

## АНОТАЦІЇ ДО СТАТЕЙ

### ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА СУЧАСНОГО ПРЕЦИЗІЙНОГО ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

#### ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА НАВІГАЦІЙНИХ ПРИЛАДІВ І СИСТЕМ

УДК 629.7

**С. Л. Лакоза, В. В. Мелешко**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

#### ПОБУДОВА КУРСОВЕРТИКАЛІ З РОЗДІЛЕННЯМ КАНАЛІВ КОРЕКЦІЇ. ЧАСТИНА 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗДІЛЕННЯ КАНАЛІВ КОРЕКЦІЇ

Описується проблема перехресних зв'язків між каналами корекції безплатформної курсовертикалі. Кутову орієнтацію можна визначити шляхом інтегрування кінематичних рівнянь, використовуючи вихідний сигнал датчиків кутової швидкості. Проте через похибки датчиків кутової швидкості, отримувана інформація про орієнтацію з часом стає дуже грубою. Для цього виконується корекція системи за інформацією від акселерометрів та магнітометрів. Існуючі алгоритми не враховують наявності впливу другого каналу корекції (по магнітометрах) на результати з першого етапу (по акселерометрах). Приведено корекційні рівняння системи по вимірюванням акселерометрів та магнітометрів. У статті проаналізовано особливості формування похибок курсовертикалей від гіроскопів та позиційних датчиків, показана наявність перехресних зв'язків між каналами. На основі теоретичних викладок запропоновано два методи розділення каналів.

**Ключові слова:** безплатформна курсовертикаль, корекція, розділення каналів корекції, кватерніони.

**С. Л. Лакоза, В. В. Мелешко**

*Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина*

#### ПОСТРОЕНИЕ КУРСОВЕРТИКАЛИ С РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ КОРРЕКЦИИ. ЧАСТЬ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗДЕЛЕНИЯ КАНАЛОВ КОРРЕКЦИИ

Описывается проблема перекрестных связей между каналами коррекции бесплатформенной курсовертикали. Угловую ориентацию можно определить путем интегрирования кинематических уравнений, используя выходной сигнал датчиков угловой скорости. Однако из-за погрешностей датчиков угловой скорости, получаемая информация об ориентации со временем становится очень грубой. Для этого выполняется коррекция системы по информации от акселерометров и магнитометров. Существующие алгоритмы не учитывают наличие влияния второго канала коррекции (по магнитометрах) на результаты с первого этапа (по акселерометрах). Приведены коррекционные уравнения системы по измерениям акселерометров и магнитометров. В статье проанализированы особенности формирования погрешностей курсовертикали от гироскопов и позиционных датчиков, показано наличие перекрестных связей между каналами. На основании теоретических выкладок предложено два метода разделения каналов.

**Ключевые слова:** Бесплатформенная курсовертикаль, коррекция, разделение каналов коррекции, кватернионы.

**S. L. Lakhoza, V.V.Meleshko**

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

ATTITUDE AND HEADING REFERENCE SYSTEM CONSTRUCTING WITH CORRECTION CHANNELS SEPARATION. PART 1. THEORETICAL BASIS OF CORRECTION CHANNELS SEPARATION

Cross-linking between correction channels problem of attitude and heading reference system is described. Angular orientation of object can be determined by integrating the kinematic equations. The output signals of rate gyro are used in these equations. However, rate gyro's signals have errors. Thus such orientation estimation becomes well rough over time. For the sake of removing orientation drift correction is performed. Correction is implemented from signals of accelerometers and magnetometers (positional sensors). Existing algorithms don't consider the existence of cross-linking between correction channels. It means that correction made from magnetometer's signals (second channel) impacts on results received from accelerometer's signals (first channel). System correction equations are presented using signals of accelerometers and magnetometers. The article analyzes the peculiarities of attitude and heading reference system errors from rate gyro and positional sensors. It is shown the presence of cross-linking between correction channels. Two methods of channel separation are suggested using theoretical calculations.

**Keywords:** Attitude and heading reference system, correction, channel correction separation, quaternions.

Надійшла до редакції  
20 серпня 2013 року

© Лакоза С. Л., Мелешко В. В., 2013

УДК621.396.97

<sup>1)</sup>С. К. Поздняков, <sup>2)</sup>В. Н. Ткаченко, <sup>2)</sup>В. В. Коротков

<sup>1)</sup>Інститут прикладної математики і механіки НАНУ, г. Донецьк, Україна;

<sup>2)</sup>ПАО «СКБ РТУ», г. Донецьк, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРИЧНОГО ФАКТОРУ НА ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ БАГАТОПОЗИЦІЙНИМИ ПАСИВНИМИ КОМПЛЕКСАМИ В УМОВАХ НАДЛИШКОВОСТІ

Недоліком існуючих методів визначення координат у багатопозиційних пасивних комплексах є вплив геометричного фактора на точність результатів. Метою даної статті є дослідження впливу геометричного фактора на метод визначення координат, заснованого на різницево-далекомірний методі (РДМ) і вирішенні задачі в умовах надмірності. Наведено обґрунтування математичного апарату досліджуваного методу, виконано імітаційне моделювання визначення координат цілі при різних варіантах взаємного розташування станцій пасивного комплексу та джерел радіовипромінювання. Проведений порівняльний аналіз статистичних характеристик результатів моделювання доводить, що геометричний фактор не має істотного впливу на точність визначення координат в досліджуваному методі.

**Ключові слова:** джерело радіовипромінювання, геометричний фактор, надмірність, імітаційне моделювання.

<sup>1)</sup>С. К. Поздняков, <sup>2)</sup>В. Н. Ткаченко, <sup>2)</sup>В. В. Коротков

<sup>1)</sup>Інститут прикладної математики і механіки НАНУ, г. Донецьк, Україна;

<sup>2)</sup>ПАО «СКБ РТУ», г. Донецьк, Україна

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ МНОГОПОЗИЦИОННЫМИ ПАССИВНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ В УСЛОВИЯХ ИЗБЫТОЧНОСТИ

Недостатком существующих методов определения координат в многопозиционных пассивных комплексах является влияние геометрического фактора на точность результатов. Целью данной статьи является исследование влияния геометрического фактора на метод определения координат, основанного на разностно-дальномерном методе (РДМ) и решение задачи в

умовлях избыточности. Приведено обоснование математического аппарата рассматриваемого метода, выполнено имитационное моделирование определения координат цели при различных вариантах взаимного расположения станций пассивного комплекса и источников радиоизлучения. Проведенный сравнительный анализ статистических характеристик результатов моделирования доказывает, что геометрический фактор не оказывает существенного влияния на точность определения координат в рассматриваемом методе.

**Ключевые слова:** источник радиоизлучения, геометрический фактор, избыточность, имитационное моделирование.

<sup>1)</sup>Y. K. Pozdnyakov, <sup>2)</sup>V. N. Tkachenko, <sup>2)</sup>V. V. Korotkov

<sup>1)</sup>*Institute of applied mathematics and mechanics, National academy of Sciences of Ukraine, Doneck, Ukraine;*

<sup>2)</sup>*PJSC "Special design office of radio engineering devices", Doneck, Ukraine;*

RESEARCH OF THE GEOMETRICAL FACTOR INFLUENCE ON THE POSITION DATA DETERMINATION ACCURACY BY THE PASSIVE MULTI-POSITION COMPLEXES IN THE REDUNDANCY CONDITIONS

Shortcoming of the existing methods of the position data determination in the multi-position passive complexes is the geometrical factor influence on the results accuracy. The aim of this article is the research of the geometrical factor influence on the position data determination method, based on the time-difference method (TDM) and the task solution in conditions of the redundant information about the target space position. Mathematical apparatus validation of the considered method is given, and the simulation of the position data determination at the various variants of the relative positioning of the passive complex stations and the radio emission source is performed. Statistical characteristics comparison of the simulation results by using TDM and the considered method is done. The simulation results analysis showed that the considered method of the position data determination has stable values of the statistical characteristics in all range of the coverage sector of the passive complex. It testifies to the insignificant influence of the geometrical factor on the position data determination accuracy in the considered method.

**Keywords:** radio emission source, geometrical factor, redundancy, simulation.

*Надійшла до редакції  
11 листопада 2013 року*

© Поздняков Е. К., Ткаченко В. Н., Коротков В. В., 2013

## **МЕТОДИ І СИСТЕМИ ОПТИЧНО-ЕЛЕКТРОННОЇ ТА ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ**

УДК 621.384.3

**М. В. Михайленко, Н. С. Колобродов**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

СПОСІБ ВРАХУВАННЯ НЕОДНОРІДНОСТІ ПОВЕРХНІ ВОДИ ПРИ СПОСТЕРЕЖЕННІ ПІДВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

В статті досліджується вплив стану поверхні води на якість зображення об'єкту при роботі лазерної системи бачення через межу розділу «повітря – вода» в режимі строблювання прийомного каналу. Так як поверхневий шар води має випадковий (стохастичний) рельєф, структура сформованого зображення може значно відрізнятися від структури об'єкта спостереження. Зображення підводного об'єкта під впливом поверхневого хвилювання може дробитися, в ньому можуть з'являтися тріщини, розриви. Як наслідок, інформація про структуру об'єкта втрачається, а ефективність роботи лазерної системи підводного бачення знижується.

Детально описується метод визначення модуляційної передавальної функції схвильованої морської поверхні, що базується на загальних положеннях теорії переносу зображення об'єкту через розсіююче середовище. За допомогою запропонованого методу у статті приведені розрахунки впливу швидкості надводного вітру на вигляд модуляційної передавальної функції схвильованої морської поверхні.

Результати роботи можуть бути використані при проектуванні лазерної системи підводного бачення, а також для оцінки можливості її технічної реалізації.

**Ключові слова:** лазерна система підводного бачення, схвильована морська поверхня, модуляційна передавальна функція морського середовища.

**Н. В. Михайленко, Н. С. Колобродов**

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

#### СПОСОБ УЧЕТА НЕОДНОРОДНОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В статье исследуется влияние состояния поверхности воды на качество изображения объекта при работе лазерной системы видения через границу раздела «воздух - вода» в режиме стробирования приемного канала. Так как поверхностный слой воды имеет случайный (стохастический) рельеф, структура сформированного изображения может значительно отличаться от структуры объекта наблюдения. Изображение подводного объекта под воздействием поверхностного волнения может дробиться, в нем могут появляться трещины, разрывы. Как следствие, информация о структуре объекта теряется, а эффективность работы лазерной системы подводного видения снижается.

Подробно описывается метод определения модуляционной передаточной функции взволнованной морской поверхности, который основан на общих положениях теории переноса изображения объекта через рассеивающую среду. С помощью предложенного метода в статье приведены расчеты влияния скорости надводного ветра на вид модуляционной передаточной функции взволнованной морской поверхности.

Результаты работы могут быть использованы при проектировании лазерной системы подводного видения, а также для оценки возможности ее технической реализации.

**Ключевые слова:** лазерная система подводного видения, взволнованная морская поверхность, модуляционная передаточная функция морской среды.

