

Streszczenie

Arkadiusz BEDNARZ¹

Michał KUŹNIAR²

Evgeniy BOLTYNJUK³

TEMPERATURE DISTRIBUTION AS A METHOD OF MEASURING CRACK LENGTH IN FATIGUE TESTS OF COMPRESSOR BLADE

In this paper the experimental results of fatigue analysis of the compressor blade were presented. Temperature distribution as a method of measuring crack length was considered. The blade with the V-notch (which simulates the foreign object damage) was entered into transverse vibration under resonance condition. During investigations both the amplitude of the blade tip displacement and also the crack length were monitored. At the same time the pictures of temperature distribution were taken. In the first part of the work the amplitude-frequency diagrams were obtained for different sizes of cracks. In the investigation, both a number of load cycles to crack initiation and dynamics of the crack growth in the compressor blade subjected to vibrations were determined. An additional original result of the work is the comparison of optically measured crack length and the dimension of the crack length taken from the picture. An important application will be the benefits of the method of measuring the length of the slot with a temperature distribution image. The results presented in this paper have theoretical and practical significance.

Keywords: crack propagation, notch, thermovision, turbine engine, adhesive friction, fatigue life, resonant vibrations

ROZKŁAD TEMPERATURY JAKO METODA POMIARU DŁUGOŚCI PĘKNIĘCIA W TESTACH ZMĘCZENIOWYCH ŁOPATEK SPRĘŻARKI

Streszczenie

W niniejszej pracy przeprowadzono eksperymentalną analizę zmęczeniową łopatki sprężarki lotniczego silnika turbinowego. Rozkład temperatur na łopacie wykorzystano do określenia długości powstałej w trakcie badań szczeliny zmęczeniowej. Łopata z karbem symulującym uszkodzenie obcym obiektem została poddana drganiom poprzecznym w stanie rezonansu. Podczas badań zarówno amplituda przemieszczenia wierzchołka ostrza, a także długość pęknięcia były monitorowane. W tym samym czasie wykonano kamerą termowizyjną zdjęcia rozkładu temperatury. W pierwszej fazie pracy wykresy amplitudowo-częstotliwościowe uzyskano dla różnej wielkości pęknięć. Określono liczbę cykli obciążeń do inicjacji pęknięć, a także dynamikę wzrostu pęknięć w łopacie sprężarki narażonej na drgania. Dodatkowym efektem pracy jest porównanie długości szczelin zmierzonych bezpośrednio na badanej łopacie jak i na obrazie z rozkładami temperatury wokół pęknięcia. Przedstawiono zalety metody pomiaru długości szczeliny z wykorzystaniem zdjęć z kamery termowizyjnej. Wyniki przedstawione w niniejszym artykule mają wartość teoretyczną i praktyczną.

Słowa kluczowe: propagacja pęknięć, szczelina, termowizja, silnik turbinowy, tarcie adhezyjne, trwałość zmęczeniowa, wibracje rezonansowe

DOI: 10.7862/rm.2016.1

Otrzymano/received: 19.01.2016 r.

Zaakceptowano/accepted: 21.03.2016 r.

¹ Autor do korespondencji/corresponding author: Arkadiusz Bednarz, Rzeszow University of Technology, 8 Powstancow Warszawy Av., 35-959 Rzeszow, tel.: (+48) 17 743 2348, e-mail: abednarz@prz.edu.pl

² Michał Kuźniar, Rzeszow University of Technology, e-mail: mkuzniar@prz.edu.pl

³ Evgeniy Boltynjuk, Saint Petersburg State University, e-mail: boltynjuk@gmail.com

