



Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich,
Oddział w Gorzowie Wlkp.

Sekcja Badań Materiałowych Klubu POLLAB

**XII Międzynarodowa
Konferencja
Laboratoria Badawcze -
Systemy Jakości
w Unii Europejskiej**

Świeradów Zdrój / Görlitz 2024

Komitet programowo-organizacyjny

Ryszard Bartz

Krzysztof Brunné

Filip Dziezic

Włodzimierz Fleischer

Aleksandra Krawczyk

Holger Seidlitz

Jacek Ślania

Tadeusz Szymczak

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich,

Oddział w Gorzowie Wielkopolskim

Jagiellończyka 17, 66-400 Gorzów Wielkopolski

www.gorzow.simp.pl, E-Mail: gorzow@simp.pl



Patronat honorowy



Sponsorzy



Partnerzy



Partnerzy branżowi



Patroni medialni



Przedmowa

Szanowni Państwo!

witamy Państwa, już po raz 12ty, tym razem w gościnnych Górach Izerskich. Nasza przygoda, nazywana roboczo Konferencją, trwa dalej dzięki uprzejmości naszych partnerów – technicznych i naukowych oraz zaangażowaniu wielu osób życzliwych temu przedsięwzięciu.

Nie bez znaczenia jest też fakt, że ciągle chcecie Państwo uczestniczyć w tym wydarzeniu i dzielić się swoimi projektami, osiągnięciami, ale także problemami.

Przed nami kolejna edycja Konferencji. Co tym razem proponujemy? Sesja techniczna zostanie zrealizowana w ośrodku badawczym TÜV SÜD Rail GmbH Oddział w Görlitz. Przedstawione zostaną badania pojazdów szynowych oraz ich zespołów.

Przed nami wiele godzin wystąpień i referatów, wśród których każdy uczestnik na pewno znajdzie obszar swoich zainteresowań. Przed nami także wiele dyskusji, a może nawet sporów technicznych – bo przecież to one właśnie często okazują się siłą napędową dla innowacyjnych i rozwojowych projektów.

Życzymy Państwu wielu niezapomnianych wrażeń i ciekawych wystąpień, a w przerwach – głębokiego oddechu klimatem podgórskiego uzdrowiska!

W imieniu organizatorów konferencji

Aleksandra Krawczyk

Przewodnicząca Konwentu Sekcji Badań Materiałowych Polskiego Klubu Laboratoriów Badawczych POLLAB

ANMAT

TRADING spol. s r.o.

walter+bai

w+b

Systemy do badań wytrzymałościowych



walter + bai ag
Testing Machines

Industriestrasse 4
CH-8224 Löhningen, Switzerland

Tel. +41 52 687 25 25
Fax +41 52 687 25 20

info@walterbai.com
www.walterbai.com



Grupa Kapitałowa ZREMB-GORZÓW

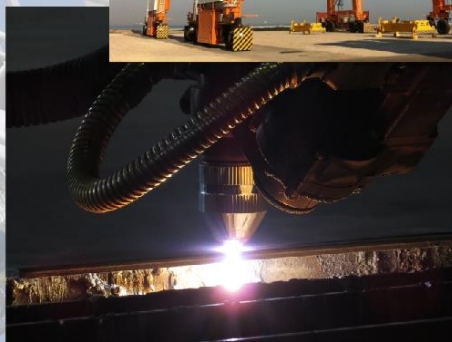
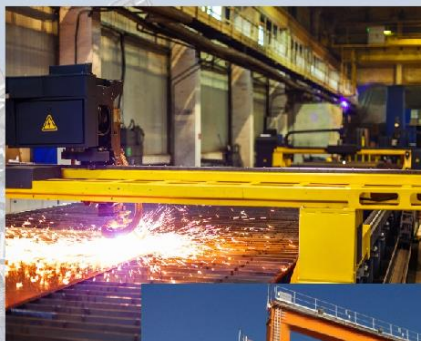


ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY

Jesteśmy jednym z czołowych polskich producentów konstrukcji stalowych spawanych.

Produkcja realizowana jest w ramach działalności dwóch spółek kapitałowych: HOLDING-ZREMB Gorzów S.A. oraz ZREMB-Gorzów sp. z o.o.

Zatrudniamy blisko 400 pracowników w czterech Oddziałach: REMBUD-ZREMB, METPOL-BARLINEK, MEPROZET-DREZDENKO, OCYNKOWNIA-DREZDENKO.



ul. Fabryczna 13-17
66-400 Gorzów Wlkp.
tel.: +48 95 720 82 80

e-mail: info@holding-zremb.pl
e-mail: info@zremb-gorzow.pl
www.grupazremb.com

■ WSPARCIE TECHNICZNE



■ PERSONALIZOWANIE SZKOLENIA
GRUPOWE I INDYWIDUALNE

■ CYKLICZNE SZKOLENIA W RAMACH
AKADEMII CHEMII ANALITYCZNEJ



■ SZKOLENIA I TESTY
W NASZYCH LABORATORIACH
(Kraków, Poznań, Warszawa)

■ WARSZTATY
Z OPROGRAMOWANIEM





shim-pol®

- Chromatografia: GC, GPC, SEC, SFC, UHPLC, LCxLC(MS), on-line SFE-SFC
- Spektrometria mas: GC-MS(MS), LC-MS(MS), QqQ, Q-TOF, HRMS, DDA/DIA-MS/MS, ambient MS (DPIMS, DART)
- Analiza biotechnologiczna: MALDI-TOF(TOF), obrazowanie tkanek IMS, identyfikacja mikroorganizmów, roboty do nanoszenia matryc i enzymów
- Analiza węgla organicznego: TOC, TC, TIC
- Spektrofotometria: UV-Vis, FTIR, RF
- Analiza pierwiastkowa: ICP-MS, ICP-OES, AAS
- Analiza powierzchni: XPS, Auger, UPS, ISS
- Analiza wielkości cząstek
- Fluorescencyjna spektrometria rentgenowska z dyspersją energii: EDX
- Obrazowanie i mikroskopia chemiczna: MS, FTIR, XPS, Auger, iMScope, MALDI-TOF-TOF
- Obrazowanie aktywności mózgu: fNIRS
- Przygotowanie próbek: zateżnienie, osuszanie: TurboVap, DryVap, ekstrakcja SPE i na dyskach
- Urządzenia do ekstrakcji w stanie nadkrytycznym: SFE
- Oprogramowanie chromatograficzne Quality by Design, Analytical Intelligence, Peak Intelligence, biblioteki widm UV-VIS oraz MS
- Maszyny wytrzymałościowe, twardościomierze, ultrazwycie kamery
- Kolumny i akcesoria chromatograficzne

Spis treści

Spis treści	10
prof. dr hab. inż. ANNA DOBRZAŃSKA-DANIKIEWICZ Tendencje rozwojowe w obszarze zaawansowanych materiałów do innowacyjnych zastosowań przemysłowych	12
Dr. STEFAN SOLTYSIAK TÜV SÜD Rail GmbH – Prüfungen für Eisenbahn.....	13
M. Sc. GERNOT RÜPPEL Optische Qualitätskontrolle im Nasswickelprozess mittels Thermografie..	14
M. Sc. DASHQIN TURABOV Dynamische Widerstandsmessungen zur Elektrodenverschleißprognose beim Widerstandspunktschweißen von Aluminium	15
mgr inż. PIOTR MACHAŁA Badania ultradźwiękowe w sektorze utrzymania ruchu kolei – wymagania formalne w Polsce i Niemczech, a możliwości techniczne	16
inż. ALEKSANDRA KRAWCZYK Pomiary wielkości geometrycznych na automatycznej linii do badań obręczy i pierścieni wielkogabarytowych	17
dr inż. ANDRZEJ DUDZIŃSKI Rentgenostrukturalne badania naprężeń własnych w diagnostyce materiałów elementów konstrukcji lotniczych.....	18
mgr inż. ANNA KRUPIŃSKA Charakterystyka mikrostruktury oraz właściwości cieplno-fizycznych kompozytu na osnowie stopu Al-Si z cząstkami SiC oraz C	19
dr inż. ŁUKASZ RAWICKI Badania nieniszczące w obszarze kolejowym.....	20
mgr inż. PIOTR KOWALSKI Oznakowanie części kodami DMC – znaczenie w automotiv – analiza laboratoryjna naniesionego na części kodu, typowe błędy	21
dr hab. inż. TADEUSZ SZYMCZAK, prof. ITS Współczesne materiały konstrukcyjne i ich spoiny w badaniach mechanicznych i zastosowaniu dla przemysłu motoryzacyjnego	22
dr inż. STANISŁAW PAŁUBICKI Badania i ocena złączy spawanych ze stali ferrytyczno- austenitycznej w zależności od energii liniowej procesu	23

prof. dr hab. inż. ŁUKASZ KACZMAREK Technologie wytwarzania i magazynowania energii w układach grafenowych.....	24
mgr inż. KRZYSZTOF BRUNNÉ Stal nierdzewna w energetyce – problemy i doświadczenia	25
mgr inż. EWELINA KIWAŁA Ocena kompetencji laboratoriów w zakresie badań twardości vickersa wg PN-EN ISO 6507-1 na podstawie badań biegiłości organizowanych w ramach działalności sekcji badań materiałowych klubu POLLAB w latach 2017-2023.....	26
mgr inż. MAGDALENA JAKUBOWSKA Analiza odkształceń w ocenie uszkodzeń spowodowanych interakcją pelzanie-zmęczenie w ferrytycznej stali żaroodpornej	28
dr inż. WOJCIECH SZYMAŃSKI Recykling w projektach Centrum Metali Lekkich, Łukasiewicz - IMN na tle kierunków rozwoju przemysłu metali lekkich	29
dr hab. inż. KAZIMIERZ DRABCZYK, prof. inst. Problemy pomiarowe w badaniach parametrów elektrycznych modułów PV	31
dr inż. WOJCIECH MANAJ Znaczenie laboratoriów uznanych dla dozoru technicznego.....	32
mgr JAN PODGÓRSKI Innowacyjne techniki badań nieniszczących dla rozwoju technologii redukcji masy i kontroli jakości w zaawansowanych systemach produkcyjnych dla branży transportowej	33
dr hab. inż. PIOTR KURYŁO, prof. UZ 3D Printing wyzwaniem w rozwoju nowych technologii wytwarzania.....	35
dr inż. ANETA JAKUBUS Analiza udziału austenitu szczątkowego w osnowie ausferrytycznej na podstawie obrazu z mikroskopu cyfrowego	38
inż. FILIP DZIEDZIC Konstrukcyjne materiały hybrydowe i ich badania mechaniczne.....	39

