

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

В. В. ПАНАСЮК (головний редактор), *В. М. ФЕДІРКО* (заст. головного редактора), *Р. Р. КОКОТ* (відповідальний секретар), *О. Є. АНДРЕЙКІВ*, *С. А. БИЧКОВ*, *Л. О. ВАСИЛЕЧКО*, *Р. Є. ГЛАДИШЕВСЬКИЙ*, *І. М. ДМИТРАХ*, *І. Ю. ЗАВАЛІЙ*, *І. М. ЗІНЬ*, *Г. С. КИТ*, *Р. М. КУШНІР*, *Л. М. ЛОБАНОВ*, *З. Т. НАЗАРЧУК*, *Г. М. НИКИФОРЧИН*, *І. В. ОРІНЯК*, *О. П. ОСТАШ*, *В. І. ПОХМУРСЬКИЙ*, *О. В. РЕШЕТНЯК*, *М. П. САВРУК*, *З. А. СТОЦЬКО*, *О. В. СУБЕРЛЯК*, *Г. Т. СУЛИМ*, *В. В. ФЕДОРОВ*, *С. О. ФІРСТОВ*, *М. С. ХОМА*, *П. В. ЯСНІЙ*

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Р. АКІД (Великобританія), *С. ВОДЕНІЧАРОВ* (Болгарія), *І.-Р. ГАРРІС* (Великобританія), *Г. ГЛІНКА* (Канада), *В. ДІЦЕЛЬ* (Німеччина), *О. М. ЛОКОЩЕНКО* (Росія), *Е. ЛУНАРСЬКА* (Польща), *М. А. МАХУТОВ* (Росія), *М. Ф. МОРОЗОВ* (Росія), *А. НЕЙМІЦ* (Польща), *Г. ПЛЮВІНАЖ* (Франція), *Я. ПОКЛЮДА* (Чехія), *Р.-О. РІЧІ* (США), *Д.-М.-Р. ТЕПЛИН* (Великобританія), *Л. ТОТ* (Угорщина), *С. ТОРІБІО* (Іспанія)

EDITORIAL BOARD

V. V. PANASYUK (Editor-in-Chief), *V. M. FEDIRKO* (Deputy Editor-in-Chief), *R. R. KOKOT* (Secretary), *O. Ye. ANDREIKIV*, *S. A. BYCHKOV*, *I. M. DMYTRAKH*, *V. V. FEDOROV*, *S. O. FIRSTOV*, *R. Ye. GLADYSHEVSKII*, *M. S. KHOMA*, *H. S. KIT*, *R. M. KUSHNIR*, *L. M. LOBANOV*, *Z. T. NAZARCHUK*, *H. M. NYKYFORCHYN*, *I. V. ORYNIAK*, *O. P. OSTASH*, *V. I. POKHMURSKII*, *O. V. RESHETNYAK*, *M. P. SAVRUK*, *Z. A. STOTSKO*, *O. V. SUBERLYAK*, *H. T. SULYM*, *L. O. VASYLECHKO*, *P. V. YASNII*, *I. Yu. ZAVALIY*, *I. M. ZIN'*

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

R. AKID (Great Britain), *W. DIETZEL* (Germany), *I. R. HARRIS* (Great Britain), *H. HLINKA* (Canada), *A. M. LOKOSHCHENKO* (Russia), *E. LUNARSKA* (Poland), *N. A. MAKHUTOV* (Russia), *N. F. MOROZOV* (Russia), *A. NEIMITZ* (Poland), *G. PLUVINAGE* (France), *Ya. POKLUDA* (Czech Republic), *R. O. RITCHIE* (USA), *D. M. R. TAPLIN* (Great Britain), *J. TORIBIO* (Spain), *L. TÓTH* (Hungary), *S. VODENICHAROV* (Bulgaria)

Відповідальний за випуск чл.-кор. НАНУ, д-р техн. наук, проф. В. М. Федірко
Responsible for issue corr.-member NASU, Dr. (Engn.), Prof. V. M. Fedirko

Адреса редакції: 79601, Львів МСП, Наукова, 5. Фізико-механічний інститут
ім. Г. В. Карпенка НАН України. Тел.: (032) 263-73-74,
(032) 229-62-30. Факс: (032) 264-94-27.
E-mail: pcmm@ipm.lviv.ua

WWW-address: <http://www.ipm.lviv.ua/journal/Journal.htm>

Editorial office address: Karpenko Physico-Mechanical Institute, 5, Naukova St.,
Lviv 79601, Ukraine. Tel.: (38) 032 263-73-74,
(38) 032 229-62-30. Fax: (38) 032 264-94-27.
E-mail: journal.pcmm@gmail.com

Відповідальний секретар редакції **Р. Р. Кокот**

Редактори *Д. С. Бриняк*, *О. Т. Досин*, *Л. Є. Єлейко*

Технічний редактор *І. В. Калинюк*

Зав. групою комп'ютерної підготовки видання *І. В. Калинюк*

Комп'ютерний набір *Л. Г. Копчак*, *Г. М. Кулик*

Підписано до друку 07.11.2018. Формат 70×108/16. Папір офсетний № 1. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 12.
Умовн. фарбо-відбитків 12,5. Тираж 200 прим. Замовлення 141118 від 14.11.2018. Ціна договірна.
Реєстраційне свідоцтво серія КВ №203 від 10.11.93

Друкарня ТзОВ "Простір-М", 79000, Львів, вул. Чайковського, 8

© ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Г. В. Карпенка НАН УКРАЇНИ,
"ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ", 2018