**N.V. Mikhaylenko, N. S. Kolobrodov**

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

#### METHOD OF ACCOUNTING HETEROGENEITY OF WATER SURFACE FOR OBSERVATIONS UNDERWATER OBJECTS

This paper examines the influence of water surface on the quality of the image of an underwater object when using the laser vision system through the interface "air - water" in strobing mode of receiving channel. Since the surface layer of water has a random (stochastic) relief, structure of formed image may differ significantly from the structure of the object of observation. Image underwater object under the influence of surface waves may break up, it may show cracks, breaks. As a result, information on the structure of the object is lost and the efficiency of the laser underwater vision system is reduced.

Method for determining the modulation transfer function of the rough sea surface, which is based on the general theory of transferring an image of the object through the scattering environment is described in details. With the proposed method, the article presents calculations of the influence of wind speed above water on the view of the modulation transfer function of the rough sea surface.

The results can be used in the design of underwater laser vision, and also to assess possibilities of its technical realization.

**Keywords:** laser system for underwater vision, rough sea surface, the modulation transfer function of the marine environment.

Надійшла до редакції  
04 червня 2013 року

© Михайленко М. В., Колобродов Н. С., 2013

УДК 535.42

**Ю. С. Власенко, Є. Г. Балінський**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

#### ПРОЕКТУВАННЯ ДИФРАКЦІЙНИХ ОПТИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ЗАДАНИМ РОЗПОДІЛОМ ІНТЕНСИВНОСТІ

В даній роботі пропонується ітераційний метод розв'язання оберненої задачі на основі скалярної теорії дифракції до застосування в проектуванні фазових оптичних елементів. Детально описаний ітераційний алгоритм в полярних системах координат застосовується для розрахунку дифракційних оптичних елементів, що формують заданий розподіл інтенсивності в площині спостереження. Звернено увагу на виконання закону збереження енергії та на використання  $i$ -ї кількості вихідних площин для осевого розподілу інтенсивності. Наведені приклади розрахунку ДОЕ, що формують рівномірну освітленість в кільці, точці та в осьовому відрізку.

Результати розрахованих розподілів інтенсивності дають високу енергетичну ефективність та малу середньоквадратичну похибку, що говорить про високу наближеність розподілів інтенсивності до заданих. Розглянутий ітераційний алгоритм може бути використаний для проектування мультиспектральних спекл - картин. У подальшому планується використання характеристик створюваних ДОЕ для розрахунку більш складніших фокусаторів та виготовлення їх фотошаблонів.

**Ключові слова:** дифракційний оптичний елемент, дифракція Френеля, фазова функція.

**Ю. С. Власенко, Е. Г. Балинский**

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДИФРАКЦИОННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ С ЗАДАНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ИНТЕНСИВНОСТИ

В данной работе предлагается итерационный метод решения обратной задачи на основе скалярной теории дифракции для применения в проектировании фазовых оптических элементов. Детально описанный итерационный алгоритм в полярных системах координат применяется для расчета дифракционных оптических элементов, которые формируют заданное распределение интенсивности в плоскости наблюдения. Обращено внимание на выполнение закона сохранения энергии и на использование  $i$ -го количества выходных плоскостей для осевого распределения интенсивности. Приведены примеры расчета ДОЭ, которые формируют равномерную освещенность в кольце, точке и в осевом отрезке.

Результаты рассчитанных распределений интенсивности дают высокую энергетическую эффективность и малую среднеквадратическую погрешность, что свидетельствует о высокой приближенности распределений интенсивности к заданным. Рассмотренный итерационный алгоритм может быть использован для проектирования мультиспектральных спекл – картин. В дальнейшем планируется использование характеристик созданных ДОЭ для расчета более сложных фокусаторов и изготовления их фотошаблонов.

**Ключевые слова:** дифракционный оптический элемент, дифракция Френеля, фазовая функция.

**Y. S. Vlasenko, E. G. Balinskiy**

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

#### DIFFRACTIVE OPTICAL ELEMENT DESIGN WITH A GIVEN INTENSITY DISTRIBUTION

In this paper we propose iterative technique for inverse problem, based on the scalar diffraction theory, used in the design of phase optical elements. Iterative algorithm which is described in detail in the polar coordinate system is used to calculate the diffractive optical elements that form a given intensity distribution in the observation plane. More attention has been given to the law of conservation of energy and using of  $i$ , number of output surfaces for the axial intensity distribution. We present the examples of diffraction optical element calculating, forming a uniform illumination on the ring, on the point, and on the axial segment.

Results calculated intensity distributions provide high energy efficiency and low mean square error, indicating that the high intensity distributions proximity to buildings. Considered an iterative algorithm can be used for designing multispectral speckle - paintings. Plans are generated using features of DOE to calculate more complex focusators and manufacture of photomasks.

**Keywords:** diffraction optical element, Fresnel diffraction, the phase function.

*Надійшла до редакції  
29 травня 2013 року*

© Власенко Ю. С., Балінський Є. Г., 2013

УДК 681.7.066.35

**І. В. Голюк, В. Г. Колобродов**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

#### ПРОЕКТУВАННЯ ДИФРАКЦІЙНОГО ДЗЕРКАЛА СФЕРИЧНОЇ ФОРМИ

У роботі пропонується метод проектування дифракційних дзеркал сферичної форми, які за якістю зображення наближаються до асферичних дзеркал. Процес проектування оснований на використанні закону відбивання для визначення геометричних параметрів зон Френеля. Отримано вирази, що описують профіль дзеркала для різних типів канавок (плоскі, сферичні, параболічні), а також проаналізовано їх вплив на якість фокусування світла. Наведені приклади профілю дзеркал з різними типами канавок, розраховані на основі даного методу.

Використовуючи принципи побудови дифракційних дзеркал, запропоновані в даній статті, можна отримати вирази для знаходження геометричних параметрів дзеркального мікропрофілю нанесеного не тільки на сферичну, а і на поверхню довільної форми, що за своєю дією аналогічний асферичному дзеркалу.

**Ключові слова:** дифракційне дзеркало, зони Френеля, мікропрофіль.

**И. В. Голюк, В. Г. Колобродов**

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДИФРАКЦИОННОГО ЗЕРКАЛА СФЕРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

В работе предлагается метод проектирования дифракционных зеркал сферической формы, которые по качеству изображения приближаются к асферическим зеркалам. Процесс проектирования основан на использовании закона отражения для определения геометрических параметров зон Френеля. Получены выражения, описывающие профиль зеркала для разных типов канавок (плоских, сферических параболических), а также проанализировано их влияние на качество фокусирования света. Приведены примеры профиля зеркал с разными типами канавок, рассчитанные на основе данного метода.

Используя принципы построения дифракционных зеркал, предложенные в данной статье, можно получить выражения для нахождения геометрических параметров зеркального мик-

ропрофиля нанесенного не только на сферическую, а и на поверхность произвольной формы, который по своему действию аналогичен асферическому зеркалу.

**Ключевые слова:** дифракционное зеркало, зоны Френеля, микропрофиль.

**I. V. Goliuk, V. G. Kolobrodov**

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kiev, Ukraine*

#### DESIGN OF A DIFFRACTIVE MIRROR WITH A SPHERICAL SHAPE

In this paper we propose method for diffractive spherical mirrors designing which are close to the image quality of the aspheric mirrors. The design process is based on the law for the geometric parameters determination of Fresnel zones. Obtained expressions describes the mirrors profile of the different types of grooves (flat, spherical, parabolic), and their influence on the quality of focusing light. We present the examples of mirrors profile with different types of flutes, based on this method.

Also, expressions for the geometrical parameters of the micro mirror profile can be obtained by using principles of diffraction mirror proposed in this paper. With these expressions, we can construct a microprofile that can be applied not only on spherical but also on the freeform surface, which is similar to effect of aspherical mirrors

**Keywords:** Diffraction mirror, Fresnel zone, microprofile.

*Надійшла до редакції  
27 травня 2013 року*

© Голюк І. В., Колобродов В. Г., 2013

### **КОНТРОЛЬ І ДІАГНОСТИКА ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ**

УДК 006.91:53.089.68

<sup>1</sup>П. И. Водзик, <sup>2</sup>Ж. А. Павленко, <sup>2</sup>Д. П. Водзик

<sup>1</sup>ОАО «ЮТЕМ-ИНЖИНИРИНГ», г. Буча, Украина; <sup>2</sup>Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина

#### ВЛИЯНИЕ СУБЪЕКТИВНОГО ФАКТОРА НА ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

В статье рассмотрен вопрос влияния субъективных факторов на достоверность результатов контроля при применении наиболее распространенных методов неразрушающего контроля. Проанализированы сами факторы, рассмотрены мероприятия по их минимизации; на основе практической деятельности отдела контроля качества ОАО «ЮТЕМ-ИНЖИНИРИНГ» проведен статистический сравнительный анализ результатов рентгенографического контроля при строительстве объектов химической промышленности и теплоэнергетики в штатном (ручном) режиме и с применением автоматизированного оборудования. Сделаны выводы о перспективности внедрения в процесс контроля системотехнических и методологических мероприятий.

**Ключевые слова:** неразрушающий контроль, достоверность, субъективный фактор;

<sup>1</sup>П. И. Водзик, <sup>2</sup>Ж. О. Павленко, <sup>2</sup>Д. П. Водзик

<sup>1</sup>ВАТ «ЮТЕМ-ИНЖИНИРИНГ», м. Буча, Украина; <sup>2</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

#### ВПЛИВ СУБ'ЄКТИВНОГО ФАКТОРУ НА ВІРОГІДНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЯ

В статті розглядається питання впливу суб'єктивних факторів на вірогідність результатів контролю при застосуванні найбільш розповсюджених методів неруйнівного контролю. Проаналізовано самі фактори, розглянуті заходи з їх мінімізації; на основі практичної діяльності

відділа контролю якості ВАТ «ЮТЕМ-ИНЖИНИРИНГ» проведено статистичний порівнювальний аналіз результатів рентгенографічного контролю при будівництві об'єктів хімічної промисловості та теплоенергетики в штатному (ручному) режимі та з використанням автоматизованого обладнання. Зроблено висновки про перспективність впровадження в процес контролю системотехнічних та методологічних заходів.

**Ключові слова:** неруйнівний контроль, вірогідність, суб'єктивний фактор.

<sup>1</sup>П. І. Vodzyk, <sup>2</sup>Ж. О. Pavlenko, <sup>2</sup>Д. Р. Vodzyk

<sup>1</sup>«UTEM-ENGINEERING», Bucha, Ukraine; <sup>2</sup>National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

#### THE INFLUENCE OF SUBJECTIVE FACTOR ON THE AUTHENTICITY RESULTS OF THE NONDESTRUCTIVE TESTING

The influence of subjective factor on the authenticity results of the testing using the most common methods of NDT is discussed in this article. The factors are analyzed; the measurements of minimization are considered. A statistical comparative analysis of X-ray inspection results during construction of the chemical and thermal power industry objects in normal (manual) mode and using automated equipment has been carried out in terms of the practical activities of the quality control department "UTEM-ENGINEERING". Conclusions about perspective of introduction systems engineering and methodological measures in the process of the testing have been made.