Tendencje rozwojowe w obszarze zaawansowanych materiałów do innowacyjnych zastosowań przemysłowych

PROF. DR HAB. INŻ. ANNA DOBRZAŃSKA-DANIKIEWICZ

Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Mechaniczny

Autor korespondencyjny: anna.dobrzanska.danikiewicz@gmail.com

Streszczenie: Rozwój współczesnej inżynierii materiałowej koncentruje się na materiałach zaawansowanych, rozumianych jako materiały intencjonalnie zaprojektowane tak, aby miały nowe lub ulepszone własności i/lub ukierunkowane na konkretne zastosowanie bądź ulepszone cechy konstrukcyjne, dla uzyskania konkretnej lub ulepszonej funkcjonalności produktu finalnego. Inicjatywa Zaawansowane Materiały 2030 (AMI2030) wychodzi od Manifestu Materiałowego, wzywającego do utworzenia silnego systemu materiałów europejskich dla stymulowania transformacji ekologicznej i cyfrowej, wraz z włączeniem w ten proces społeczeństwa, reprezentowanego wszystkich interesariuszy. Kluczowe działania koncentrujące się na planecie, ludziach i dobrobycie (3P) zostały ujęte w Mapie Drogowej Materiałów 2030. Progresywne grupy materiałów układają się w akronim NIEBO, na co składają się kolejno przedrostki: nano, info, eko, bio i opty. Nowoczesne technologie przetwórstwa materiałów mają być bezpieczne i zrównoważone, co w szczególności oznacza dążenie do tego, by były one elastyczne, zasobooszczędne, pionierskie i odnawialne oraz by tworzyły obieg zamknięty. Surowce krytyczne powinny być zastępowane szerzej dostępnymi i tańszymi substytutami o zbliżonych własnościach. Główne rynki innowacji materiałowych obejmują następujące branże: opiekę zdrowotną, budownictwo, energetykę, transport, chemię gospodarczą i kosmetyki, opakowania, rolnictwo, tekstylia i elektronikę.

Development trends in the advanced materials area for innovative industrial applications

Abstract: The development of modern materials science focuses on advanced materials, understood as materials intentionally designed to have new or enhanced properties and/or targeted or enhanced structural features to achieve specific or improved functionality of the final product. The Advanced Materials 2030 Initiative (AMI2030) emerges from the Materials Manifesto, calling for a strong European Materials system to drive the green and digital transitions, including a society represented by all stakeholders. Key actions focusing on the planet, people and prosperity (3P) are included in the Materials 2030 Roadmap. Progressive groups of materials are arranged in the acronym NIEBO (which in Polish means sky), consists of the following prefixes: nano, info, eco, bio and opti. Modern materials processing technologies are designed to be safe and sustainable, which in particular

means striving to be resilient, resource-efficient, frontier, renewable and circular. Critical raw materials should be replaced by more widely available and cheaper substitutes with similar properties. The main materials innovation markets include branches as following: healthcare, construction, new energies, transport, home & personal care, packing, agriculture, textiles and electronic ones.

TÜV SÜD Rail GmbH – Prüfungen für Eisenbahn

DR. STEFAN SOLTYSIAK,
UWE RÖNSCH
DR. MARTIN WEBHOFER

TÜV SÜD Rail GmbH

Autor korenspondencyjny: stefan.soltysiak@tuvsud.com

Abstract: Die Prüfstelle für Schienenfahrzeuge beschäftigt sich seit vielen Jahrzehnten mit zulassungsrelevanten Tests rund um Schienenfahrzeuge deren Komponenten und Infrastruktur. 2008 hat die TÜV SÜD Rail GmbH die Prüfstelle übernommen. Der Standort in Görlitz ist einer von vier Standorten und beschäftigt sich hauptsächlich mit der Durchführung von Komponententest.

Diese quasi-statischen, zyklischen und dynamischen Tests werden unter anderem auf einer Universal- und einer Horizontalprüfmaschine sowie einem Zweimassen-Pendel durchgeführt. Das Herzstück der Anlage ist aber das 4,5 km lange Gleisfeld. Durch eine Vielzahl an unterschiedlichen Bogengeometrien erlaubt es die Durchführung verschiedenster Prüfungen hinsichtlich der Fahrsicherheit von Schienenfahrzeugen.

Ebenfalls zur Anlage gehören ein gerades Crash-Gleis und ein speziell errichteter Crash-Prüfstand. Ersteres ist an einigen Stellen speziell verstärkt und erlaubt damit auch die dynamische Prüfung von Infrastrukturkomponenten. Die Crashprüfstände erlauben dynamische Tests von einzelnen Schienenfahrzeugkomponenten und ganzen Frontstrukturen zum Nachweis der Sicherheit nach DIN EN 15227.

Durch die Akkreditierung der Prüfstelle nach DIN EN ISO/IEC 17025 werden bei diesen Versuchen hohe Anforderungen an das Personal, die Messtechnik und das Qualitätsmanagement gestellt. Diesem wird durch eine permanente Überwachung der Prozesse im Rahmen des PDCA-Zyklus Rechnung getragen.

TÜV SÜD Rail GmbH - Testing for rail vehicles

Abstract: The test center for rail vehicles is dealing with approval-relevant tests for rail vehicles, their components, and infrastructure for many de-

cedes. It is in the hands of TÜV SÜD since 2008. The site in Görlitz is one of four locations. It mainly deals with the performance of component tests.

These quasi-static, cyclic, and dynamic tests are carried out on a universal and a horizontal testing machine as well as a two-mass pendulum. The heart of the facility, however, is the 4.5 km long track field. With a variety of different curve geometries, it allows a wide range of tests to determine the running safety of rail vehicles.

The facility also includes a straight crash-track and a specially constructed crash test stand. The former is specially reinforced at some points and therefore also allows dynamic testing of infrastructure components. The crash test benches allow dynamic testing of individual rail vehicle components and entire front structures to verify safety in accordance with DIN EN 15227.

High demands are placed on the personnel, measurement technology and quality management for these tests due to the accreditation of the test center according to DIN EN ISO/IEC 17025. These are taken into account by permanently monitoring the processes as part of the PDCA cycle.

Optische Qualitätskontrolle im Nasswickelprozess mittels Thermografie

DIPL.-ING. GERNOT RÜPPEL¹

M. SC. OLIVIER DORN²

DIPL.-ING. FELIX KÜKE¹

DR. LARS ULKE-WINTER²

PROF. DR. HOLGER SEIDLITZ^{1,2}

¹Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP

²Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

Corresponding author: gernot.rueppel@iap.fraunhofer.de

Abstract: Das Nasswickelverfahren wird verwendet, um rotationssymmetrische Komponenten wie Rohre, Antriebswellen und Druckbehälter aus faserverstärkten Kunststoffen herzustellen. Das Wickelmuster beeinflusst hierbei die mechanischen Eigenschaften wie Steifigkeit und Festigkeit des Bauteils und wird im Hinblick auf die zu erwartenden Belastungen optimiert. In der Praxis können jedoch schwankende Prozessparameter wie z.B. Bandspannung und Harzgehalt dazu führen, dass das gewickelte Muster vom vordefinierten Wickelmuster abweicht. Lücken, Überlappungen und abweichende Faserwinkel können die Folge sein, welche die mechanischen Eigenschaften des Bauteils mindern. Um diese Imperfektionen detektieren zu können, wird eine optische Qualitätskontrolle vorgestellt, welche das Wickelmuster mittels Wärmebildkamera aufzeichnet und Fehlstellen kenntlich macht.

Optical quality control in the wet winding process using thermography

Abstract: Wet-winding is used to manufacture rotationally symmetrical components such as pipes, drive shafts, and pressure vessels made of fiber-reinforced plastics. The winding patterns influence the mechanical properties such as stiffness and strength of the component and is optimized with regard to the expected loads. However, in practice, fluctuating process parameters such as fiber tension and resin content can lead to deviations from the predefined winding pattern. Gaps, overlaps, and varying fiber angles can result, which can reduce the mechanical properties of the component. In order to detect these imperfections, an optical quality control system is introduced, which uses a thermal camera to record the winding patterns and highlights defects.

Dynamische Widerstandsmessungen zur Elektrodenverschleißprognose beim Widerstandspunktschweißen von Aluminium

M. SC. DASHQIN TURABOV
M. SC. ALEXANDER NIKITIN
DR. RALF OSSENBRINK
PROF. DR. HOLGER SEIDLITZ

Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

Corresponding author: dashqin.turabov@b-tu.de

Abstract: Das Widerstandspunktschweißen ist ein weit verbreitetes Verfahren in der Automobilbranche, besonders bei der Karosserieherstellung. Mit dem Trend zum Leichtbau werden zunehmend Aluminiumlegierungen verwendet, was jedoch zu schnellem Elektrodenverschleiß führt und die Qualität sowie Effizienz des Schweißprozesses beeinträchtigt. Zur Bestimmung der Elektrodenstandmenge werden aktuell zeit- und ressourcenintensive Methoden genutzt. Diese Arbeit schlägt eine Methode zur Vorhersage des kritischen Elektrodenverschleißes beim Aluminiumschweißen durch Messung des dynamischen Widerstands vor. In umfangreichen Versuchsreihen an einer automobiltypischen 5000er Aluminiumlegierung wurden dynamische Widerstandsmessungen durchgeführt. Ein Indikator konnte ermittelt werden, der das Auftreten von Poren in der Schweißverbindung und den baldigen kritischen Elektrodenverschleiß anzeigt. Die Ergebnisse zeigen, dass der dynamische Widerstand ein verlässlicher Indikator für den Zustand der Elektroden und die Qualität der Schweißverbindung ist.