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Г. В. КАРПЕНКА

ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ

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

ТОМ 54, № 5, 2018

вересень – жовтень

ЗМІСТ

| | |
|--|-----|
| <i>Завалій І. Ю., Березовець В. В., Денис Р. В.</i> Нанокompозити на основі магнію для зберігання водню: досягнення та перспективи (Огляд) | 7 |
| <i>Кречковська Г. В., Студент О. З., Никифорчин Г. М.</i> Діагностування технічного стану парогонів ТЕС за твердістю і тріщиностійкістю сталі | 22 |
| <i>Андрейків О. Є., Долінська І. Я., Штойко І. П., Райтер О. К., Матвійів Ю. Я.</i> Розрахунок залишкового ресурсу магістральних трубопроводів з урахуванням дії середовища і деградації їх матеріалів | 33 |
| <i>Крижанівський С. І., Грабовський Р. С., Витязь О. Ю.</i> Врахування геометрії корозійно-втомних тріщин в оцінюванні залишкового ресурсу об'єктів тривалої експлуатації | 40 |
| <i>Саврук М. П., Казберук А., Чорненький А. Б.</i> Періодична система близько розташованих отворів у квазіортотропній площині | 48 |
| <i>Кушнір Р. М., Жидик У. В.</i> Температурні напруження у функціонально-градієнтній циліндричній оболонці | 56 |
| <i>Іваницький Я. Л., Максименко О. П., Мольков Ю. В., Клименко Д. В., Варивода Ю. Ю., Кузь О. Н.</i> Встановлення напруженого стану стінки паливного бака ракети-носія оптико-цифровим методом | 66 |
| <i>Liu H. G., Long W., Li Y. Y.</i> Швидкості росту втомних тріщин у суперсплаві GH4742 на основі нікелю | 72 |
| <i>Походня І. К., Головка В. В., Степанюк С. М., Єрмоленко Д. Ю.</i> Вплив карбідів титану на формування мікроструктури та підвищення механічних характеристик металу зварних швів | 76 |
| <i>Стухляк Д. П., Добротвор І. Г., Скороход О. З., Маруха В. І., Митник М. М., Голотенко О. С.</i> Моделювання зносотривкості епоксикompозитів за зміною механічних характеристик | 82 |
| <i>Шляхетка Х. С., Погрелюк І. М., Лук'яненко О. Г.</i> Оксидування спеченого титану VT1-0 | 88 |
| <i>Nasiłowska B., Bogdanowicz Z., Flądro J., Noga M., Pastuszka P., Sierakowski B., Zegar K.</i> Мікрофрактографія поверхонь, отриманих розтягом зразків зварних з'єднань аустенітної та феритної сталей | 98 |
| <i>Балицький О. І., Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р.</i> Вплив змащувально-охолоджувальної рідини на формування продуктів різання сталі 38ХНЗМФА | 103 |

| | |
|--|-----|
| <i>Capelle J., Dmytrakh I., Schwab F., Pluvinage G.</i> Специфічна корозійна поведінка нержавної сталі 316L у мінеральній воді | 108 |
| <i>Копей Б. В., Стефанишин А. Б., Венгринюк Т. П.</i> Втомна міцність гібридних насосних штанг | 117 |
| <i>Немчук О. О.</i> Вплив експлуатаційного навантаження на корозійну тривкість сталі морського портального крана | 121 |
| <i>Ghazvinloo H. R., Honarbakhsh-Raouf A.</i> Мікроструктура металу шва на вуглецевій сталі СК45 | 126 |
| <i>Джала Р. М., Юзевич Л. В.</i> Моделювання взаємозв'язків механоелектрохімічних параметрів поверхні металу | 130 |
| У НАУКОВИХ КОЛАХ | |
| <i>Ясній П. В., Никифорчин Г. М.</i> Європейська конференція з руйнування (ЕСФ-22) | 135 |
| ЮВІЛЕЇ | |
| Василь Іванович Похмурський (до 85-річчя від дня народження) | 138 |

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. Г. В. КАРПЕНКО

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

Международный научно-технический журнал

Основан в январе 1965 года

Выходит 6 раз в год

ТОМ 54, № 5, 2018

сентябрь – октябрь

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| <i>Завалий И. Ю., Березовец В. В., Денис Р. В.</i> Нанокompозиты на основе магния для хранения водорода: достижения и перспективы (Обзор) | 7 |
| <i>Кречковская Г. В., Студент А. З., Никифорчин Г. Н.</i> Диагностирование технического состояния парогонтов ТЭС по твердости и трещиностойкости стали | 22 |
| <i>Андрейкив А. Е., Долинская И. Я., Штойко И. П., Райтер О. К., Матвишв Ю. Я.</i> Расчет остаточного ресурса магистральных трубопроводов с учетом воздействия среды и деградации их материалов | 33 |
| <i>Крыжановский Е. И., Грабовский Р. С., Витязь О. Ю.</i> Учет геометрии коррозионно-усталостных трещин при оценке остаточного ресурса объектов длительной эксплуатации | 40 |
| <i>Саврук М. П., Казберук А., Чорненко А. Б.</i> Периодическая система близко расположенных отверстий в квазиототропной плоскости | 48 |
| <i>Кушнир Р. М., Жидык У. В.</i> Температурные напряжения в функционально-градиентной цилиндрической оболочке | 56 |
| <i>Иваницкий Я. Л., Максименко А. П., Мольков Ю. В., Клименко Д. В., Варывода Ю. Ю., Кузь О. Н.</i> Определение напряженного состояния стенки топливного бака ракеты-носителя оптико-цифровым методом | 66 |
| <i>Liu H. G., Long W., Li Y. Y.</i> Скорости роста усталостных трещин в суперсплаве GH4742 на основе никеля | 72 |
| Походня И. К. , Головки В. В., Степанюк С. Н., Ермоленко Д. Ю. Влияние карбидов титана на формирование микроструктуры и повышение механических характеристик металла сварных швов | 76 |
| <i>Стухляк Д. П., Добротвор И. Г., Скороход А. З., Маруха В. И., Мытник Н. М., Голотенко А. С.</i> Моделирование износостойкости эпоксикомпозитов по изменению механических характеристик | 82 |
| <i>Шляхетка Х. С., Погрелюк И. Н., Лукьяненко А. Г.</i> Оксидирование спеченного титана VT1-0 | 88 |
| <i>Nasiłowska B., Bogdanowicz Z., Flądro J., Noga M., Pastuszka P., Sierakowski B., Zegar K.</i> Микрофрактография поверхностей, полученных растяжением образцов сварных соединений аустенитной и ферритной сталей | 98 |
| <i>Балицкий А. И., Колесников В. А., Гаврылюк М. Р.</i> Влияние смазочно-охлаждающей жидкости на формирование продуктов резания стали 38ХНЗМФА | 103 |

| | |
|--|-----|
| <i>Capelle J., Dmytrakh I., Schwab F., Pluvinage G.</i> Специфическое коррозионное поведение нержавеющей стали 316L в минеральной воде | 108 |
| <i>Копей Б. В., Стефанишин А. Б., Венгриянок Т. П.</i> Усталостная прочность гибридных насосных штанг..... | 117 |
| <i>Немчук А. О.</i> Влияние эксплуатационной нагрузки на коррозионную стойкость стали морского портального крана | 121 |
| <i>Ghazvinloo H. R., Honarbakhsh-Raouf A.</i> Микроструктура металла шва на углеродистой стали СК45 | 126 |
| <i>Джала Р. М., Юзевич Л. В.</i> Моделирование взаимосвязи механоэлектрохимических параметров поверхности металла | 130 |
| В НАУЧНЫХ КРУГАХ | |
| <i>Ясний П. В., Никифорчин Г. Н.</i> Европейская конференция по разрушению (ЕСФ-22)..... | 135 |
| ЮБИЛЕИ | |
| Василий Иванович Похмурский (к 85-летию со дня рождения)..... | 138 |