ZASTOSOWANIE ALGORYTMÓW INTELIGENCJI OBLICZENIOWEJ DO WYZNACZANIA WŁAŚCIWOŚCI CIEPLNYCH MATERIAŁÓW

W artykule przedstawiono zasadę pomiaru współczynnika przewodzenia ciepła k oraz dyfuzyjności cieplnej a w stanie periodycznie ustalonym (quasi-ustalonym) z zastosowaniem optymalizacji wykorzystującej algorytm inteligencji obliczeniowej do rozwiązania zagadnienia odwrotnego. Prowadzenie pomiarów w stanie periodycznie ustalonym będącym szczególnym przypadkiem stanu nieustalonego pozwala na uwzględnienie zjawisk akumulacji ciepła, a przy tym umożliwia opis przebiegu czasowego wartości temperatury przy użyciu tylko dwóch wielkości: amplitudy T_A i kąta przesunięcia fazowego φ_T oscylacji sygnału temperaturowego. Analiza jednowymiarowego przypadku przewodzenia ciepła w tym stanie posłużyła do wyznaczenia zależności pomiędzy T_A oraz φ_T , a szukanymi wartościami właściwości cieplnych materiału k i a . Procedura okazała się odpowiednia do dokładnego odtworzenia wartości przewodności i dyfuzyjności cieplnej w perspektywie nieprzekraczającej 100 generacji działania algorytmu genetycznego przy populacji liczącej 50 osobników. Zaproponowana metoda charakteryzuje się prostą konfiguracją eksperymentalną oraz stosunkowo niską wrażliwością wielkości mierzonych bezpośrednio na błędy systematyczne, jednak dopiero weryfikacja eksperymentalna pozwoli ocenić jej praktyczną przydatność.

Słowa kluczowe: pomiary cieplne, przewodność cieplna, dyfuzyjność cieplna, optymalizacja, algorytm genetyczny, stan periodycznie ustalony

APPLICATION OF COMPUTATIONAL INTELLIGENCE ALGORITHMS FOR DETERMINING THERMAL PROPERTIES OF MATERIALS

Summary

This paper presents the principle of simultaneous measurement of thermal conductivity k and thermal diffusivity a in steady-periodic state with application of computational intelligence algorithm to solve an inverse problem. Measurement in steady-periodic state being a special case of transient heat transfer allows for taking into account the heat accumulation phenomena. Furthermore, the determination of time-dependent value of temperature is possible based on the two parameters: amplitude T_A and phase angle φ_T of oscillations of temperature signal. The analysis of one-dimensional heat conduction in steady-periodic state allows to obtain the relationship between T_A and φ_T , and the values of thermal conductivity k and thermal diffusivity a . The procedure proved to be suitable for accurate estimation of the values of thermal conductivity and thermal diffusivity in less than 100 generations of genetic algorithm with population of 50 individuals. Simple experimental configuration and relatively low sensitivity of the directly measured values to systematic errors are the advantages of proposed method. However, the experimental verification is required to assess its practical usefulness.

Keywords: thermal measurements, thermal conductivity, thermal diffusivity, optimisation, genetic algorithm, steady-periodic state

DOI: 10.7862/rm.2016.2

Otrzymano/received: 19.10.2015 r.

Zaakceptowano/accepted: 21.03.2016 r.

⁴ Autor do korespondencji/corresponding author: Rafał Gałek, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, tel.: (17) 7432382, e-mail: rafalgalek@prz.edu.pl

PRZEJŚCIE STRUGI SYNTETYCZNEJ W STRUGĘ TURBULENTNĄ

Struga syntetyczna (ang. synthetic jet) jest rodzajem przepływu generowanym przez ścieżkę wirów pierścieniowych wytwarzanych przez generator strugi syntetycznej. Cechą charakterystyczną urządzenia wytwarzającego strugę syntetyczną jest brak zewnętrznego doprowadzenia płynu. Struga syntetyczna powstaje na skutek cyklicznego ruchu tłoka lub membrany wewnątrz komory, która ma jedną lub wiele dysz w ścianie. Struga syntetyczna w bliskiej odległości zbudowana jest z poruszających się wirów pierścieniowych, które dodatkowo zasysają płyn z otoczenia do wewnątrz wiru. Po przekroczeniu pewnej odległości wir rozrasta się zwiększając swoją masę i tracąc spójność przechodzi w przepływ turbulentny. W pracy zaprezentowano wyniki badań eksperymentalnych przejścia strugi syntetycznej w strugę turbulentną.

