

## STRESZCZENIA

Fatima Liliana BASMADJI<sup>1</sup>  
Jan GRUSZECKI<sup>2</sup>

### PLANOWANIE TRASY BEZZAŁOGOWEGO STATKU POWIETRZNEGO PODCZAS LOTU NAD TERENEM Z PRZESZKODAMI

Pomimo znacznych postępów w tematyce zwiększenia autonomiczności bezzałogowych obiektów latającego, pozostaje jeszcze wiele problemów do rozwiązania, jednym z nich to problem autonomicznego planowania trasy. Mimo iż ten problem jest obecnie przedmiotem badań licznych ośrodków badawczych na świecie, nadal jednak nie opracowano uniwersalnego sposobu planowania trasy, gdyż jest to związane nie tylko z właściwościami danego obiektu, ale również z realizowaną misją. W niniejszym artykule omówiono problem planowania trasy dla bezzałogowego statku powietrznego podczas lotu nad terenem z przeszkodami. Opracowany został algorytm do wyznaczania trasy uwzględniający ograniczenia nałożone przez właściwości obiektu latającego, ukształtowanie terenu, strefy zakazane oraz maksymalny dopuszczalny pułap lotu. Ponadto zaproponowano metodę poszukiwania quasi-optymalnej trajektorii w przypadku większej liczby przeszkód. Przeprowadzono szereg badań symulacyjnych weryfikujących poprawność działania opracowanego algorytmu.

**Słowa kluczowe:** BSP, planowanie trasy, omijanie przeszkód

### UNMANNED AERIAL VEHICLE ROUTE PLANNING IN MOUNTAINOUS TERRAIN WITH OBSTACLES

#### Summary

Despite significant progress in the field of increasing the autonomy of unmanned aerial vehicles (UAVs), there are still a number of problems which needs to be solved. One of such example is the problem of autonomous path planning. In this paper, the problem of UAV path planning in mountainous terrain with obstacles has been discussed. UAV path planning algorithm that takes into account limitations imposed by UAVs dynamics, terrain configuration, no-fly zones and the maximum allowable flight altitude has been developed. Furthermore, the method of searching for the quasi-optimal path in the case of multiple obstacles has been proposed. A series of simulation investigations to verify the correctness of developed algorithm have been carried out.

**Keywords:** UAV, path planning, obstacle avoidance

DOI: 10.7862/rm.2017.01

*Otrzymano/received: 1.12.2016*

*Zaakceptowano/accepted: 12.03.2017*

---

<sup>1</sup> Autor do korespondencji/corresponding author: Fatima Liliana Basmadji, Politechnika Rzeszowska, e-mail: basmadji@prz.edu.pl

<sup>2</sup> Jan Gruszecki, Politechnika Rzeszowska, e-mail: awionjgr@prz.edu.pl

Andrzej CIEŚLIK<sup>3</sup>  
Andrzej PAZUR<sup>4</sup>  
Andrzej SZELMANOWSKI<sup>5</sup>

## METODY KONWERSJI DANYCH NAWIGACYJNYCH W UKŁADACH ODNIESIENIA STOSOWANYCH W ZINTEGROWANYCH SYSTEMACH AWIONICZNYCH

W artykule przedstawiono wyniki prac realizowanych w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych w zakresie możliwości komputerowej konwersji danych nawigacyjnych w układach odniesienia stosowanych w zintegrowanych systemach awionicznych. Na przykładzie systemu awionicznego śmigłowca W-3PL Głuszec przedstawiono możliwości przetwarzania danych pilotażowo-nawigacyjnych i celowniczych podczas realizacji misji obserwacyjnych (przy wykorzystaniu głowicy TOPLITE) oraz wykorzystania systemu uzbrojenia z nahałmowym systemem celowniczym NSC-1 Orion. Dla ilustracji realizowanych w nim operacji przetwarzania informacji pilotażowo-nawigacyjnej i obserwacyjno-celowniczej, omówiono metody konwersji danych nawigacyjnych w trybie CCIP oraz trybie CCRP.