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE
H. V. KARPENKO PHYSICO-MECHANICAL INSTITUTE

PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS

International Scientific-Technical Journal
Founded in January 1965
Published bimonthly

VOLUME 54, № 5, 2018

September – October

CONTENTS

Zavaliy I. Yu., Berezovets V. V., and Denys R. V. Magnesium-based nanocomposites for hydrogen storage: progress and prospects (A review)..... 7

РЕЗЮМЕ. Описано три ключові проблеми водневої енергетики, які полягають у ефективному одержанні, зберіганні та використанні водню. Зроблено огляд праць з досліджень різних типів матеріалів для акумулювання водню і, зокрема, нанокompозитів на основі магнію як найперспективніших. Основну увагу приділено аналізу розмірів частинок складників композитного матеріалу, а також впливу каталітичних додатків на параметри сорбції-десорбції водню. Подано короткий огляд публікацій власних результатів з механохімічного синтезу MgH_2 та нові результати для композитів на основі магнію з додатками нано-Ti. Описано синтез та властивості виготовлених з української сировини матеріалів та висвітлено перспективи застосування гідридних композитів на основі магнію.

РЕЗЮМЕ. Описаны три ключевые проблемы водородной энергетики, которые заключаются в эффективном получении, хранении и использовании водорода. Сделан обзор работ по исследованию различных типов материалов для аккумуляирования водорода, синтеза и водородсорбционных свойств нанокompозитов на основе магния как наиболее перспективных. Также уделено внимание анализу размеров частиц составляющих композитного материала, а также влияния катализаторов на параметры сорбции-десорбции водорода. Дан краткий обзор публикаций собственных результатов по механохимическому синтезу MgH_2 и описаны новые результаты по нанокompозитах на основе магния с нано-Ti. Описаны синтез и свойства материалов, изготовленных из украинского сырья, и освещены перспективы применения гидридных композитов на основе магния.

SUMMARY. Three key problems of hydrogen energy are described, namely, production, storage and efficient use of hydrogen. A review of recent research on synthesis and hydrogenation properties of the magnesium based nanocomposites as the most promising hydrogen storage materials is presented. The main attention is paid to the effects of particle size and catalytic additives on the hydrogen storage parameters of composites. A brief overview of our publications on the mechanochemical synthesis of MgH_2 is presented. New results on the hydride composites of Mg with nano-Ti are described, including synthesis and properties of the materials produced from Ukrainian feedstock. Prospects of application of magnesium based hydride composites are demonstrated.

РЕЗЮМЕ. Запропоновано неруйнівний метод діагностування поточного стану тривало експлуатованих теплотривких сталей парогонів ТЕС на основі замірів розміру феритних зерен і твердості теплотривкої сталі 15Х1М1Ф безпосередньо на поверхні труби та побудованої залежності типу Холла–Петча, яка графічно складається з двох прямолінійних ділянок. Перша узгоджується з фізичними уявленнями про зв'язок між розміром зерна та міцністю (твердістю) матеріалу. Другу ділянку стрімкого зниження твердості сталі пов'язано не тільки з подальшою зміною показника мікроструктури сталі, але і розвитком розсіяної в об'ємі металу експлуатаційної пошкодженості. Для визначення граничного стану деградованої сталі використано один з параметрів механіки руйнування – ефективний пороговий розмах коефіцієнта інтенсивності напружень (КИН) $\Delta K_{th\ eff}$, знайдений з урахуванням закриття втомної тріщини. Підставою для його використання стала виявлена інверсія впливу водню на значення $\Delta K_{th\ eff}$ з позитивного на негативний з підвищенням міри експлуатаційної деградації сталі. Інверсію впливу водню пов'язано з трансформацією механізму втомного росту тріщини на припороговій ділянці КИН з кризьзеренного, зумовленого мікросувами у вершині тріщини в кожному циклі навантаження, на крихкий з фрагментами міжзеренного руйнування за механізмом відриву на ділянках з пошкодженнями. Тому поріг циклічної тріщиностійкості, який відповідав такій інверсії, прийнято за критичний $\Delta K_{th\ eff}^c$, нижче якого імовірність виникнення крихкого руйнування експлуатованої сталі суттєво зростатиме. За побудованою кореляційною залежністю між коефіцієнтом $\Delta K_{th\ eff}$ і твердістю металу та визначеним критичним значенням $\Delta K_{th\ eff}^c$ оцінено критичне значення твердості металу, нижче якого ризик неконтрольованого крихкого руйнування відчутно зростає через розсіяні в металі пошкодження.

РЕЗЮМЕ. Предложен неразрушающий метод диагностирования текущего состояния длительно эксплуатируемых теплоустойчивых сталей паропроводов ТЭС на основе измерений размера зерен феррита и твердости теплоустойкой стали 15Х1М1Ф непосредственно на поверхности трубы, а также построенной зависимости между этими характеристиками (типа Холла–Петча), которая состоит из двух прямолинейных участков. Первый согласуется с физическими представлениями о связи между размером зерна и прочностью (твердостью) материала. Второй участок стремительного снижения твердости стали обусловлен не только дальнейшим изменением показателя микроструктуры стали, но и развитием рассеянной в объеме металла эксплуатационной поврежденности. Для определения предельного состояния деградированной стали использован один из параметров механики разрушения – эффективный пороговый размах коэффициента интенсивности напряжений $\Delta K_{th\ eff}$, определенный с учетом закрытия усталостной трещины. Основанием для этого стала обнаруженная при повышении степени деградации стали инверсия влияния водорода на уровень $\Delta K_{th\ eff}$ с положительного на отрицательный. Этот эффект обусловлен трансформацией механизма роста усталостной трещины на припороговом участке КИН с трансзеренного, вызванного микросдвигами в вершине трещины в каждом цикле нагружения, на более хрупкий с фрагментами межзеренного разрушения по механизму отрыва в местах с повреждениями. Поэтому порог циклической трещиностойкости, который отвечал такой инверсии, приняли за критическое значение $\Delta K_{th\ eff}^c$, ниже которого вероятность возникновения хрупкого разрушения эксплуатируемой стали существенно возрастает. По построенной корреляционной зависимости между $\Delta K_{th\ eff}$ и твердостью металла, а также с учетом критического значения $\Delta K_{th\ eff}^c$ оценили критическое значение твердости металла, ниже которого риск возникновения неконтролируемого хрупкого разрушения существенно повышается из-за рассеянных в металле повреждений.