**Keywords:** nondestructive testing, authenticity, subjective factor.

Надійшла до редакції  
25 жовтня 2013 року

© Водзик П. І., Павленко Ж. А., Водзик Д. П., 2013

УДК620.179.16

**Г. С. Тимчик, А. А. Подолян**

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна

#### ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНО-АКУСТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗАЛІЗНИЧНИХ РЕЙОК

Розглянуто схеми побудови електромагнітно-акустичного (ЕМА) перетворювача для контролю залізничних рейок, виходячи з параметрів, що впливають на формування акустичної хвилі і геометричних параметрів залізничних рейок. За допомогою математичного моделювання досліджено вплив відстані від ниток-випромінювачів до поверхні об'єкта контролю. Показано різке зниження акустичного тиску, при збільшенні відстані від ниток-випромінювачів до поверхні об'єкта контролю. Показано, що зміна кута, між ЕМА перетворювачем і поверхнею об'єкта контролю, призводить до значного погіршення збудження акустичної хвилі на поверхні об'єкта контролю. Аналіз отриманих залежностей дозволяє зробити висновок про те, що в ЕМА перетворювачі для контролю рейок доцільно виконувати з випромінювачем у вигляді послідовності провідників і П-подібного, з усіченими за формою рейки краями, формувача зовнішнього магнітного поля

**Ключові слова:** ЕМА, перетворювач, акустичне, тиск, неруйнівний, контроль.

**Г. С. Тымчик, А. А. Подолян**

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина

#### ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬС

Рассмотрены схемы построения электромагнитно-акустического (ЭМА) преобразователя для контроля железнодорожных рельс, исходя из параметров, влияющих на формирование аку-



стической волны, и геометрических параметров железнодорожных рельс. С помощью математического моделирования исследовано влияние расстояния от нитей-излучателей до поверхности объекта контроля. Показано резкое снижение акустического давления, при увеличении расстояния от нитей-излучателей до поверхности объекта контроля. Показано, что изменение угла, между ЭМА преобразователем и поверхностью объекта контроля, приводит к значительному ухудшению возбуждения акустической волны на поверхности объекта контроля. Анализ полученных зависимостей позволяет сделать вывод о том, что в ЭМА преобразователи для контроля рельс целесообразно выполнять с излучателем в виде решетки и П-образного, с усеченными по форме рельса краями, формирователя внешнего магнитного поля

**Ключевые слова:** ЭМА, преобразователь, акустическое, давление, неразрушающий, контроль.

**G. S. Tymchyk, A. A. Podolian**

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

#### EMA CONVERTER APPLICATION FOR RAILWAY TRACKS CONTROL

Construction patterns of an EMA converter for railway tracks control have been examined an acoustic wave shaping parameters and based and railway tracks geometric parameters. The influence of the distance between an emitter and a control object's surface has been investigated using mathematical modelling. The sharp decline of acoustic pressure depending on an increase of the distance between an emitter and a control object's surface has been shown. Changeling the angle between an EMA converter and a control object's surface results in significant decrease of an acoustic wave shaping process on a control object's surface. The analyses has shown that it is necessary to manufacture EMA converters for railway tracks control using a sequence of conductors which form an emitter or external magnetic field shaper with magnetic circuit edges cut off in the form of rail heads.

**Key words:** EMA, converter, acoustic, pressure, nondestructive, control.

*Надійшла до редакції  
15 листопада 2013 року*

© Тымчик Г. С., Подолян А. А., 2013

### АНАЛІТИЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

**К. М. Божко, В. І. Дунаєвський, В. Й. Котовський, В. П. Маслов, В. А. Порєв**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

#### ІНФРАЧЕРВОНА ТЕРМОГРАФІЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ, НАГРІТИХ ТЕМНОВИМ СТРУМОМ

Інфрачервона термографія дозволяє вимірювати температурне поле сонячних елементів і за локальними місцями із підвищеною температурою контролювати наявність дефектів. Особливістю запропонованого методу є нагрівання сонячних елементів зворотним темновим струмом від зовнішнього джерела.

Метод застосовано для окремих сонячних елементів, виготовлених із кристалічного кремнію. Розподіл температури на поверхні сонячного елементу є нерівномірним при наявності дефектів. Осередки дефектів мають підвищену провідність і нагріваються більше, ніж основний масив кремнієвої пластини. Середня температура нагрітої поверхні становить приблизно 313 К. Отримані термограми мають розміри 320x232 піксел і дозволяють локалізувати дефект з точністю 0,25 мм. При цьому температурна чутливість термографа дорівнює 0,07 К.

Запропонований метод можна застосовувати для пошуку дефектів типу електричного пробою рп- переходу, які мають резистивний характер. Розглянуто також суттєві обмеження по-

переднього методу, який діє на основі нагрівання сонячних елементів прямим темновим струмом. Апробовано методику локалізації місць дефектів кристалічного кремнію за термограмами поверхні сонячного елемента.

**Ключові слова:** інфрачервона термографія, сонячний елемент, темновий струм.

**К. М. Божко, В. І. Дунаевский, В. І. Котовский, В. П. Маслов, В. А. Порев**

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Україна*

**ИНФРАКРАСНАЯ ТЕРМОГРАФИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, НАГРЕТЫХ ТЕМНОВЫМ ТОКОМ**

Инфракрасная термография позволяет измерять температурное поле солнечных элементов и по локальным местам с повышенной температурой контролировать наличие дефектов. Особенностью предложенного метода стал нагрев солнечных элементов обратным темновым током от внешнего источника.

Метод применен для отдельных солнечных элементов, изготовленных из кристаллического кремния. Распределение температуры на поверхности солнечного элемента является неравномерным при наличии дефектов. Области дефектов имеют повышенную проводимость и нагреваются до более высокой температуры, чем основной массив кремниевой пластины. Средняя температура нагретой поверхности составляет примерно 313 К. Полученные термограммы имеют размеры 320x232 пиксел и позволяют локализовать дефект с точностью 0,25 мм. При этом температурная чувствительность термографа составляет 0,07 К.

Предложенный метод можно применять для поиска дефектов типа электрического пробоя рп- перехода, которые имеют резистивный характер. Рассмотрены также существенные ограничения предыдущего метода, который действует на основе нагрева солнечных элементов прямым темновым током. Апробирована методика локализации мест дефектов на основе термограмм поверхности солнечного элемента.

**Ключевые слова:** инфракрасная термография, солнечный элемент, темновой ток.

**K. M. Bozhko, V. I. Dunaevskiy, V. I. Kotovskiy, V. P. Maslov, V. A. Porev**

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

**INFRARED THERMOGRAPHY SOLAR CELLS, HEAT THE DARK CURRENT**

Infrared thermography allows you to measure the temperature field of solar cells and on local places of high temperature monitor for defects. The peculiarity of the proposed method was heating solar cells reverse dark current from an external source.

The method is applied to individual solar cells made of crystalline silicon. The temperature distribution on the surface of the solar cell is uneven presence of defects. Areas defects have higher conductivity and heated to a higher temperature than the bulk of the wafer. The average temperature of the heated surface is about 313 K. The thermal image have dimensions 320h232 pixels and can localize the defect with an accuracy of 0.25 mm. Here the temperature sensitivity of temperature recorder is 0.07 K.

The method can be used to search for defects, such as electrical breakdown of the pn-junction which are resistive in nature. We also consider the significant limitations of the previous method, which operates on the basis of a direct heating solar cell dark current. Approved method for locating places of defects on the surface of the thermal images based solar cell.

**Keywords:** infrared thermography, solar cell, dark current.

*Надійшла до редакції  
30 вересня 2013 року*

© Божко К. М., Дунаєвський В. І., Котовський В. Й, Маслов В. П., Порев В. А., 2013

УДК 621.307.13

<sup>1)</sup>М. О. Маркін, <sup>1)</sup>О. М. Маркіна, <sup>2)</sup>Ю. А. Агінський

<sup>1)</sup>Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна; <sup>2)</sup>Вища технічна школа Бремена, м.Бремен, Німеччина

#### ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ МІКРООБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

У статті проведено аналіз напрямів досліджень, спрямованих на підвищення точності вимірювання геометричних параметрів за допомогою телевізійної інформаційно-вимірювальної системи (ТІВС).

Для підвищення точності вимірювання за допомогою ТІВС запропоновано використовувати матрицю корекції при різних значеннях освітленості в робочому діапазоні ТІВС. Обґрунтовано підхід до формування вимірювального сигналу, який також дозволить зменшити похибку вимірювання геометричних параметрів об'єкту.

**Ключові слова:** телевізійна інформаційно-вимірювальна система, ТІВС, геометричні розміри.

<sup>1)</sup>М. А. Маркин, <sup>1)</sup>О. Н. Маркина, <sup>2)</sup>Ю. А. Агинский

<sup>1)</sup>Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина; <sup>2)</sup>Высшая техническая школа Бремена, г. Бремен, Германия

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ МИКРООБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

В современном мире разработка принципиально новых материалов и изделий требует создания адекватных средств исследования и контроля их структурного состояния. Уже сегодня одновременно с традиционными средствами микроскопии быстро развиваются телевизионные компьютеризированные средства, которые обеспечивают формирование, обработку и последующий количественный анализ широкого спектра характеристик различных объектов. В статье проведен анализ направлений исследований, направленных на повышение точности измерения геометрических параметров с помощью телевизионной информационно-измерительной системы (ТИИС).

Для повышения точности измерения с помощью ТИИС предложено использовать матрицу коррекции при различных значениях освещенности в рабочем диапазоне ТИИС. И обоснован подход к формированию измерительного сигнала, который позволяет уменьшить погрешность измерения геометрических параметров объекта.

**Ключевые слова:** телевизионная информационно-измерительная система, ТИИС, геометрические размеры.

<sup>1)</sup>М. О. Markin, <sup>1)</sup>О. М. Markina, <sup>2)</sup>U. A. Aginskiy

<sup>1)</sup>National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine; <sup>2)</sup>High technical school of Bremen, Bremen, Germany

#### DEFINITION OF GEOMETRICAL DIMENSIONS OF MICROOBJECTS USING TV MEASUREMENT SYSTEMS

Today the development of fundamentally new materials and products requires adequate means of investigation and control of their structural state. Today along with traditional means microscopy rapidly evolving television computerized tools that ensure the formation, processing and subsequent quantitative analysis of a wide range of characteristics of different objects.

The article analyzed the directions of research aimed at increasing of the accuracy of measurement of geometric parameters using television information-measuring system (TIMS). To improve the accuracy of measurement by TIMS proposed to use a matrix correction for different values of illumination, in range TIMS. And reasoned approach to forming measuring signal, which will reduce the measurement error of the geometric parameters of the object also.