**Słowa kluczowe:** lotnicze systemy nawigacyjne, transformacja danych

## METHODS OF NAVIGATION DATA CONVERSION IN REFERENCE SYSTEMS USED IN INTEGRATED AVIONIC SYSTEMS

### Summary

This paper presents selected results of the analytical work carried out in the Air Force Institute of Technology within the capabilities of a computer navigation data conversion in reference systems used in integrated avionics systems. On example of built avionics system for the helicopter W-3PL Capercaillie possibilities of computer processing of pilot-navigation and aiming data in combat applications, during execution of the observation mission (using the observation and surveillance system TOPLITE) and the use of the weapon system with helmet-mounted cueing system NSC-1 Orion were presented. In order to illustrate pilot-navigation and observation-aiming information processing operations carried out in it, used methods for converting data in navigation modes CCIP and CCRP were discussed.

**Keywords:** avionics navigation systems, data conversion

DOI: 10.7862/rm.2017.02

*Otrzymano/received:* 1.12.2016

*Zaakceptowano/accepted:* 4.03.2017

---

<sup>3</sup> Autor do korespondencji/corresponding author: Andrzej Cieślak, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, 01-494 Warszawa, ul. Księcia Bolesława 6, tel.: 22 261-851-405, e-mail: andrzej.cieslik@itwl.pl

<sup>4</sup> Andrzej Pazur, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, e-mail: andrzej.pazur@itwl.pl

<sup>5</sup> Andrzej Szelmanowski, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, e-mail: andrzej.szelmanowski@itwl.pl

Wiesław FRĄCZ<sup>6</sup>  
Grzegorz JANOWSKI<sup>7</sup>  
Grażyna RYZIŃSKA<sup>8</sup>

## SELECTED ASPECTS OF MANUFACTURING AND STRENGTH EVALUATION OF POROUS COMPOSITES BASED ON NUMERICAL SIMULATIONS

In this paper the numerical simulations of microcellular injection molding process for polymer composite with glass fiber for variable content of pores were carried out. In order to evaluate the strength of the three-phase composite structure (polypropylene PP as a matrix, 20% wt. of glass fiber GF and 1-9 % vol. of the pores) a microstructural analysis was performed and strength calculations were conducted using the Mori-Tanaka homogenization model. The analyzed product (the base of industrial mop) was subjected to the loading in Ansys 14.5 commercial code, considering the impact of pores content on its mechanical properties. Furthermore, the paper presents the visualization of calculated composite microstructure for variable pores contents.

**Keywords:** microcellular composites, numerical simulations, Digimat, Ansys, Mori-Tanaka homogenization method

## WYBRANE ASPEKTY FORMOWANIA ORAZ WYTRZYMAŁOŚCI POLIMEROWYCH KOMPOZYTÓW POROWATYCH W OPARCIU O SYMULACJE NUMERYCZNE

### Streszczenie

W pracy przeprowadzono symulacje numeryczne procesu wtryskiwania z mikroporowaniem wypraski z kompozytu polimerowego z włóknem szklanym dla zmiennej zawartości objętościowej porów. W celu oceny wytrzymałościowej trójfazowej struktury kompozytu (matryca polipropylenowa PP, 20% wag. włókien szklanych WS oraz 1-9% obj. porów) wykonano analizę mikrostrukturalną oraz przeprowadzono obliczenia wytrzymałościowe z użyciem modelu homogenizacji Mori-Tanaka. Analizowany wytwór (element mopa przemysłowego) poddano symulacji obciążenia w programie Ansys 14.5, określając wpływ zmiennego stopnia porowania na jego właściwości wytrzymałościowe. Ponadto w pracy przedstawiono wizualizację prognozowanej mikrostruktury dla kompozycji przy zmiennym stopniu porowatości kompozytu.

**Słowa kluczowe:** kompozyty mikroporowate, symulacje numeryczne, Digimat, Ansys, homogenizacja metodą Mori-Tanaka

DOI: 10.7862/rm.2017.03

*Otrzymano/received: 14.02.2017*

*Zaakceptowano/accepted: 11.03.2017*

---

<sup>6</sup> Autor do korespondencji/corresponding author: Wiesław Frącz, Rzeszow University of Technology, 8 Powstańców Warszawy Ave., 35-959 Rzeszów, e-mail: wf@prz.edu.pl

<sup>7</sup> Grzegorz Janowski, Rzeszow University of Technology, e-mail: gjan@prz.edu.pl

<sup>8</sup> Grażyna Rzyńska, Rzeszow University of Technology, e-mail: grar@prz.edu.pl

## ANALIZA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA OGNIWA PALIWOWEGO SOFC JAKO POMOCNICZEJ JEDNOSTKI MOCY APU DLA WSPÓLCZESNEGO SAMOLOTU PASAŻERSKIEGO