SUMMARY. The non-destructive method of the current state diagnostics of the heat-resistant steels after long-term operation at the steam pipe-lines of a thermal power plant, based on measurements of the size of the ferrite grains and the hardness directly on the surface of the heat-resistant steel 15X1M1Φ pipe and on the constructed relationship between these characteristics (Hall–Petch type) is proposed. Graphically this dependence consists of two rectilinear parts. The first one is consistent with the physical view on the connection between the grain size and the strength (hardness) of material. The second one of the sharp decrease in the hardness of steel is related with not only the subsequent change in the steel microstructure, but also with the development of the operational damages scattered in the metal volume. To determine the limiting state of degraded steel, one of the fracture mechanics parameters is used, namely the effective threshold of the stress intensity factor $\Delta K_{th\ eff}$, determined with account of fatigue crack closure effect. The revealed inversion of the tendency of hydrogen effect on the $\Delta K_{th\ eff}$ level (from the positive to negative) with an increase in the steel degradation degree is used for substantiation of critical $\Delta K_{th\ eff}$. Such inversion of hydrogen effect is caused by the transformation of the fatigue crack growth mechanism on the threshold part of the fatigue crack growth curve from transgranular, due to microshear at the crack tip in each loading cycle to the more brittle one due to formation of the intergranular fragments by separation mechanism within the damaged areas. Therefore, the threshold level of the fatigue fracture resistance, which responded to such an inversion, is taken as the critical $\Delta K_{th\ eff}^c$ value, below which a probability of brittle fracture of the exploited steel significantly increases. Using the constructed correlation dependence between $\Delta K_{th\ eff}$ and metal hardness and also the critical $\Delta K_{th\ eff}^c$ value, the critical value of metal hardness has been estimated since below it a risk of uncontrolled brittle fracture increases significantly due to a scattered in-bulk damaging.

Andreikiv O. Ye. Dolinska I. Ya., Shtoiko I. P., Raiter O. K., and Matviiv Yu. Ya.

Calculation of residual life of main pipelines with account of environment effect and degradation of their materials..... 33

РЕЗЮМЕ. Запропоновано методи визначення залишкового ресурсу магістральних трубопроводів з поверхневими тріщинами під дією довготривалого постійного тиску газу в газопроводах та змінного в нафтопроводах, наводнювання, ґрунтової корозії з урахуванням деградації їх матеріалів. Оскільки зміна в часі деградації матеріалів труб незначна, то аналітично її описано лінійними залежностями. Для визначення залишкового ресурсу труб застосовано енергетичний підхід. Побудовано відповідні розрахункові моделі (диференціальні рівняння з початковими та кінцевими умовами). Для конкретних матеріалів труб (сталі X52, X60, X70) розраховано залишковий ресурс за довготривалого статичного та змінного в часі навантаження, наводнювання, ґрунтової корозії, а також з урахуванням деградації матеріалів впродовж 30 років.

РЕЗЮМЕ. Предложены методы определения остаточного ресурса магистральных трубопроводов с поверхностными трещинами под действием длительного постоянного давления газа в газопроводах и переменного в нефтепроводах, наводороживания, ґрунтовой коррозии с учетом деградации их материалов. Поскольку изменение во времени деградации материалов труб незначительно, то аналитически оно описано линейными зависимостями. Для определения остаточного ресурса труб применено энергетический подход. Построены соответствующие расчетные модели (дифференциальные уравнения с начальными и конечными условиями). Для конкретных материалов труб (сталы X52, X60, X70) рассчитан остаточный ресурс при длительной статической и переменной во времени нагрузке, наводороживании, ґрунтовой коррозии, а также с учетом деградации материалов в течение 30 лет.

SUMMARY. The methods of determination of residual life time of the main pipelines with surface cracks under action of long-term and variable gas pressure in oil pipelines, hydrogenation, ground corrosion with account of degradation of their materials are proposed. Since the pipe materials degradation in time is insignificant it is described

analytically by linear dependences. An energy approach is used to determine the residual pipe life. The corresponding calculation models (differential equations with initial and final conditions) are built. For pipe materials (X52; X60; X70 steels) the residual life time under long-term static and time variable loading, hydrogenation, ground corrosion with account of material degradation for 30 years is calculated.

Kryzhanivskiy Ye. I., Hrabovskiy R. S., and Vytiaz O. Yu. Consideration of the geometry of corrosion-fatigue cracks in assessing residual life of long-term operation objects..... 40

РЕЗЮМЕ. Встановлено умови прогнозування розвитку тріщиноподібних дефектів півеліптичної форми в стінці труби за результатами експериментально-розрахункової методики. Виявлено взаємозв'язок між граничними розмірами півеліптичної тріщини і швидкістю її розвитку для систем "метал-середовище". Запропоновано критеріальну залежність початкових та граничних розмірів тріщин, за якою оцінено небезпечність зафіксованих дефектів, а також інтерпретовано результати технічного діагностування тривало експлуатованих трубопроводів.

РЕЗЮМЕ. Установлены условия прогнозирования развития трещиноподобных дефектов полуэллиптической формы в стенке трубы за результатами экспериментально-расчетной методики. Выявлена взаимосвязь между предельными размерами трещины и скоростью ее развития. Предложена критериальная зависимость начальных и предельных размеров трещин, по которой оценена опасность дефектов, а также интерпретированы результаты технической диагностики трубопровода.

SUMMARY. Conditions for predicting the propagation of crack-like defects of semi-elliptical defects in the pipe wall based on the results of the experimental and calculation methods data are established. The relationship between the admissible dimensions of the crack and the rate of its propagation is determined. The criterial dependence of the initial and admissible sizes of cracks is proposed, which allows us to estimate the danger of defects, as well as to interpret the results of the pipeline diagnostics.