Słowa kluczowe: struga syntetyczna, struga turbulentna, wir pierścieniowy, generatory przepływu o zerowym wydatku masowym

TRANSITION OF SYNTHETIC JET INTO TURBULENT JET

Summary

Synthetic jet is a type of flow generated by the path of the ring-shaped vortex produced by a generator of synthetic jet. A characteristic feature of the synthetic jet generator is a lack of external supply of fluid. Synthetic jet arises from the cyclic movement of the piston or diaphragm inside the chamber, that has one or more nozzles in the wall. Synthetic jet is made up of moving ring-shaped vortices that also suck fluid into the inside of the vortex from the environment. Beyond a certain distance the vortex grows increasing its mass and losing stability, and then it transfers into a turbulent flow. In this paper the results of the experimental research of synthetic jet's transferring into turbulent jet is presented.

Keywords: synthetic jet, turbulent jet, ring-shaped vortex, zero-net-mass-flux generator

DOI: 10.7862/rm.2016.3

Otrzymano/received: 19.10.2015 r.

Zaakceptowano/accepted: 21.03.2016 r.

⁵ Autor do korespondencji/corresponding author: Paweł Gil, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, Tel. 17 8651288, e-mail: gilpawel@prz.edu.pl

WPLYW KONCENTRACJI NANOCZĄSTEK γ - Al_2O_3 NA WŁAŚCIWOŚCI TERMOFIZYCZNE ELEKTROLITU NA BAZIE NaOH

W artykule zaprezentowano wyniki pomiarów współczynnika lepkości dynamicznej oraz gęstości dla elektrolitu z dodatkiem nanocząstek γ - Al_2O_3 . Ciecżą bazową był wodny roztwór mieszaniny $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ oraz $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ w obecności wodorotlenku sodu jako elektrolitu podstawowego. Stężenie elektrolitu podstawowego wynosiło 1 mol/dm^3 natomiast stężenia $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ (żelazicyjanku potasu) i $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ (żelazocyjanku potasu) wynosiły $0,01 \text{ mol/dm}^3$. Badaną nanocieczą jest płyn modelujący w metodzie prądów granicznych, którą stosuje się do wyznaczania współczynników wymiany masy/ciepła. Nanociecze badane były dla sześciu koncentracji objętościowych nanocząstek tj.: 0,005%, 0,010%, 0,015%, 0,025%, 0,050% oraz 0,1 %.

Słowa kluczowe: nanociecze, lepkość, gęstość, technika elektrolityczna

INFLUENCE OF CONCENTRATION OF γ - Al_2O_3 NANOPARTICLES ON THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF NaOH-BASED ELECTROLYTE

Summary

This paper presents the results of measurements of the dynamic viscosity and the density of the electrolyte with addition of γ - Al_2O_3 nanoparticles. As the supporting fluid an aqueous solution of $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ and $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ in the presence of a sodium hydroxide electrolyte was used. The concentration of the supporting electrolyte was 1 mol/dm^3 whereas the concentration of ferricyanides was 0.01 mol/dm^3 . The tested nanofluid represents modeling fluid in the current limits metod. This method is used for determining the mass/heat transfer coefficients. Nanofluids were tested for six volume concentrations of nanoparticles, i.e. 0.005%, 0.010%, 0.015%, 0.025%, 0.050% and 0.1 %.

Keywords: nanofluids, viscosity, density, electrolytic technique

DOI: 10.7862/rm.2016.4

Otrzymano/received: 19.10.2015 r.

Zaakceptowano/accepted: 21.03.2016 r.

⁶ Autor do korespondencji/corresponding author: Sebastian Grosicki, Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, tel.: (17) 865-13-26, e-mail: sebogr@prz.edu.pl

