

STRESZCZENIA REFERATÓW

51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących

Bielany Wrocławskie

15 - 17 października 2024



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Holistyczne podejście do generowania, raportowania i archiwizowania danych z badań nieniszczących na przykładzie platformy Inspection Works

**A holistic approach to Industrial Inspection data management
on the example of the Inspection Works platform**

Autor: Paweł Stasiak

Everest Polska Sp. z o.o.

Streszczenie

InspectionWorks to bezpieczne rozwiązanie do zarządzania danymi z inspekcji w chmurze. Struktura danych i metadanych ułatwia wyszukiwanie, przeglądanie, analizowanie i raportowanie, a jednocześnie umożliwia współpracę i udostępnianie danych innym użytkownikom lub programom.

Przedstawimy kompletny work flow od etapu przygotowania i przeprowadzenia badań wizualnych, z funkcją przesyłania wyników w czasie rzeczywistym bezpośrednio z wideo-boroskopu, poprzez automatyczne raportowanie, udostępnianie i analizę zgromadzonych wyników. Omówimy zakres stosowalności platformy i dostępnych narzędzi w tym modeli analitycznych AI do automatycznego przeszukiwania zgromadzonych danych pod kątem wykrywania typowych nieciągłości.

Abstract

InspectionWorks is a secure, cloud inspection data management solution. The data and meta-data structure make it easy to search, view, analyze and report while enabling collaboration and sharing with other users or software.

We will present a complete workflow from the stage of preparation and conducting visual tests, with the function of sending results in real time directly from the video borescope, through automatic reporting, sharing and analysis of collected results. We will discuss the scope of applicability of the platform and available tools, including AI analytical models for automatic checking of collected data for detection of typical discontinuities.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Analiza możliwości wykorzystania resztkowego pola magnetycznego do wykrywania przyklejeń w złączach spawanych stali S235JR

**Analysis of the possibility of applying a residual magnetic field
for lack of fusion detection in welded joints of S235JR steel**

Autorzy: Arkadiusz Złocki, Maciej Roskosz, Tomasz Krakowski

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była weryfikacja możliwości wykrywania jednych z najgroźniejszych wad złączy spawanych jakimi są przyklejenia na podstawie pomiarów i analiz rozkładów resztkowego pola magnetycznego. Jako metodę odniesienia, dającą rzeczywisty obraz niezgodności spawalniczych występujących w próbkach zastosowano metodę radiograficzną. W pomiarach pola magnetycznego wykorzystano dwa rodzaje czujników, czujnik transduktorowy oraz czujnik magnetoimpedacyjny. Dla każdego z nich została opracowana i zastosowana procedura kalibracji. W wyniku pomiarów otrzymano rozkłady resztkowego pola magnetycznego. Na ich podstawie określono rozkłady gradientów oraz gradientów względnych. Porównanie otrzymanych wyników z radiogramami wykazało możliwość detekcji przyklejeń na podstawie obrazów magnetycznych złączy spawanych. Dodatkowo wykazano możliwość zastosowania obydwu rodzajów czujników pola magnetycznego do magnetycznego obrazowania przyklejeń w złączach spawanych.

Abstract

The purpose of the conducted research was to verify the possibility of detecting one of the most dangerous defects in welded joints, which are lack of fusion, on the basis of measurements and analysis of residual magnetic field distributions. Radiographic method was used as a reference method, giving a real picture of welding imperfections occurring in the samples. Two types of sensors, a fluxgate sensor and a magnetoimpedance sensor, were used in magnetic field measurements. A calibration procedure was developed and applied for each of them. Residual magnetic field distributions were obtained from the measurement results. Based on these, the distributions of gradients and relative gradients were determined. Comparison of the obtained results with radiographs showed the possibility of detecting lack of fusion on the basis of magnetic images of welded joints. In addition, the possibility of using both types of magnetic field sensors for magnetic imaging of lack of fusion in welded joints was demonstrated.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Wykorzystanie wielodomenowej analizy szumu Barkhausena do oceny degradacji stali wywołanej wodorem

Use of multidomain analysis of magnetic Barkhausen noise for the evaluation
of hydrogen-induced degradation of steel

Autorzy:

Grzegorz Psuj¹, Michał Maciusowicz¹, Cesar G. Camerini², Gabriela R. Pereira²

¹ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Elektryczny, Szczecin,

² Federal University of Rio de Janeiro, Department of Metallurgical and Materials Engineering,
Rio de Janeiro

Streszczenie

W referacie przedstawiono wyniki badań nad możliwością wykrycia degradacji stali nierdzewnej wywołanej wodorem poprzez obserwację zmian w oparciu o analizę wielodomenową magnetycznego szumu Barkhausena. Dotychczasowe badania z zastosowaniem efektu Barkhausena wykazały dużą zmianę przebiegu zjawiska w wyniku postępu procesu degradacji wodorowej stali. Ze względu na złożony charakter zmian w przebiegu szumów Barkhausena, w pracy wykorzystano analizę wielodomenową reprezentacji mierzonych sygnałów, bazującą na analizie sygnałów w domenie czasu, częstotliwości i czas-częstotliwość. Umożliwiło to szeroką charakterystykę różnych aspektów uzyskiwanych rozkładów sygnałów poprzez ocenę wielu cech. W pracy przedstawiono i przedyskutowano wyniki badań, a zastosowany sposób analizy umożliwia wyraźną obserwację postępu procesu zniszczenia stali wywołanego wodorem.

Abstract

The paper presents the results of research on the possibility of detecting hydrogen-induced degradation of stainless steel by observing changes based on multidomain analysis of magnetic Barkhausen noise. Previous studies using the Barkhausen effect have shown a significant change in the course of the phenomenon as a result of the progress of the hydrogen degradation process of steel. Due to the complex nature of changes in the Barkhausen noise bursts, the study used a multi-domain analysis of the representation of the measured signals, based on the analysis of signals in the time, frequency and time-frequency domains. This enabled a wide characterisation of different aspects of the obtained signal distributions by assessing multiple features. The paper presents and discusses the results of the research. The used method of analysis allows for clear observation of the progress of the hydrogen-induced steel failure process.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Nieniszcząca metoda charakteryzowania warstw azotowanych w stali 42CrMo4 z wykorzystaniem techniki amplitudowo-częstotliwościowej prądów wirowych

Non-destructive method of characterizing nitrided layers in the 42CrMo4 steel using the amplitude-frequency technique of eddy currents