Savruk M. P., Kazberuk A., and Chornenkiy A. B. Periodic system of closely located holes in a quasi-orthotropic plane..... 48

РЕЗЮМЕ. Методом сингулярних інтегральних рівнянь вивчено плоску періодичну задачу теорії пружності для квазіортотропної площини з нескінченним рядом близько розміщених криволінійних отворів. За використання єдиного підходу до розв'язування задач концентрації напружень біля отворів з гострими та закругленими вершинами отримано коефіцієнти інтенсивності напружень у гострих вершинах отворів. Граничним переходом знайдено коефіцієнти концентрації напружень у закруглених та гострих вершинах двобічних параболического та U-подібного вирізів.

РЕЗЮМЕ. Методом сингулярных интегральных уравнений изучена плоская периодическая задача теории упругости для квазиортотропной плоскости с бесконечным рядом близко расположенных криволинейных отверстий. При использовании единого подхода к решению задач концентрации напряжений у отверстий с острыми и закругленными вершинами получены коэффициенты интенсивности напряжений в острых вершинах отверстий. Предельным переходом найдено коэффициенты концентрации и интенсивности напряжений в закругленных и острых вершинах двусторонних параболических и U-образных вырезов.

SUMMARY. The method of singular integral equations to solve the periodic problem of elasticity theory for a quasi-orthotropic plane containing an infinite series of closely spaced curvilinear holes is considered. When using the unified approach to solving the problems of stress concentration at the sharp or rounded hole tips, the stress intensity factors at the sharp vertices of the holes are obtained. Using the limit transition, stress

concentration and stress intensity factors in the rounded and sharp tips of bilateral parabolic and U-shaped notches are found.

Kushnir R. M. and Zhydyk U. V. Temperature stresses in a functional gradient cylindrical shell 56

РЕЗЮМЕ. Для функціонально-градієнтних ізотропних кругових циліндричних оболонок записано нестационарні рівняння теплопровідності та рівняння термопружності з відповідними крайовими умовами. Рівняння термопружності враховують деформацію поперечного зсуву та поперечну нормальну деформацію. Розподіл температури за товщиною прийнято лінійним. За матеріал оболонки взято композит метал-кераміка. Об'ємна частка цих матеріалів змінюється у напрямку товщини за степеневим законом. Розв'язок квазістатичної задачі для скінченної шарнірно опертої оболонки за локального нагріву знайдено методами перетворень Фур'є та Лапласа.

РЕЗЮМЕ. Для функционально-градиентных изотропных круговых цилиндрических оболочек записаны нестационарные уравнения теплопроводности и уравнения термоупругости с соответствующими краевыми условиями. Уравнения термоупругости учитывают деформацию поперечного сдвига и поперечную нормальную деформацию. Распределение температуры по толщине принято линейным. Материал оболочки представляет собой композит металл-керамика. Объемная доля этих материалов изменяется в направлении толщины по степенному закону. Решение квазистатической задачи для конечной шарнирно опертой оболочки при локальном нагреве найдено методами преобразований Фурье и Лапласа.

SUMMARY. For a functionally graded isotropic circular cylindrical shells the nonstationary equations heat conduction and equations thermoelasticity with appropriate boundary conditions are written down. The thermoelasticity equations includes both transverse shear deformation and transverse normal strain for shell thickness. Temperature distribution across the shell thickness assumed is linear. The shell is graded through the thickness assuming a volume fraction of metal and ceramic, using a power law distribution. By the Fourier and Laplace transform methods the solution to quasistatic thermoelastic problem for finite simply supported shell under local heating is obtained.

Ivanytskiy Ya. L., Maksymenko O. P., Molkov Yu. V., Klymenko D. V., Varyvoda Yu. Yu., and Kuz O. N. Establishing the stress state of the fuel tank wall of a rocket carrier by the optical-digital method 66

РЕЗЮМЕ. Розроблено методику і оптико-цифрову систему для безконтактного вимірювання переміщень і деформацій стінки паливного бака ракетноносія. Запропоновану методику вимірювання та обладнання апробовано під час його сертифікаційних випробувань. Визначено напружено-деформований стан стінки паливного бака за встановленими на контрольованій ділянці полями деформацій. Порівняно результати безконтактного вимірювання деформацій з тензOMETричними і одержано добру їх збіжність. Показано перспективність оптико-цифрових методів вимірювань та подано рекомендації щодо практичного використання розробленої методики.

РЕЗЮМЕ. Разработано методику и оптико-цифровую систему для бесконтактного измерения перемещений и деформаций стенки топливного бака ракеты-носителя. Предложенную методику измерения и оборудование апробировано во время его сертификационных испытаний. Определено напряженно-деформированное состояние стенки топливного бака за установленными на контролируемом участке полями деформаций. При сравнении результатов бесконтактного измерения деформаций и тензOMETрических получено их хорошее согласование. Показано перспективность оптико-цифровых методов измерений и даны рекомендации по практическому использованию разработанной методики.

SUMMARY. The method and opto-digital system for contactless measurement of displacements and deformations of the fuel tank wall of the launch vehicle have been developed. The proposed measurement methodology and equipment have been tested during their certification tests. The stress-strain state of the fuel tank wall is determined for the deformation fields installed on the controlled area. The results of contactless measurement of deformations with strain gauges are compared and their good convergence is obtained. The prospect of optic-digital measurement methods is shown and recommendations are given regarding the practical use of the developed methodology.

Liu H. G., Long W., and Li Y. Y. Fatigue crack growth rates of nickel-based GH4742 superalloy..... 72

РЕЗЮМЕ. Встановлено закономірності поширення втомної тріщини на припороговій, середній та високоамплітудній ділянках діаграм втомного руйнування нікелевого суперсплаву GH4742 за різних асиметрій циклічного навантаження розтягом. Побудовано графічні залежності швидкості росту втомної тріщини в діапазоні 10^{-7} ... 10^{-2} mm/cycle. На основі побудованих залежностей визначено характеристики циклічної тріщиностійкості сплаву GH4742 та встановлено суттєве зниження критичних значень розмаху коефіцієнта інтенсивності напружень зі збільшенням асиметрії циклу навантаження.

SUMMARY. Dependences of fatigue crack growth behavior in the near-threshold region, middle section of diagram and high-amplitude region of rates for the nickel-based GH4742 superalloy under tension with various stress ratios are determined. Curves of fatigue crack growth rates from 10^{-7} to 10^{-2} mm/cycle are presented. From the presented dependences the fatigue crack growth resistance characteristics of GH4742 alloy are determined and a significant decrease of the critical stress intensity factor values with the stress ratios increase is established.