Współczesne samoloty pasażerskie należą do czołówki najbardziej niezawodnych i bezpiecznych środków transportu publicznego. Samoloty te certyfikowane są m.in. normą ETOPS (Extended range Twin Operations) zezwalającą dwusilnikowym samolotom pasażerskim operować na trasach długodystansowych, wcześniej niedostępnych dla maszyn o takiej liczbie silników. Norma ETOPS wymaga jednak zastosowania na pokładzie dwusilnikowego samolotu pasażerskiego dodatkowych, awaryjnych źródeł zasilania energią elektryczną, pneumatyczną i hydrauliczną, kompensujących (częściowo) spadek wydajności pokładowych systemów energetycznych przy niesprawności jednego z silników i systemów z nimi powiązanych. W artykule przeprowadzono analizę wykorzystania różnych typów ogniw paliwowych w technice lotniczej oraz przedstawiono projekt wstępny pomocniczej jednostki mocy APU, wykorzystującej ogniwo paliwowe SOFC (Solid Oxide Fuel Cell), przeznaczonej dla (awaryjnego) zasilania energią elektryczną samolotu pasażerskiego w koncepcji „More Electric Aircraft”.

**Słowa kluczowe:** samolot pasażerski, pomocnicza jednostka mocy, More Electric Aircraft, ogniwo paliwowe, SOFC - Solid Oxide Fuel Cell

### ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USE OF A SOLID OXIDE FUEL CELL AS A AUXILIARY POWER UNIT FOR MODERN PASSENGER AIRCRAFT

#### Summary

Modern passenger aircrafts belongs to the one of the most reliable and safe means of public transport. These aircrafts are certified according to ETOPS (Extended-range Twin-engine Operational Performance Standards) and they enable the introduction of twin-engine passenger aircraft on transcontinental routes which were earlier unavailable for twin-engine aircrafts. ETOPS standard requires the use aboard of the twin-engine passenger aircraft additional emergency sources of electrical, pneumatic and hydraulic power which partly compensate a decrease in performance on-board power systems at the failure of one of the engines and systems associated with them. The article describes an analysis of the use of different types of fuel cells in the aerospace engineering and presents preliminary design of the auxiliary power unit APU using fuel cell SOFC (Solid Oxide Fuel Cell), intended for emergency power supply of passenger aircraft in the concept of "More Electric Aircraft".

**Keywords:** passenger aircraft, auxiliary power unit, More Electric Aircraft, fuel cell, SOFC - Solid Oxide Fuel Cell

DOI: 10.7862/rm.2017.04

*Otrzymano/received: 11.12.2016*

*Zaakceptowano/accepted: 14.02.2017*

---

<sup>9</sup> Autor do korespondencji/corresponding author: Adam Jaroszewicz, Politechnika Wroclawska, 50-370 Wrocław: Wybrzeże Wyspiańskiego 27, tel.: 71 320 44 52, e-mail: adam.jaroszewicz@pwr.edu.pl

## WPLYW ROZSZERZALNOŚCI CIEPLNEJ NA WSPÓŁCZYNNIK NIERÓWNOMIERNOŚCI ROZKŁADU OBCIĄŻENIA WZDŁUŻ LINII STYKU

W artykule przedstawiono wyniki obliczeń numerycznych wpływu rozszerzalności cieplnej korpusu i podzespołów dwustopniowej przekładni zębatej walcowej na współczynnik nierównomierności rozkładu obciążenia wzdłuż linii styku  $K_{H\beta}$ . Analizę przeprowadzono na przykładzie przekładni zębatej będącej częścią głównego układu napędowego siłowni okrętowej. W obliczeniach wykorzystano metodę iteracyjnego wyznaczania rozkładu obciążenia wzdłuż linii styku opisanej w normie ISO 6336-1 załącznik E. Wykazano przydatność implementacji metody iteracyjnej wewnątrz środowiska programu CAE oraz łatwość jej rozbudowy o dodatkowe czynniki i zjawiska zwiększające dokładność obliczeń. Uzyskane wyniki pozwalają na ocenę wpływu zjawiska rozszerzalności cieplnej oraz zasadności jej uwzględnienia na etapie projektowania modyfikacji linii zęba przekładni zębatej siłowni okrętowej.