Dynamic resistance measurements for electrode wear prognosis during resistance spot welding of aluminum

Abstract: Resistance spot welding is a widely used process in the automotive industry, especially in body manufacturing. With the trend towards lightweight construction, aluminum alloys are increasingly being used, which, however, leads to rapid electrode wear and affects the quality and efficiency of the welding process. Currently, time- and resource-intensive methods are used to determine electrode life. This paper proposes a method for predicting critical electrode wear in aluminum welding by measuring dynamic resistance. Extensive series of tests were conducted on a typical automotive 5000-series aluminum alloy, during which dynamic resistance measurements were carried out. An indicator was identified that signals the occurrence of pores in the weld joint and the imminent critical electrode wear. The results show that dynamic resistance is a reliable indicator of electrode condition and weld quality.

Badania ultradźwiękowe w sektorze utrzymania ruchu kolei – wymagania formalne w Polsce i Niemczech, a możliwości techniczne

MGR INŻ. PIOTR MACHAŁA¹
DR INŻ. JAROSŁAW MIERZWA²
MGR INŻ. PATRYK UCHROŃSKI¹
MGR INŻ. EWA HARAPIŃSKA¹

¹ZBM ULTRA sp. z o.o., ²Politechnika Wroclawska

Autor korespondencyjny: piotr.machala@ultra.wroclaw.pl

Streszczenie: Przedstawiono różnice i podobieństwa polskich i niemieckich wymagań technicznych i formalnych oraz systemów nadzoru nad badaniami ultradźwiękowymi w sektorze utrzymania ruchu kolei. Zanalizowano je pod kątem wymagań europejskich. Zaprezentowano zasady certyfikacji wyrobów, personelów i procesów. Przedstawiono specyfikę elementów taboru kolejowego, najczęstsze przyczyny awarii oraz metodykę ich badań. Omówiono aparaturę ultradźwiękową dedykowaną do badań ręcznych, półautomatycznych i automatycznych osi pełnych, osi drążonych, wieńców kół, szyn oraz zgrzein szyn. Zaprezentowano możliwości cyfrowego protokołowania i archiwizacji wyników badań.

Ultrasonic testing in the railway maintenance sector – formal requirements in Poland and Germany and technical possibilities

Abstract: Differences and similarities between Polish and German technical and formal requirements and supervisory systems for ultrasonic testing in the railway maintenance sector are presented. They were analyzed in terms of European requirements. The principles of certification of products, personnel and processes were presented. The specificity of rolling stock components, the most common causes of failures and their testing methodology were presented. Ultrasonic equipment dedicated to manual testing, semi-automatic and automatic tests of solid axles, hollow axles, wheel rims, rails and rail welds was discussed. The possibilities of digital recording and archiving of test results were presented.

Pomiary wielkości geometrycznych na automatycznej linii do badań obręczy i pierścieni wielkogabarytowych

INŻ. ALEKSANDRA KRAWCZYK

Huta Bankowa Sp. z o.o.

Autor korespondencyjny: a.krawczyk@hutabankowa.pl

Streszczenie: W referacie opisano automatyczną linię do kontroli wyrobów kuto-walcowanych. Linia składa się ze stanowiska oczyszczania poprzez śrutowanie, systemu badania ultradźwiękowego w celu ujawnienia ewentualnych wad wewnętrznych wyrobu, stanowiska weryfikacji wielkości geometrycznych oraz stanowiska pomiaru twardości. Przedstawiono podstawowe zasady funkcjonowania części odpowiedzialnej za weryfikację geometrii wyrobów. Scharakteryzowano elementy komory pomiarowej włącznie z systemem transportowym i manipulacyjnym. Zaprezentowano zadania Centralnej Magistrali Informatycznej, która nadzoruje przebieg pomiaru pod względem organizacyjnym i informatycznym. Przedstawiono także przykładową procedurę weryfikacji wyrobu zrealizowaną na opisanym stanowisku do kontroli geometrii wyrobów.

Measurements of geometric quantities in an automatic line for the research of tyres and large-size rings

Abstract: The lecture describes an automatic inspection line for forged-rolled products. The line comprises a cleaning station using shot blasting, an ultrasonic testing system to reveal possible internal defects in the product, a stand for verifying geometric sizes, and a station for measuring hardness. The basic principles of operation for the part responsible for verifying product geometry are described. Elements of the measuring chamber, including the transport and handling system, are characterized. The tasks of the Central IT bus, which supervises the measurement process in terms of organization and information technology, are presented. Additionally, an example of an object verification procedure implemented on the discussed automatic product geometric inspection stand is provided.

Rentgenostrukturalne badania naprężeń własnych w diagnostyce materiałów elementów konstrukcji lotniczych

DR INŻ. ANDRZEJ DUDZIŃSKI
MGR INŻ. ANNA KRUPIŃSKA
MGR INŻ. KRZYSZTOF ŁĘCZYCKI

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

Autor korespondencyjny: andrzej.dudzinski@itwl.pl

Streszczenie: W pracy przedstawiono oczekiwania w zakresie praktycznego wykorzystania wyników rentgenostrukturalnych badań naprężeń własnych do ocen stanu metali i stopów stosowanych w konstrukcjach lotniczych. Ocenia się, że potrzeby tego rodzaju występują w badaniach przyczyn uszkodzeń konstrukcji lotniczych, w ocenach stanu materiału dla potrzeb wdrażania zamienników materiałów oraz w optymalizacji procesów technologicznych. Poziom lub rozkład naprężeń własnych jest coraz częściej stosowanym parametrem stanu materiału zawartym w normach lub specyfikacjach technicznych. Konieczne jest rozszerzanie zakresu charakterystyk (wymagań) materiałowych w odniesieniu do techniki już eksploatowanej, w tym do sprzętu lotniczego.

W nawiązaniu do powyższych zagadnień przedstawiono wyniki badań rozkładów naprężeń własnych w przykładowych badaniach uszkodzeń elementów konstrukcji lotniczych.

X-ray structural analysis of residual stress in the diagnostics of aviation structure materials

Abstract: The paper presents expectations regarding the practical application of the results of X-ray structural residual stress analysis to assess the condition of metals and alloys used in aviation structures. It is estimated that needs of this type occur while researching the causes of damage to aviation structures, in assessing the condition of materials for the purposes of implementing material substitutes, and in optimizing technological processes. The level or distribution of residual stresses is an increasingly adopted material condition parameter included in standards or technical specifications. It is necessary to extend the range of material characteristics (requirements) in relation to the technology already in use, including aviation equipment.

With reference to the aforementioned issues, the results of research on the distribution of residual stresses in exemplary analysis of damage to aircraft structure elements are presented.

Charakterystyka mikrostruktury oraz właściwości cieplno-fizycznych kompozytu na osnowie stopu Al-Si z cząstkami SiC oraz C

MGR INŻ. ANNA KRUPIŃSKA¹

MGR INŻ. KRZYSZTOF ŁĘCZYCKI¹

PROF. DR HAB. INŻ. ANDRZEJ J. PANAS¹

MGR INŻ. MACIEJ STARCZEWSKI¹

DR HAB. INŻ. PROF. PŚ ANNA J. DOLATA²

DR INŻ. MACIEJ DYZIA²

¹Institut Techniczny Wojsk Lotniczych, ²Politechnika Śląska

Autor korenspondencyjny: krzysztof.leczycki@itwl.pl

Streszczenie: W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań mikrostruktury oraz właściwości cieplnofizycznych odlewane go kompozytu o osnowie stopu aluminium z krzemem (EN-AC 42200 AlSi7Mg0.6) z hybrydowym zbrojeniem w postaci mieszaniny cząstek węgliku krzemu (SiCp) i węgla szklistego (GCp). Kompozyt wytworzono w Laboratorium Kompozytów Metalowych na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Śląskiej. Obserwacje mikrostruktury z uwzględnieniem rozmieszczenia cząstek zbrojenia wykonano z wykorzystaniem metod skaningowej mikroskopii elektro-nowej (SEM, EDS). W ramach badań właściwości cieplnofizycznych określono ciepło właściwe metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC), liniową rozszerzalność cieplną oraz dyfuzyjność cieplną metodą wymuszenia laserowego. Na podstawie uzyskanych parametrów oraz oszacowanej gęstości kompozytu obliczono jego przewodność cieplną. Przedstawioną

charakterystykę materiału rozszerzono o wyniki pomiarów dynamicznej analizy mechanicznej (DMA), które zrealizowano z wykorzystaniem metody trójpunktowego zginania. Częstotliwości wymuszenia wynosiły odpowiednio 0,1, 1 oraz 10 Hz. Badania wykonano w laboratoriach Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych i Wojskowej Akademii Technicznej.

Characterization of microstructure and thermo-physical properties of Al-Si alloy matrix composite with SiC and C particles

Abstract: This paper presents the results of studies on the microstructure and thermophysical properties of a cast composite based on an aluminum-silicon alloy (EN-AC 42200 AlSi7Mg0.6) with hybrid reinforcement in the form of a mixture of silicon carbide particles (SiCp) and glassy carbon particles (GCp). The composite was produced in the Metal Composites Laboratory at the Faculty of Materials Engineering of the Silesian University of Technology. Microstructural observations, including the distribution of reinforcement particles, were conducted using scanning electron microscopy methods (SEM, EDS). The study of thermophysical properties included specific heat determination by differential scanning calorimetry (DSC), linear thermal expansion, and thermal diffusivity using laser flash analysis. Based on the obtained parameters and estimated composite density, its thermal conductivity was calculated. The material characterization was extended with results from dynamic mechanical analysis (DMA), which was performed using the three-point bending method. The applied frequencies were 0.1, 1, and 10 Hz, respectively. The studies were conducted in the laboratories of the Air Force Institute of Technology and the Military University of Technology.

