under ferro magnetic resonance91

РЕЗЮМЕ. Запропоновано подання напруженості магнетного поля та знайдено вирази для намагнечування, індукції магнетного поля, енергетичних і силових чинників його дії за умов феромагнетного резонансу. Визначено та проаналізовано розподіл температури, переміщень та напружень (компонент і симетричного, і несиметричного тензорів) за товщинною координатою, зокрема, в околі резонансних частот.

РЕЗЮМЕ. Предложены представления напряженности магнитного поля и найдены выражения для намагничивания, индукции магнитного поля, энергетических и силовых факторов его воздействия при условиях ферромагнитного резонанса. Определено и проанализировано распределение температуры, перемещений и напряжений (компонент как симметричного, так и несимметричного тензоров) по толщинной координате, в частности, в окрестности резонансных частот.

SUMMARY. The presentation of THE intensity of magnetic field is proposed and the expressions for magnetization, magnetic field induction, energy and force factors of the field action under conditions of ferromagnetic resonance are found. The distribution of temperature, displacements and stresses (a component of both symmetric and asymmetric tensors) according to the thickness coordinate in the vicinity of resonance frequencies is determined.

Shtayura S. T. The influence of rigidity of stress state under biaxial loading

of tubular specimens on strength characteristics of steel 20 in hydrogen98

РЕЗЮМЕ. Побудовано діаграми осевих і тангенціальних напружень за двовісного пропорційного навантаження, яке спричиняє напружений стан (НС) різної жорсткості у трубчастих ненаводнених та наводнених (10 МПа) зразках. Встановлено, що з підвищенням жорсткості НС ($\chi = 0,52$) за двовісного навантаження зумовлені розтягом напруження текучості та руйнування ненаводнених зразків підвищуються до 24% порівняно з відповідними за одновісного розтягу. У наводнених зразках вони зростають лише до 13%. З підвищенням жорсткості НС інтенсивність цих напружень у перерізі зразків спадає. Під час руйнування наводнених зразків вона вища, ніж для ненаводнених.

РЕЗЮМЕ. Построены диаграммы осевых и тангенциальных напряжений при двухосном пропорциональном нагружении, которое вызывает напряженное состояние (НС) различной жесткости в трубчатых ненаводороженных и наводороженных (10 МПа) образцах. Установлено, что с повышением жесткости НС ($\chi = 0,52$) при двухосном нагружении обусловленные растяжением напряжения текучести и разрушения ненаводороженных образцов увеличиваются до 24% в сравнении с соответствующими при одноосном растяжении. В наводороженных образцах они повышаются только до 13%. С повышением жесткости НС интенсивность этих напряжений в сечении образцов уменьшается. Во время разрушения наводороженных образцов она выше, чем для ненаводороженных.

SUMMARY. The diagrams of axial and tangential stresses under non-proportional biaxial loading that causes the stress-strain state (SSS) of different rigidity in tubular non-hydrogenated and hydrogenated (10 MPa) specimens were built. It is established that with the increase of the SSS rigidity ($\chi = 0.52$) tensile yield stress and ultimate strength under axial tension increased to 24% compared to non-hydrogenated specimens. In the hydrogenated specimens they increase up to 13% only. With increasing SSS rigidity the stress intensity in

the cross-section of specimens decreases. In the fracture of hydrogenated specimens it is higher than for non-hydrogenated ones.

Ivanytskyi Ya. L., Maksymenko O. P., Zapotochnyi R. M., and Molkov Yu. V.

Opticodigital method for determination of strain fields in local regions of iron-concrete bridges 104

РЕЗЮМЕ. На основі цифрової кореляційної обробки зображень розроблено переносний оптико-цифровий корелятор для визначення розподілу деформацій у залізобетонних балках за їх статичного навантаження. Наведено розподіли деформацій прогонової балки в області стику, отримані під час експериментальних досліджень моделі мосту.

РЕЗЮМЕ. На основе цифровой корреляции изображений разработан переносной оптико-цифровой коррелятор для определения распределения деформаций в железобетонных балках при статической нагрузке. Представлены распределения деформаций прогонной балки в области стыка, полученные при экспериментальных исследованиях модели моста.

SUMMARY. On the basis of digital image correlation a hand-held optical-digital correlator to determine the deformation distribution in reinforced concrete beams under static loading is developed. The distributions of the span beam strains in the joint area, obtained during experimental study of the model of the bridge, are presented.

Filshinskii L. A., Nosov D. M., and Yeremenko G. A. Plane problem

of magnetoelasticity for piezomagnetic medium with cracks 109

РЕЗЮМЕ. Розв'язана гранична задача магнетопружності для п'єзомагнетної площини, послабленої тріщинами. Для цього узагальнено метод розв'язування аналогічних задач для анізотропних середовищ. Крайову задачу зведено до матричного сингулярного інтегрального рівняння, розв'язок якого знайдено у класі вектор-функцій, необмежених на кінцях розрізів. Числовий розв'язок цього рівняння отримано методом механічних квадратур. За побудованим числово-аналітичним алгоритмом досліджено вплив магнетопружних полів на коефіцієнти інтенсивності напружень в околі вершин тріщин.

РЕЗЮМЕ. Решена граничная задача магнитоупругости для пьезомагнитной плоскости, ослабленной трещинами. Для этого обобщен метод решения аналогичных задач для анизотропных сред. Краевая задача сведена к матричному сингулярному интегральному уравнению, решение которого найдено в классе вектор-функций, неограниченных на концах разрезов. Численное решение этого уравнения получено методом механических квадратур. Построенный численно-аналитический алгоритм дал возможность исследовать влияние магнитоупругих полей на коэффициенты интенсивности напряжений в окрестности вершин трещин.