**Słowa kluczowe:** współczynnik  $K_{H\beta}$ , siłownia okrętowa, przekładnia zębata, odchyłka linii styku

## EFFECT OF THERMAL EXPANSION ON NON-UNIFORMITY OF LOAD DISTRIBUTION ALONG THE CONTACT LINE

### Summary

This paper presents the results of numerical calculations of the effect of thermal expansion of housing and subassemblies of two stage cylindrical gear on the value of coefficient of load distribution non-uniformity along the contact line  $K_{H\beta}$ . An analysis was carried out for toothed gear that is a part of main power transmission system of marine power plant. An iterative method of evaluation of load distribution along the contact line described in ISO 6336-1, annex E was used. The usability of implementation of iterative method inside the CAE program environment and facility their evolution including the additional factors and phenomena which increase the computational accuracy is revealed. The achieved results allow to assess the effect of thermal expansion phenomenon and validity of their including on the stage of design of modification of flank pitch line of toothed gear of marine power plant.

**Keywords:**  $K_{H\beta}$  coefficient, marine power plant, gear, deviation of contact line

DOI: 10.7862/rm.2017.05

*Otrzymano/received:* 4.02.2017

*Zaakceptowano/accepted:* 22.03.2017

---

<sup>10</sup> Wojciech Kucab, e-mail: wojciechkcab@gmail.com

<sup>11</sup> Autor do korespondencji/corresponding author: Adam Marciniak, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, tel. +48 17865 1415, email: amarc@prz.edu.pl

## **EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE DIELECTROPHORETIC FORCES INFLUENCE ON HEIGHT OF RISE OF FLUID IN A CAPILLARY SYSTEM FOR BOILING CONTROL IN MICRO-CHANNEL**

Flow control in microchannels is one of the key issues in many areas of modern technology, such as medicine, bio-engineering, chemistry and, in recent years, also in problems of thermodynamic processes control. This paper presents the results of experimental studies on the dynamics of liquid movement between the walls of a microchannel, which is the effect of the electric field applied to the walls (the dielectrophoresis phenomenon). The presented results fill a gap in the literature, being also an important material for the determination of the device key parameters, such as the height of the microchannel electrodes, frequency and amplitude of applied voltage, the selection of periods with and without voltage, all of which affect the operation of the device.

**Keywords:** flow rate control, microchannel, dielectrophoresis

## **EKSPERYMENTALNA ANALIZA WPLYWU SIŁY DIELEKTRO-FORETYCZNEJ NA WYSOKOŚĆ PODNOŻENIA CIECZY W SYSTEMIE KAPILARNYM DO KONTROLI PROCESU WRZENIA W MIKROKANALE**

### **Streszczenie**

Kontrola przepływu w mikrokanalach jest jednym z kluczowych zagadnień w wielu obszarach współczesnej technologii, szczególnie w medycynie, bioinżynierii, chemii, a w ostatnich latach również w kontroli procesów termodynamicznych. Niniejszy artykuł prezentuje wyniki badań eksperymentalnych dynamiki ruchu cieczy pomiędzy ściankami mikrokanalu. Ruch ten jest wywołany przyłożeniem do ścianek mikrokanalu napięcia pola elektrycznego (zjawisko dielektroforezy). Zaprezentowane wyniki wypełniają lukę w literaturze przedmiotu, są również ważnym materiałem dla określenia kluczowych parametrów urządzenia takich jak wysokość elektrod mikrokanalu, częstotliwość i wartość napięcia zasilającego, a także wybór przedziałów czasu pomiędzy okresami przykładania napięcia i jego braku. Wszystkie wymienione parametry wpływają na pracę urządzenia.

**Słowa kluczowe:** kontrola szybkości przepływu, mikrokanal, dielektroforeza

DOI: 10.7862/rm.2017.06

*Otrzymano/received: 24.10.2016*

*Zaakceptowano/accepted: 12.01.2017*

---

<sup>12</sup> Autor do korespondencji/corresponding author: Marcin Lackowski, Institute of Fluid Flow Machinery, Polish Academy of Sciences, ul. Fiszerka 12, 80-231 Gdańsk, tel. 58 5225256, e-mail: mala@imp.gda.pl

<sup>13</sup> Jarosław Karwacki, Institute of Fluid Flow Machinery PAN, e-mail: jkarwacki@imp.gda.pl