Autorzy: Adam Kondej¹, Dominik Kukla^{1,2}, Piotr Wach¹, Andrzej Zagórski³

¹ Sieć Badawcza Łukasiewicz – Warszawski Instytut Technologiczny

² Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk

³ Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej

Streszczenie

Celem pracy było zbadanie możliwości zastosowania metody prądów wirowych, techniki pomiaru amplitudy napięcia i częstotliwości rezonansowej, do nieniszczącej oceny grubości przypowierzchniowej warstwy azotków żelaza w stali 42CrMo4 po azotowaniu gazowym. Zakres pracy obejmował wykonanie próbek badawczych, badania składu chemicznego, pomiary chropowatości powierzchni, rozkłady twardości metodą Vickers'a oraz pomiary grubości warstw azotków na zgięciach poprzecznych, analizę składu fazowego metodą dyfrakcji rentgenowskiej, badania warstw azotków metodą prądów wirowych, analizę korelacji wyników badań niszczących z nieniszczącymi. Główną aparaturę badawczą stanowił Wirotest M2 z głowicą powierzchniową 25 kHz. Do oceny grubości warstwy azotków dokładniejsza jest analiza amplitudy napięcia niż częstotliwości rezonansowej. Wirotest M2 może znaleźć zastosowanie w kontroli jakości stalowych części po azotowaniu gazowym do wykrywania przypowierzchniowej warstwy azotków żelaza oraz pomiaru jej grubości.

Abstract

The aim of this work was to investigate the possibility of using the eddy current method, a technique for measuring voltage amplitude and resonant frequency, for non-destructive assessment of the thickness of the near-surface layer of iron nitrides in 42CrMo4 steel after gas nitriding. The scope of the work included preparation of test samples, chemical composition tests, surface roughness measurements, hardness distribution using the Vicker's method and measurements of the thickness of nitrided layer on cross-sections, X-ray phase composition analysis, testing of nitrided layer using the eddy current method, analysis of the correlation of the results of destructive and non-destructive tests. The main research apparatus was the Wirotest M2 with a 25 kHz surface measuring head. The analysis of the voltage amplitude is more accurate, than the resonant frequency, in assessing the thickness of nitrides layer. The Wirotest M2 can be used in quality control of steel parts after gas nitriding, to detect the surface layer of iron nitrides and to measure its thickness.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Możliwości obrazowania hiperspektralnego oraz głębokich sieci neuronowych w zadaniu klasyfikacji na poziomie pojedynczych pikseli

Capabilities of hyperspectral vision and deep neural networks in pixel-level classification task

Autorzy: Konrad Jaworski¹, Łukasz Pieczonka²

¹ AGH University of Krakow, King Abdullah University of Science and Technology (KAUST)

² AGH University of Krakow

Streszczenie

Obrazowanie hiperspektralne (HSI) łączy w sobie technologie pozwalające na równoczesną akwizycję danych przestrzennych oraz spektralnych w zakresie określonych długości fal elektromagnetycznych. Otrzymujemy w ten sposób trójwymiarowe zbiory danych HSI pozwalające na uchwycenie fundamentalnych charakterystyk chemicznych oraz biofizycznych obserwowanych obiektów na poziomie pojedynczych pikseli. Technologia ta jest z powodzeniem stosowana w obszarach takich jak rolnictwo czy monitorowanie środowiska, ale jej wykorzystanie w badaniach nieniszczących (NDT) jest nadal ograniczone i wymaga dalszych prac badawczo rozwojowych. Dotyczy to zwłaszcza etapu analizy i interpretacji danych. Obrazy HSI zawierają ogromną ilość danych, które mogą być analizowane za pomocą głębokich sieci neuronowych (DNN). Badania nieniszczące z użyciem HSI oraz DNN są jednak niezwykle wymagające, między innymi ze względu na brak dostępnych baz oznaczonych danych uczących, na których można uczyć i testować DNN. W niniejszej pracy przedstawiamy efekty badań laboratoryjnych, które stanowią krok w kierunku rozwiązania tego problemu poprzez przeprowadzenie szeregu badań eksperymentalnych na próbkach testowych oraz metodologii analizy zgromadzonych danych opartej na różnych rodzajach głębokich sieci neuronowych.

Abstract

Hyperspherical imaging (HSI) combines technologies that allow simultaneous acquisition of spatial and spectral data in specific electromagnetic wavelengths. In this way, we obtain three-dimensional HSI data sets that allow us to capture the fundamental chemical and biophysical characteristics of observed objects at the level of individual pixels. This technology is successfully used in areas such as agriculture or environmental monitoring, but its use in non-destructive testing (NDT) is still limited and requires further research and development work. This applies especially to the stage of data analysis and interpretation. HSI images contain a vast amount of data that can be analyzed using deep neural networks (DNNs). However, non-destructive testing using HSI and DNNs is extremely demanding due to the lack of available databases of labeled training data on which DNNs can be trained and tested, among other reasons. In this paper, we present the results of laboratory research, which is a step towards solving this problem by conducting a series of experimental studies on test samples and a methodology for analyzing the collected data based on different types of deep neural networks.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Planowanie trajektorii kroczącego robota inspekcyjnego

Planning the trajectory of a quadruped inspection robot

Autorzy: Joanna Koszyk, Bartosz Hyla, Łukasz Pieczonka, Łukasz Ambroziński

Katedra Robotyki i Mechatroniki, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Streszczenie

Rosnący stopień skomplikowania eksploatowanych instalacji przemysłowych wymagających dozoru i monitorowania przy jednoczesnym wzroście kosztów prowadzenia prac inspekcyjnych wymusza wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań. Roboty mobilne mogą zostać przystosowane do wykonywania badań nieniszczących skutkując zwiększeniem wydajności, minimalizacją błędów oraz zmniejszeniem kosztów. Roboty kroczące mogą poruszać się w środowiskach, gdzie występują nierówności terenu, w tym schody, co sprawia, że są lepiej dostosowane do pracy w zakładach przemysłowych niż roboty kołowe.

W tej pracy przedstawiono zastosowanie robota kroczącego wyposażonego w kamerę akustyczną, kamerę termowizyjną oraz czujnik LiDAR, który dokonał automatycznej detekcji anomalii termicznych i akustycznych. Badanie to przeprowadzone zostało poprzez zaplanowanie autonomicznej misji z przerwaniem przy detekcji podwyższonej temperatury i nadmiernej emisji hałasu. Podczas przerwania robot nakierowywał czujniki na wykryty obiekt regulując i stabilizując pozę robota. Na zaplanowanej trasie dokonano akwizycji danych pomiarowych z czujników zamontowanych na robocie, a mapa środowiska została zebrana metodą LeGO-LOAM.