**Keywords:** television information-measuring system, TIMS, geometric dimensions.

Надійшла до редакції  
15 листопада 2013 року

© Маркін М. О., Маркіна О. М., Агінський Ю. А., 2013

УДК536.532

**О. В. Кочан**

*Тернопільський національний економічний університет, м. Тернопіль, Україна*

#### ОЦІНКА ТРИВАЛОСТІ САМОПОВІРКИ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА З КЕРОВАНИМ ПРОФІЛЕМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

У статті показано недоліки розповсюджених давачів високих температур – термоелектричних перетворювачів (ТЕП) та перспективність підвищення точності вимірювання температури при використанні ТЕП з керованим профілем температурного поля (ТЕП з КПТП). Також описано сам метод та сформульовано мету статті – дослідження часових параметрів процесу зміни температури вздовж електродів головної термопари ТЕП з КПТП для оцінки тривалості процедури його самоперевірки. Крім того, запропоновано сам метод дослідження шляхом аналізу теплових потоків нагрівачів ТЕП з КПТП для оцінки параметрів перехідного процесу в безконечному циліндричному нагрівачі з поверхневою теплоізоляцією. Аналогічно досліджено параметри процесу охолодження, а також розраховано криві нагріву та охолодження його макету. Вказано на те, що тривалість самоперевірки веде до виникнення додаткової похибки, та показано шляхи її зменшення.

**Ключові слова:** вимірювання температури; метрологічна перевірка; термоелектричний перетворювач з керованим профілем температурного поля;

**О. В. Кочан**

*Тернопольский национальный экономический университет, г. Тернополь, Украина*

#### ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ САМОПОВЕРКИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С УПРАВЛЯЕМЫМ ПРОФИЛЕМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

В статье указаны недостатки распространенных датчиков высоких температур – термоэлектрических преобразователей (ТЭП) и перспективность повышения точности измерения температуры при использовании ТЭП с управляемым профилем температурного поля (ТЭП с УПТП). Также описан сам метод и сформулирована цель статьи – исследование временных параметров процесса изменения температуры вдоль электродов главной термопары ТЭП с УПТП для оценки длительности процедуры его самоперевірки. Кроме того, предложен сам метод исследования путем анализа тепловых потоков нагревателей ТЭП с УПТП для оценки параметров переходного процесса в бесконечном цилиндрическом нагревателе с поверхностной теплоизоляцией. Аналогично исследованы процессы охлаждения и рассчитаны кривые нагрева и охлаждения его макета. Указано на возникновение дополнительной погрешности из-за длительности самоперевірки, а также указаны пути ее уменьшения.

**Ключевые слова:** измерения температуры; метрологическая проверка; термоэлектрический преобразователь с управляемым профилем температурного поля.

**O. V. Kochan**

*Ternopil national economic university, Ternopil, Ukraine*

#### ESTIMATION OF SELFVERIFICATION TIME FOR THERMOCOUPLE WITH CONTROLLED PROFILE OF TEMPERATURE FIELD

The drawbacks of the thermocouples, the most popular high temperature sensors, and good prospects of measurement accuracy improvement using thermocouple based sensor with controlled profile of temperature field (TBS with CPTF) are showed in the paper. Paper contains description of the exact method, as well as the goal of the paper – investigation of time of thermal transition proc-

esses along electrodes of the main thermocouple of TBS with CPTF for estimation of selfverification procedure's duration. The exact method of selfverification is proposed as well. The method based on the analysis of thermal flows of TBS with CPTF. Thermal transition process parameters estimation is done for infinite long cylindrical heater coated by thermoinsulation. Parameters of cooling processes are investigated in the same way as in the previous cases. The curves of heating and cooling for a model of TBS with CPTF are calculated in the paper. It is pointed that duration of selfverification causes additional error, also ways of rejection of that error are proposed.

**Keywords:** temperature measurements; verification; thermocouple based sensor with controlled profile of temperature field.

Надійшла до редакції  
30 вересня 2013 року

© Кочан О. В., 2013

### НАУКОВІ ТА ПРАКТИЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА ПРИЛАДІВ ТА СИСТЕМ

УДК 004.925.8

**С. О. Цибульник**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

#### ЭФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ЗАХИСТУ РЕЗЕРВУАРІВ ВІД ВІТРОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ. ЧАСТИНА 1. ПОБУДОВА ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ОБТІЧНИКА

Вітрове навантаження є одним з основних зовнішніх впливів, які впливають на надійність і довговічність будівель і споруд. Розрахунок на вітрове навантаження дуже важливий при проектуванні резервуарів для зберігання екологічно-небезпечних речовин. Аналіз причин виходу резервуарів з ладу показав, що в більшості випадків це відбувається через концентрацію напружень в області дефекту або тріщини при низькій температурі зовнішнього середовища. Запропоновано засіб для пониження вітрового навантаження на резервуар. Для перевірки ефективності побудовано сімдесят п'ять геометричних моделей. Проведено порівняння супутникових знімків і схем станції Академік Вернадський для правильного розміщення обтїчника.

**Ключові слова:** вертикальний сталевий резервуар, геометричне моделювання, вітрове навантаження.

**С. А. Цибульник**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», г. Киев, Украина*

#### ЭФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ЗАЩИТЫ РЕЗЕРВУАРОВ ОТ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ. ЧАСТЬ 1. ПОСТРОЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБТЕКАТЕЛЯ

Ветровая нагрузка является одним из основных внешних воздействий, которые влияют на надежность и долговечность зданий и сооружений. Расчет на ветровую нагрузку очень важен при проектировании резервуаров для хранения экологически-опасных веществ. Анализ причин выхода резервуаров из строя показал, что в большинстве случаев это происходит из-за концентрации напряжений в области дефекта или трещины при низкой температуре внешней среды. Предложено средство для понижения ветровой нагрузки на резервуар. Для проверки эффективности построено семьдесят пять геометрических моделей. Проведено сравнение спутниковых снимков и схем станции Академик Вернадский для правильного размещения обтекателя.

**Ключевые слова:** вертикальный стальной резервуар, геометрическое моделирование, ветровая нагрузка.

**S. A. Tsybulnik**

*National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Kiev, Ukraine*

**EFFECTIVE WAY OF TANKS PROTECTION AGAINST WIND LOAD. PART 1. BUILDING OF GEOMETRICAL MODEL OF WIND DEFLECTOR**

Wind pressure is one of the major external influences that affect the reliability and durability of buildings and structures. Calculation of the wind load is very important in the design of tanks for storage of environmentally hazardous substances. In the case of a minor defect is not always possible to replace damaged element, so it is advisable to provide the safe operation of tanks, potentially containing some initial defects. One of the least studied problems is the combination of two or more defects in the area of destruction origin. Analysis of causes of tanks failure showed that in most cases it happens due to the stress concentration in the area of the defect or crack at low ambient temperature. That is why the way to reduce the wind load on the tank was proposed. Seventy five geometric models were built to test their effectiveness. A comparison of satellite images and diagrams of the Vernadsky station for proper placement of the wind deflector was done.

**Keywords:** vertical steel tank, geometric modeling, wind load.

*Надійшла до редакції  
15 вересня 2013 року*

© Цыбульник С. А., 2013

УДК 535.42

**С. Т. Коваль, В. Г. Колобродов, І. О. Кучугура**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

**МЕТОД ПРОЕКТУВАННЯ ФАЗОВИХ ДИФРАКЦІЙНИХ ГРАТОК**

Запропоновано аналітичний метод проектування фазових дифракційних ґраток на прикладі ґратки із заданим коефіцієнтом пропускання. Задачам формування зображень із заданим розподілом інтенсивності присвячено багато робіт, але в них не досліджується вплив глибини фазової модуляції на розподіл інтенсивності.

У статті показано, що змінюючи глибину фазової модуляції, можна керувати розподілом вхідної енергії в заданій площині спостереження, а також дифракційною ефективністю ґратки.

**Ключові слова:** дифракційна ґратка, дифракційна ефективність, глибина фазової модуляції.

**С. Т. Коваль, В. Г. Колобродов, І. О. Кучугура**

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

**МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФАЗОВЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ РЕШЕТОК**

Предложен аналитический метод проектирования фазовых дифракционных решеток на примере решетки с заданным коэффициентом пропускания, который позволяет определить оптические характеристики дифракционных решеток. Задачам формирования изображений с заданным распределением интенсивности посвящено много работ, но в них не исследуется влияние глубины фазовой модуляции на распределение интенсивности. В статье показано, что, изменяя глубину фазовой модуляции, можно управлять распределением входной энергии в заданной плоскости наблюдения. Значительное внимание уделяется исследованию дифракционной эффективности фазовой решетки, которая также зависит от глубины фазовой модуляции и не зависит от расстояния до плоскости наблюдения.

**Ключевые слова:** дифракционная решетка, дифракционная эффективность, глубина фазовой модуляции.

**S. T. Koval, V. G. Kolobrodov, I. O. Kuchugura**

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnical Institute", Kyiv, Ukraine*

#### METHOD OF DESIGNING OF PHASE DIFFRACTION GRATINGS

The article deals with an analytical method for designing phase gratings by example a grating with the given transmittance. This method allows to determine the optical characteristics of diffraction gratings. Imaging tasks with a given intensity distribution are discussed in many papers. There are not investigated the influence of the depth of the phase modulation on the intensity distribution. In this paper are showed that we can control the distribution of the input energy in a given observation plane by changing the depth of the phase modulation. Much attention is given to investigation of diffraction efficiency of the phase grating, which depends on the depth of the phase modulation. It is shown that diffraction efficiency depends on the depth of the phase modulation and does not depend on the distance to the observation plane.

**Key words:** diffraction grating, diffraction efficiency, depth of the phase modulation.

*Надійшла до редакції*

*15 жовтня 2013 року*

© Коваль С. Т., Колобродов В. Г., Кучугура І. О., 2013

УДК 681.121

**І. В. Коробко**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,  
м. Київ, Україна*

#### ОПТИМІЗАЦІЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ РІДИНИ ГІДРОДИНАМІЧНОГО ТИПУ

Розглянуті питання оптимального вибору значень конструктивних параметрів вимірювальних перетворювачів витрати рідини гідродинамічного типу з врахуванням конкретних умов їх застосування, шляхом визначення ефективності роботи таких приладів. Враховуючи те, що серед одних з основних вимог до вимірювальних перетворювачів витрати є мінімальна втрата гідродинамічного натиску потоку вимірюваного середовища, при проходженні його крізь сам прилад, за критерій оптимізації прийнято узагальнений критерій ефективності, який базується на критеріях ефективності взаємодії потоку вимірюваного середовища із чутливим елементом перетворювача, що забезпечує високі чутливість системи та точність вимірювання за мінімального впливу на гідродинамічні характеристики вказаного середовища. Визначені проектні параметри, якими є: товщина та ширина чутливого елемента у місці защемлення, довжина (відстані від центру тіла обтікання до лінії защемлення), форма та діаметр тіла обтікання та модуль пружності матеріалу чутливого елемента. Обґрунтовані граничні умови проектних параметрів вимірювальних перетворювачів витрати гідродинамічного типу, які визначають особливості умов вимірювання та конструктивного виконання перетворювача.