## THE EMISSIVITY OF THE TURBINE ENGINE POWERED BY BIOFUEL

Air transport is the youngest and most dynamically developing branch of transport. Growth in demand for air transport, both passenger and freight, is caused by the competitiveness of this branch primarily in terms of time and transport safety. An increase in the volume of air traffic is associated with increased emissions, which is particularly important in the case of aircraft operations in the areas of airports. The main reason for the development of aircraft engines is the reduction of fuel consumption and exhaust emissions. Emission standards for aircraft engines certification marginally treat the issue of particulate matter emissions, which is associated with deterioration of visibility appearing as smog and contributes to lung and heart diseases. One of the solutions for limiting the negative impact of the aircraft on the environment is the use of alternative fuels. Production of biofuels in accordance with the principles of sustainable development, is an attractive alternative, especially because of the lack of space constraints of their production allows the geographical diversification of supply. The article presents the measurements results of jet engine GTM-120 exhaust emissions. The test engine was powered with Jet A-1 fuel with 50-percent addition of bioester. During the test concentration of carbon monoxide, hydrocarbons and particulate matter was measured. On the basis of the measurements, the effect of the use of biofuel on emissions was presented.

**Keywords:** biofuels, jet engine, emissions, air transport

## EMISYJNOŚĆ TURBINOWEGO SILNIKA ZASILANEGO BIOPALIWEM

### Streszczenie

Transport lotniczy jest najmłodsza i najbardziej dynamicznie rozwijająca się gałęzią transportu. Wzrost zapotrzebowania na przewozy drogą lotniczą, zarówno pasażerskie i towarowe wynika głównie z krótkiego czasu transportu oraz bezpieczeństwa. Wzrost wolumenu transportowego związany jest ze wzrostem emisji związków szkodliwych spalin, co jest szczególnie istotne w kontekście emisji na terenie lotnisk oraz obszarach do nich przyległych. Głównym celem rozwoju konstrukcji silników lotniczych jest zmniejszenie zużycia paliwa i redukcja emisji związków toksycznych. Procedury certyfikacyjne dla silników odrzutowych marginalnie traktują zagadnienie cząstek stałych, które są powodem pogorszenia widzialności oraz chorób płuc i serca. Jednym z rozwiązań ograniczających wpływ transportu lotniczego na środowisko jest stosowanie paliw alternatywnych. W artykule przedstawiono wyniki pomiarów emisji związków szkodliwych silnika odrzutowego GTM-120. Badany silnik zasilany był paliwem Jet A-1 oraz mieszanką nafty lotniczej z biopaliwem. Podczas badań zmierzono wartości stężenia tlenku węgla, węglowodorów oraz cząstek stałych. Na podstawie przeprowadzonych badań przedstawiono wpływ zastosowania biopaliwa na emisję związków szkodliwych.

**Słowa kluczowe:** biopaliwa, silnik odrzutowy, emisja, transport lotniczy

DOI: 10.7862/rm.2017.07

*Otrzymano/received: 12.01.2017*

*Zaakceptowano/accepted: 14.03.2017*

---

<sup>14</sup> Autor do korespondencji/corresponding author: Jacek Pielecha, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, tel. 61-6652118, e-mail: jacek.pielecha@put.poznan.pl

<sup>15</sup> Remigiusz Jasiński, Politechnika Poznańska, e-mail: remigiusz.w.jasinski@doctorate.put.pl

<sup>16</sup> Jarosław Markowski, Politechnika Poznańska, e-mail: jaroslaw.markowski@put.poznan.pl

## ZAUTOMATYZOWANE STANOWISKO DO BADANIA PRZETWORNIKÓW CIŚNIENIA Z UWZGLĘDNIENIEM TEMPERATURY

W artykule zaprezentowane zostało rozwiązanie techniczne systemu pomiarowego przeznaczonego do wzorcowania przetworników ciśnień. Wykonany system pomiarowy jest złożony z urządzeń pomiarowych objętych centralnym sterowaniem realizowanym przez aplikację zrealizowaną w LabView. Istotnym elementem systemu umożliwiającym badanie przetwornika ciśnienia w różnych temperaturach jest miniaturowa komora termiczna, której zastosowanie stanowi alternatywę dla dużej termokomory. Zaletą programowego sterowania eksperymentem pomiarowym dostarczającym dane do kalibracji przetwornika jest pełna automatyzacja czasochłonnego procesu zbierania danych i sterowania wartościami dwu wielkości (ciśnienia i temperatury) w wielu punktach pomiarowych.