Badania nieniszczące w obszarze kolejowym

DR INŻ. ŁUKASZ RAWICKI

PROF. DR HAB. INŻ. JACEK ŚLANIA

Sieć badawcza Łukasiewicz – Górnśląski Instytut Technologiczny

Autor korespondencyjny: lukasz.rawicki@git.lukasiewicz.gov.pl

Streszczenie: Bezpieczeństwo zestawów kołowych wymaga przeprowadzania systematycznych badań stanu technicznego zapewniających prawidłową eksploatację transportu kolejowego. Badania wizualne w kolejnictwie stanowią podstawowe badania nieniszczące stanowiące podstawę do przeprowadzania innych badań. W sektorze kolejowym przeprowadza się również badania penetracyjne PT i badanie prądami wirowymi ET. Największe zastosowanie znalazły jednak badania magnetyczno-proszkowe MT i ultra-

dźwiękowe UT. W niniejszym opracowaniu postarano przedstawić się tematykę badań NDT w obszarze kolejowym.

Non-destructive testing in the railway area

Abstract: The safety of wheel sets requires systematic examination of their technical condition to ensure proper operation of rail transport. Visual testing in railways is the basic non-destructive testing that forms the basis for other tests. In the railway sector, PT penetrant testing and eddy current testing ET are also carried out. However, the most common applications are MT and ultrasonic UT magnetic-particle tests. This study attempts to present the subject of NDT research in the railway area.

Oznakowanie części kodami DMC – znaczenie w automotiv – analiza laboratoryjna naniesionego na części kodu, typowe błędy

MGR INŻ. PIOTR KOWALSKI

Laboratorium Volkswagen Motor Polska

Autor korenspondencyjny: piotr.kowalski@vmwmp.pl

Streszczenie: Nowe uregulowania prawne oraz wymagania klientów wymuszają na producentach samochodów oraz komponentów konieczność ścisłego nadzoru używanych do ich produkcji części. W tym celu, od paru lat wdrażany jest w koncernie VW program znakowania części kodem DMC, w szczególności dotyczy to komponentów mających wpływ na emisję spalin, tzw części ERC „Emission Relevant Components”. Podczas montażu, dane zawarte w kodzie są skanowane a następnie przypisane do danego komponentu i archiwizowane w bazach danych. Pozwala to w każdym momencie ustalić gdzie dane części się znajdują, ich historię i pochodzenie. System ten ułatwia rozwiązywanie wszelakich problemów a także obniżają w znaczący sposób koszty z tym związane. Aby system ten mógł funkcjonować, jakość kodów wykonanych na częściach i ich zawartość jest określona w normach i na rysunkach oraz kontrolowana w laboratorium. Ich ocena odbywa się to podczas wdrażania nowych części do produkcji i do montażu a także podczas występowania problemów ze skanowaniem naniesionych na części kodów.

W referacie zostały przedstawione: metoda badania kodów i ich zawartości, urządzenie do tego przeznaczone, główne błędy i problemy.

Marking of parts with DMC codes - importance in automotive - laboratory analysis of the code applied to parts, typical errors

Abstract: New legal regulations and customer requirements force car and component manufacturers to closely supervise the parts used in their production. For this purpose, the VW concern has been implementing a part marking program with the DMC code for several years, in particular with regard to components affecting exhaust emissions, the so-called ERC parts "Emission Relevant Components". During assembly, the data contained in the code is scanned and then assigned to a given component and archived in databases. This allows you to determine at any time where the parts are located, their history and origin. This system makes it easier to solve all kinds of problems and significantly reduces the associated costs. For this system to function, the quality of codes made on parts and their content is specified in standards and drawings and controlled in the laboratory. They are assessed during the implementation of new parts for production and assembly, as well as when there are problems with scanning the codes applied to the parts.

The paper presents the methods of testing codes and their contents, the device intended for this purpose, and the main errors and problems.

Współczesne materiały konstrukcyjne i ich spoiny w badaniach mechanicznych i zastosowaniu dla przemysłu motoryzacyjnego

DR HAB. INŻ. TADEUSZ SZYMCZAK, PROF. ITS

Instytut Transportu Samochodowego

Autor korespondencyjny: tadeusz.szyczak@its.waw.pl

Streszczenie: Referat dotyczy współczesnych materiałów konstrukcyjnych i związanych z nimi złączy spawanych do stosowania w nowoczesnych środkach transportu jak samochody osobowe (o napędzie spalinowym oraz elektrycznym) oraz pojazdy specjalne (wyposażone w mechaniczne urządzenie sprzęgające). Przedstawiono w nim cechy mikrostrukturalne i charakterystyki mechaniczne stali wysokowytrzymałych, uzyskiwane w próbach statycznych i zmęczeniowych oraz testach mechaniki pękania. Ze względu na duże znaczenie obszarów zawierających uszkodzenia - wskutek różnych rodzajów obciążenia, w pracach eksperckich i opracowaniach procesów technologicznych - omówiono ich charakterystyczne cechy. Zamieszczono również wybrane szczegóły materiałowo-konstrukcyjne stref bezpieczeństwa biernego pojazdów samochodowych oraz rezultaty testów

zderzeniowych z uwzględnieniem poziomów zabezpieczeń uczestników ruchu drogowego.

Modern structural materials and their welded joints in mechanical tests and application intended for the automotive industry

Abstract: The paper covers new structural materials and related welded joints for use in modern means of transport, such as passenger cars (combustion and electric) and special vehicles (equipped with a mechanical coupling device). It includes microstructural features and mechanical characteristics of high-strength steels, obtained in static and fatigue tests as well as fracture mechanics approaches. Due to the great importance of zones containing different types of damage - as a result of various kinds of loading - their characteristic features are discussed for expert reports and elaboration of technological processes. Selected material and construction details of passive safety zones of motor vehicles and the results of crash tests, taking into account the levels of protection of road users, are also presented.

Badania i ocena złączy spawanych za stali ferrytyczno-austenitycznej w zależności od energii liniowej procesu

DR INŻ. STANISŁAW PAŁUBICKI
MGR INŻ. WIESŁAW CZAPIEWSKI

Politechnika Koszalińska

Autor korenspondencyjny: stanislaw.palubicki@tu.koszalin.pl

Streszczenie: Stale odporne na korozję typu dupleks o strukturze ferrytyczno-austenitycznej wykazują blisko dwukrotnie wyższą granicę plastyczności oraz lepszą odporność korozyjną od stali austenitycznych. Z tych powodów ich użycie na konstrukcje spawane jest coraz większe. Te dobre cechy stali dupleks mogą zostać utracone w wyniku niewłaściwie przeprowadzonych procesów spawania. Spawalniczy cykl cieplny niekorzystnie oddziałuje na mikrostrukturę stali w obrębie złącza spawanego. Jednym z podstawowych problemów związanych ze spawaniem tych stali jest kontrola ilości ciepła dostarczanego do obszaru tworzonego złącza spawanego. Doprowadzona ilość ciepła (energia liniowa procesu spawania) oraz przebieg procesu stygnięcia powinny pozwolić na wytworzenie dwufazowej struktury złącza spawanego, jednocześnie nie doprowadzając do tworzenia się niepożądanych faz oraz wydzieleni.

Z przeprowadzonych badań wynika, że możliwe jest stworzenie optymalnych pól parametrycznych, wewnątrz których proporcje struktur w złączach ze stali dupleks i inne ich właściwości będą miały pożądaną charakter.

Energia liniowa musi być dobierana indywidualnie, w zależności od typu spawanej stali, rodzaju złącza i jego grubości.

Research and evaluation of welded ferrite-austenitic steel joints depending on the linear energy of the process

Abstract: Duplex corrosion-resistant steels with ferritic-austenitic structure exhibit nearly twice the yield strength and better corrosion resistance than austenitic steels. For these reasons, their use for welded structures is increasing. These good qualities of duplex steels can be lost as a result of improperly conducted welding processes. Welding thermal cycling adversely affects the microstructure of the steel within the welded joint. One of the main problems associated with welding these steels is controlling the amount of heat supplied to the area of the welded joint being formed. The amount of heat supplied (linear energy of the welding process) and the course of the cooling process should allow the formation of a two-phase structure of the welded joint, while not leading to the formation of undesirable phases and separations.

The study shows that it is possible to create optimal parametric fields, inside which the proportions of structures in duplex steel joints and their other properties will have the desired character. The linear energy must be selected individually, depending on the type of steel to be welded, the type of joint and its thickness.

Technologie wytwarzania i magazynowania energii w układach grafenowych

PROF. DR HAB. INŻ. ŁUKASZ KACZMAREK,
PROF. DR HAB. INŻ. P. KULA,
PROF. DR HAB. INŻ. L. KLIMEK,
DR INŻ. P. ZAWADZKI,
DR HAB. INŻ. K. DYBOWSKI
MGR INŻ. M. BALIK
MGR INŻ. P. KOSOBUDZKI

Politechnika Łódzka

Autor korespondencyjny: lukasz.kaczmarek@p.lodz.pl

Streszczenie: Rozpoczęcie wojny w Ukrainie wymusiło przededefiniowanie strategii energetycznych krajów nie tylko w Europie ale i na całym Świecie. Zapewnienie niezależności i bezpieczeństwa dostarczanej energii stało się jednym z głównych punktów utrzymania wzrostu światowych gospodarek. Z tego względu w ośrodkach naukowych na całym Świecie trwają zintensyfikowane prace dotyczące, z jednej strony, opracowania wysokosprawnych metod pozyskiwania energii ze źródeł OZE, a z drugiej stworzenia rozwią-

zań do jej magazynowania. Perspektywicznym materiałem, który może pełnić rolę zarówno źródła generowania prądu jak i jego magazynu jest grafen oraz jego sfunkcjonalizowane odmiany, wykazujące właściwości quasi2D. Z tego względu zostaną omówione:

- a) metody syntezy i właściwości fotowoltaicznych grafenowych kropek kwantowych umożliwiających osiągnięcie synergizmu w kontakcie z tradycyjnymi ogniwami krzemowymi;
- b) tworzenia struktur przestrzennych o właściwościach quasi2D przeznaczonych do rewersyjnego przechowywania wodoru oraz
- c) budowy baterii litowo-jonowych w oparciu o struktury grafenowe.