Przeprowadzone badanie pozwoliło na zweryfikowanie możliwości zastosowania autonomicznego systemu w środowisku niedostosowanym do robotów poruszających się na kołach. Dzięki stworzeniu mapy badanego środowiska inspekcja może być prowadzona okresowo bez nadzoru operatora, który otrzymuje alarmy tylko w sytuacji wykrycia niezgodności.

Abstract

The growing complexity of exploited industrial sites requiring supervision and monitoring with increasing costs of conducting inspection works calls for the introduction of innovative solutions. Mobile robots can be adapted to perform nondestructive testing resulting in an efficiency increase, error minimization, and cost reduction. Quadruped robots can walk in environments where uneven ground including stairs occurs, which makes them more suited than wheeled robots to work in industrial establishments.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących

15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

In this study, the application of the quadruped robot equipped with an acoustic camera, a thermal camera and a LIDAR sensor to perform thermal and acoustic anomaly detection has been presented. The study was carried out by planning the autonomous mission with interruptions when increased temperature and noise emissions were detected. During the interruption, the robot was positioning the sensors towards the detected object by regulating and stabilizing the robot's pose. On the planned path, the data was acquired from the sensors installed on the robot and the map of the environment was obtained with LeGO-LOAM method.

A conducted study verified the possibilities of autonomous system implementation in a field not adjusted to robots moving on wheels. Creating the map of the inspected area, inspection can be carried out periodically without the operator's supervision who receives alarms only in case of anomaly detection.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Automatyzacja oceny wskazań dla uszkodzeń w konstrukcjach kompozytowych

Automation of assessment of damage indications in composite structures

Autorzy: Krzysztof Dragan, Piotr Synaszko
Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

Streszczenie

Zastosowanie zautomatyzowanych systemów pomiarowych w badaniach nieniszczących umożliwiło prezentację danych w formie obrazowej w różnych trybach wizualizacji, co zwiększa zdolności analizy danych. Taki podejście pomiarowe umożliwia wykonywanie dokładniejszych i szybszych badań, a także przechowywanie danych w postaci cyfrowej o określonym formacie. Taki sposób realizacji badań umożliwia również porównywanie danych i śledzenie rozwoju uszkodzeń lub stanu technicznego badanych elementów w czasie. Jest to szczególnie ważne w przypadku diagnostyki struktur kompozytowych. Funkcje szacowania wielkości uszkodzeń, a także określanie głębokości ich położenia (w zależności od metody pomiarowej) umożliwiają identyfikację rodzaju uszkodzenia. Jednak w zależności od ilości uszkodzeń, ich kształtu oraz doświadczenia osoby wykonującej pomiar, uzyskane wyniki oceny wielkości uszkodzeń mogą się różnić. Wykorzystanie metod automatyzacji danych umożliwia obiektywne podejście oparte na kryteriach sygnałowych do analizy sygnałów, w tym wykorzystanie funkcji progowania sygnału do oceny uszkodzeń. Artykuł przedstawia podejście, które może być wykorzystane do automatycznego wykrywania szeregu uszkodzeń lub obiektów o złożonych kształtach, gdzie ocena uszkodzenia przy użyciu metod opartych na opisie geometrii sferycznych lub cylindrycznych może być wyzwaniem

Abstract

The use of automated measurement systems in non-destructive testing has enabled data to be presented in visual formats with various modes of visualization, enhancing data analysis capabilities. This measurement approach allows for more accurate and faster testing, as well as the storage of data in digital format with specified parameters. Such an approach also facilitates data comparison and the monitoring of damage development or the technical condition of examined elements over time. This is particularly important for the diagnostics of composite structures. Functions that estimate damage size and determine its depth (depending on the measurement method) enable the identification of damage type. However, depending on the number of damages, their shape, and the experience of the person conducting the measurement, the results of damage size assessment may vary. The use of data automation methods allows for an objective, signal-based approach to signal analysis, including the use of signal thresholding functions to assess damage. The article presents an approach that can be applied to the automatic detection of various types of damage or objects with complex shapes, where damage assessment using methods based on spherical or cylindrical geometry descriptions may pose a challenge.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

System Corrosion Health Monitoring (CHM) zastosowany na statkach powietrznych

Corrosion Health Monitoring (CHM) system used on aircraft

Autorzy: Patryk Ciężak¹, Piotr Synaszko¹, Krzysztof Dragan¹, Andrzej Leski², Fritz Friedersdorf³, Lourdes Vazquez Gomez⁴, Luca Mattarozzi⁴, Alessandro Benedetti⁴

¹ Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

² Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa

³ Luna Labs USA

⁴ Italian National Research Council

Streszczenie

Niniejszy artykuł przedstawia system „Monitorowania Stanu Korozyjnego” (ang. Corrosion Health Monitoring, CHM) wdrożony w sektorze lotnictwa. Siły Powietrzne RP corocznie przeznaczają znaczne środki finansowe na inspekcje, identyfikację oraz naprawę uszkodzeń wynikających z korozji statków powietrznych, co podkreśla znaczenie optymalizacji czasu i kosztów obsługi technicznej. System CHM odgrywa kluczową rolę w tym procesie, obniżając koszty utrzymania oraz wspierając realizację programu CPCP (ang. Corrosion Prevention and Control Program). W celu podniesienia poziomu bezpieczeństwa, dostępności oraz efektywności operacyjnej statków powietrznych, Siły Powietrzne RP korzystają z prototypowego systemu monitorowania zainstalowanego na platformie śmigłowca.

Systemy monitorowania korozji statków powietrznych dokonują kwantyfikacji parametrów środowiskowych oraz tempa korozji materiałów referencyjnych. Kluczowym elementem tych systemów są również równania przekształcające sygnały z czujników w miary tempa utraty masy, co umożliwia precyzyjną ocenę procesów korozyjnych.

