

STRESZCZENIA

Leszek CHAŁKO¹
Paweł MACIĄG²

IDENTYFIKACJA BRONI PALNEJ NA PODSTAWIE SYGNAŁÓW AKUSTYCZNYCH

W artykule przedstawiono wstępne wyniki analizy sygnałów akustycznych emitowanych przez wybrane typy broni. Przedstawiona w opracowaniu część wyników przeprowadzonych badań dotyczy fazy przygotowania broni do strzału. Pomiarów akustycznych zrealizowano z zastosowaniem analizatora dźwięku firmy Bruel&Kjaer 2260 Investigator wraz z dwumikrofonową sondą natężenia dźwięku B&K 3595 oraz szerokopasmowego analizatora cyfrowego DSO-2902.

Słowa kluczowe: emisja dźwięku, identyfikacja rodzaju broni palnej, pomiary sygnałów akustycznych

FIREARMS IDENTIFICATION BASED ON ACOUSTIC SIGNALS

Summary

The article presents preliminary results of the analysis of acoustic signals emitted by selected types of weapons. The research result part presented in the paper applies to the phase of shotgun preparation. Acoustic measurements were carried out using the Bruel&Kjaer 2260 Investigator sound analyzer together with the B&K 3595 dual-microphone sound intensity probe and the DSO-2902 digital broadband analyzer.

Keywords: noise emission, firearms type identification, acoustic signals measurements

DOI: 10.7862/rm.2018.22

Przesłano do redakcji: 23.04.2018

Przyjęto do druku: 20.06.2018

¹ Autor do korespondencji/corresponding author: Leszek Chałko, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, ul. Stasieckiego 54, 26-600 Radom, tel.: 48 3617676, e-mail: leszek.chalko@uthrad.pl

² Paweł Maciąg, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, e-mail: p.maciag@uthrad.pl

Zbigniew DZIOPA³
Krzysztof ZDEB⁴

METODA WYZNACZANIA LOTU POCISKÓW WYSTRZELONYCH OGNIEM SERYJNYM Z PISTOLETU MASZYNOWEGO GLAUBERYT

Na strzelnicy firmy EMJOT przeprowadzono rejestrację procesu wystrzelenia z pistoletu maszynowego Glauberyt ogniem seryjnym czterech pocisków. Do badań empirycznych użyto amunicji 9x19 mm FMJ Luger (Parabellum) produkcji czeskiej z 2017 r. Strzały zostały oddane przez antyterrorystę. Ich rejestrację przeprowadzono z zastosowaniem szybkiej kamery cyfrowej Phantom v.9.1 wraz z niezbędnym oprzyrządowaniem. Na podstawie zarejestrowanego obrazu określono początkowe kinematyczne parametry lotu każdego z pocisków. Korzystając z zasad mechaniki lotu, opracowano model balistyczny pocisku, a na jego podstawie zredagowano program symulacyjny. Zweryfikowano wyniki lotu uzyskane w przestrzeni wirtualnej, porównując je z wynikami badań doświadczalnych. Po dopracowaniu modelu teoretycznego przeprowadzono estymację lotu czterech pocisków wystrzeliwanych ogniem seryjnym z pistoletu maszynowego Glauberyt do tarczy znajdującej się w odległości 25 m. W artykule przedstawiono reprezentatywny przykład wystrzeliwania ogniem seryjnym czterech pocisków. W badaniach wykonano 50 takich strzelań.

Słowa kluczowe: mechanika lotu, analiza teoretyczna, badania doświadczalne, walidacja modelu

FLIGHT ESTIMATION OF FOUR BULLETS OF SERIAL FIRING FROM THE GLAUBERYT SUBMACHINE GUN

Summary

At the EMJOT firing range, the process of firing the Glauberite machine gun was recorded with serial fire of four bullets. 9x19 mm FMJ Parabellum Luger Czech production from 2017 was used for empirical research. The shots were given by an anti-terrorist. Their registration was carried out using the high-speed Phantom v.9.1 digital camera, together with the necessary equipment. Based on the recorded image, the initial kinematic flight parameters of each of the missiles were determined. Using the principles of flight mechanics, a ballistic model of the projectile was developed, and on its basis a simulation program was prepared. Flight results obtained in the virtual space were verified by comparing them with the results of experimental tests. After fine-tuning the theoretical model, four flight bullets from the Glauberite machine pistol were estimated to be placed at the distance of 30 m. The article presents a representative example of serial firing of four missiles. Fifty such shots were made in the tests.