**Słowa kluczowe:** system pomiarowy, kompensacja temperaturowa, wzorcowanie przetwornika ciśnienia, programowanie w LabView

## AUTOMATED STAND FOR TESTING PRESSURE TRANSDUCES INCLUDING TEMPERATURE EFFECT

### Summary

This paper presents the technical solution of the measurement system for pressure transducers calibration. The system consists of measurement devices which are controlled by the software developed in LabView. An essential component of the system enabling investigation of the transducer in different temperature is a miniature thermal chamber which was designed as alternative to the large thermal chamber. The advantage of software control of measuring experiment supplied data for calibration of transducer is fully automation of the time-consuming process of data acquisition and controlling the values of pressure and temperature in many measuring points.

**Keywords:** measurement system, temperature compensation, pressure transducer calibration, LabView programming

DOI: 10.7862/rm.2017.08

*Otrzymano/received: 25.11.2016*

*Zaakceptowano/accepted: 23.02.2017*

---

<sup>17</sup> Autor do korespondencji: Jacek Pieniążek, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, tel. 17 865 1783, e-mail: jp@prz.edu.pl

<sup>18</sup> Łukasz Zajączkowski, e-mail: lukaszajaczkowski@interia.pl



Gennady SHUSHKEVICH<sup>19</sup>  
Svetlana SHUSHKEVICH<sup>20</sup>  
Aleksandr KUTS<sup>21</sup>

## ON THE SCATTERING OF ELECTROMAGNETIC WAVES BY BI-ISOTROPIC SPHERICAL SHELL

In this article an analytical solution of the problem of scattering of electromagnetic waves on bi-isotropic spherical shell has been presented. Secondary electromagnetic fields are introduced as a superposition of spherical vector wave functions. The solution of the boundary problem is reduced to solving a system of linear algebraic equations for the coefficients which are included in the presentation of the secondary fields. The formula to calculate the directional diagram of electric field in the far field and numerical results for different values of parameters have been obtained. The results may find practical application in the development and design of electromagnetic screens.

**Keywords:** bi-isotropic spherical shell, electromagnetic waves, spherical vector wave functions, directional diagram of electric field

## ROZPRASZANIE FAL ELEKTROMAGNETYCZNYCH ZA POMOCĄ BIIZOTROPOWEJ POWŁOKI KULISTEJ

### Streszczenie

W artykule przedstawiono analityczne rozwiązanie problemu rozpraszania fal elektromagnetycznych na biizotropowej powłoce kulistej. Wtórne fale elektromagnetyczne są przedstawiane jako superpozycja funkcji falowych wektora kulistego. Rozwiązanie problemu brzegowego zostało zredukowane do rozwiązania układu liniowych równań algebraicznych dla współczynników, które są zawarte w opisie pól wtórnych. Otrzymano wzór do obliczania diagramu kierunkowego pola elektrycznego w części pola oddalonej na dużą odległość od źródła promieniowania oraz otrzymano wyniki liczbowe dla różnych wartości parametrów. Wyniki mogą znaleźć praktyczne zastosowanie w rozwoju i projektowaniu ekranów elektromagnetycznych.

**Słowa kluczowe:** biizotropowe powłoki kuliste, fale elektromagnetyczne, funkcje falowe wektora kulistego, diagram kierunkowy pola elektrycznego

DOI: 10.7862/rm.2017.09

*Otrzymano/received: 12.07.2016*

*Zaakceptowano/accepted: 24.11.2016*

---

<sup>19</sup> Autor do korespondencji/corresponding author: Gennady Shushkevich, Yanka Kupala State University of Grodno, 22, Ozheshko St., 230023 Grodno, Belarus, e-mail: g\_shu@tut.by

<sup>20</sup> Svetlana Shushkevich, Yanka Kupala State University of Grodno, e-mail: spusha@list.ru

<sup>21</sup> Aleksandr Kuts, Yanka Kupala State University of Grodno, e-mail: sadako1983@mail.ru

## MODELOWANIE RZECZYWISTYCH ZAKŁÓCEŃ WYSTĘPUJĄCYCH PODCZAS LOTU NA PODSTAWIE ZAPISÓW REJESTRATORA POKŁADOWEGO

W artykule przedstawiono metodę i wyniki modelowania zakłóceń dla celów obliczeń symulacyjnych w procesie syntezy właściwości pokładowego systemu sterowania statkiem powietrznym. Wykorzystano pomiary w locie do wyodrębnienia zakłóceń będących właściwością układu pomiarowego (szumy pomiarowe) oraz zakłóceń będących efektem oddziaływań zewnętrznych, np. turbulencji atmosferycznej. Opracowane algorytmy pozwalają na symulację działania pokładowego systemu sterowania w warunkach zbliżonych do występujących w rzeczywistym locie.