Artykuł prezentuje metodyczne podejście do wdrożenia systemu Monitorowania Stanu Korozyjnego (CHM). Szczegółowo omawia proces selekcji oraz dobór czujników dedykowanych do systemu CHM, wraz z uzasadnieniem ich wyboru. W pracy opisano, które z wybranych czujników zostały już zainstalowane na statku powietrznym, a także wskazano te, które są planowane do dalszej instalacji. Autorzy dokonują analizy lokalizacji montażu czujników na strukturze statku powietrznego, ze szczególnym uwzględnieniem bezprzewodowego monitorowania korozji w celu oceny stanu strukturalnego konstrukcji lotniczych. Przedstawione zostaną również dane empiryczne uzyskane z przeprowadzonych badań. Ponadto, autorzy przedstawiają analizę korelacji pomiędzy danymi uzyskanymi z czujników korozyjnych zainstalowanych na statku powietrznym a danymi pochodzącymi z Testowego Miejsca Korozji Atmosferycznej. Proces ten jest kluczowy dla dokładnej oceny korozyjności atmosfery, co w przyszłości umożliwi opracowanie precyzyjnego modelu korozyjności.

Abstract

This article presents the "Corrosion Health Monitoring" (CHM) system implemented in the aviation sector. The Polish Air Force annually allocates significant financial resources to the inspection, identification, and repair of corrosion-related damage to aircraft, underscoring the importance of optimizing maintenance time and costs. The CHM system plays a key role in this process, reducing maintenance costs and supporting the implementation of the Corrosion Prevention and Control Program (CPCP). To enhance safety, availability, and operational efficiency of aircraft, the Polish Air Force utilizes a prototype monitoring system installed on a helicopter platform.

Aircraft corrosion monitoring systems quantify environmental parameters and the corrosion rate of reference materials. A crucial component of these systems is the set of equations that convert sensor signals into mass loss rate measurements, enabling precise assessment of corrosion processes.

The article presents a methodological approach to the implementation of the Corrosion Health Monitoring (CHM) system. It discusses in detail the process of selecting and configuring sensors dedicated to the CHM system, along with justifications for their selection. The paper outlines which of the selected sensors have already been installed on an aircraft and identifies those planned for future installation. The authors analyze the sensor installation locations on the aircraft structure, with particular emphasis on wireless corrosion monitoring to assess the structural integrity of aviation constructions. Empirical data obtained from conducted tests will also be presented. Furthermore, the authors will provide an analysis of the correlation between the data obtained from corrosion sensors installed on the aircraft and data from the Atmospheric Corrosion Test Site. This process is crucial for the accurate assessment of atmospheric corrosivity, which will enable the development of a precise corrosivity model in the future.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Przetwarzanie i archiwizacja danych pomiarowych w badaniach

Processing and archiving measurement data in automated tests

Autorzy: Piotr Synaszko, Krzysztof Dragan

Institut Techniczny Wojsk Lotniczych

Streszczenie

Automatyzacja produkcji i prac obsługowych wymaga łączenia wiedzy z wielu dziedzin. W przypadku badań nieniszczących stosowanie systemów zautomatyzowanych generuje wyzwania związane z geometrią badanych wyrobów. Autorzy w prezentacji przedstawili propozycję rozwiązania problemu niezachowania równoległości głowicy phased array względem badanego obiektu wraz z wynikami testów. Kolejny wątek związany z automatyzacją badań to archiwizowanie i prezentacja wyników. Autorzy wprowadzili bliźniaka cyfrowego w postaci interaktywnej bazy wyników badań nieniszczących z wykorzystaniem modelu 3D.

Abstract

Automation of production and maintenance tasks requires the integration of knowledge from various fields. In the case of non-destructive testing, the use of automated systems presents challenges related to the geometry of the tested products. In their presentation, the authors proposed a solution to the problem of maintaining parallelism between the phased array probe and the tested object, along with test results. Another aspect of the automation of testing is the archiving and presentation of results. The authors introduced a digital twin in the form of an interactive database of non-destructive testing results using a 3D model.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Analiza pracy pod obciążeniem stalowego materiału rurociągów gazowych z wykorzystaniem metody emisji akustycznej

Analysis of the performance of steel gas pipeline material under load using the acoustic emission method

Autorzy: Grzegorz Świt, Anna Adamczak-Bugno, Aleksandra Krampikowska

Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, Wydział Budownictwa i Architektury, Katedra Wytrzymałości Materiałów i Diagnostyki Konstrukcji

Streszczenie

Referat dotyczy eksperymentalnej analizy procesu obciążania i pęknięcia próbek gładkich i z ostrym korbem typu V pobranych z rurociągów do transportu gazu, z wykorzystaniem metody emisji akustycznej (EA). Celem badań było ustalenie korelacji pomiędzy mechanizmami zniszczenia próbek jednoosiowo rozciąganych, a charakterystykami sygnałów emisji akustycznej. Próby obejmowały materiały z dwóch różnych prostoliniowych odcinków rur: po długotrwałej eksploatacji oraz nowy nieeksploatowany wcześniej. Wyniki analizy sygnałów EA metodą grupowania k-means umożliwiły identyfikację parametrów sygnałów EA charakterystycznych dla różnych etapów procesu niszczenia materiału. Badania te wprowadzają nowe perspektywy dla monitorowania bezpieczeństwa eksploatacji sieci rurociągowych, oferując metodykę bazującą na zaawansowanej analizie sygnałów emisji akustycznej. Rezultaty te mają istotne znaczenie dla przemysłu rurociągowego, oferując potencjał dla poprawy systemów bezpieczeństwa i skuteczniejszego zarządzania integralnością infrastruktury gazowej.

Abstract

The paper concerns the experimental analysis of the loading and fracture process of smooth and V-notched samples taken from gas pipelines, using the acoustic emission (AE) method. The aim of the research was to establish the correlation between the destruction mechanisms of uniaxially stretched samples and the characteristics of acoustic emission signals. The tests included materials from two different straight pipe sections: after long-term operation and a new, previously unused one. The results of the AE signal analysis using the k-means clustering method allowed the identification of AE signal parameters characteristic for different stages of the material destruction process. This research introduces new perspectives for monitoring the safety of pipeline network operation, offering a methodology based on advanced analysis of acoustic emission signals. These results are of significant importance to the pipeline industry, offering the potential for improving safety systems and more effective management of the integrity of gas infrastructure.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Metody diagnostyczne wykorzystywane w kontroli jakości produkcji układu chłodzenia tokamaka reaktora fuzji termojądrowej w programie ITER

**Diagnostic methods used in quality control of production
of the tokamak fusion reactor cooling system in the ITER program**

Autor: Tomasz Mucha^{1,2}

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

² Altrad Babcock Europe S.A.