Keywords: flight mechanics, theoretical analysis, experimental tests, model validation

DOI: 10.7862/rm.2018.23

Przesłano do redakcji: 24.04.2018

Przyjęto do druku: 4.07.2018

³ Autor do korespondencji/corresponding author: Zbigniew Dziopa, Politechnika Świętokrzyska, 25-314 Kielce, al. 1000-lecia PP 7, tel.: 41 3424775, e-mail: zdziopa@tu.kielce.pl

⁴ Krzysztof Zdeb, Laboratorium Kryminalistyczne Komendy Wojewódzkiej w Krakowie, e-mail: krzysztofdzdeb@gmail.com

Katarzyna GAWDZIŃSKA⁵
Rafał ŁAPAWA²
Paweł SZYMAŃSKI³
Artur BEJGER⁴
Krzysztof NOZDRZYKOWSKI⁵

CHARACTERISTICS OF PRODUCTION METHODS OF ALUMINIUM AND MAGNESIUM MATRIX COMPOSITE CASTINGS

Light metal (aluminium and magnesium) matrix composites in particular are being increasingly used in various kinds of transportation vehicles. The properties of final products are closely related to the employed production technology. This paper presents a brief review of the technologies used in aluminium and magnesium matrix composite casting, with a focus on the risks and benefits of each technology.

Keywords: metal composites, manufacturing technologies, aluminium, magnesium

Acknowledgments

The research presented in this article was carried out in the Maritime University of Szczecin under the Grant 1/S/IESO/17: „Increasing operational effectiveness of complex technical systems by systematic development and implementation of innovations using novel materials and modifying the object’s structure”. Examination was conducted using research apparatus purchased under the project „Establishment of the Intercollegiate Scientific and Research Laboratory in Stalowa Wola”, under the Operational Development Program of Eastern Poland 2007-2013, Priority Axis and Modern Economy, Action 1.3 Supporting Innovation in accordance with agreement No. POPW.01.03.00-18-016/12-00.

CHARAKTERYSTYKA METOD WYTWARZANIA ALUMINIOWYCH I MAGNEZOWYCH ODLEWÓW KOMPOZYTOWYCH

Streszczenie

Kompozyty metalowe, a w szczególności o osnowie z metali lekkich (jak aluminium i magnez), są obecnie coraz częściej stosowane w różnego typu środkach transportu. Właściwości gotowych wyrobów są ściśle powiązane z ich technologią wytwarzania. W niniejszej pracy przedstawiono krótki opis technologii odlewów kompozytowych o osnowie aluminiowej i magnezowej, koncentrując się na wadach i zaletach poszczególnych technologii.

Słowa kluczowe: kompozyty metalowe, technologie wytwarzania, aluminium, magnez

DOI: 10.7862/rm.2018.24

Przesłano do redakcji: 24.04.2018

Przyjęto do druku: 22.06.2018

⁵ Autor do korespondencji/corresponding author: Katarzyna Gawdzińska, Maritime University of Szczecin, 2-4 Willowa St., 71-650 Szczecin, e-mail: k.gawdzinska@am.szczecin.pl

² Rafał Łapawa, Military University of Technology in Warsaw, e-mail: rafal.lapawa@wat.edu.pl

³ Paweł Szymanski, Institute of Materials Technology, Poznan, e-mail: pawel.szymanski@put.poznan.pl

⁴ Artur Bejger, Maritime University of Szczecin, e-mail: a.bejger@am.szczecin.pl

⁵ Krzysztof Nozdrykowski, Maritime University of Szczecin, e-mail: k.nozdzykowski@am.szczecin.pl