Energy generation and storage technologies in graphene systems

Abstract: The outbreak of the war in Ukraine forced a redefinition of the energy strategies of countries not only in Europe but also around the world. Ensuring the independence and security of energy supplies has become one of the main points of maintaining the growth of world economies. For this reason, intensified work is underway in research centers around the world, on the one hand, on developing highly effective methods of obtaining energy from renewable energy sources, and on the other hand, on creating solutions for its storage. A promising material that can serve both as a source of energy production and storage is graphene and its functionalized varieties with quasi2D properties. For this reason, the following will be discussed:

- a) methods of synthesis and photovoltaic properties of graphene quantum dots enabling synergism in contact with traditional silicon cells;
- b) creating spatial structures with quasi2D properties intended for reversible hydrogen storage and
- c) construction of lithium-ion batteries based on graphene structures.

Stal nierdzewna w energetyce – problemy i doświadczenia

MGR INŻ. KRZYSZTOF BRUNNÉ
MGR INŻ. ADRIAN SOBCZYŚYŹYŃ
MGR INŻ. KAMIL STASZALEK

Pro Novum sp. z o.o.

Autor korenspondencyjny: k.brunne@pronovum.pl

Streszczenie: W obszarze elementów ciśnieniowych kotła jednym z najbardziej powszechnych, a zarazem jednym z najbardziej niebezpiecznych mechanizmów niszczących jest korozja. O korozji myśli się już na etapie projektowania, kiedy dobiera się np. nadatki grubości ścianek, ale przede

wszystkim odpowiedni dla danych warunków pracy gatunek stali. Tutaj swoje zastosowanie znajduje stal nierdzewna, która dzięki swoim właściwościom jest w stanie zapewnić elementom ciśnieniowym odporność na korozję. Nie ma jednak stali idealnej i również stal nierdzewna, poza korzyściami, może być dla użytkownika źródłem problemów. W referacie przedstawiono nasze wieloletnie doświadczenie związane z badaniami, oceną stanu technicznego oraz analizami awaryjnymi elementów wykonanych ze stali nierdzewnej. Poszczególne przykłady uszkodzeń to rzeczywiste awarie lub problemy eksploatacyjne zgłoszone przez naszych Klientów.

Stainless steel in the power industry - problems and experiences

Abstract: In the area of boiler pressure elements, one of the most common and at the same time one of the most dangerous destructive mechanisms is corrosion. Corrosion is considered already at the design stage, what is reflected, for example, in wall thickness allowances and in selection of steel grade appropriate for the operating conditions. Selection of stainless steel can provide corrosion resistance for pressure elements. However, there is no perfect steel and also stainless steel, apart from its benefits, can be a source of problems for the user. The paper presents our many years of experience in testing, assessing the technical condition and failure analysis of elements made of stainless steel. Individual examples of damage are actual failures or operational problems reported by our customers.

Ocena kompetencji laboratoriów w zakresie badań twardości vickersa wg PN-EN ISO 6507-1 na podstawie badań biegłości organizowanych w ramach działalności sekcji badań materiałowych klubu POLLAB w latach 2017-2023

MGR INŻ. EWELINA KIWALA

Solvera Gawel Technology S.A.

Autor korespondencyjny: ewelina.kiwala@solvera.pl

Streszczenie: Badania biegłości (PT) i porównania międzylaboratoryjne (ILC) są podstawowym narzędziem potwierdzenia ważności wyników w laboratoriach badawczych i wzorcujących zapewniając obiektywną i kompleksową ocenę rezultatów działalności laboratorium. Uczestnictwo w PT/ILC jest ważnym elementem potwierdzenia kompetencji technicznych i miarodajności wyników laboratorium i jest obowiązkowe dla laboratoriów akredytowanych oraz ubiegających się o akredytację wg PN-EN ISO/IEC 17025.

Sekcja Badań Materiałowych (SBM) Klubu Polskich Laboratoriów Badawczych POLLAB organizują badania biegiłości porównania międzylaboratoryjne w szerokim zakresie badań własności mechanicznych i fizykochemicznych materiałów zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17043. W latach 2017-2023 w ramach działalności SBM zrealizowano trzy programy badań biegiłości w zakresie badań twardości Vickersa wg PN-EN ISO 6507-1.

W publikacji omówiono sposób organizacji, przebieg PT oraz ocenę i analizę kompetencji laboratoriów wykonujących badania twardości Vickersa zgodnie z przyjętymi kryteriami. Stosowanie przez organizatorów wytycznych normy ISO 13528 zawierającej odpowiednie odwołania oraz opis różnych metod statystycznych, właściwych do stosowania przy ocenie danych w badaniach biegiłości jest gwarancją ich właściwej realizacji. Sprawozdania, które otrzymują uczestnicy badań są rzetelną oceną ich biegiłości w metodzie.

Evaluation of laboratories competence in vickers hardness tests PN-EN ISO 6507-1 based on proficiency tests organized by material research section of the POLLAB Polish Research Laboratories' Club in the years 2017-2023

Abstract: Proficiency testing (PT) and interlaboratory comparisons (ILC) are basic tools of ensuring the validity of results in testing and calibration laboratories, providing an objective and comprehensive evaluation of the laboratory's performance. Participation in PT/ILC is an important element of confirmation of technical competence and reliability of laboratory results and is mandatory for laboratories accredited and applying for accreditation acc. to PN-EN ISO/IEC 17025.

The Material Research Section of the POLLAB Polish Research Laboratories' Club organizes proficiency tests and interlaboratory comparisons in a wide range of research mechanical and physicochemical properties of materials in accordance with PN-EN ISO/IEC 17043 standard. In the years 2017-2023, as part of this section activities, three proficiency testing programs of Vickers hardness testing according to PN-EN ISO 6507-1 were carried out.

The publication presents method of organization, course of PT and evaluation, analysis of the competences laboratories performance Vickers hardness tests according accepted criteria. The guidelines of the ISO 13528 standard, used by the organizers, which contains appropriate references and a description of the statistical methods for evaluate data in proficiency tests, is a guarantee of their proper implementation. The reports that research participants receive are a reliable assessment of their proficiency in the used method.

Analiza odkształceń w ocenie uszkodzeń spowodowanych interakcją pełzanie-zmęczenie w ferrytycznej stali żaroodpornej

MGR INŻ. MAGDALENA JAKUBOWSKA
DR HAB. INŻ. ANNA SYPIEŃ, PROF. PAN
MGR INŻ. PAWEŁ GRZEŚKOWIAK

Urząd Dozoru Technicznego

Autor korenspondencyjny: magdalena.jakubowska@udt.gov.pl

Streszczenie: W obecnych systemach energetycznych, gdzie integracja odnawialnych źródeł energii pociąga za sobą częste rozruchy i zatrzymania kotłów energetycznych, kluczowe jest zrozumienie oddziaływania między zmęczeniem a pełzaniem w celu oceny wytrzymałości komponentów elektrowni. Przedmiotowa praca wprowadza metodę badania oddziaływania mechanizmu pełzanie-zmęczenie w stalach ferrytycznych, skoncentrowaną na analizie odkształceń po testach stali 14MoV6-3 poddanej niskocyklowemu zmęczeniu oraz pełzaniu-zmęczeniu w temperaturze 540°C. Degradacja mikrostruktury pod wpływem cyklicznego obciążenia zwiększa podatność na zmęczenie spowodowane pełzaniem. Wzrost wartości Kernel Average Misorientation (KAM) oraz parametru Grain Reference Orientation Deviation (GROD) koreluje z plastycznym odkształceniem oraz lokalizacją deformacji, co wskazuje na progresywne uszkodzenia, począwszy od 30% aż do pełnego cyklu życia zmęczeniowego (Nf).

Analiza ta dostarcza wnikliwych informacji na temat pełzania-zmęczenia w stalach ferrytycznych, podkreślając wagę analizy odkształceń dla oceny trwałości komponentów elektrowni przy nowych warunkach eksploatacji. Odkrycia te nie tylko wnoszą wkład do dziedziny nauki o materiałach, ale również mają znaczące implikacje dla sektora energetycznego, akcentując potrzebę zaawansowanych metod oceny materiałów w kontekście wdrażania odnawialnych źródeł energii.

Strain Analysis in Assessing Creep-Fatigue Damage in Ferritic Heat Resistant Steel

Abstract: In today's energy systems, where the integration of renewable energy sources entails frequent start-up and shut-down operations of boilers, understanding the interaction between fatigue and creep is critical for assessing the durability of power plant components. This work introduces method for studying the creep-fatigue interaction in ferritic steels, focused on strain analysis and tests on 14MoV6-3 steel subjected to low-cycle fatigue and combined creep-fatigue at 540°C. Microstructural degradation under cyclic loading increases susceptibility to creep-induced fatigue. The rise in Kernel Average Misorientation (KAM) and the Grain Reference Orientation Deviation (GROD) values correlates with plastic deformation and deforma-

tion localization, indicating progressive damage from 30% up to the full fatigue life cycle (Nf). This analysis provides insightful information on creep-fatigue in ferritic steels, emphasizing the importance of strain analysis for assessing the durability of power plant components under new operating conditions. These findings not only contribute to the field of material science but also have significant implications for the energy sector, highlighting the need for advanced material assessment methods in the context of integrating renewable energy sources.