Streszczenie

Celem pracy był przegląd metod diagnostycznych wykorzystywanych w kontroli jakości produkcji wodnego układu chłodzenia tokamaka reaktora fuzji termojądrowej w programie ITER. W ramach działań prototypowych dla wybranej części układu chłodzenia zaproponowano system badawczy mający na celu uzyskanie klasy jakości na poziomie 1 ze względu na stopień krytyczności potencjalnej awarii i brak możliwości bezzwłocznego oraz bezpiecznego sposobu naprawy. Wśród wybranych badań znajdują się metody wynikające z obowiązujących norm oraz rozszerzone o wymagania klienta: badania wizualne, penetracyjne, radiograficzne, ultradźwiękowe, pomiar rezystancji izolacji elektrycznej, badanie przewodności cieplnej, próby zmęczeniowe, test na ścinanie, hydrauliczna oraz helowa próba szczelności. W ramach kontroli jakości na etapie produkcji spełniamy w chwili obecnej wymagania wszystkich wymienionych powyżej testów.

Abstract

The aim of the study was to review diagnostic methods used in quality control of the water cooling system production for the tokamak of the nuclear fusion reactor within the ITER program. As part of prototyping efforts for a selected part of the cooling system, a testing system was proposed to achieve quality class 1 due to the criticality of potential failure and the lack of an immediate and safe method for repair. The selected tests include methods based on existing standards, extended by customer requirements: visual inspections, penetrant testing, radiographic testing, ultrasonic testing, electrical insulation resistance measurement, thermal conductivity testing, fatigue tests, shear tests, hydraulic and helium leak tests. At the production stage, the current quality control meets the requirements of all the aforementioned tests.



Analiza możliwości wykorzystania pasywnej metody magnetycznej w wykrywaniu niezgodności w złączach spawanych ze stali X2CrNiMo17-12-2

Analysis of the feasibility of using the passive magnetic method in detecting imperfections in welded joints of X2CrNiMo17-12-2 steel

Autorzy: Tomasz Mucha^{1,2}, Maciej Roskosz¹

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

² Altrad Babcock Europe S.A.

Streszczenie

Celem pracy była analiza możliwości wykorzystania pasywnej metody magnetycznej w wykrywaniu niezgodności spawalniczych w złączach rurowych z gatunku stali X2CrNiMo17-12-2 o wymiarach $\phi 48,3$ mm i grubości ścianki 2,77 mm wykonanych techniką spawania łukowego elektrodą nietopliwą w osłonie gazu obojętnego. W ramach prowadzonych badań przygotowano złącza spawane spełniające kryterium poziomu jakości B wg. normy EN-ISO 5817 oraz złącza spawane z niezgodnościami typu: brak przetopu, pęcherze gazowe i kanalikowe, wycieki oraz wtrącenia wolframu. Sygnał diagnostyczny będzie wynikał z oczekiwanej z wykresu Schaefflera obecności ferrytu delta w złączu po procesie spawania. Wykonano badania radiograficzne oraz pomiary wartości składowych własnego magnetycznego pola rozproszenia. Porównanie wyników badań radiograficznych i magnetycznych wykazało, iż w spoinach z niezgodnościami wartość sygnału magnetycznego cechuje się większą zmiennością składowych pola magnetycznego niż w spoinach spełniających kryterium poziomu jakości.

Abstract

The aim of the study was to analyze the potential of using the passive magnetic method to detect welding imperfections in pipe joints made from X2CrNiMo17-12-2 steel with dimensions of $\phi 48.3$ mm and a wall thickness of 2.77 mm, welded using the arc welding technique with a non-consumable electrode in an inert gas shield. The study included the preparation of welded joints that met the quality level B criteria according to the EN-ISO 5817 standard, as well as welded joints with imperfections such as lack of fusion, gas porosity, worm hole, excessive penetration, and tungsten inclusions. The diagnostic signal is expected to arise from the presence of delta ferrite in the joint after the welding process, as predicted by the Schaeffler diagram. Radiographic tests and measurements of the components of the self-magnetic stray field were conducted. The comparison of radiographic and magnetic test results showed that in welds with imperfections, the magnetic signal exhibited greater variability in the magnetic field components than in welds that met the quality level criteria.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Badania nieniszczące kompozytów z wykorzystaniem metody magnetycznego zapisu - MRM (Magnetic Recording Method)

Nondestructive testing of composites using the magnetic recording method - MRM

Autorzy: Tomasz Chady , Ryszard Łukaszuk

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badania próbek polimeru wzmocnionego włóknem szklanym) poddanych obciążeniu rozciągającemu przy użyciu metody zapisu magnetycznego (MRM). MRM można wykorzystać wyłącznie do badania materiałów ferromagnetycznych. W celu badania kompozytów niemagnetycznych paski ferromagnetyczne wykonane ze stali niskowęglowej DC01 zostały przyklejone do powierzchni kompozytu za pomocą kleju. Zaproponowana metoda została przetestowana na sześciu próbkach wykonanych z kompozytu wzmocnianego włóknem szklanym. Procedura badawcza składała się z trzech kroków. W pierwszym kroku pasek metalowy był przyklejany do górnej powierzchni każdej próbki, a magneśnica zawierająca 100 cylindrycznych magnesów trwałych została użyta do zapisania sinusoidalnego wzoru magnetycznego na pasku. Początkowe namagnesowanie szczątkowe było mierzone w drugim kroku, a następnie próbki poddawane zostały naprężeniom statycznym. W trzecim kroku namagnesowanie szczątkowe było mierzone ponownie. Ostatecznie porównywane były wyniki pomiarów uzyskane z drugiego i trzeciego kroku. Zaobserwowano, iż przyłożone naprężenie powoduje istotne zmiany amplitudy i częstotliwości sinusoidalnego wzoru namagnesowania.

Abstract

The paper presents the study results of glass fiber-reinforced polymer samples subjected to tensile loading using the magnetic recording method (MRM). The MRM can only be used to study ferromagnetic materials. In order to study nonmagnetic composites, ferromagnetic strips made of low-carbon steel DC01 were glued to the surface of the composite using an adhesive. The proposed method was tested on six glass fiber-reinforced composite samples. The test procedure consisted of three steps. In the first step, a metal strip was glued to the top surface of each sample, and a magnet array containing 100 cylindrical permanent magnets was used to record a sinusoidal magnetic pattern on the strip. The initial residual magnetization was measured in the second step, and then the samples were subjected to static stress. In the third step, the residual magnetization was measured again. Finally, the measurement results obtained from the second and third steps were compared. It was observed that the applied stress causes significant changes in the amplitude and frequency of the sinusoidal magnetization pattern.