SUMMARY. A boundary problem of magnetoelasticity for a piezomagnetic plane, weakened by cracks is considered. To solve this problem a method of solution of the similar problems for anisotropic media has been generalized. The boundary value problem is reduced to the matrix singular integral equation. Its solution is found in a class of vector-functions unbounded at the ends of mathematical cuts. Numerical solution is obtained with the mechanical quadrature method. The constructed numerical-analytic algorithm was constructed in such a way that there was a possibility to research the influence of magneto-elastic fields on the stress intensity factors in the neighborhood of the crack tips.

Smoliar A. M., Miroshkina I. V., and Yurchenko S. V. Stress-strain state

of the plates of zero flexure 116

РЕЗЮМЕ. За прогинами тонкої круглої плити побудована плита нульового прогину. Виконано числовий аналіз напружено-деформованого стану круглої плити нульового прогину програмним комплексом "Інтеграл". Показано, що прогини такої

плити порівняно зі звичайною зменшуються до 30%, нормальні напруження стиску збільшуються до 10%, додатні напруження розтягу зменшуються до 40%, а область додатних напружень σ_p значно звужується. Встановлено, що товщину плити нульового прогибу можна зменшити до 30% порівняно з тонкою плитою, а армування – до 20%.

РЕЗЮМЕ. По прогибам тонкой круглой плиты построена плита нулевого прогиба. Выполнено численный анализ напряженно-деформированного состояния круглой плиты нулевого прогиба программным комплексом “Интеграл”. Показано, что прогибы такой плиты, по сравнению с обычной, уменьшаются до 30%, нормальные напряжения сжатия увеличиваются до 10%, положительные напряжения растяжения уменьшаются до 40%, область положительных напряжений σ_p значительно сужается. Установлено, что толщину плиты нулевого прогиба можно уменьшить до 30% по сравнению с тонкой плитой, а армирование – до 20%.

SUMMARY. Using deflections of a thin circular plate the plate of zero deflection was built. The numerical analysis of the stress-strain state of a circular plate of zero deflection was calculated by software package “Integral”. The analysis showed that the deflections of the plate of zero deflection, compared to a conventional one, decreased to 30%, the normal compression stress increased to 10%, the positive tensile stresses decreased to 40%, the area of positive stress σ_p is significantly narrowed. It was established that the thickness of the plate of zero deflection could be reduced to 30% to compare to a thin plate, while reinforcement – up to 20%.

Skalskyi V. R., Rudavskyy D. V., Yarema Ya. R., and Bas V. R. Estimation of the initiation period of fatigue microcrack at the axle bearing race 121

РЕЗЮМЕ. Запропоновано розрахункову методику оцінювання періоду зародження втомної мікротріщини біля вершини поверхневого раковиноподібного дефекту на доріжці кочення буксового підшипника локомотива. В основі цієї методики закладено модель, що базується на енергетичному підході механіки руйнування матеріалів. Для визначення необхідних механічних констант матеріалу підшипника виконано експериментальні дослідження, а саме: статичні та втомні випробування зразків сталі ШХ15 кільця буксового підшипника. Показано, що за розташування у найневантажнішому місці доріжки кочення раковиноподібного поверхневого дефекту біля його гладкої вершини може зародитися втомна мікротріщина за порівняно короткий період роботи підшипника у експлуатаційному режимі.

РЕЗЮМЕ. Предложена расчетная методика оценивания периода зарождения усталостной микротрещины возле вершины поверхностного раковиноподобного дефекта на дорожке качения буксового подшипника локомотива. В основе этой методики заложено модель, которая базируется на энергетическом подходе механики разрушения материалов. Для определения необходимых механических констант материала подшипника проведены экспериментальные исследования, а именно: статические и усталостные испытания образцов стали ШХ15 кольца буксового подшипника. Показано, что в случае нахождения в наиболее нагруженном месте дорожки качения раковиноподобного поверхностного дефекта возле его гладкой вершины может зародиться усталостная микротрещина при сравнительно коротком периоде работы подшипника в эксплуатационном режиме.

SAMMARY. The calculation method of the initiation period estimation of fatigue microcrack at the tip of surface cavity at axle bearing race is proposed. The method uses the calculation model based on fracture mechanics energetic approach. To find the required static and fatigue mechanical characteristics of the axle bearing material the specimens of ШХ15 steel were tested. It was shown that in the case of the least favourable location of the defect the fatigue microcrack was initiated at the smooth defect tip within comparatively short exploitation period.

Zeleniak V. M. Integral equations of two-dimensional problems
of thermoelasticity for a three-layer ring area with cracks 129

РЕЗЮМЕ. Двовимірні задачі стаціонарної теплопровідності і термопружності для тришарової кільцевої області з тріщинами зведено до сингулярних інтегральних рівнянь. Побудовано системи інтегральних рівнянь першого та другого роду на замкнених (контури поділу шарів та зовнішня межа) і розімкнених (тріщини) контурах, коли контур внутрішньої межі області є коло.

РЕЗЮМЕ. Двумерные задачи стационарной теплопроводности и термоупругости для трехслойной кольцевой области с трещинами сведены к сингулярным интегральным уравнениям. Построены системы интегральных уравнений первого и второго рода на замкнутых (контуры разделения слоев и внешняя граница) и разомкнутых (трещины) контурах, когда контур внутренней границы области – окружность.

SUMMARY. Two-dimensional problems of stationary heat conductivity and thermoelasticity for a three-layer ring area with cracks are reduced to singular integral equations. The systems of integral equations of the first and second kind of closed (contours of layers and outer boundary separation) and open (cracks) contours, when the contour of the inner boundary of the area is a circle, are constructed.