**Ключові слова:** вимірювання витрати, рідина, вимірювальні перетворювачі витрати, оптимізація.

**И. В. Коробко**

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,  
г. Киев, Украина*

#### ОПТИМИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ РАСХОДА ЖИДКОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ТИПА

Рассмотрены вопросы оптимального выбора значений конструктивных параметров измерительных преобразователей расхода жидкости гидродинамического типа с учетом конкретных условий их применения путем определения эффективности работы таких приборов. Учитывая то, что среди основных требований к измерительным преобразователям расхода является минимальная потеря гидродинамического напора потока измеряемой среды при прохожде-

нии ее через сам прибор, в качестве критерия оптимизации принят обобщенный критерий эффективности, основанный на критериях эффективности взаимодействия потока измеряемой среды с чувствительным элементом преобразователя, который обеспечивает высокие чувствительность системы и точность измерения при минимальном влиянии на гидродинамические характеристики указанной среды. Определены проектные параметры, которыми являются: толщина и ширина чувствительного элемента в месте защемления, длина (расстояния от центра тела обтекания в линии защемления), форма и диаметр тела обтекания и модуль упругости материала чувствительного элемента. Обоснованы граничные условия проектных параметров измерительных преобразователей расхода гидродинамического типа, определяющие особенности условий измерения и конструктивного исполнения преобразователя.

**Ключевые слова:** измерение расхода, жидкость, измерительные преобразователи расхода, оптимизация.

**I. V. Korobko**

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnical Institute", Kyiv, Ukraine*

#### OPTIMIZATION OF FLUID FLOW MEASUREMENT CONVERTERS OF HYDRODYNAMIC TYPE

This article describes the optimization of the values of design parameters of liquid flow hydrodynamic transducers through the specific conditions of their use by determination the performance of such devices. Through the fact that a minimal loss of the fluid flow hydrodynamic pressure during passing through the device itself is among the basic requirements for FT(flow transducers), adopted the generalized criterion of effectiveness, based on the criteria of efficiency of interaction of the fluid flow to the sensor transducer, which provides high sensitivity and accuracy of the system with minimal impact on the hydrodynamic characteristics of the medium. The defined design parameters are: the thickness and width of the sensing element in place pinch length (the distance from the center of the bluff body in the line of crushing), the shape and diameter of the bluff body and the modulus of elasticity of the sensor material. Boundary conditions of design parameters transducers flow hydrodynamic type, which determine the particular conditions of measurement and embodiment of the converter were also substantiated in the article.

**Keywords:** measurement of flow rate, fluid flow measuring transducers, optimization.

*Надійшла до редакції  
15 вересня 2013 року*

© Коробко І. В., 2013

УДК 681.121:662.76.001.4

**Ф. Д. Матіко**

*Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна*

#### МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА АДІАБАТИ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ДЛЯ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ЙОГО ВИТРАТИ ТА КІЛЬКОСТІ

В статті представлено результати дослідження методів визначення властивостей природного газу, необхідних для побудови систем вимірювання його витрати та кількості. Визначено необхідність розробки методики розрахунку показника адіабаты природного газу для тиску газу до 25 МПа на основі спрощеного набору параметрів складу газу. Представлено нову методику визначення показника адіабаты, розроблену авторами на основі отриманих аналітичних залежностей для розрахунку псевдокритичної густини природного газу та регресійного рівняння показника адіабаты.

Виконана перевірка адекватності методики відносно масивів розрахункових значень показника адіабаты, отриманих на основі високоточних рівнянь стану газу, а також відносно експериментальних даних швидкості звуку у природному газу. За результатами перевірки вста-



новлено, що методика може бути застосована у мікропроцесорних обчислювачах витрати та кількості природного газу систем обліку.

**Ключові слова:** вимірювання витрати, властивості газу, показник адиабати, методика розрахунку, похибка.

**Ф. Д. Матико**

*Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина*

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ АДИАБАТЫ ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ ЕГО РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА**

В статье представлены результаты исследования методов определения свойств природного газа, необходимых для построения систем измерения его расхода и количества. Выявлена необходимость разработки методики расчета показателя адиабаты газа для давления газа до 25 МПа на основе упрощенного набора параметров состава газа. Представлена новая методика определения показателя адиабаты, разработанная авторами на основе полученных аналитических зависимостей для расчета псевдокритической плотности природного газа и регрессионного уравнения показателя адиабаты. Выполнена проверка адекватности методики относительно массивов расчетных значений показателя адиабаты, полученных на основе высокоточных уравнений состояния газа, а также относительно экспериментальных данных скорости звука в природном газе. По результатам проверки установлено, что предельное значение относительной погрешности методики не превышает 3,0% для природных газов с плотностью при стандартных условиях 0,6682 – 0,725 кг/м<sup>3</sup> в диапазоне изменения давления от 0,1 до 25,0 МПа и температуры от 250 до 320 К.

Методика может быть применена в микропроцессорных вычислителях расхода и количества природного газа систем учета

**Ключевые слова:** измерение расхода, свойства газа, показатель адиабаты, методика расчета, погрешность.

**F. D. Matiko**

*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*

**TECHNIQUE FOR DEFINING THE ISENTROPIC EXPONENT OF NATURAL GAS FOR SYSTEMS OF GAS FLOW RATE AND VOLUME MEASUREMENT**

The results of investigation of methods for defining the properties of natural gas in gas flow rate and volume measurement systems are presented in the paper. It is defined that there is a need for development of the technique for calculation of natural gas isentropic exponent at the gas pressure up to 25 MPa based on the simplified set of input data on gas composition. The new technique for defining the isentropic exponent is presented. This technique was developed by the authors based on the derived analytical formulae for calculation of the pseudocritical density of natural gas and based on the derived regression equation for isentropic exponent.

The adequacy of the technique is verified based on the arrays of calculated values of isentropic exponent using the high accuracy equations of state for gas as well as based on the experimental values of speed of sound in natural gas.

Based on the verification results it was defined that the maximum value of relative error of the technique is not more than  $\pm 3.0$  % for natural gases with the density at standard conditions of 0.6682 – 0.725 kg/m<sup>3</sup> in the range of gas pressure from 0.1 up to 25.0 MPa and gas temperature from 250 up to 320 K. The technique can be applied in the microprocessor calculators of flow rate and volume in natural gas metering systems.

**Keywords:** flow rate measurement, gas properties, isentropic exponent, calculation technique, error.

*Надійшла до редакції  
23 жовтня 2013 року*

© Матіко Ф. Д., 2013

УДК 531.43./46.+539.388.1; 539.43

**А. Т. Богорощ, С. О. Воронов, В. Й. Котовський**

*Фізико-технічний інститут Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

**ПРО НАНОМАСТИЛА У ТРИБОСПРЯЖЕННЯХ**

Зменшення процесу зношування контактуючих поверхонь і зниження величини сил тертя в трибосопряжений полягає в тому, що застосування наночасток разом зі змашуючими матеріалами призводить до зміни властивостей рідкої фази мастила: збільшує плинність в капілярних шарах; збільшує тиск для розриву масляної плівки за рахунок пружних властивостей сітки наночастинок, виникає на поверхні трибоконтakta.

Викладені положення є евристичними і вимагають додаткової інструментальної оцінки тонкими фізичними методами, які знайшли підтвердження в результаті оцінки триботехнічних характеристик пар тертя на стендах, а також при оцінці параметрів якості поверхонь тертя, металографічних дослідженнях проведених на вимірювально-обчислювальних комплексах.

**Ключові слова:** тертя, трибосполучення, трибоконтakta, наночастинки, фулерени.

**А. Т. Богорощ, С. А. Воронов, В. Й. Котовский**

*Физико-технический институт Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

**О НАНОСМАЗКАХ В ТРИБОСПРЯЖЕНИЯХ**

Уменьшение процесса изнашивания контактирующих поверхностей и снижение величины сил трения в трибосопряжениях состоит в том, что применение наночастиц вместе со смазывающими материалами приводит к изменению свойств жидкой фазы смазки: увеличивает текучесть в капиллярных слоях; увеличивает давление для разрыва масляной пленки за счет упругих свойств сетки наночастиц, возникающей на поверхности трибоконтakta. Изложенные положения являются эвристическими и требуют дополнительной инструментальной оценки тонкими физическими методами, которые нашли подтверждение в результате оценки триботехнических характеристик пар трения на стендах, а также при оценке параметров качества поверхностей трения, металлографических исследованиях проводимых на измерительно-вычислительных комплексах.

**Ключевые слова:** трение, трибосопряжения, трибоконтakta, наночастицы, фуллерены.

**A. T. Bogorosh, S. O. Voronov, V. Y. Kotovs'kiy**

*Physics Technical Institute, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnical Institute", Kyiv, Ukraine*

**ABOUT NANOSCALE LUBRICANTS IN TRIBOUNIT**

Materials for lubrication should have properties adapted to the specific process of friction: the specific values and full load in the friction zone, maximum, and average bulk temperature, the nature of friction in the contact area (rolling friction, sliding friction, or mixed), the physics and chemical characteristics of materials couples friction technological and operational indicators of quality parameters, the properties of the environment, etc. Reducing the wear of the contacting surfaces of the process and to reduce the friction forces in friction units consists in that the use of nanoparticles with lubricating material leads to changes in the properties of the liquid phase Lubrication increases fluidity capillary layers, increases the pressure to break the oil film due to the elastic properties of the mesh nanoparticles occurring on the surface tribocontact. The foregoing provisions are heuristic and require additional evaluation tool subtle physical methods which have been confirmed by the assessment of the tribological characteristics of friction pairs in the stands, as well as in the evalua-

tion of the quality parameters of the friction surfaces, metallographic studies conducted on measuring and computing complexes.

**Keywords:** friction, tribomating, tribocontacts nanoparticles, fullerenes.

*Надійшла до редакції  
17 жовтня 2013 року*

© Богорш А. Т., Воронов С. А., Котовский В. Й., 2013

## **ВИСОКОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ**

УДК 620.178.151.6

**С. О. Білокін**

*Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна*

### **ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХОНЬ ВИРОБІВ НАНОЕЛЕКТРОНИКИ МЕТОДОМ СКЛЕРОМЕТРІЇ**

Показана перспективність методу атомно-силової мікроскопії, як єдиного методу дослідження мікрогеометричних параметрів та фізико-механічних характеристик (в нанометровому діапазоні) в одному циклі сканування за допомогою кремнієвого зонду, модифікованого вуглецевим покриттям.

Описана методика та наведені дослідження мікротвердості та зносостійкості тонких покриттів SiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub> та Au (мікротвердість, відповідно, 9,02 ГПа, 7,8 ГПа, 0,34 ГПа; зносостійкість, відповідно, 18,3 у.о.; 23,1 у.о.; 31,6 у.о.). В результаті порівняння з довідниковими даними визначено, що мікротвердість поверхневого шару матеріалу більша за мікротвердість в глибині матеріалу.

**Ключові слова:** атомно-силова мікроскопія, мікротвердість, зносостійкість, наноелектроніка, склерометрія.

**С. А. Билоконь**

*Черкасский государственный технологический университет, г. Черкассы, Украина*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗДЕЛИЙ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ МЕТОДОМ СКЛЕРОМЕТРИИ**

Показана перспективность метода атомно-силовой микроскопии, как единственного метода исследования микрогеометрических параметров и физико-механических характеристик (в нанометровом диапазоне) в одном цикле сканирования с помощью кремниевого зонда, модифицированного углеродным покрытием.