Janusz GRABIAN⁶
Wojciech ŚLĄCZKA⁷
Wojciech PRZETAKIEWICZ⁸

WIELOFUNKCYJNE WARSTWOWE MATERIAŁY KOMPOZYTOWE NA KADŁUBY WYBRANYCH JEDNOSTEK EKSPLOATOWANYCH W WARUNKACH ŻEGLUGI ŚRÓDLĄDOWEJ

Artykuł przedstawia badania wstępne dotyczące wielowarstwowego materiału kompozytowego spełniającego postawione wymagania dotyczące budowy kadłubów wybranych jednostek pływających, przeznaczonych do żeglugi śródlądowej. Dokonano analizy i opisano warunki eksploatacyjne jednostek pływających śródlądowych, ze szczególnym naciskiem na bezpieczeństwo i koszty obsługi eksploatacyjnej jednostek. Zaproponowano sposób zwiększenia bezpieczeństwa użytkowania jednostki przez wprowadzenie wielowarstwowego materiału ograniczającego możliwości rozszczelnienia kadłuba w przypadku uderzenia o obiekty znajdujące się pod wodą. W celu badań porównawczych określono warunki przyjętej technologicznej próby zginania oraz wymagania dotyczące wielowarstwowego płyt próbnych. Wytworzono trój- i czterowarstwowe płyty próbne o grubości 14-30 mm, wykorzystując: kompozyty zawieszinowe na bazie żywicy epoksydowej zbrojone cząstkami ceramicznymi, kompozyty na bazie żywicy poliestrowej zbrojone uporządkowanym włóknem szklanym oraz piany metalowe na bazie aluminium oraz kompozytu aluminium-ceramicznego. Przedstawiono wyniki wstępnych badań dotyczących odporności płyt próbnych na zginanie w warunkach przyjętej próby technologicznej, a także odporności na ścieranie. Odniesiono się do możliwości wytwarzania tak skomponowanych materiałów warstwowych w warunkach znanej, szeroko stosowanej technologii formowania elementów kształtowych z kompozytów polimerowo-zklanych w formach negatywnych. Doprecyzowano typ śródlądowych obiektów pływających, wykazując zalety i celowość stosowania tych materiałów.

Słowa kluczowe: żegluga śródlądowa, kadłub, materiały wielofunkcyjne, materiały wielowarstwowe, kompozyt polimerowo-szkłany, piana aluminiowa

MULTIFUNCTIONAL LAMINATED COMPOSITE MATERIALS OF HULLS OF SELECTED VESSELS OPERATED IN INLAND SHIPPING CONDITIONS

Summary

The article presents the preliminary tests of a multi layer composite material that meets design requirements for hulls of some vessels intended for inland navigation. In the analysis and description of operating conditions of inland vessels a particular focus was put on the safety and operational costs of the vessels. The solution proposed to increase operational safety consists in introducing a multi layer material that limits the loss of hull integrity in the case a vessel hits an underwater object. For comparative studies, the conditions of the adopted technological bending test were defined along with requirements for multi layer test plates. Plates produced for the tests were three- and four-layered 14-30 mm thick plates made of three materials: epoxy resin-based suspension composites reinforced with ceramic particles, polyester resin-based composites reinforced with ordered fiberglass and metal foams based on aluminium and aluminium-ceramic epoxy. The preliminary research results include the resistance of test plates to bending in the adopted technological test conditions and abrasive resistance. Particular reference was made to the manufacturing of so composed layered materials applying a known and widely used process of forming profiled elements of polymer-glass composites in negative moulds. The type of inland vessel was more precisely indicated, along with advantages and purpose of using the materials under consideration.