Recykling w projektach Centrum Metali Lekkich, Łukasiewicz - IMN na tle kierunków rozwoju przemysłu metali lekkich

DR INŻ. WOJCIECH SZYMAŃSKI
DR INŻ. SONIA BOCZKAŁ
DR INŻ. BOGUSŁAW AUGUSTYN
DR INŻ. DAWID KAPINOS
DR INŻ. BARTŁOMIEJ PŁONKA
DR INŻ. JOANNA HRABIA-WIŚNOS
DR INŻ. ANDRZEJ KŁYSZEWSKI

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych

Autor korenspondencyjny: Wojciech.Szymanski@imn.lukasiewicz.gov.pl

Streszczenie: Gospodarka Obiegu Zamkniętego to model biznesowy który minimalizuje zużycie surowców oraz powstawanie odpadów. Tworzy ona zamknięte pętle procesów, w których powstające odpady traktowane są jako surowce w kolejnych fazach produkcji. Bazując na ocenie ryzyka dostaw i znaczenia dla gospodarki Komisja Europejska określiła listę surowców krytycznych (CRM), na której znalazło się aluminium. Na przykładzie sektora motoryzacyjnego przedstawiono związek rozwoju ze wzrostem zużycia aluminium. Włączając się w nurt recyklingu stopów aluminium Centrum Metali Lekkich realizowało badania w ramach dwóch projektów europejskich w ramach programów EIT Raw Materials i HORIZON 2020. Kolejnym krokiem mającym zaspokoić zapotrzebowanie gospodarki na surowce jest wizja zero odpadów (ZWE). Zero odpadów to ochrona wszystkich zasobów poprzez odpowiedzialną produkcję, konsumpcję, ponowne wykorzystanie i odzyskiwanie. W takie podejście wpisujący się wykonywany w Centrum Metali Lekkich projekt HERALTECHNO realizowany w ramach programu Inteligentny Rozwój 2014-2020. Kolejnym krokiem mającym poprawić recykling materiałów jest wprowadzone w pętlę życia produktu pojęcie „Eco-Design”. Oznacza to konieczność rozważania problematyki recyklingu wyrobu już na poziomie jego projektowania. Jednym z przykładów takiego podejścia jest realizowany między innymi w Centrum Metali Lekkich w ramach Polsko-Niemieckiego porozumienia CORNET projekt

ALU4CED. Maksymalizacja recyklingu materiałów jest jedną z najważniejszych ścieżek Zielonej Gospodarki

Recycling in the projects of the Light Metals Center, Łukasiewicz - IMN against the background of the development directions of the light metals industry

Abstract: The Circular Economy is a business model that minimizes the consumption of raw materials and the generation of waste. It creates closed process loops in which waste is treated as raw materials in subsequent production phases. Based on the assessment of supply risk and importance for the economy, the European Commission has defined a list of critical raw materials (CRM), which includes aluminium. Using the example of the automotive sector, the relationship between development and the increase in aluminium consumption is presented. Joining the recycling of aluminium alloys, the Light Metals Center carried out research as part of two European projects under the EIT Raw Materials and HORIZON 2020 programs. The next step to meet the economy's demand for raw materials is the zero waste vision (ZWE). Zero waste is the protection of all resources through responsible production, consumption, reuse and recovery. This approach was reflected in the HERALTECHNO project carried out at the Light Metals Center as part of the Smart Growth 2014-2020 program. The next step to improve the recycling of materials is the introduction of the concept of "Eco-Design" into the product life loop. This means that it is necessary to consider the issue of product recycling at the level of its design. One example of such an approach is the ALU4CED project implemented, among others, at the Light Metals Center as part of the Polish-German CORNET agreement. Maximizing material recycling is one of the most important paths of the Green Economy.

Problemy pomiarowe w badaniach parametrów elektrycznych modułów PV

DR HAB. INŻ. KAZIMIERZ DRABCZYK, PROF. INST.

Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej im. A. Krupkowskiego PAN

Autor korespondencyjny: k.drabczyk@imim.pl

Streszczenie: Przekroczenie 1 TW łącznej mocy zainstalowanych modułów PV na świecie oraz gigantyczny wzrost produkcji rok do roku sprawiają, że fotowoltaika staje się jednym z kluczowych elementów na rynku dostaw energii elektrycznej. Moduły fotowoltaiczne (PV) różnią się między sobą wieloma cechami. Są to, między innymi, rozmiar, rodzaj zastosowanych ogniw a także układ materiałów. Najważniejszym jednak parametrem – a właściwie ich zestawem – wyróżniającym dany moduł, są jego parametry elektryczne. Każdy moduł PV posiada kartę katalogową oraz tabliczkę znamionową, na których znajdują się najważniejsze z nich, takie jak: moc maksymalna, prąd zwarcia, napięcie obwodu otwartego czy wreszcie sprawność konwersji energii słonecznej na energię elektryczną. Wartości tych parametrów wyznaczają sami producenci modułów podczas ostatecznej kontroli jakości. Problemy pojawiają się wtedy gdy zachodzi konieczność potwierdzenia tych parametrów. Związane są one z nowymi rodzajami ogniw oraz mikrouszkodzeniami, które powstają na etapie produkcji i transportu. Znajomość parametrów ogniw oraz wstępna analiza elektroluminescencji jest kluczowa podczas badań. W prezentacji omówiono także nowe rodzaje symulatorów światła słonecznego oraz procedury badawcze stosowane w Laboratorium Fotowoltaicznym IMIM PAN.

Measurement problems in testing the electrical parameters of PV modules

Abstract: Exceeding 1 TW of the total capacity of installed PV modules in the world and a gigantic increase in production make photovoltaics one of the key elements on the electricity supply market. Photovoltaic (PV) modules differ in many features, such as size, type of cells used and material arrangement. However, the most important parameter - or rather their set - are its electrical parameters. Each PV module has a catalog card containing the most important ones, such as: maximum power, short-circuit current, open circuit voltage and, finally, the efficiency of converting solar energy into electricity. The values of these parameters are determined by the module manufacturers themselves during the final quality control. Problems arise when these parameters need to be confirmed. They are related to new types of cells and micro-damages that occur at the production and transport stages. Knowledge of the cell parameters and preliminary electroluminescence analysis is crucial during research. The presentation also discussed new

types of sunlight simulators as well as research procedures used in the IMIM PAN Photovoltaic Laboratory.

Znaczenie laboratoriów uznanych dla dozoru technicznego

DR INŻ. WOJCIECH MANAJ
MGR INŻ. ROBERT CHUDZIK

Urząd Dozoru Technicznego, Dział Badań Laboratoryjnych

Autor korespondencyjny: wojciech.manaj@udt.gov.pl

Streszczenie: Urząd Dozoru Technicznego realizuje zadania związane z wykonywaniem dozoru technicznego w zakresie określonym w ustawie z dnia 21 grudnia 2000r. o dozorze technicznym. Zapleczem badawczo-ekspertyzowym UDT jest Centralne Laboratorium Dozoru Technicznego. Wyniki badań prowadzonych przez CLDT wykorzystują inspektorzy UDT podczas wykonywania czynności dozoru technicznego. Ustawa o dozorze technicznym stwarza również możliwości wykorzystywania wyników badań wykonywanych przez laboratoria uznane. Wymagania jakie powinny spełniać laboratoria uznane oraz zasady przeprowadzania procesów uznawania laboratoriów badawczych i nadzoru nad tymi laboratoriami zostały określone warunkach technicznych Urzędu Dozoru Technicznego WUDT-LAB 3/2022 „Uznawanie laboratoriów. Ocena kompetencji laboratoriów badawczych”. W kwietniu br. opracowano i opublikowano na stronie internetowej UDT przewodnik dotyczący stosowania WUDT-LAB 3/2022. Przewodnik objaśnia pojęcia i wymagania zawarte w WUDT-LAB 3/2022, w celu zapewnienia jednolitego sposobu ich interpretowania i stosowania.

Niniejszym artykuł przybliży czytelnikowi rolę laboratoriów uznanych systemie zapewnienia bezpieczeństwa urzędów technicznych.

The importance of recognized laboratories for technical supervision

Abstract: The Office of Technical Inspection carries out tasks related to technical inspection within the scope specified in the Act of December 21, 2000. on technical supervision. The research and expertise base of the Office of Technical Inspection is the Central Laboratory of Technical Inspection. The results of tests conducted by CLDT are used by UDT inspectors when performing technical inspection activities. The Act on Technical Inspection also creates the possibility of using the results of tests performed by recognized laboratories. The requirements that recognized laboratories should meet and the rules for carrying out the processes of recognizing and supervising of research laboratories are specified in the technical conditions of the Office of Technical Inspection WUDT-LAB 3/2022 "Recognition of

laboratories. Assessment of competences of research laboratories”. In April this year a guide on the use of WUDT-LAB 3/2022 was developed and published on the UDT website. The guide explains the concepts and requirements contained in WUDT-LAB 3/2022 in order to ensure a uniform way of interpreting and applying them.

This article introduces the reader to the role of recognized laboratories in the system for ensuring the safety of technical devices.

Innowacyjne techniki badań nieniszczących dla rozwoju technologii redukcji masy i kontroli jakości w zaawansowanych systemach produkcyjnych dla branży transportowej

MGR JAN PODGÓRSKI

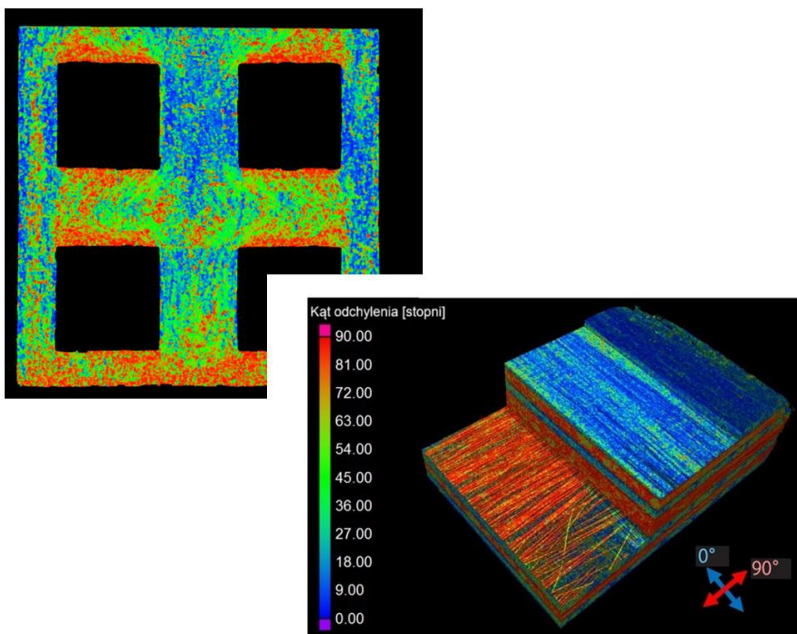
Shim-Pol, E. Borzymowska-Reszka A. Reszka Spółka Jawna

Autor korespondencyjny: janp@shim-pol.pl

Streszczenie: Wraz z określeniem przez różne kraje głównych strategii mających na celu osiągnięcie neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla, rozwiązania transportowe nowej generacji będą wymagały innowacji technicznych w zakresie materiałów i inżynierii produkcji. Rozwój technologii redukcji masy ma zasadnicze znaczenie dla osiągnięcia tych celów. Nowatorskie materiały kompozytowe, a także różne stopy metali odgrywają kluczową rolę w podejściu do redukcji masy w systemach transportowych. Niezależnie od tego, czy testy są przeprowadzane w fazie badawczo-rozwojowej, czy podczas procesu produkcyjnego, ważne jest, aby przeprowadzić kontrolę jakości na każdym etapie. Przedstawione zostaną nieniszczące rozwiązania zapewniające właściwą orientację włókien w materiałach kompozytowych (Rys. 1) oraz ocenę połączeń między różnymi stopami stali o wysokiej wytrzymałości na rozciąganie i stopów aluminium (Rys. 2).