Описана методика и приведены результаты исследования микротвердости и износостойкости тонких покрытий SiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub> и Au (микротвердость, соответственно, 9,02 ГПа, 7,8 ГПа, 0,34 ГПа; износостойкость, соответственно, 18,3 у.е.; 23,1 у.е.; 31,6 у.е.). В результате сравнения со справочными данными определено, что микротвердость поверхностного слоя материала больше его микротвердости в глубине материала.

**Ключевые слова:** атомно-силовая микроскопия, микротвердость, износостойкость, наноелектроника, склерометрия.

**S. Bilokon**

*Cherkassy State Technological University, Cherkassy, Ukraine*

### **DETERMINATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL DESCRIPTIONS OF SURFACES OF WARES NANOELECTRONICS BY METHOD OF SCLEROMETRY**

Perspective of method of atomic-force microscopy is shown, as an only method of research microgeometrical parameters and physical and mechanical descriptions (in a nanometer range) in one

loop of scan-out. Researches were conducted by means of the silicic probe modified to carbon coverages.

Described methodology and the brought researches over microhardness and wearproofness of thin coverages SiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub> and Au (microhardness, accordingly, 9,02 GPa, 7,8 GPa, 0,34 GPa; wearproofness, accordingly, 18,3; 23,1; 31,6). As a result of comparing to reference data certainly, that microhardness of superficial layer of material anymore its microhardness at material.

**Keywords:** atomic-force microscopy, microhardness, wearproofness, nanoelectronics, sclerometry.

*Надійшла до редакції*

*17 вересня 2013 року*

© Білокінь С. О., 2013

УДК 620.179.14(088.8)

<sup>1)</sup>В. І. Скицюк, <sup>2)</sup>М. А. Вайнтрауб

<sup>1)</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»;

<sup>2)</sup>Інститут професійно-технічної освіти НАПН України, м. Київ, Україна

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ УЯВНИХ ФУНКЦІЙ ДЛЯ КООРДИНАТНИХ СИСТЕМ РУХУ ВЕРСТАТНОГО ОБЛАДНАННЯ (Частина 2).

У роботі розглянуто концепцію впливу аргументу на типову функціональну залежність при перенесенні її з уявної системи координат до реальної, як міри оцінки розходження між ними. На прикладі простої функції  $y = kx$  показано, яким чином відбувається вплив аргументу  $x$  на величину коефіцієнта  $k$  і, як наслідок, величину  $y$ . Окрім цього, показано на конкретному прикладі з технологічного процесу як він реалізується у реальному просторі технологічного обладнання. Стосовно прикладу обрано чотири типові ситуації зносу різального інструменту у процесі металообробки та приведено основні фізико-математичні функції розвитку цих процесів. Показано, яким чином реалізуються функції означені у попередній статті [1]. Аналітично доведено зону реалізації можливого зносу різального інструменту.

**Ключові слова:** уявна координата, реальна координата, деструкція.

<sup>1)</sup>В. И. Скицюк, <sup>2)</sup>М. А. Вайнтрауб

<sup>1)</sup>Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина;

<sup>2)</sup>Институт профессионально-технического образования НАПН Украины, г. Киев, Украина

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ МНИМЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ КООРДИНАТНЫХ СИСТЕМ ДВИЖЕНИЯ СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (Часть 2).

В работе рассмотрено концепцию влияния аргумента на типичную функциональную зависимость при перенесении ее с виртуальной системы координат на реальную, как меры оценки расхождения между ними. На примере простой функции показано, каким образом происходит влияние аргумента  $x$  на величину коэффициента  $k$  и, как следствие, на величину  $y$ . Кроме этого, показано на конкретном примере из технологического процесса, как он реализуется в реальном пространстве технологического оборудования. Относительно примера были выбраны четыре типовые ситуации износа режущего инструмента в процессе металлообработки и приведены основные физико-математические функции развития этих процессов. Показано, каким образом реализуются функции, описанные в предыдущей статье [1]. Аналитически доказано зона реализации возможного износа режущего инструмента.

**Ключевые слова:** виртуальная координата, реальная координата, деструкция.

<sup>1)</sup>V. I. Skytsiouk, <sup>2)</sup>M. A. Weintraub

<sup>1)</sup>National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine;

<sup>2)</sup>*Institute of Vocational Education of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine*  
INFLUENCE OF ARGUMENT FUNCTION TO TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES  
CONTROL SYSTEMS OF TOOL- MACHINES ACCURACY (Part 2).

Considered in this work the concept of the influence of an argument of a typical functional dependency if applied to the virtual coordinate system to the real, as a measure of assessing differences between them. For a simple function shows how the argument  $x$  is an influence on the coefficient  $k$  and, consequently, on the value of  $y$ . In addition, a specific example is shown of the process as it is implemented in real space of process equipment. Concerning the example were chosen four typical situations tool wear during the metal working and presented the basic physical and mathematical functions development of these processes. Illustrates how the functions are implemented as described in the previous article [1]. Area of possible implementation of tool wear is analytically proved.

**Keywords:** virtual coordinate real coordinate destruction.

Надійшла до редакції  
25 січня 2013 року

© Скицюк В. І., Вайнтрауб М. А., 2013

### АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

УДК 681.121

**А. В. Писарець**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

#### СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ ТУРБІННИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ

Відсутність комп'ютерних програм, які б задовольняли усім вимогам до результатів розрахунків перетворювачів витрати спонукає до створення систем їх проектування, які б дозволили визначати метрологічні характеристики перетворювача витрати, оцінювати ступень впливу на них різних фізичних факторів, ставити обчислювальні експерименти, проводити оптимізацію конструктивних параметрів перетворювачів за визначеними критеріями.

У статті приведені алгоритм, можливості, особливості та методика роботи з розробленою системою проектування турбінних перетворювачів витрати з гідродинамічним врівноважуванням чутливого елемента.

**Ключові слова:** турбінний перетворювач витрати, система проектування.

**А. В. Писарец**

*Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина*

#### СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТУРБИННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ РАСХОДА

Отсутствие компьютерных программ, которые бы удовлетворяли всем требованиям к результатам расчетов преобразователей расхода, требует создания систем их проектирования, которые позволили бы определять метрологические характеристики преобразователя расхода, оценивать степень влияния на них разных физических факторов, ставить вычислительные эксперименты, оптимизировать конструктивные параметры преобразователя по определенным критериям.

В статье приведены алгоритм, возможности, особенности и методика работы с разработанной системой проектирования турбинных преобразователей расхода с гидродинамическим уравновешиванием чувствительного элемента.

**Ключевые слова:** турбинный преобразователь расхода, система проектирования.

**А. V. Pysarec'**

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine  
SYSTEM FOR DESIGNING TURBINE TYPE FLOW RATE TRANSDUCERS

Because of absent PC's software which could fulfill requirements to results of designing flow rate transducers requires creation systems for its designing which can define metrological characteristics of flow rate transducers, estimate the influence on them of different physical factors, make computational experiments, optimize the transducer's design parameters according to certain criteria.

In the article were presented algorithm, possibilities, features and method of working with developed system for designing turbine type flow rate transducers with hydrodynamic balancing sensitive element.

**Keywords:** turbine type flow rate transducer, designing system.

Надійшла до редакції  
15 вересня 2013 року

© Писарець А. В., 2013

### ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ БІОМЕДИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 621.384.3

**Ахмед Малик Лазим Аль-Мзирави, В. Г. Колобродов, В. И. Котовский**

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ В МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ МАТРИЧНИХ ТЕПЛОВІЗОРІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В СПЕКТРАЛЬНИХ ДІАПАЗОНАХ 3-5 І 8-12 МКМ

Стаття присвячена оцінці якості зображення в тепловізорах, які працюють в різних вікнах прозорості атмосфери 3-5 і 8-12 мкм. На базі профілакторію НТУУ «КПІ» проведений порівняльний аналіз діагностичних можливостей тепловізорів, які працюють в спектральному діапазоні 3-5 і 8-12 мкм. За допомогою двох різних камер було проведено обстеження пацієнтів з різними судинними патологіями кінцівок.

Наведені результати оцінки точності вимірювання температури в різних ділянках тіла людини за допомогою двох тепловізорів. Показано, що тепловізори, які використовують неохолоджувані мікроболометричні матриці і які працюють в діапазоні 8-12 мкм, можуть використовуватися для діагностики судинних, запальних, онкологічних і інших захворювань.

**Ключові слова:** медичний тепловізор, мікроболометрична матриця, термограма.

**Ахмед Малик Лазим Аль-Мзирави, В. Г. Колобродов, В. И. Котовский**

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ МАТРИЧНЫХ ТЕПЛОВИЗОРОВ, РАБОТАЮЩИХ В СПЕКТРАЛЬНЫХ ДИАПАЗОНАХ 3-5 И 8-12 МКМ

Даная статья посвящена оценке качества изображения в тепловизорах, работающих в разных окнах прозрачности атмосферы 3-5 и 8-12 мкм. На базе профилактория НТУУ «КПІ» проведен сравнительный анализ диагностических возможностей тепловизоров, работающих в спектральных диапазонах 3-5 и 8-12 мкм. С помощью двух разных камер было проведено обследование пациентов с различными сосудистыми патологиями конечностей.

Приведены результаты оценки точности измерения температуры в различных участках тела человека с помощью двух тепловизоров. Показано, что тепловізори, использующие неохлаждаемые микроболометрические матрицы и работающие в диапазоне 8-12 мкм, могут применяться для диагностики сосудистых, воспалительных, онкологических и других заболеваний.

**Ключевые слова:** медицинский тепловизор, микроболометрическая матрица, термограмма.

**Ahmed Malik. L. Al-Mzirawi, V. G. Kolobrodov, V. I. Kotovskij**

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

ANALYSIS POSSIBILITY OF USING IN MEDICAL DIAGNOSIS FOCAL PLATE AREA THERMAL IMAGERS OPERATING IN THE SPECTRAL BAND 3-5 AND 8-12  $\mu\text{m}$

The article is devoted to the evaluates the image quality in thermal imagers operating in different atmospheric windows 3 – 5 and 8 – 12 microns. On the basis of a dispensary NTUU "KPI", a comparative analysis of the diagnostic capabilities of thermal imagers operating in the spectral bands 3 – 5 and 8 – 12 microns. Using two different cameras, a survey of patients with various vascular disorders of the limbs. The results of evaluation of accuracy of temperature measurements in different parts of the human body using two imagers. It is shown that the imagers using uncooled microbolometer matrix and operating in the range of 8 – 12 microns may be used for the diagnosis of cardiovascular, inflammatory, cancer and other diseases.