РЕЗЮМЕ. Установлено закономірності распространения усталостной трещины на припороговых, средних и высокоамплитудных участках диаграмм усталостного разрушения никелевого суперсплава GH4742 при различных асимметриях циклической нагрузки растяжением. Построено графические зависимости скорости роста усталостной трещины в диапазоне 10^{-7} ... 10^{-2} mm/cycle. На основе построенных зависимостей определено характеристики циклической трещиностойкости сплава GH4742 и установлено существенное снижение критических значений размаха коэффициента интенсивности напряжений с увеличением асимметрии цикла нагружения.

Pokhodnya I. K., *Holovko V. V., Stepanyuk S. M., and Yermolenko D. Yu.*

Effect of titanium carbides on the formation of microstructure and improvement of mechanical characteristics of the weld metal..... 76

РЕЗЮМЕ. Проаналізовано можливість впливати на механічні властивості зварних швів шляхом контролю вмісту голкового фериту у структурі металу шва. Реалізовано методику додавання до розплаву металу у зварювальній ванні порошку з карбідів титану. Встановлено, що виявлені в структурі металу шва неметалеві включення розміром від 0,3 до 0,8 μm відповідальні за формування складників мікроструктури і механічні властивості металу зварних швів.

РЕЗЮМЕ. Проанализирована возможность влияния на механические свойства сварных швов путем контроля содержания игольчатого феррита в структуре металла шва. Реализована методика добавления в расплав металла в сварочной ванне порошка из карбидов титана. Установлено, что обнаруженные в структуре металла шва неметаллические включения размером от 0,3 до 0,8 μm ответственны за формирование составляющих микроструктуры и механические свойства металла сварных швов.

SUMMARY. The possibility of changing the welded joints mechanical properties by controlling the content of acicular ferrite in the weld metal structure is analysed. A method

of adding titanium carbides powder to the metal melt in a welding bath is realized. It is established that nonmetallic inclusions of 0.3 to 0.8 μm in the weld metal structure are responsible for the formation of the structural constituents and the mechanical properties of the weld joint.

Stukhlyak D. P., Dobrotvor I. H., Skorokhod O. Z., Marukha V. I., Mytmyk M. M., and Holotenko O. S. Modeling of wear- resistance of epoxy composites by mechanical properties variation 82

РЕЗЮМЕ. Композитні матеріали на основі термореактивних полімерів завдяки комплексу фізико-механічних та експлуатаційних характеристик широко використовують в усіх галузях промисловості України для захисту обладнання від корозії та зношування, у тому числі як антифрикційні матеріали. Розроблено модель для композитів на основі епоксидного олігомера та оксиду алюмінію, яка дасть змогу оцінити інтенсивність зношування матеріалу без машини тертя. Для цього використано теорію подібності, згідно з якою, коли всі відповідні безрозмірні характеристики для двох процесів однакові, то вони подібні. На основі експериментальних результатів, отриманих під час дослідження коефіцієнта тертя, модуля пружності та твердості епоксикомпозитів, запропоновано модель для прогнозування зношування матеріалів залежно від вмісту оксиду алюмінію. Використання такої моделі забезпечує кореляцію результатів моделювання з експериментальними даними.

РЕЗЮМЕ. Композитные материалы на основе термореактивных полимеров, благодаря комплексу физико-механических и эксплуатационных характеристик, широко используют во всех отраслях промышленности Украины для защиты оборудования от коррозии и износа, в том числе в качестве антифрикционных материалов. Разработана модель для композитов на основе эпоксидного олигомера и оксида алюминия, позволяющая оценить интенсивность износа материала без использования машины трения. Для решения этой задачи использовали теорию подобия, согласно которой, когда все соответствующие безразмерные характеристики для двух процессов одинаковы, тогда они похожи. На основе экспериментальных результатов, полученных при исследовании коэффициента трения, модуля упругости и твердости эпоксикомпозитов, предложена модель для прогнозирования износа материалов в зависимости от содержания оксида алюминия. Использование такой модели обеспечивает корреляцию результатов моделирования с экспериментальными данными.

SUMMARY. Composite materials based on thermosetting polymers due to the complex physicommechanical and operational characteristics, are widely used in all industries to protect equipment from corrosion and wear, and also as antifriction materials. A model that would allow us to estimate the linear wear of the material without the use of friction machine for composites based on epoxy oligomer and aluminum oxide is developed. To solve this problem the theory of similarity is used, wherein the similarity and equality of the relevant dimensionless characteristics for the two processes indicates the similarity of these processes. On the basis of experimental data obtained in the study of friction coefficient, modulus of elasticity and hardness of epoxy composites, the authors developed a model to predict the linear wear of materials depending on the content of aluminum oxide. The proposed model provides a high degree of simulation results correlation with the results obtained experimentally.

Shlyakhetka Kh. S., Pohrelyuk I. M., and Lukyanenko O. H. Oxidation of sintered VT1-0 titanium alloys 88

РЕЗЮМЕ. Порівняно результати оксидування спеченого порошкового і деформованого титану VT1-0. Рентгеноструктурними, рентгенофазовими, дюрOMETричними та металографічними дослідженнями виявлено відмінності у формуванні дифузійного та оксидного шарів. За результатами корозійних випроб у 20%-му розчині хлоридної кислоти оцінено захисні властивості оксидних шарів різної будови.

РЕЗЮМЕ. Сравнены результаты оксидирования спеченного порошкового и деформированного титана VT1-0. Рентгеноструктурными, рентгенофазовыми, дюрOMETрическими и металлографическими исследованиями выявлены различия в формировании диффузионного и оксидного слоев. По результатам коррозионных испытаний в 20% растворе соляной кислоты оценены защитные свойства оксидных слоев различного строения.

SUMMARY. The results of oxidation of the sintered powder and deformed VT1-0 titanium are presented. The X-ray diffraction, X-ray phase, durometric and metallographic studies show differences in the formation of the diffusion and oxide layers. Using the results of corrosion tests in the 20% hydrochloric acid solution the protective properties of oxide layers of different structures are evaluated.

Nasiłowska B., Bogdanowicz Z., Flądro J., Noga M., Pastuszka P., Sierakowski B., and Zegar K. Microfractography of tensile tests surfaces of welded joints of austenitic and ferritic steels 98

РЕЗЮМЕ. Подано результати мікрофрактографічних досліджень, зруйнованих розтягом зразків зі зварними з'єднаннями корозійнотривких аустенітної 1.4539 та феритної 1.4742 сталей, що використовуються для виробництва хімічних установок. Сталі різної мікроструктури руйнуються за різними механізмами: якщо аустенітній сталі властиве пластичне руйнування, то феритній – крихке та кризьзеренне.