Wpływ magazynowania wełny mineralnej na otwartej przestrzeni na jej przewodność cieplną

Autorzy: Paweł Noszczyk¹, Krzysztof Schabowicz¹, Maria Tunkiewicz²

¹ Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

² Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Geoinżynierii

Streszczenie

W praktyce inżynierskiej częstym problemem jest brak przestrzeni na budowie do odpowiedniego magazynowania materiałów budowlanych. Konsekwencją tego jest przetrzymywanie materiałów budowlanych na otwartych przestrzeniach, gdzie są one narażone na działanie zewnętrznych czynników atmosferycznych. W artykule przeanalizowano przypadek magazynowania wełny mineralnej przez okres 18 miesięcy w warunkach zewnętrznych umiarkowanego klimatu występującego w Polsce. Przebadano 35 próbek pod względem utrzymania deklarowanego przez producenta współczynnika przewodzenia ciepła. Badania wykonano dla materiału o grubości 50 i 80 mm, zbadano również wpływ zafoliowania palet na utrzymanie przewodności cieplnej. Współczynnik przewodzenia ciepła był zmierzony w normowych badaniach nieniszczących przy użyciu aparatu płytowego FOX314. Pomimo działania środowiska zewnętrznego na wełnę mineralną przez okres 18 miesięcy, badania potwierdziły przydatność jej wbudowania w obiekt. Zmierzony współczynnik przewodzenia ciepła zawierał się w określonych przez producenta wartościach granicznych zawartych w kartach technicznych produktów.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Wykorzystanie metod nieniszczących do określenia grubości i wytrzymałości na ściskanie betonowych elementów budynku dostępnych jednostronnie

Autorzy: Tomasz Gorzelańczyk, Krzysztof Schabowicz

Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań określania grubości i wytrzymałości na ściskanie betonowych elementów budynku dostępnych jednostronnie na przykładzie budynku Trzonolinowca zlokalizowanego we Wrocławiu. W badaniach wykorzystano nieniszczącą metodę tomografii ultradźwiękowej oraz metodę sklerometryczną. Z wykorzystaniem metody tomografii ultradźwiękowej określono grubość przedmiotowego trzonu budynku dostępnego jednostronnie. Na podstawie analizy poszczególnych zobrażeń stwierdzono, że grubość betonowej ściany trzonu jest zróżnicowana po wysokości budynku. Przeprowadzone badania wykazały jednoznacznie przydatność metody tomografii ultradźwiękowej do określania grubości elementów betonowych dostępnych jednostronnie. Badania z wykorzystaniem metody sklerometrycznej wykonane na ścianach betonowych trzonu przedmiotowego budynku jednoznacznie wykazały niewielkie zróżnicowanie wytrzymałości na ściskanie betonu. Przeprowadzone badania metodami nieniszczącymi zostały następnie wykorzystane do zbudowania modelu BIM budynku Trzonolinowca oraz posłużyły do obliczeń statyczno-wytrzymałościowych. Wyniki tych obliczeń okazały się bardzo interesujące i wyjątkowo istotne z punktu widzenia dalszego użytkowania tego obiektu.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Wykorzystanie modelowania, technologii BIM i wirtualnej rzeczywistości w badaniach nieniszczących i inwentaryzacji na przykładzie Trzonolinowca

Autorzy: Mateusz Napiórkowski, Mariusz Szóstak, Krzysztof Schabowicz,
Adam Klimek

Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

Streszczenie

W pracy przedstawiono wykorzystanie technologii BIM podczas inwentaryzacji budynku mieszkalnego o nazwie "Trzonolinowiec" znajdującego się we Wrocławiu. Wykorzystanie technologii BIM pozwala na uzyskanie dokładniejszej dokumentacji 2D na podstawie modelu 3D badanego obiektu. W pracy dodatkowo omówiono możliwość rozszerzenia prowadzonej inwentaryzacji o nowe technologie (między innymi skanery laserowe, bezzałogowe statki powietrzne oraz wirtualną rzeczywistość). Skanery laserowe umożliwiają wykonywanie szybkich i dokładnych pomiarów w postaci chmur punktów, na podstawie których możliwe jest wykonywanie dokładnych modeli 3D, a następnie rzutów 2D. Bezzałogowe statki powietrzne umożliwiają inspekcję w miejscach trudno dostępnych oraz wykonywanie chmury punktów (po podłączeniu skanera) elewacji oraz dachu. Z kolei wirtualna rzeczywistość została przedstawiona jako technologia umożliwiająca immersyjne przeglądanie wirtualnego środowiska - modelu 3D. W pracy omówiono zakres przygotowany na potrzeby ekspertyzy oraz możliwe przyszłe kierunki podczas kolejnych inwentaryzacji.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Zastosowanie pomiarów drgań w badaniach nieniszczących

Autor: Jacek Grosel

Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

Streszczenie

W artykule przedstawiono zastosowanie pomiarów drgań w diagnostyce konstrukcji. Opisano teoretyczne podstawy eksperymentalnej analizy modalnej i operacyjnej analizy modalnej. Przedstawiono przykłady zastosowania tych rodzajów analiz modalnych oraz wymieniono i omówiono ich zalety i wady.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Zastosowanie metod badań nieniszczących w ocenie połączeń nierozłącz- nych środków transportu drogowego

Autorzy: Marian Jósko, Dariusz Ulbrich, Jakub Kowalczyk, Daniel Wieczorek

Politechnika Poznańska

Streszczenie

Badania nieniszczące stanowią istotne narzędzie w ocenie połączeń nierozłącznych stosowanych w budowie nowoczesnych środków transportu drogowego. Wśród tych połączeń należy zaliczyć połączenia zgrzewane punktowo, klejowe oraz powłoki z podłożem. W zrealizowanych badaniach wykorzystano metodę ultradźwiękową do oceny jakości przygotowanych połączeń. Badania obejmowały zastosowanie zarówno ultradźwiękowej fali podłużnej, jak i fali powierzchniowej, które propagują w obszarze połączenia i pozwalają na weryfikację ich stanu. Do wykorzystywanych parametrów fali zalicza się amplitudę, czas przejścia fali, liczbę impulsów powrotnych z obszaru połączenia, jak również parametry w zakresie częstotliwości. Uzyskane wyniki stanowią istotną postawę do opracowania metodologii oceny jakości połączeń nierozłącznych stosowanych zarówno na etapie produkcji jak i naprawy karoserii środków transportu drogowego.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Badanie połączeń lutowanych metodą ultradźwiękową