Keywords: inland shipping, hull, multifunctional materials, multilayer materials, composite polymer-glass, aluminum foam

DOI: 10.7862/rm.2018.25

Przesłano do redakcji: 24.04.2018

Przyjęto do druku: 26.06.2018

⁶ Autor do korespondencji/corresponding author: Janusz Grabian, Akademia Morska, 70-500 Szczecin, Wały Chrobrego 1-2, tel.: 91 4809930, e-mail: j.grabian@am.szczecin.pl

⁷ Wojciech Ślęczka, Akademia Morska, Szczecin, e-mail: w.slaczka@am.szczecin.pl

⁸ Wojciech Przetakiewicz, Akademia Morska, Szczecin, e-mail: w.przetakiewicz@am.szczecin.pl

Piotr KORUBA⁹
Tomasz BORATYŃSKI¹⁰
Piotr JUREWICZ¹¹
Gustaw KOENIG¹²
Michał SZAROLETA¹³
Jacek REINER¹⁴
Edward CHLEBUS¹⁵
Adam DWORAK¹⁶

PROJEKTOWANIE I ANALIZA ZASTOSOWAŃ TECHNOLOGII NAPAWANIA LASEROWEGO DLA BRANŻY LOTNICZEJ

Technologia napawania laserowego polega na wykorzystaniu wiązki laserowej celem precyzyjnego nałożenia warstwy materiału o podwyższonych właściwościach na podłoże. Szczególnie zainteresowanie budzi ona w branży lotniczej. Odpowiednie przygotowanie procesu wiąże się z wykonaniem testów symulacyjnych z wykorzystaniem modeli przepływu dwufazowego oraz interakcji wiązki laserowej z materiałem. Następnie zostają wyznaczone ścieżki ruchu głowicy przy użyciu dedykowanych narzędzi CAD/CAM. W ramach analizy technologii napawania laserowego dla zastosowań branży lotniczej przedstawiono nakładanie powłok funkcjonalnych, będących alternatywą dla chromu elektrolitycznego. Przeanalizowano również metodę regeneracji wierzchołka łopatki turbiny silnika odrzutowego. Zaprezentowano też możliwości obróbki hybrydowej w wytwarzaniu przyrostowym tytanowych komponentów lotniczych oraz metodę monitorowania temperatury celem jakościowej kontroli procesu.

Słowa kluczowe: komputerowe wspomaganie procesu, symulacje multifizyczne, powłoki funkcjonalne, regeneracja łopatek, napawanie hybrydowe

DESIGN AND APPLICATIONS ANALYSIS OF LASER CLADDING TECHNOLOGY FOR AVIATION INDUSTRY

Summary

The laser cladding technology consists of the use of laser beam for precise deposition of a material layer with enhanced properties to the substrate. Therefore it finds special interest in the aviation industry. Appropriate preparation of the process involves performing simulation tests using two-phase flow models and laser beam interaction with material. Subsequently, the laser head movement paths are determined using dedicated CAD/CAM software. In the analysis of laser cladding technology applications for the aviation industry, the deposition of functional coatings, being an alternative to electrolytic chromium, was presented. Secondly, the repair of turbine blade tip was also analyzed. Moreover the capabilities of hybrid laser cladding technology with machining for the additive manufacturing aviation components made of titanium alloys were presented, as well as the method of temperature monitoring for the purpose of qualitative process control implementation.

Keywords: computer aided process development, multiphysics simulation, functional coating, repair of turbine blades, hybrid laser cladding

DOI: 10.7862/rm.2018.26

Przesłano do redakcji: 24.04.2018

Przyjęto do druku: 28.06.2018

⁹ Autor do korespondencji/corresponding author: Piotr Koruba, Politechnika Wrocławska, ul. Łukasiewicza 5, 50-371 Wrocław, tel.: 71 3204635, e-mail: piotr.koruba@pwr.edu.pl

¹⁰ Tomasz Boratyński, Politechnika Wrocławska, e-mail: tomasz.boratynski@pwr.edu.pl

¹¹ Piotr Jurewicz, Politechnika Wrocławska, e-mail: piotr.jurewicz@pwr.edu.pl

¹² Gustaw Koenig, Politechnika Wrocławska, e-mail: gustaw.koenig@pwr.edu.pl

¹³ Michał Szaroleta, Politechnika Wrocławska, e-mail: michał.szaroleta@pwr.edu.pl