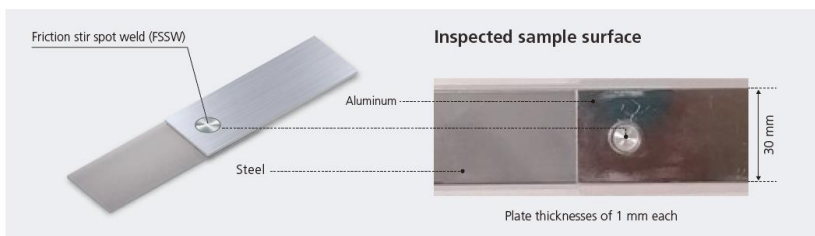
Omówione zostaną również metody testowania stosowane do oceny tych materiałów, takie jak przemysłowa tomografia komputerowa i ultradźwiękowa optyczna detekcja wad.

Firma Shimadzu jest zaangażowana w oferowanie szerokiej gamy technologii testowych i pomiarowych wspierających takie innowacje w przemyśle motoryzacyjnym i transportowym.



Rys. 1 Analiza orientacji włókien w materiałach kompozytowych za pomocą tomografii komputerowej Shimadzu XSeeker-8000.

Fig. 1 Analysis of fiber orientation in composite materials using the Shimadzu XSeeker-8000 CT scanner.



Rys. 2 Kontrola słabych połączeń różnych materiałów za pomocą ultradźwiękowym defektoskopem optycznym Shimadzu MIV-X.

Fig. 2 Inspection of weak joints of various materials with the Shimadzu MIV-X ultrasonic optical flaw detector.

Innovative Non-Destructive Testing Techniques for the Development of Weight Reduction and Quality Control Technologies in Advanced Manufacturing Systems for the Transportation Industry

Abstract: With various countries defining major strategies to achieve carbon neutrality, next-generation transportation solutions will require technical innovations in materials and manufacturing engineering. The development of weight-reduction technologies is critical to achieving these goals. Novel composite materials, as well as various metal alloys, play a key role in the approach to weight reduction in transportation systems. Whether testing is done in the R&D phase or during the manufacturing process, it is important to perform quality control at each stage. Non-destructive solutions will be presented to ensure proper fiber orientation in composite materials (Figure 1) and to evaluate connections between various high-tensile steel alloys and aluminum alloys (Figure 2).

Testing methods used to evaluate these materials, such as industrial computed tomography and ultrasonic optical defect detection, will also be discussed.

Shimadzu is committed to offering a wide range of test and measurement technologies to support such innovations in the automotive and transportation industries.

3D Printing wyzwaniem w rozwoju nowych technologii wytwarzania

DR HAB. INŻ. PIOTR KURYŁO, PROF. UZ
DR INŻ. EDWARD TERTEL

Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Mechaniczny

Autor korespondencyjny: P.Kurylo@ibem.uz.zgora.pl

Streszczenie: Technologie druku 3D coraz częściej są obecne w przemyśle metalowym w tym w obszarze branży narzędziowej, przemysłu motoryzacyjnego, lotniczego, kosmicznego, inżynierii biomedycznej i stomatologicznej. Dzięki możliwościom, jakie stwarza druk w metalu można wytworzyć użytkowe a jednocześnie bardzo wytrzymałe części maszyn a w tym m.in. sztywne obudowy, narzędzia do form wtryskowych, wypraski a nawet wymienniki i rozpraszacze ciepła. Również producenci opon coraz częściej wykorzystują technologię addytywną do produkcji form na opony – jest to o wiele szybsze i tańsze rozwiązanie pozwalające w pełni wykorzystać trójwymiarową geometrię. Technologia DMLS/SLM jest rozwijana od 1993 roku, jednak pierwsze komercyjne urządzenia pojawiły się dopiero 2002 roku i była to drukarka EBM S12 dedykowana dla branży implantologicz-

nej. Dostępne dziś na rynku urządzenia są znacznie bardziej zaawansowane technologicznie, a druk 3D z metalu cieszy się coraz większym zainteresowaniem przemysłu maszynowego, motoryzacyjnego, lotniczego i kosmicznego. Dzieje się tak, ponieważ jest to technologia posiadająca bardzo duży potencjał i jest technologią wyróżniającą się dość dużą ilością zalet. Na przykład metoda DMLS/SLM pozwala znacznie obniżyć koszty jednostkowe przy produkcji elementów o bardzo złożonej geometrii. Istotną zaletą jest również czas wytwarzania, który w niektórych przypadkach można przyspieszyć produkcję nawet o 90 % w stosunku do tradycyjnych metod obróbki skrawaniem. Dzięki niej można również wykonać elementy, które są niewykonywane (nietechnologiczne) w innych technologiach na przykład w zaawansowanej technologii na obrabiarkach CNC. Druk 3D z metalu może być realizowany przy pomocy wielu materiałów. Najpopularniejsze to stopy żelaza, stopy na bazie niklu, stopy kobaltu i chromu, metale szlachetne, metale reaktywne (stal 1.2709, stal nierdzewna AISi - 316L, aluminium AISi10, aluminium AISi12, tytan Ti6Al4V, Inconel IN718, Kobalt; Chrom dla stomatologii i ortopedii). Każdy materiał w postaci proszku ma określone właściwości, które decydują o konkretnym zastosowaniu. Przykładowo stal nierdzewną 316L (AISi) wykorzystuje się do wydruku elementów, które mają mieć kontakt z żywnością, a Inconel IN718 jest wykorzystywany do produkcji modeli, które muszą być odporne na działanie granicznych temperatur. Jego odporność termiczna wynosi aż 700°C. Druk 3D to pojęcie obejmujące wiele różnych rodzajów technologii addytywnej. Terminy „wytwarzanie przyrostowe”, „szybkie prototypowanie” czy „drukowanie przestrzenne” często stosuje się jako synonimy. Gdy do produkcji komponentów stosuje się drukowanie 3D, materiał jest dodawany warstwa po warstwie (wytwarzanie przyrostowe - ang. Additive technology, Additive manufacturing). To odróżnia druk 3D od metod cięcia, w których materiał jest usuwany w celu wytworzenia części składowych. Sprawia to, że druk 3D jest bardzo ekonomiczny w wykorzystaniu materiału. Metoda SLM pozwala także na znaczne obniżenie kosztów jednostkowych przy produkcji elementów o bardzo złożonej geometrii, geometrii, którą w klasycznych metodach wytwarzania uznawana była za niewykonalną (nietechnologiczną). Istotną zaletą jest także czas wytwarzania, który w niektórych przypadkach można przyspieszyć produkcję w stosunku do tradycyjnych metod wytwarzania na przykład obróbki skrawaniem nawet o 90 %. Należy jednak podkreślić, iż stosowanie technologii druku 3D w szczególności technologii SLM jest zadaniem bardzo trudnym i kosztownym szczególnie w fazie technicznego przygotowania produkcji. W prezentacji szczególną uwagę zwrócono na interdyscyplinarny sposób projektowania, na rodzaje technologii przyrostowych ze szczególnym uwzględnieniem technologii drukowania 3D w tym technologii - selektywnego topienia laserowego. W prezentacji przedstawione zostały przykłady zastosowań, problemy i wyzwania w stosowa-

niu technologii druku 3D (technologii DMLS/SLM) oraz omówiono wpływ dokładności projektowania w różnych aplikacjach CAD-dowskich na dokładność wymiarową gotowego wyrobu. W końcowej części prezentacji przedstawione zostały dotychczasowe wyniki badań zespołu Uniwersytetu Zielonogórskiego oraz próbę analizy, kiedy korzystać z druku 3D z metalu, a kiedy zdecydowanie nie.