Autorzy: Dariusz Ulbrich, Jakub Jezierski, Marian Jósko,

Politechnika Poznańska

Streszczenie

Lutospoiny znajdują zastosowanie w przemyśle, zwłaszcza motoryzacyjnym do łączenia fragmentów blach karoseryjnych. Dlatego istnieje potrzeba weryfikacji ich jakości, w tym przyczepności blachy do wykonanej spoiny. Badania zrealizowano na próbkach przygotowanych z blachy zimnowalcowanej DC01 o grubości 1 mm, szerokości 25 mm połączonych lutowaną wykonaną z materiału CuSi3Mn1 metodą MIG, przy czym jedynym zmienianym parametrem procesu wytwarzania była indukcyjność - 0%, 50%, 100%. Blachy zostały nałożone na siebie na zakładkę wynoszącą 15 mm. W kolejnym etapie badań wykonano pomiary ultradźwiękowe w miejscu połączenia. Badanie spoiny przeprowadzone zostało przy użyciu defektoskopu ultradźwiękowego USM 35XS, który umożliwił monitorowanie granicy połączenia falą ultradźwiękową podłużną, gdzie następnie rejestrowane były punkty odbicia tej fali, oraz jej amplituda. Zmiany amplitudy fali ultradźwiękowej w obszarze połączenia odniesione do wartości tego parametru dla samej blachy pozwoliły na wyznaczenie modułu ciśnieniowego współczynnika odbicia. Najlepszą przyczepność, czyli najniższą wartość modułu na poziomie 0,38 uzyskano dla próbki wykonanej na nastawie parametru indukcyjności wynoszącym 50%, natomiast najgorszą przyczepnością charakteryzowały się lutospoiny wykonane dla indukcyjności 0% - moduł 0,58. Dla indukcyjności 100% (moduł 0,51) zlokalizowano przetop materiału rodzimego, co nie jest pożądane i może negatywnie wpływać na warstwę cynku chroniącą blachę karoseryjną przed korozją.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Analiza możliwości oceny połączeń klejowych metodami nieniszczącymi

Autorzy: Jakub Kowalczyk, Dariusz Ulbrich, Marian Jósko, Daniel Wieczorek

Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Instytut Maszyn i Pojazdów Samochodowych

Streszczenie

Połączenia klejowe są powszechnie wykorzystywane w budowie obiektów technicznych. Dla przykładu w motoryzacji połączenia klejowe są wykorzystywane do montażu szyby przedniej oraz tylnej, łączenia poszycia elementów karoserii, mocowania zawiasów, emblematów. Mimo, że technologia klejenia jest zaawansowana i jest przedmiotem wielu badań, nadal zdarzają się wady w połączeniach. Wady te, można podzielić na technologiczne i eksploatacyjne. Celem prac była ocena możliwości badania jakości połączeń klejowych metodami nieniszczącymi. Analizie poddano możliwości wykorzystania takich metod jak metoda: wizualna, ultradźwiękowa, termograficzna, rezonansowa oraz holografii optycznej. Przeprowadzone analizy potwierdziły, że metoda ultradźwiękowa umożliwia badania nie tylko w warunkach laboratoryjnych, ale również w warunkach produkcyjnych. Dla metody ultradźwiękowej przeprowadzono próby dla dwóch technik, tj. techniki echa oraz techniki przepuszczana. Ze względu na silne tłumienie klejów, zdecydowanie lepszą techniką jest technika echa. Analizowane sygnały można rozpatrywać zarówno w dziedzinie czasu, jak w dziedzinie częstotliwości.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Badania nieniszczące w szacowaniu nośności historycznych ścian murowanych

Autor: Marcin Szyszka

Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

Streszczenie

Pomimo, iż w ostatnich latach badania nieniszczące poczyniły znaczące i niezaprzeczalne postępy, nadal istnieją obszary inżynierii lądowej, w których ta grupa metod jest wciąż stosunkowo słabo rozwinięta i ograniczona pod względem praktycznych zastosowań. Jednym z takich obszarów są historyczne ściany murowane. Te elementy strukturalne charakteryzują się ogromną różnorodnością technik wznoszenia, rodzajów materiałów, wielkości i kształtu bloków, liczby warstw w przekroju poprzecznym, nieznanymi modyfikacjami na przestrzeni wieków i często ograniczeniami w diagnostyce wynikającymi z ich wartości kulturowej. W takich okolicznościach samo testowanie jest już wyzwaniem, nie wspominając o zbieraniu wiarygodnych i przydatnych danych (w kontekście praktyki inżynierskiej). Niniejszy artykuł krytycznie omawia dostępne metody diagnostyczne, w kontekście potrzeb inżynierskich, dostępnych metod szacowania nośności i wymagania normowe. Stąd, w artykule metody nieniszczące są traktowane jako jeden z etapów procesu oceny bezpieczeństwa zabytkowych murów murowanych. W tym kontekście przedstawiono zalety i wady różnych metod. Szczególny nacisk kładzie się na użyteczność i niezawodność danych uzyskanych w ramach typowych zastosowań inżynierskich, w których czas i zasoby są ograniczone.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Integracja metod badań SEM i emisji akustycznej w nieniszczącej ocenie płyt włóknisto-cementowych poddanych działaniu wysokich temperatur