¹⁴ Jacek Reiner, Politechnika Wrocławska, e-mail: jacek.reiner@pwr.edu.pl

¹⁵ Edward Chlebus, Politechnika Wrocławska, e-mail: edward.chlebus@pwr.edu.pl

¹⁶ Adam Dworak, PZL Mielec, e-mail: adam.dworak@lmco.com

Zbigniew KORUBA¹⁷
Daniel GAPIŃSKI¹⁸
Piotr SZMIDT¹⁹

ANALIZA MOŻLIWOŚCI STEROWANIA SAMONAPROWADZAJĄCĄ GŁOWICĄ SKANUJĄCO- ŚLEDZĄCĄ POSADOWIONĄ NA MOBILNYM ZESTAWIE ARTYLERYJSKO-RAKIETOWYM

Na współczesnym polu walki istnieje potrzeba ustawicznego zwiększania zdolności bojowych, w tym prędkości działania, zasięgu wykrywania celów, możliwości identyfikacji celów i skuteczności prowadzenia ognia przez zestawy artyleryjsko-rakietowe krótkiego zasięgu. Dużym wyzwaniem jest możliwość skutecznego prowadzenia ognia przez tego typu zestawy w warunkach oddziaływania zakłóceń nie tylko od strony namierzanych środków napadu powietrznego, lecz także ze strony poruszającej się platformy, na której jest posadowiony zestaw artyleryjsko-rakietowy wraz z samonaprowadzającymi się pociskami rakietowymi. W pracy przedstawiono analizę możliwości sterowania innowacyjną głowicą skanująco-śledzącą wchodzącą w skład pocisków rakietowcy i przeznaczoną do wykrywania oraz śledzenia wymienionych obiektów. Niektóre wyniki badań symulacji numerycznych przedstawiono w postaci graficznej.

Słowa kluczowe: głowica IR, sterowanie, wykrywanie i śledzenie celów powietrznych, układ giroskopowy, samonaprowadzanie

CONTROL OF A SELF-GUIDED SCANNING AND TRACKING IR SEEKER MOUNTED ON A MOBILE ARTILLERY-ROCKET SET

Summary

On the modern battlefield, there is a need to continually increase combat capabilities, including speed, target detection, target identification and fire-fighting performance of short-range artillery-rocket sets. A big challenge is the ability to effectively fire through such sets of conditions of interference, not only from the direction of targeted air strike, but also from the moving platform on which the artillery-rocket set with self-guided rocket missiles is located. The paper presents the analysis of the possibilities of controlling an innovative scanning and tracking IR seeker that is a part of missile launchers and is designed to detect and track the above-mentioned objects. Some results of numerical simulation tests are presented in a graphical form.

Keywords: IR seeker, control, detection and tracking of air targets, gyro system, homing

DOI: 10.7862/rm.2018.27

Otrzymano/received: 21.04.2018
Zaakceptowano/accepted: 12.07.2018

¹⁷Autor do korespondencji/corresponding author: Zbigniew Koruba, Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, al. 1000-lecia PP 7, 25-314 Kielce, tel.: 41 3424433, e-mail: ksmzko@tu.kielce.pl

¹⁸Daniel Gapiński, Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, e-mail: tu_daniel_kielce@wp.pl

¹⁹Piotr Szmidt, Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, e-mail: pschmidt@tu.kielce.pl

Adam KURZAWA²⁰
Krzysztof NAPLOCHA²¹
Jacek W. KACZMAR²²

WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW KOMPOZYTOWYCH NA OSNOWIE STOPU ALUMINIUM EN AW-2024 I MIEDZI

W pracy zostały przedstawione wyniki badań wpływu umocnienia stopu EN AW-2024 cząstkami ceramicznymi α -Al₂O₃ oraz miedzi włóknami Saffil na wybrane właściwości mechaniczne. Materiały kompozytowe zostały wytworzone odlewniczą metodą infiltracji pod ciśnieniem preform ceramicznych charakteryzujących się porowatością otwartą. Stabilność termiczną oraz odporność na deformacje preform w trakcie procesu infiltracji zapewniono przez zastosowanie do ich budowy spoiwa krzemionkowego i odpowiedniej obróbki termicznej. W pracy, opierając się na badaniach struktury i analizy powierzchni przełomów badanych po wytrzymałościowych próbach technologicznych, wykazano wpływ umocnienia na mechanikę tworzenia złomu. Przeprowadzone badania wytworzonych materiałów potwierdziły ponadto ich bardzo dobre właściwości mechaniczne oraz eksploatacyjne, takie jak twardość i odporność na ścieranie, co tworzy zakres ich potencjalnych zastosowań w budowie środków transportu naziemnego.