WPLYW ODSYSANIA MIESZANINY PAROWO-POWIETRZNEJ NA EFEKTYWNOŚĆ PROCESU CHŁODZENIA STRUMIENIEM KROPEL

W pracy przedstawiono budowę stanowiska badawczego, metodykę pomiarów i obliczeń oraz wstępne wyniki badań doświadczalnych procesu chłodzenia podgrzewanej powierzchni strumieniem kropeł wody, gdy powstająca mieszanina parowo-powietrzna jest odsysana z zamkniętej przestrzeni otaczającej grzejnik. Badania przeprowadzono dla trzech wariantów procesu chłodzenia grzejnika tj. przy zastosowaniu bocznego odsysania powstającej mieszaniny przestrzeni nad ogrzewaną powierzchnią, przy odsysaniu tej mieszaniny z wnętrza tej przestrzeni oraz w warunkach, gdy mieszanina powietrzno-parowa nie jest odsysana. Celem pracy jest analiza wpływu miejsca odsysania mieszaniny parowo-powietrznej oraz czasu na intensywność procesu odparowania filmu wodnego. Eksperyment przeprowadzono dla temperatury podgrzewanej powierzchni wynoszącej 90°C. Na podstawie analizy wstępnych wyników badań doświadczalnych oszacowano, że odsysanie mieszaniny parowo-powietrznej z wnętrza przestrzeni zwiększa intensywność odparowania chłodziwa (wody) o około 5÷30%, gdy czas chłodzenia wzrasta trzykrotnie. Zmiana miejsca odsysania mieszaniny parowo-powietrznej nie zmienia istotnie intensywności odparowania filmu wodnego.

Słowa kluczowe: odsysanie, odparowanie, film wodny, odprowadzanie pary, chłodzenie strugą, chłodzenie ścianki

EFFECT OF STEAM-AIR MIXTURE SUCTION ON EFFECTIVENESS OF IT'S COOLING PROCESS BY STREAM OF WATER DROPLETS

Summary

The paper presents test stand, research methodology and preliminary results of an experimental cooling of hot surface by stream of water droplets when the resulting steam-air mixture is sucked - off from the confined space surrounding the heater. Experiments were carried out for three cases of cooling process. In the first case steam-air mixture was sucked off from the confined space over heated surface through the outlet at the lateral surface of glass cover, in the second case mixture was sucked off from the center of the confined space over the hot surface and in the third case mixture in question was not sucked off. The vacuum pump was used for suction of steam-air mixture. The paper is aimed at analysis of effect location of steam-air suction point and time on intensity of water film evaporation. The temperature of the heating plate surface during experiments of 90°C. Based on preliminary analysis of the experimental results it was estimated that suction of vapor - air mixture from the interior of the confined space increases the intensity of cooling fluid (water) evaporation of approximately 5-30%, when the cooling time is increased threefold. Change in location of vapor-air suction mixture point enables to increase the intensity of water film evaporation is too high.

Keywords: suction, evaporation, water film, steam evacuation, spray cooling, surface cooling

DOI: 10.7862/rm.2016.5

Otrzymano/received: 24.11.2015 r.

Zaakceptowano/accepted: 15.03.2016 r.

⁷ Autor do korespondencji/corresponding author: Magdalena Sobczak, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, al. Piastów 17, 70-310 Szczecin, Tel. 91 449 4272, e-mail: magdalena.sobczak@zut.edu.pl

⁸ Zbigniew Zapalowicz, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, e-mail: zbigniew.zapalowicz@zut.edu.pl

BIOMECHANICAL PROPERTIES OF HIP IMPLANT WITH CERAMICS COATING

In this paper the results of investigations of biomechanical properties of transplantation of hip bone with ceramic coating are presented. The finite element analysis of the stress-strain state of the femur bone after hip replacement surgery and full recovery period are carried out. A finite element model of the femur bone is obtained on the basis of tomographic data of 36 years old male patient. A transplant stem with ceramic coating based on A400 lateralized specification was analyzed. Stresses in the intact femur and femur after arthroplasty were determined. The effect of the reduction of bone density as the result of removal of normal stresses by an implant were analyzed. The study serves as a biomechanical basis for development of artificial prostheses and for clinical hip joint replacements.