**Słowa kluczowe:** zakłócenia pomiarowe, sterowanie statkiem powietrznym, obliczenia symulacyjne

## MODELING REAL DISTURBANCES OBSERVED DURING THE FLIGHT ON THE BASIS OF ON-BOARD FLIGHT DATA RECORDING

### Summary

This paper presents the method and results of modeling disturbances for the purposes of simulation computations in the synthesis process of properties of flight-control system. In this method, the in-flight measurements were used for separation of disturbances of measuring system (measuring noise) and external disturbances caused by e.g., atmospheric turbulence. The developed algorithms enable the simulation of on-board control system operation in conditions of real flight.

**Keywords:** disturbances of measurement, aircraft control, simulation computations

**Acknowledgement:** The research project has been partly financed from a grant allocated by the National Centre for Research and Development in Poland for the years 2013-2016. (MYSTERY Project)

DOI: 10.7862/rm.2017.10

*Otrzymano/received:* 12.12.2016

*Zaakceptowano/accepted:* 24.02.2017

---

<sup>22</sup> Autor do korespondencji/corresponding author: Andrzej Tomczyk, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, e-mail: A.Tomczyk@prz.edu.pl

## INITIAL INVESTIGATIONS OF COIL HEAT EXCHANGER UTILIZING WASTE HEAT FROM AIR CONDITIONING SYSTEM

In this paper the selected results of testing of tube coil heat exchanger have been presented. The investigated heat exchanger is designed to preheating domestic warm water with the use of waste heat from air conditioning system. The tested device consists of finned tube coil heat exchanger immersed in the thermal storage tank. The tank is equipped with three heating coils and the cylindrical-shaped temperature stratification system. Two coils use water as a heating medium. The third, double-wall heat exchanger coil is filled with the refrigerant from the air conditioning system. The industrial stand enables the experimental investigations of thermal and flow characteristics of the exchanger. In the paper the authors present the technological scheme of the test stand, specification of components of the stand, research possibilities and the exemplary results of characteristic temperature and pressure measurements.

**Keywords:** tube coil heat exchanger, thermal-flow characteristics, temperature stratification

## BADANIA WSTĘPNE WĘŻOWNICOWEGO WYMIENNIKA CIEPŁA WYKORZYSTUJĄCEGO CIEPŁO ODPADOWE Z SYSTEMU KLIMATYZACJI

### Streszczenie

W pracy przedstawiono wybrane wyniki badań wężownicowego wymiennika ciepła. Testowane urządzenie jest przeznaczone do podgrzania ciepłej wody użytkowej przy użyciu ciepła odpadowego pochodzącego z systemu klimatyzacji. Badane urządzenie stanowi wymiennik ciepła złożony z uźebrowanych wężownic zanurzonych w zbiorniku termicznym. Zbiornik jest wyposażony w trzy wężownice grzejne oraz cylindryczny układ stratyfikacji temperatury. Czynnikiem roboczym w dwóch wężownicach jest woda. Trzeci dwuścienny wężownicowy wymiennik ciepła jest zasilany czynnikiem chłodniczym z układu klimatyzacji. Stanowisko przemysłowe umożliwia przeprowadzenie badań eksperymentalnych charakterystyk cieplno-przepływowych wymiennika. W pracy autorzy przedstawili schemat technologiczny stanowiska badawczego wraz z wykazem i charakterystyką jego poszczególnych elementów. Podano również możliwości badawcze oraz przytoczono przykładowe wyniki pomiarów temperatur i ciśnień charakterystycznych.

**Słowa kluczowe:** wężownicowy wymiennik ciepła, charakterystyki cieplno-przepływowe, stratyfikacja temperatury

DOI: 10.7862/rm.2017.11

*Otrzymano/received: 12.09.2016*

*Zaakceptowano/accepted: 24.11.2016*

---

<sup>23</sup> Autor do korespondencji/corresponding author: Joanna Wilk, Politechnika Rzeszowska, 35-959 Rzeszów, al. Powstańców Warszawy 12, tel.: (17) 8651288, e-mail: joanwilk@prz.edu.pl

<sup>24</sup> Robert Smusz, Politechnika Rzeszowska, e-mail: robsmusz@prz.edu.pl