**Keywords:** medical thermal imager, microbolometer matrix, thermograph.

*Надійшла до редакції*

*14 червня 2013 року*

© Ахмед Малик Лазим Аль-Мзирави, Колобродов В. Г., Котовский В. И., 2013

УДК 616-073.8; 616-71

<sup>1)</sup>В. С. Антонюк, <sup>1)</sup>К. А. Маслюк, <sup>2)</sup>Ю. Ю. Бондаренко, <sup>2)</sup>Н. П. Бесєдіна

<sup>1)</sup> *Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна;*

<sup>2)</sup> *Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна*

ОСОБЛИВОСТІ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ МЕТОДОМ ГАЗОРОЗРЯДНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

Розглянуто застосування методу газорозрядної візуалізації для відстеження змін у фізіологічному стані працівника з метою створення сприйнятливих умов для його роботи та відпочинку. Експериментально встановлено, що після 12-годинного фізичного навантаження відбувається пригнічення як загального стану організму, так і його окремих органів.

Надані рекомендації щодо збільшення діапазону відображення зображень до рівня, що забезпечуватиме необхідну для завершення центрування контрастність. Виконано аналіз виявлення пригнічення чи збудження організму людини в цілому та її окремих органів – серця, нервової системи та нижніх відділів хребта.

**Ключові слова:** газорозрядна візуалізація, комп'ютерна інтерпретація, фізіологічний стан.

<sup>1)</sup>В. С. Антонюк, <sup>1)</sup>К. А. Маслюк, <sup>2)</sup>Ю. Ю. Бондаренко, <sup>2)</sup>Н. П. Бесєдіна

<sup>1)</sup> *Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", г. Киев, Украина;*

<sup>2)</sup> *Черкасский государственный технологический университет, г. Черкассы, Украина*

ОСОБЕННОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА МЕТОДОМ ГАЗОРОЗРЯДНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Рассмотрено применение метода газоразрядной визуализации для отслеживания изменений в физиологическом состоянии работника с целью создания благоприятных условий для его работы и отдыха. Экспериментально установлено, что после 12-часовой физической нагрузки происходит угнетение как общего состояния организма, так и его отдельных органов.

Предоставлены рекомендации относительно увеличения диапазона отображения изображений до уровня, который будет обеспечивать необходимую для завершения центрирования контрастность. Выполнено анализ выявления угнетения или возбуждения организма челове-

ка в целом и отдельных его органов – сердца, нервной системы и нижних отделов позвоночника.

**Ключевые слова:** газоразрядная визуализация, компьютерная интерпретация, физиологическое состояние.

<sup>1)</sup>V. Antonyuk, <sup>1)</sup>K. Maslyuk, <sup>2)</sup>Iu. Bondarenko, <sup>2)</sup>N. Besedina

<sup>1)</sup>National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine;

<sup>2)</sup>Cherkassy State Technological University, Cherkassy, Ukraine

FEATURES OF COMPUTER INTERPRETATION OF RESULTS OF RESEARCH OF THE PHYSIOLOGY STATE OF HUMAN BY METHOD OF GAS-UNLOADING VISUALIZATION

Purpose. Establishment of reasons of errors at diagnostics of the physiology state of human, that related to computer interpretation of the got gas-unloading luminescence and grant of recommendations in relation to their removal.

Design/methodology/approach. A device for gas-unloading visualization allows to register as digital representations and in number to estimate luminescence that arises up near-by the surface of object. The stimulated is investigated them by the electromagnetic field and gas digit emission of photons, electrons and other particles of biological object. Basic diagnostic information turns out from descriptions of luminescence that is the spatially up-diffused group of areas of different brightness. Further mathematical treatment of the got results by means of the special software allows to draw conclusion about current physiology status of human. But there is probability of erroneous diagnostics, that is related to complication of computer interpretation of the obtained data of one experimental under act of different factors environment, and also physiology and psychological loading.

Findings. Diagnostic procedure consists in got primary information as the fixed snapshots of luminescence of fingers. Such luminescence binds descriptions of separate zones of fingers of hands to the functional state of organs and systems of organism. Thus the brightness of luminescence of gas digit gives an idea about the state of health of human on the whole, and diagnostic information after separate organs and systems is carried by a perimeter and area of luminescence. A most problem during computer interpretation of the obtained data is presented by the change of brightness of luminescence of gas digit investigated under act of external factors. It is necessary to notice that initial diagnostic information can differ not only after a contour and brightness for concrete everybody but also to change for one human in accordance with the change of factors that influenced on her.

Originality/value. Comparison of job of device of gas-unloading visualization of "Strimer" performances to and after the indicated physical activity (on an example twenty years old girl) shows that physical activity resulted in oppression of general of organism. Thus a heart, nervous system and bottom departments of backbone, had most deviation from the normal functioning, that it is related to the specific of work experimental. It is recommended to increase the range of reflection of images to the level that will provide a necessary for completion of centring contrast, to conduct an analysis, whereupon to execute a final analysis for the exposure of oppression or excitation of the systems of organism.

**Keywords:** gas-unloading visualization, computer interpretation, physiology state.

*Надійшла до редакції*

*14 червня 2013 року*

© Антонюк В. С., Маслюк К. А., Бондаренко Ю. Ю., Беседіна Н. П., 2013

УДК 681.784.7:615.849.5

<sup>1)</sup>М. О. Денисов, <sup>1)</sup>О. О. Редчук, <sup>1)</sup>Т. В. Корольова, <sup>2)</sup>Я. Ю. Руденко

<sup>1)</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна; <sup>2)</sup>ПАТ «Науково-виробничий центр «Борщагівський хіміко-фармацевтичний завод», м. Київ, Україна

СВІТЛОДІЮДНИЙ ВИПРОМІНЮВАЧ ДЛЯ ФОТОДИНАМІЧНОЇ ТЕРАПІЇ СВИФТ-90



Для відпрацювання в лабораторних та клінічних умовах технічних аспектів технології фотодинамічної терапії із використанням першого вітчизняного фотосенсибілізатора Гіперфлав розроблений та виготовлений дослідний зразок світлодіодного випромінювача СВиФТ-90 двох модифікацій.

При проведенні попередніх випробувань для різних режимів роботи приладу, управління якими здійснюється з пульта керування, експериментально визначено освітленість в операційній зоні, що співпадає з вихідним торцем волоконно-оптичного інструменту. Також визначені напрямки подальших робіт, спрямованих на суттєве підвищення вихідних характеристик світлодіодного випромінювача.

**Ключові слова:** фотодинамічна терапія, світлодіодний випромінювач, волоконно-оптичний інструмент, операційна зона.

<sup>1)</sup> Н. А. Денисов, <sup>1)</sup> А. А. Редчук, <sup>1)</sup> Т. В. Королева, <sup>2)</sup> Я. Ю. Руденко

<sup>1)</sup> *Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина;* <sup>2)</sup> *ПАО Научно-производственный центр «Борщаговский химико-фармацевтический завод», г. Киев, Украина*

#### СВЕТОДИОДНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ ДЛЯ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ СВИФТ-90

Для отработки в лабораторных и клинических условиях технических аспектов технологии фотодинамической терапии с использованием первого украинского фотосенсибилизатора Гиперфлав разработан и изготовлен опытный образец светодиодного излучателя СВиФТ-90 двух модификаций.

При проведении предварительных испытаний для различных режимов работы прибора, управление которыми осуществляется с пульта управления, экспериментально определены уровни освещенности в операционной зоне, которая совпадает с выходным торцом волоконно-оптического инструмента. Также определены направления дальнейших работ, направленных на существенное повышение выходных характеристик светодиодного излучателя.

**Ключевые слова:** фотодинамическая терапия, светодиодный излучатель, волоконно-оптический инструмент, операционная зона.

<sup>1)</sup> M. Denysov, <sup>1)</sup> O. Redchuk, <sup>1)</sup> T. Koroliova, <sup>2)</sup> Y. Rudenko

<sup>1)</sup> *National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine;*

<sup>2)</sup> *PLC Scientific Production Center "Borschagivka pharmaceutical plant", Kyiv, Ukraine*

#### LED ILLUMINATOR FOR PHOTODYNAMIC THERAPY SViFT-90

The LED illuminator experimental model, named SViFT-90, has been designed and made in two modifications to development under laboratory and clinical conditions the technical facets of the photodynamic therapy method used first Ukrainian photosensitizer Hyperflav.

Under preliminary test illumination intensities at the operating area have been detected for different device modes of operation changed with control board. The device operating area is coincided with an output face of the fiberoptic instrument. Following operation directions aimed to improve LED illuminator output characteristics have been defined as well.

**Keywords:** photodynamic therapy, light emitted diodes irradiator, fiberoptic instrument, operating area.

*Надійшла до редакції  
14 червня 2013 року*

© Денисов М. О., Редчук О. О., Королюва Т. В., Руденко Я.Ю., 2013

УДК 621:620.22, 669:53; 533.9+538.9(06)

**О. Т. Богорощ, С. О. Воронов, В. Й. Котовський**

*Фізико-технічний інститут Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

## ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТЕРМОМЕТРІЇ

У роботі наведено огляд сучасних технічних розробок в сфері наномасштабної термометрії і надається опис переваг можливостей їх використання. Розглянуто еволюцію розробки термометрії й доведення сучасних конструкцій до нанорозмірних розмірів, у тому числі динамічний нанотермометр на основі надструктурних наночасток, вуглецевих нанотрубок, начинених фулеренами тощо. У сфері сучасних нано- і біотехнологій досягнення вимагають застосування точної термометрії, де неможливо здійснювати вимірювання за допомогою традиційних методів. Однак, розробка нанорозмірного термометра – проблема, пов'язана не тільки з розміром, але також з потребою у матеріалах із новими фізико-хімічними та термодинамічними властивостями. Тому особливу увагу приділено новому напрямку в термометрії – просування в сфері створення теплових датчиків із використанням молекулярних і біологічних часток, а також нанорозмірних надструктур.

**Ключові слова:** температура, термочутливі матеріали, нанотехнології, нанотрубки, фулере-ни, нанотермометрія.

**А. Т. Богорош, С. А. Воронов, В. Й. Котовский**

*Физико-технический институт Национального технического университета Украины «Ки-евский политехнический институт», г. Киев, Украина*

## ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРАВЛЕННЯ РОЗВИТКУ ТЕРМОМЕТРИЇ

В работе приведен обзор современных технических разработок в сфере наномасштабной термометрии и дано описание преимуществ возможностей их использования. Рассмотрена эволюция разработки термометрии и доведения современных конструкций до наноразмерных размеров, в том числе динамический нанотермометр на основе надструктурных наночастиц, углеродных нанотрубок, начиненных фуллеренами т.п. В области современных достижений нано-и биотехнологий требуется применение точной термометрии, где невозможно осуществлять измерения с помощью традиционных методов. Однако разработка наноразмерного термометра является проблемой, связанной не только с размером, но также с потребностью в материалах с новыми физико-химическими и термодинамическими свойствами. Поэтому особое внимание уделено новому направлению в термометрии – созданию тепловых датчиков с использованием молекулярных и биологических частиц, а также наноразмерных сверхструктур.