Autor: Łukasz Zawiaślak

Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

Streszczenie

W artykule zaprezentowano wyniki badań nieniszczących dotyczących oceny płyt włóknisto-cementowych poddanych działaniu wysokich temperatur z wykorzystaniem zintegrowanej metody skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) oraz emisji akustycznej (AE). Włókno-cement, powszechnie stosowany jako materiał elewacyjny w budownictwie, ulega istotnym zmianom mikrostrukturalnym i mechanicznym w wyniku działania wysokich temperatur, szczególnie w kontekście degradacji włókien syntetycznych, takich jak polipropylen (PP) i polialkohol winylowy (PVA). Badania wykazały, że AE umożliwia wczesną detekcję uszkodzeń, takich jak mikropęknięcia czy separacja włókien od matrycy cementowej, nim staną się one widoczne w badaniach SEM. SEM natomiast dostarczył szczegółowych danych na temat uszkodzeń mikrostrukturalnych, takich jak pęknięcia i porowatość. Wyniki potwierdzają, że zintegrowane zastosowanie metod SEM i AE pozwala na dokładniejszą ocenę stanu technicznego płyt włóknisto-cementowych po ekspozycji na wysokie temperatury. Integracja tych metod w przyszłości może umożliwić monitorowanie stanu technicznego elewacji w czasie rzeczywistym, co jest kluczowe dla bezpieczeństwa budynków po pożarach.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Ocena uszkodzeń spowodowanych zginaniem statycznym w strukturze kompozytu z włókna szklanego przy użyciu inspekcji terahercowej

Autorzy: Przemysław Łopato¹, Grzegorz Psuj¹, Michał Herbko¹, Ireneusz Spychalski²

¹ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

² Politechnika Morska w Szczecinie

Streszczenie

Materiały kompozytowe znajdują coraz szersze zastosowanie w nowoczesnym przemyśle i transporcie. Mogą jednak tracić pożądane właściwości mechaniczne z powodu zewnętrznych wzbudzeń mechanicznych, promieniowania ultrafioletowego, penetracji wilgoci lub innych czynników. Dlatego też konieczny jest skuteczny sposób oceny stanu materiałów. W tym artykule przedstawiono nieniszczącą ocenę kompozytu wzmocnionego włóknem szklanym poddanego 5-etapowemu zginaniu statycznemu. Z tego powodu wykorzystano obrazowanie terahercowe ze wzbudzeniem impulsowym i zaproponowano schemat przetwarzania/eksploracji danych. Proponowane nowatorskie podejście składa się z wydajnego algorytmu rejestracji danych opartego na aproksymacji powierzchni (w celu wyeliminowania chropowatości i nierówności powierzchni) oraz schematu parametryzacji zastosowanego do sygnałów uzyskanych z odpowiedzi czasowej warstwy polimeru wzmocnionego włóknem szklanym. Uzyskane parametry umożliwiają globalny opis ocenianego stanu materiału i skuteczne przewidywanie awarii, nawet we wczesnych stadiach zniszczenia.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Przestrajalna metapowierzchnia terahercowa oparta na zmodyfikowanym krzyżu jerozolimskim do oceny cienkich warstw dielektrycznych

Autorzy: Przemysław Łopato¹, Michał Herbko¹, Grzegorz Psuj¹, Andras Kovacs², Ulrich Mescheder^{2,3}

¹ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

² Institute for Microsystems Technology (iMST), Faculty of Mechanical & Medical Engineering, Furtwangen University, Germany

³ Associated to the Faculty of Engineering, University of Freiburg, Germany

Streszczenie

W tym artykule przedstawiono nową metapowierzchnię terahercową opartą na zmodyfikowanym krzyżu jerozolimskim. Geometria podstawowego elementu konstrukcyjnego jest modyfikowana w zależności od jego położenia w matrycy. Zmiana wymiarów zmienia się liniowo w obu ortogonalnych kierunkach x i y , umożliwiając płynne dostrajanie częstotliwości rezonansowej jako funkcji położenia matrycy. Proponowany układ umożliwia dostrajanie częstotliwości rezonansowej w zakresie od 0,44 do 1,24 THz. Proponowana struktura składa się z trzech warstw: krzemu, cienkiej warstwy dwutlenku krzemu i cienkiej warstwy aluminium. Przeprowadzono analizę numeryczną zaprojektowanej metapowierzchni, a następnie zbudowano ją w procesie mikrowytwarzania i dokonano eksperymentalnej walidacji zoptymalizowanych metapowierzchni terahercowych. Uzyskano dobrą zgodność wyników symulowanych i zmierzonych. Proponowana przestrajalna struktura może mieć zastosowanie w ocenie cienkich warstw dielektrycznych.



51. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących
15 - 17 października 2024, Bielany Wrocławskie

Analiza odkształceń w stali 14MoV6-3 jako kluczowy element szacowania mechanizmów pełzania oraz zmęczenia.

Autor: Magdalena Jakubowska

Urząd Dozoru Technicznego

Streszczenie

Współczesne systemy energetyczne, w związku z rosnącą integracją źródeł odnawialnych, wymagają częstych operacji włączenia oraz wyłączenia kotłów energetycznych, co sprawia, że zrozumienie mechanizmów pełzania i zmęczenia oraz ich wzajemnej interakcji jest kluczowe dla oceny trwałości komponentów elektrowni. W niniejszej pracy przedstawiono metodę analizy zmęczeniowej w stalach ferrytycznych, ze szczególnym uwzględnieniem analizy odkształcenia. Przedmiotem badań była stal 14MoV6-3, która została poddana testom zmęczenia niskocyklowego (LCF) oraz kombinowanego zmęczenia z pełzaniem w temperaturze 540°C.

Mikrostrukturalna degradacja podczas cyklicznego obciążenia zwiększa podatność materiału na interakcję pełzania i zmęczenia. Wzrost wartości parametrów analizy EBSD (Electron Backscatter Diffraction), takich jak Kernel Average Misorientation (KAM) oraz Grain Reference Orientation Deviation (GROD), koreluje z deformacją plastyczną i lokalizacją odkształceń, co wskazuje na postępujące uszkodzenia w zakresie od 30% do 100% trwałości zmęczeniowej (N_f). Analiza EBSD, wsparta metodami transmisyjnej mikroskopii elektronowej TEM, pomiarami twardości oraz badaniami synchrotronowymi, wykazała kluczową rolę lokalizacji odkształceń na granicach ziaren ferrytyczno-bainitycznych, przyczyniając się do akumulacji uszkodzeń mikrostrukturalnych oraz wpływając na strukturę dyslokacyjną.

Uzyskane wyniki dostarczają istotnych informacji na temat interakcji pełzania i zmęczenia w stalach ferrytycznych, podkreślając znaczenie analizy odkształceń w ocenie trwałości komponentów elektrowni w nowych warunkach eksploatacyjnych. Wyniki te mają nie tylko znaczenie dla nauki o inżynierii materiałów, ale również istotne implikacje dla sektora energetycznego, podkreślając potrzebę zaawansowanych technik oceny materiałów w kontekście integracji odnawialnych źródeł energii.