РЕЗЮМЕ. Представлены результаты микрофрактографических исследований, разрушенных растяжением образцов со сварными соединениями коррозионностойких аустенитной 1.4539 и ферритной 1.4742 сталей, используемых для производства химических установок. Стали различной микроструктуры разрушаются разными механизмами: если аустенитной стали свойственно пластическое разрушение, то ферритной – хрупкое и сквозьзеренное.

SUMMARY. The results of microfractographic investigations of static tensile tests of welded joints of the 1.4539 austenitic and 1.4742 ferritic steels utilized for chemical installations production are presented. The tested types of steel resistant to corrosion indicate two different types of fracture. In the case of ferritic steel the brittle transcrystalline fracture at the boundaries of grains is observed, whereas, in the case of austenitic steel it is the plastic fracture.

Balytskii O. I., Kolesnikov V. O., and Havryliuk M. R. The influence of lubricating liquid on formation of cutting products of 38ХНЗМФА steel 103

РЕЗЮМЕ. Досліджено морфологію стружки, утвореної після точіння заготовки зі сталі 38ХНЗМФА на токарному верстаті за швидкості обертання 200 грм, в умовах без мащення, за додавання води і змащувально-охолоджувальної рідини (ЗОР) на основі соняшникової олії. Встановлено, що додавання води і ЗОР під час різання сприяє зменшенню розмірів стружки, перетворюючи її форму з плоскої у бочкоподібну. Застосування ЗОР призводить до зниження шорсткості поверхні у 9 разів порівняно з точінням насухо.

РЕЗЮМЕ. Исследовано морфологию стружки, образовавшуюся при точении заготовки из стали 38ХНЗМФА на токарном станке при скорости вращения 200 грм, в условиях без смазки, с добавлением воды и смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), содержащей подсолнечное масло. Установлено, что добавление воды и СОЖ при резке способствует уменьшению размеров стружки с преобразованием её из плоской формы в бочкообразную. Представлены результаты химического анализа стружки. Применение СОЖ приводит к снижению шероховатости поверхности почти в 9 раз в сравнении с точением без смазки.

SUMMARY. The morphology of the chips formed when rotating the workpiece from the 38ХНЗМФА steel at a rotational speed of 200 rpm, under conditions without lubrica-

tion, adding water and a lubricating cooling liquid (LCL) containing sunflower oil, was studied. It was found that cutting with the addition of water and a LCL helps to reduce the size of the chip, transforming it from flat fragments to barrel shaped chips. The results of chemical analysis of chips are presented. The use of the lubricating coolant results in a 9-time decrease in the surface roughness.

Capelle J., Dmytrakh I., Schwab F., and Pluvinage G. Specific corrosion behaviour of 316L stainless steel in mineral water 108

РЕЗЮМЕ. Порівняльно оцінено чутливість до корозії труби з нержавкої сталі 316L та її зварних з'єднань у мінеральній воді за різних електрохімічних умов. У цих умовах сталь демонструє незвичну електрохімічну поведінку і типова пасивна область на анодній поляризаційній кривій практично відсутня, тобто вона електрохімічно активна в даному середовищі, а отже, чутлива до корозії. Встановлено, що попередня витримка зразків у демінералізованій воді, насиченій киснем, призводить до утворення пасивної області (плато) на анодній поляризаційній кривій сталі в мінеральній воді. Довжина цього плато значно зростає зі збільшенням часу експозиції і за додаткового прикладання струму анодної поляризації. Аналогічні тенденції зафіксовано і для зварних з'єднань цієї сталі. Запропоновано вид обробки внутрішньої поверхні трубопроводу перед його використанням для транспортування мінеральної води.

РЕЗЮМЕ. Осуществлена сравнительная оценка чувствительности к коррозии трубы из нержавеющей стали 316L и ее сварных соединений в минеральной воде в различных электрохимических условиях. В данных условиях сталь демонстрирует необычное электрохимическое поведение и типичная пассивная область на анодной поляризационной кривой практически отсутствует, т.е. она является электрохимически активной в данной среде, а, следовательно, чувствительна к коррозии. Установлено, что предварительная выдержка образцов в деминерализованной воде, насыщенной кислородом, приводит к образованию пассивной области (плато) на анодной поляризационной кривой стали в минеральной воде. Длина этого плато значительно возрастает с увеличением времени экспозиции и при дополнительном приложении тока анодной поляризации. Аналогичные тенденции зафиксированы и для сварных соединений этой стали. Предложен вид обработки внутренней поверхности трубопровода перед его использованием для транспортировки минеральной воды.

SUMMARY. The comparative assessment of sensitivity to corrosion of the pipe and its welds of 316L stainless steel in the mineral water is made under different electrochemical conditions. The study shows that this steel demonstrates unusual electrochemical behaviour and the typical passive region on the anodic polarisation curve is practically absent. Thus, the steel is electrochemically active in the given environment that provokes its sensitivity to corrosion. It has been found that the preliminary exposure of the specimens to demineralized water saturated with oxygen leads to the appearance of the passive region (plateau) on the anodic polarization curve of steel in mineral water. The length of this plateau increases significantly with increasing exposure time and also with additional applying of the anodic polarization current. The similar trends are observed also for the welded joints of 316L steel. The preliminary treatments of the internal pipeline surface before use are proposed and discussed.

Kopei B. V., Stefanyshyn A. B., and Vengreniuk T. P. Fatigue strength of hybride sucker rods..... 117

РЕЗЮМЕ. Розглянуто особливості втомного руйнування гібридних насосних штанг для видобування нафти з вуглеволокнистим осердям та оболонкою зі скловолокна за різних схем циклічного навантаження (розтягом і згином). Встановлено, що за умов згину втомна міцність штанг нижча в ~5 разів, а їх руйнування чи випробування тривалістю 10^7 cycles супроводжується інтенсивним утворенням повздовжніх

тріщин розшарування. Наведено характеристики тріщиноутворення залежно від рівня циклічного навантаження. Порівняння за втомною міцністю гібридних та склопластикових штанг свідчить про перевагу гібридного матеріалу.

РЕЗЮМЕ. Рассмотрены особенности усталостного разрушения гибридных насосных штанг для добычи нефти с углеволокнистым сердечником и оболочкой из стекловолокна при различных схемах циклической нагрузки (растяжением и изгибом). Установлено, что в условиях изгиба усталостная прочность штанг ниже в ~5 раз, а их разрушение или испытание продолжительностью 10^7 cycles сопровождается интенсивным образованием продольных трещин расслоения. Приведены характеристики трещинообразования в зависимости от уровня циклической нагрузки. Сравнение усталостной прочности гибридных и стеклопластиковых штанг свидетельствует о преимуществе гибридного материала.