3D Printing a challenge in the development of new manufacturing technologies

Abstract: 3D printing technologies are increasingly present in the metal industry, including the tool industry, automotive, aviation, space, biomedical and dental engineering. Thanks to the possibilities offered by metal printing, it is possible to produce useful and simultaneously very durable machine parts, including: rigid housings, injection mold tools, molded parts and even heat exchangers and spreaders. Tire manufacturers are also increasingly using additive technology to produce tire molds - it is a much faster and cheaper solution that allows the full use of three-dimensional geometry. DMLS/SLM technology has been developed since 1993, but the first commercial devices appeared only in 2002 and it was the EBM S12 printer dedicated to the implantology industry. The devices available on the market today are much more technologically advanced, and 3D metal printing is becoming more and more popular in the machinery, automotive, aviation and space industries. This is because it is a technology that has a lot of potential and is a technology that has quite a lot of advantages. For example, the DMLS/SLM method allows significantly to reduce unit costs when producing elements with very complex geometry. An important advantage is also the production time, which in some cases can speed up production by up to 90% compared to traditional machining methods. Thanks to it, we can also make elements that are not made (non-technological) in other technologies, for example in advanced technology on CNC machines. Metal 3D printing can be performed using many materials. The most popular are iron alloys, nickel-based alloys, cobalt and chromium alloys, precious metals, reactive metals (steel 1.2709, stainless steel AiSi - 316L, aluminum AlSi10, aluminum AlSi12, titanium Ti6Al4V, Inconel IN718, Cobalt; Chromium for dentistry and orthopedics). Each powder material has specific properties that determine its specific application. For example, 316L stainless steel (AiSi) is used to print elements that are to come into contact with food, and Inconel IN718 is used to produce models that must be resistant to extreme temperatures. Its thermal resistance is up to 700°C. 3D printing is a term that encompasses many different types of additive technology. The terms „additive manufacturing”, „rapid prototyping” and „3D printing” are often used synonymously. When 3D printing is used to produce components, material is added layer by layer (in English Additive technology, Additive

manufacturing). This distinguishes 3D printing from cutting methods in which material is removed to produce component parts. This makes 3D printing very economical in terms of material use. The SLM method also allows for a significant reduction in unit costs when producing elements with very complex geometry, geometry that was considered unfeasible (non-technological) in classical manufacturing methods. An important advantage is also the production time, which in some cases can speed up production compared to traditional manufacturing methods, for example machining, by up to 90%. However, it should be emphasized that the use of 3D printing technology, especially SLM technology, is a very difficult and expensive task, especially in the technical preparation phase of production. In the presentation, special attention was paid to the interdisciplinary method of design, to the types of additive technologies, with particular emphasis on 3D printing technology, including selective laser melting technology. The presentation presented examples of applications, problems and challenges in the use of 3D printing technology (DMLS/SLM technology) and discussed the impact of design accuracy in various CAD applications on the dimensional accuracy of the finished product. The final part of the presentation presented the current research results of the University of Zielona Gora team and an attempt to analyze when to use metal 3D printing and when definitely not.

Analiza udziału austenitu szątkowego w osnowie ausferytycznej na podstawie obrazu z mikroskopu cyfrowego

DR INŻ. ANETA JAKUBUS
MGR INŻ. JOANNA KOSTRZEWA

Akademia im. Jakuba z Paradyża w Gorzowie Wlkp.

Autor korespondencyjny: jakubusaneta@wp.pl

Streszczenie: Odpowiednio dobrane parametry obróbki cieplnej żeliwa wermikularnego pozwalają uzyskać materiał o bardzo dużej wytrzymałości. Hartowanie z przemianą izotermiczną stosowane w żeliwie powoduje powstanie struktury ausferytycznej, czyli składającej się z iglastego ferrytu oraz austenitu szątkowego. Wpływ temperatury i czasu austenitizacji i hartowania na parametry wytrzymałościowe jest znaczący. Przy wyższej temperaturze hartowania w osnowie powstaje coraz więcej austenitu szątkowego co wpływa na pogorszenie wytrzymałości na rozciąganie, granicy plastyczności, a zarazem polepszenie wydłużenia materiału. Określenie udziału austenitu szątkowego na zglądach metalograficznych umożliwi przeanalizowanie i ocenę wpływu zawartości austenitu na wybrane właściwości materiału. W tym celu posłużono się mikroskopem cyfrowym DSX1000 firmy Olympus oraz oprogramowaniem Olympus Stream. Ob-

serwacji dokonano na 27 próbkach poddanych obróbce cieplnej według ortogonalnego planu doświadczeń.

Analysis of the share of retained austenite in the ferritic matrix based on a digital microscope image

Abstract: Properly selected heat treatment parameters allow for obtaining a material with very good durability. Hardening with isothermal transformation used in cast iron results in the formation of an ausferritic structure, consisting of acicular ferrite and retained austenite. The influence of temperature and time of austempering and austenitization on the strength parameters is significant. At higher austenitization temperatures, more retained austenite is formed in the matrix, which affects the deterioration of tensile strength and yield strength, while improving the elongation of the material. Determining the amount of retained austenite in metallographic sections will enable the analysis and assessment of the impact of the austenite content on selected material properties. For this purpose, an Olympus DSX1000 digital microscope and Olympus Stream software were used. Observations were made on 27 samples heat-treated according to an orthogonal experimental plan.

Konstrukcyjne materiały hybrydowe i ich badania mechaniczne

INŻ. FILIP DZIEDZIC¹
MGR INŻ. TOMASZ OSIECKI¹
PROF. DR HAB. INŻ. BOGDAN PIEKARSKI²
PROF. DR. HOLGER SEIDLITZ¹

¹Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

²Akademia im. Jakuba z Paradyża w Gorzowie Wlkp.

Autor korespondencyjny: filip.dziedzic@b-tu.de

Streszczenie: Termin „materiał hybrydowy” używany jest w literaturze naukowej do szerokiego spektrum materiałów. Inaczej „materiał hybrydowy” rozumieć może chemik a inaczej mechanik. Nie mniej jednak według Nanko można wymienić trójaką hybrydyzację materiałów: strukturalną, chemiczną lub funkcjonalną. Wybrany materiał może być zhybrydyzowany w kilka z wyżej wymienionych sposobów jednocześnie. Wypełniają one lukę w właściwościach mechanicznych między materiałami metalowymi a polimerowymi kompozytami wzmocnionymi włóknami. Ponadto integracja różnych funkcji w jednym materiale jest szczególnie istotna dla konstrukcji lekkiej celem ograniczenia masy konstrukcji.

Wiele konstrukcyjnych materiałów hybrydowych można zbadać zgodnie z normami dla materiałów kompozytowych. Dotyczy to między innymi materiałów wzmocnianych włóknami (np. organiczne + nieorganiczne) czy też

struktur przekładkowych typu sandwich. Badania pozostałych materiałów hybrydowych należy rozpatrywać indywidualnie w zależności od ich struktury.

Structural hybrid materials and their mechanical testing

Abstract: The term "hybrid material" is used in the scientific literature for a wide range of materials. A chemist may understand "hybrid material" differently and a mechanic differently. Nevertheless, according to Nanko, three types of material hybridization can be mentioned: structural, chemical or functional. The chosen material can be hybridized in several of the above ways simultaneously. These fill the gap in mechanical properties between metallic materials and fiber-reinforced polymer composites. In addition, the integration of different functions in a single material is particularly important for lightweight construction with the goal of reducing structural weight.

Many structural hybrid materials can be tested according to standards for composite materials. This includes fiber-reinforced materials (e.g., organic + inorganic) or sandwich structures. Testing of other hybrid materials should be handled individually, depending on their structure.



LUBUSKI KLASTER METALOWY

Tworzymy optymalne warunki rozwoju przedsiębiorstw branży metalowej



Lubuskie
Warte zachodu

SMART FACTORY 4.0

Partnerstwo na rzecz rozwoju Lubuskich Inteligentnych Specjalizacji



innowacje
Lubuskie

www.lubuskiklaster.pl



to zorganizowane forum współdziałania i wymiany doświadczeń w zakresie funkcjonowania laboratoriów badawczych oraz wdrażania systemów zarządzania.

Klub jest organizacją niezależną i współpracuje ze stowarzyszeniami i organizacjami o podobnym profilu działalności.

W ramach Klubu funkcjonuje 9 Sekcji oraz 2 Komisje.

Sekcja Badań Materiałowych

jest jedną z najprężniej działających Sekcji w ramach Klubu.

Obecnie skupia 133 laboratoria przemysłowe oraz badawcze. Członkami Sekcji są instytuty naukowe, jednostki badawcze, uczelnie techniczne oraz laboratoria przemysłowe największych przedsiębiorstw produkcyjnych w Polsce.

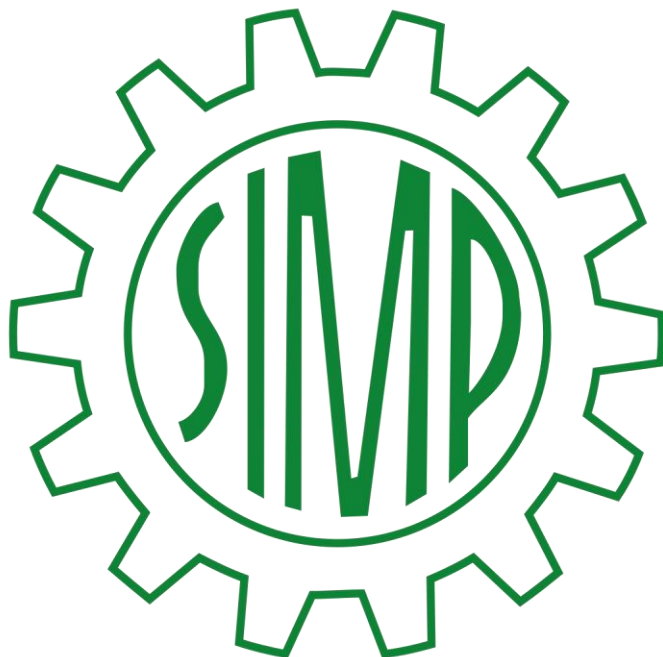
Działalność Sekcji obejmuje organizację porównań międzylaboratoryjnych i badań biegłości oraz bieżącą współpracę pomiędzy jej członkami, w tym także dyskusję problemów badawczych oraz doradztwo techniczne.

Sekcja Badań Materiałowych

organizuje cykliczne zebrania swoich Członków. Każde zebranie organizowane jest przez inną instytucję, zrzeszoną w ramach Sekcji. W ten sposób Członkowie mają szansę poznać obszary działalności innych laboratoriów, ich wyposażenie oraz możliwości badawcze.

Zapraszamy do wstąpienia w szereg Klubu POLLAB!

STOWARZYSZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH



Rok powstania 1926

Zarząd Główny SIMP
ul. Świętokrzyska 14a
00-050 Warszawa

 simp@simp.pl

 +48 22 827-17-68, 826-45-55

 simp.pl

 Znajdź nas i polub na
Facebooku