Keywords: arthroplasty, finite element method, strain-stress state, intact femur, hip transplant, stress shielding

WŁAŚCIWOŚCI BIOMECHANICZNE PRZESZCZEPU KOŚCI BIODROWEJ Z POWŁOKĄ CERAMICZNĄ

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań właściwości biomechanicznych przeszczepu kości biodrowej z powłoką ceramiczną. Przeprowadzono analizę metodą elementów skończonych stanu naprężeń i odkształceń kości udowej po zabiegu wymiany stawu biodrowego i po pełnym okresie rekonwalescencji. Model kości udowej wykorzystany do analizy metodą elementów skończonych otrzymano na podstawie danych termograficznych 36-letniego pacjenta. Analizie poddano rdzeń przeszczepu okryty powłoką ceramiczną na podstawie specyfikacji A400. Wyznaczono naprężenia w kości udowej nienaruszonej i po endoprotezoplastyce. Analizowano wpływ zmniejszenia gęstości kości jako wyniku usunięcia naprężeń normalnych przez implant. Badania stanowią podstawę biomechaniczną do opracowywania sztucznych protez stawu biodrowego i klinicznych wymian połączenia biodrowego.

Słowa kluczowe: endoprotezoplastyka, metoda elementów skończonych, stan naprężeń i odkształceń, kość udowa, przeszczep biodra, osteopenia

DOI: 10.7862/rm.2016.6

Otrzymano/received: 24.02.2016 r.

Zaakceptowano/accepted: 15.03.2016 r.

⁹ Autor do korespondencji/corresponding author: Anastasiya Vinakurava, Rzeszow University of Technology, 8 Powstańców Warszawy Av., 35-959 Rzeszów, tel.: +48 178651555, e-mail: vinakurava@prz.edu.pl

¹⁰ Andrzej Skrzat, Rzeszow University of Technology, e-mail: askrzat@prz.edu.pl

Marta WÓJCIK¹¹
Beata PAWŁOWSKA¹²
Feliks STACHOWICZ¹³

RECYCLING OF AUTOMOTIVE CATALYTIC CONVERTERS WITH APPLICATION OF MAGNETO-HYDRODYNAMIC PUMP

The automotive catalytic converter is a part of exhaust system in vehicles, which reduces the amount of harmful substances in exhaust fumes. The need of using automotive catalytic converters results from rigorous standards for exhaust fumes emissions, called EURO standards. In Poland, there is not any installation designed in order to recycle worn out automotive catalytic converters. Catalytic converters are purchased by individual entrepreneurs and exported abroad. This article presents a solution of recycling of catalytic converters which can recover precious metals contained in catalytic converters. This article also characterizes automotive catalytic converters and reviews the standards of exhaust fumes emission.

Keywords: automotive catalytic converters, EURO standards, magneto-hydrodynamic pump, recycling

RECYKLING KATALIZATORÓW SAMOCHODOWYCH Z ZASTOSOWANIEM POMPY MAGNETO-HYDRODYNAMICZNEJ

Streszczenie

Katalizator samochodowy jest częścią układu wydechowego w pojazdach, montowany w celu zmniejszenia ilości szkodliwych substancji zawartych w spalinach. Konieczność stosowania katalizatorów samochodowych nakazują rygorystyczne normy w zakresie emisji spalin, zwane EURO normami. Zużyte katalizatory są cennym źródłem platyny. Obecnie zużyte katalizatory są przetwarzane przy zastosowaniu metod metalurgii ogniowej lub hydrometalurgii. W Polsce nie ma żadnej instalacji zaprojektowanej w celu recyklingu zużytych katalizatorów samochodowych - zużyte katalizatory są odkupowane przez indywidualnych przedsiębiorców i eksportowane za granicę. W artykule przedstawiono charakterystykę katalizatorów samochodowych oraz przegląd standardów emisji spalin, jak również rozwiązanie recyklingu katalizatorów, które pozwala odzyskać metale szlachetne zawarte w katalizatorach.

Słowa kluczowe: katalizatory samochodowe, normy EURO, pompa magneto-hydrodynamiczna, recykling

DOI: 10.7862/rm.2016.7

Otrzymano/received: 24.02.2016 r.

Zaakceptowano/accepted: 15.03.2016 r.

¹¹ Autor do korespondencji/corresponding author: Marta Wójcik, Politechnika Rzeszowska, 8 Powstańców Warszawy Av., 35-959 Rzeszów, tel.: (17) 865 1507, e-mail: martawojcik@onet.eu

¹² Beata Pawłowska, Politechnika Rzeszowska, e-mail: bpaw@prz.edu.pl

¹³ Feliks Stachowicz, Politechnika Rzeszowska, e-mail: stafel@prz.edu.pl