**Ключевые слова:** температура, термочувствительные материалы, нанотехнологии, нанотрубки, фуллерены, нанотермометрия.

**A. T. Bogorosh, S. O. Voronov, V. Y. Kotovs'kiy**

*Physics Technical Institute, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnical Institute", Kyiv, Ukraine*

## FUTURE DIRECTIONS OF THERMOMETRY DEVELOPMENT

This paper gives an overview of current technical developments in the field of nanoscale thermometry and the advantages to their use is describen. The evolution of the development of thermometry and bringing contemporary designs to nanoscale dimensions, including dynamic nanothermometer superstructure nanoparticles, carbon nanotubes, fullerenes etc. stuffed. In the field of modern nano-and biotechnology achievements require accurate thermometry, where it is impossible to carry out measurements using traditional methods. However, the development of nanoscale thermometer is a problem related to not only in size but also with the need for new materials with physics, chemical and thermodynamic properties.

Therefore, special attention is given to the direction in thermometry as development of thermal sensors using molecular and biological particles and nanoscale superstructure.

**Keywords:** temperature, heat-sensitive materials, nanotechnology, nanotubes, fullerenes, nanothermometer.

Надійшла до редакції  
14 листопада 2013 року

© Богорш О. Т., Воронов С. О., Котовський В. Й., 2013

УДК 621:53.03

**В. І. Скицюк, Т. Р. Клочко**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

### ОСОБЛИВОСТІ ХАРАКТЕРИСТИК АБСТРАКТНИХ СУТНОСТЕЙ У ПРОЦЕСІ ЇХ ВЗАЄМОДІЇ. ЧАСТИНА 2. ГРАВИТАЦІЙНІ ПОЛЬОВІ СТРУКТУРИ АБСТРАКТНОЇ СУТНОСТІ

У роботі йдеться про моделювання взаємодій біотехнічних об'єктів (БТО) із гравітаційними польовими структурами інших абстрактних сутностей. Всі об'єкти, які знаходяться у зоні присутності земної кулі, взаємодіють із її польовими структурами. Якби не було подібної взаємодії між звичайними об'єктами, стосовно польових структур земної кулі як астрономічного об'єкта, то вони взагалі не мали можливості до існування. Оскільки кожний об'єкт має свою польову структуру, яка взаємодіє із польовими структурами Землі, то її виникнення та існування повністю залежне від взаємодії внутрішніх і зовнішніх польових структур інших чинників. Водночас, взаємодія внутрішніх і зовнішніх польових структур відносно системи координат біологічного (біотехнічного) об'єкта призводить до того, що цьому об'єкту необхідно певним чином реагувати на зміни зовнішніх польових структур інших чинників (фізичні поля діагностичного та лікувального обладнання, фармакологічні речовини тощо). Як наслідок, швидкість реакції об'єкта на зовнішній вплив буде визначати його стан, що може бути покладено в основу принципів діагностики та захисту БТО при лікуванні. Розглянуто інформаційні ознаки польових структур існування БТО у навколишньому середовищі при взаємодії із гравітаційними полями зовнішніх подразників. Обґрунтовано моделі польових структур, у яких система БТО перебуває на поверхні земної кулі, для подальшого їх використання в інформаційній технології діагностики та лікування.

**Ключові слова:** абстрактна сутність, гравітаційні поля, інформаційна технологія.

**В. И. Скицюк, Т. Р. Клочко**

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

### ОСОБЕННОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК АБСТРАКТНЫХ СУЩНОСТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ. ЧАСТЬ 2. ГРАВИТАЦИОННЫЕ ПОЛЕВЫЕ СТРУКТУРЫ АБСТРАКТНОЙ СУЩНОСТИ

В работе рассмотрены результаты моделирования взаимодействий биотехнических объектов с гравитационными полевыми структурами других абстрактных сущностей. Все объекты, которые находятся в зоне присутствия земного шара, взаимодействуют с ее полевыми структурами. Поскольку каждый объект имеет свою полевою структуру, которая взаимодействует с полевыми структурами Земли, то особенности ее существования полностью зависят от взаимодействия внутренних и внешних полевых структур других факторов. Одновременно взаимодействие внутренних и внешних полевых структур относительно системы координат биологического (биотехнического) объекта приводит к тому, что этому объекту необходимо определенным образом реагировать на изменения внешних полевых структур других факторов (физические поля диагностического и лечебного оборудования, фармакологические вещества и т.п.). Как следствие, скорость реакции объекта на внешнее воздействие будет определять его состояние, может быть положено в основу принципов диагностики и защиты БТО при лечении. Рассмотрены информационные признаки полевых структур существования

БТО в окружающей среде при взаимодействии с гравитационными полями внешних раздражителей.

Обоснованы модели полевых структур, в которых система БТО находится на поверхности земного шара, для дальнейшего их использования в информационной технологии диагностики и лечения.

Эти характеристики определяют изменения параметров полевых структур объектов с учетом их спектральных параметров при взаимодействии с другими абстрактными объектами при условии учета координат местонахождения АС и системы диагностики и лечения. Это дает возможности определиться с верностью решений врача, а также избежать негативных последствий воздействия внешних раздражителей на пациента. Кроме того, это может быть направлением усовершенствования технологии диагностики и лечения, поскольку позволяет получать данные о реальном состоянии исследуемой АС, предотвращать возможности передозировки организма пациента фармакологическими веществами и физическими полями излучений, учитывая термодинамические сдвиги в биологических структурах БТО.

**Ключевые слова:** абстрактная сущность, гравитационные поля, информационная технология.

**V. I. Skytsiouk, T. R. Klotchko**

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

**PECULIAR PROPERTIES OF DESCRIPTIONS OF ABSTRACT ENTITIES IN THE PROCESS OF THEIR INTERACTION. PART II. GRAVITY FIELD STRUCTURE ABSTRACT ENTITIES**

The paper discusses the results of modeling interactions biotechnical objects with gravitational field structures other abstract entities. All objects that are present in the area of the globe to interact with its field offices.

Since each object has a field structure, which interacts with the field of the Earth, especially its existence is fully dependent on the interaction of internal and external factors other field structures.

These characteristics determine the changes in the parameters of the field structures c objects based on their spectral parameters of interaction with other abstract object known accounting provided coordinates for the location of the AE and the system of diagnosis and treatment . This makes it impossible to determine the physician loyalty solutions , as well as to avoid the negative effects of external stimuli on the patient. In addition, it may be the direction of improvement of technology of diagnosis and treatment , as it allows to obtain information about the real state of the AE investigation , preventing the possibility of an overdose the patient pharmacological substances and physical fields of radiation , given the thermodynamic changes in biological structures BTO .

Simultaneous interaction of internal and external field structures in the coordinate system of biological object, BTO leads to the fact that this property is necessary in a certain way to respond to changes in the external field structures of other factors (physical fields of diagnostic and therapeutic equipment, pharmacological agents, etc.). As a consequence, the rate of reaction to an external stimulus object will determine its status , can be used as the basis of the principles of diagnosis and the treatment of BTO protection. Considered informational signs existence BTO field structures in the environment interacting with the gravitational fields of external stimuli. The model of the field structures in which the system is located on the BTO surface of the globe, for their further use of information technology in the diagnosis and treatment.

**Keywords:** abstract entity, existence, interaction, external irritants.

*Надійшла до редакції  
25 вересня 2013 року*

© Скицюк В.І., Ключко Т.Р., 2013

**ГІПОТЕЗИ. НЕСТАНДАРТНІ МЕТОДИ РІШЕННЯ НАУКОВИХ ТА ІНЖЕНЕРНИХ ПРОБЛЕМ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

УДК 621.35 : 541.13

<sup>1)</sup> А. А. Троц, <sup>2)</sup> В. І. Скицюк

<sup>1)</sup> Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна», м. Київ, Україна,

<sup>2)</sup> Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна

**ЕЛЕКТРОХІМІЧНИЙ ЕЛЕКТРОЛІЗЕР ВОДЯНОЇ ПАРИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ**

Паливні елементи відносяться до хімічних джерел струму. Це є електрохімічний пристрій в результаті високоефективного «холодного» горіння палива безпосередньо виробляє електроенергію. Електроліз відбувається завдяки енергії постійного струму, що підводиться, і енергії, що виділяється при хімічних перетвореннях на електроді. Початкова напруга на електродах буде мінімальною завдяки вприскуванню робочої речовини в камеру згорання. Підвищення тиску в камерах призведе до зростання напруги на електродах. Таким чином, напруга на електродах, необхідна для електролізу, буде підтримуватись автоматично. Робоча температура електролізера задається та підтримується корпусом камер згорання в процесі роботи рушія. Парціальна кількість водню, що отримується за один цикл роботи електролізера, повинна відповідати кількості разового споживання камери згорання. Метою цієї роботи є розгляд можливості створення високоефективної оборотної комірки на базі наявних технологій електролізу і паливних елементів.

**Ключові слова:** паливний елемент; електролізер; оборотня комірка електролізу і паливних елементів.

<sup>1)</sup> А. А. Троц, <sup>2)</sup> В. И. Скицюк

<sup>1)</sup> Открытый международный университет развития человека «Украина», г. Киев, Украина,

<sup>2)</sup> Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина;

**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗЕР ВОДЯНОГО ПАРА КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ**

Топливные элементы относятся к химическим источникам тока. Это электрохимическое устройство в результате высокоэффективного «холодного» горения топлива непосредственно вырабатывает электроэнергию. Электролиз происходит за счет подводимой энергии постоянного тока, и энергии, выделяющейся при химических превращениях на электроде. Начальное напряжение на электродах будет минимальным за счет впрыска рабочего тела в камеру сгорания, но по мере повышения давления в камерах напряжение на электродах будет расти. Таким образом, напряжение на электродах, необходимое для электролиза будет поддерживаться автоматически. Рабочая температура электролизера задается и поддерживается корпусом камер сгорания в процессе работы двигателя. Парциальное количество водорода, получаемого за один цикл работы электролизера, должно соответствовать количеству разового потребления камеры сгорания. Целью настоящей работы является анализ возможности создания высокоэффективной оборотной ячейки на базе имеющихся технологий электролиза и топливных элементов.

**Ключевые слова:** топливный элемент; электролизер; оборотная ячейка электролиза и топливных элементов.

<sup>1)</sup> A. A. Trots, <sup>2)</sup> V. I. Skytsiouk

<sup>1)</sup> Open International University of Human Development "Ukraine", Kyiv, Ukraine

<sup>2)</sup> National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

**ELECTROCHEMICAL ELECTROLYZER STEAM AS AN ALTERNATIVE POWER SOURCE**  
Fuel cells are chemical power sources. This electrochemical device resulting highly "cold" combustion directly generates electricity. Electrolysis is due to input DC power and energy generated by chemical reactions at the electrode. The initial voltage on the electrodes should be minimal due to the injection of working fluid into the combustion chamber, but as the pressure increase in the voltage across the electrodes of the cells will grow. Thus, the voltage across the electrodes required for electrolysis will be automatically maintained. Operating temperature electrolyzer is defined and maintained by the combustion chamber casing during engine operation. The partial amount of hydrogen produced per one cycle of the electrolyzer, should correspond to the amount of consumption of a single combustion chamber. The aim of this work is to analyze the possibility of creating high circulating cell-based technologies available electrolysis and fuel cells.

**Key words:** fuel cell, electrolyzer, reversible cell electrolysis and fuel cells.

*Надійшла до редакції  
23 квітня 2013 року*

© Скицюк В.І., Клочко Т.Р., 2013