SUMMARY. The features of the fatigue fracture of hybrid sucker rods for the oil production with a carbon-fiber core and a glass fiber shell under various cyclic loading schemes, tension and bending, are considered. It is established that under bending conditions the fatigue strength of hybrid rod is lower about ~5 times, and their destruction or an achievement of a test base of 10^7 cycles is accompanied by the intense formation of longitudinal delaminating cracks. The characteristics of crack formation depending on the level of cyclic loading are given. Comparison of the fatigue strength of hybrid and fiberglass sucker rods indicates an advantage of the hybrid material.

Nemchuk O. O. The influence of operation loading on corrosion resistance of marine portal crane steel 121

РЕЗЮМЕ. Тензометричним та розрахунковим методами змодельовано експлуатаційне навантаження низки вузлів порталного крана і показано узгодженість між результатами оцінювання різними методами напруженого стану поверхні листового прокату. Для цих вузлів визначено ударну в'язкість низьковуглецевої сталі експлуатованого 33 роки крана, а електрохімічним методом – її поляризаційний опір. Не виявлено залежності між ним та експлуатаційним напруженням металу, однак показано чітку кореляцію між механічним та електрохімічним показниками стану сталі: металу з нижчим опором крихкому руйнуванню властивий менший поляризаційний опір. Кореляцію між цими характеристиками можна використовувати для прогнозування експлуатаційної деградації сталей порталного крана.

РЕЗЮМЕ. Тензометрическим и расчетным методами смоделировано эксплуатационное нагружение ряда узлов порталного крана и показано согласованность между результатами оценок разными методами напряженного состояния поверхности листового проката. Для этих узлов определено ударную вязкость низкоуглеродистой стали крана, эксплуатируемого 33 года, а электрохимическим методом – ее поляризационное сопротивление. Не выявлено зависимости между ним и эксплуатационным напряжением металла, однако показано четкую корреляцию между механическим и электрохимическим показателями состояния стали: металл с низким сопротивлением хрупкому разрушению имеет более низкое поляризационное сопротивление. Корреляцию между этими характеристиками можно использовать для прогнозирования эксплуатационной деградации сталей порталного крана.

SUMMARY. In-service loading of some units of portal crane was modeled by the strain measurement and calculated methods and an agreement between the results of the stress state evaluation on rolling sheet surface by the different methods was shown. On the other hand, impact strength of low-carbon steel exploited for 33 years and its polarization resistance defined by the electrochemical method were obtained for these units. No dependence between polarization resistance and operated stress of metal was revealed, however a clear correlation between the mechanical and electrochemical parameters of the metal state was shown: the metal of the lower brittle fracture resistance is characterized by

the lower polarization resistance. The correlation between these characteristics can be used for prediction of in-service degradation of the portal crane steels.

Ghazvinloo H. R. and Honarbakhsh-Raouf A. The microstructure of weld metal in CK45 carbon steel 126

РЕЗЮМЕ. Останнім часом значну увагу надають електродуговому зварюванню металів у середовищі газу (ЕДЗГ), яке активно застосовується у різних галузях промисловості: виробництво автомобілів і кораблебудування. Напруга, струм та швидкість зварювання є трьома незалежними параметрами процесу. З іншого боку, важливою металургійною характеристикою є мікроструктура металу шва, яка впливає на його фізико-механічні властивості. Тому дане дослідження спрямоване на аналіз мікроструктури зварного шва вуглецевої сталі CK45, виконаного роботом методом ЕДЗГ.

РЕЗЮМЕ. В последнее время значительное внимание уделяют электродуговой сварке металлов в среде газа (ЭДСГ), которое активно применяется в различных отраслях промышленности: производство автомобилей и кораблестроение. Напряжение, ток и скорость сварки являются тремя независимыми параметрами процесса. С другой стороны, важной металлургической характеристикой является микроструктура металла шва, которая влияет на его физико-механические свойства. Поэтому данное исследование направлено на анализ микроструктуры сварного шва углеродистой стали CK45, выполненного роботом методом ЭДСГ.

SUMMARY. In recent years the gas metal arc welding (GMAW) process has received much attention and has been progressively applied in various industries like automobile manufacturing and shipbuilding. The arc voltage, welding current and welding speed are three important and independent variables for this process. On the other hand, the microstructure of weld metal is an important metallurgical characterization that can strongly influence its physical and mechanical properties. Therefore, the present study focuses on the microstructural evolutions of weld metal in the CK45 carbon steel welded by robotic GMAW process.

Dzhala R. M. and Yuzevych L. V. Modelling of interrelations of mechanical, electric and chemical parameters of metal surface 130

РЕЗЮМЕ. З позицій нерівноважної термодинаміки і фізики поверхні побудовано математичну модель для визначення електрохімічних параметрів на межі металу з інертним середовищем залежно від концентрації електронів провідності і поверхневої енергії з урахуванням внутрішніх механічних напружень, спричинених перерозподілом електронів. За експериментальними значеннями поверхневих натягу та енергії теоретично оцінені ємність і потенціал подвійного електричного шару для діагностування протикорозійного захисту сталі.

РЕЗЮМЕ. С позиций неравновесной термодинамики и физики поверхности построена математическая модель для определения электрохимических параметров на границе металла с инертной средой в зависимости от концентрации электронов проводимости и поверхностной энергии с учетом внутренних механических напряжений, вызванных перераспределением электронов. С использованием экспериментальных значений поверхностных натяжения и энергии теоретически определены емкость и потенциал двойного электрического слоя для диагностирования антикоррозионной защиты стали.

SUMMARY. From the positions of non-equilibrium thermodynamics and physics of surface a mathematical model is built for the electrochemical parameters at the metal boundary with an inert environment depending on the concentration of electrons of conductivity and surface energy taking into account the internal mechanical stresses caused by the redistribution of electrons. With the use of experimental values the surface energy and surface tension a capacity and potential of the double electric layer for diagnostic of steel corrosion protection is calculated.

IN SCIENTIFIC CIRCLES

Yasni P. V. and Nykyforchyn H. M. The European Conference on Fracture (ECF-22).... 135

JUBILEES

Vasyl Ivanovych Pokhmurskii (to the 85th birthday)..... 138