Słowa kluczowe: materiały kompozytowe, właściwości mechaniczne, infiltracja pod ciśnieniem

THE PROPERTIES OF THE EN AW-2024 ALUMINIUM ALLOY AND COPPER MATRIX COMPOSITE MATERIALS

Summary

In this paper investigations of the strengthening effect of α -Al₂O₃ particles and Saffil alumina fibres on the EN AW-2024 aluminium alloy matrix as well as Cu based composites on selected mechanical properties were presented. The examined composite materials were produced by pressure infiltration of open porosity preforms. Thermal stability and resistance to deformation of the preforms during the infiltration were provided by using a silica binder for reinforcing their structure and appropriate heat treatment. On the basis of microstructure and surface analysis of fractures obtained during strength investigations the effect of reinforcement and crack development were demonstrated. Performed tests of manufactured materials have also confirmed their superior mechanical and service properties, such as hardness and abrasion resistance, which widens the scope of their potential application.

Keywords: composite materials, mechanical properties, pressure infiltration

DOI: 10.7862/rm.2018.28

Otrzymano/received: 21.04.2018
Zaakceptowano/accepted: 18.06.2018

²⁰Autor do korespondencji/corresponding author: Adam Kurzawa, Politechnika Wrocławska, Smoluchowskiego 25, 50-372 Wrocław, tel.: 71 3204235, e-mail: adam.kurzawa@pwr.edu.pl

²¹Krzysztof Naplocha, Politechnika Wrocławska, e-mail: krzysztof.naplocha@pwr.edu.pl

²²Jacek W. Kaczmar, Politechnika Wrocławska, e-mail: jacek.kaczmar@pwr.edu.pl

Wiesław MASŁOWSKI²³
Tadeusz OPARA²⁴
Michał BUREK²⁵

OCENA FUNKCJONOWANIA UKŁADU RÓWNOWAGI KANDYDATÓW NA PILOTÓW WOJSKOWYCH

Jednym z wielu elementów określających predyspozycje kandydatów na pilotów wojskowych statków powietrznych jest ocena poprawności funkcjonowania ich systemu utrzymania równowagi, odpowiedzialnego (między innymi) za orientację przestrzenną w trakcie lotu. Podstawową wielkością kontrolowaną przez ten układ jest położenie środka masy ciała. W próbie quasi-statycznej punkt ten oscyluje wokół położenia równowagi. Ilościową informacją o tych oscylacjach jest trajektoria rzutu środka masy na płaszczyznę podparcia, którą można zarejestrować w badaniach posturograficznych, poprzedzonych wyznaczeniem położenia środka masy osoby badanej metodą dźwigni jednostronnej. Przebadano 58 kandydatów na pilotów samolotów odrzutowych, samolotów transportowych i śmigłowców (6 kobiet i 52 mężczyzn). Badane osoby to studenci Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych w Dęblinie. Opierając się na przeprowadzonych pomiarach, dokonano oceny poprawności funkcjonowania ich układu równowagi, przez analizę średniej długości radialnej pozycji wektora określającego położenie rzutu środka masy na płaszczyznę platformy posturograficznej. Tangens kąta odchylenia środka masy, rozumiany jako stosunek średniej długości radialnej pozycji wektora do wysokości położenia środka masy, jednoznacznie różnicuje wyniki uzyskane przez poszczególnych badanych. Wskaźnik selektywności metody, zdefiniowany jako iloraz rozstępu wyników pomiaru do ich wartości średniej, dla omawianych danych ma wysoką wartość, wynoszącą 0,92. W testach brali udział podchorążowie, którzy uzyskali najwyższą kategorię zdrowia, a mimo to zaznaczyły się wyraźne różnice w predyspozycji do utrzymania stabilnej postawy ciała. Informacje zgromadzone w utworzonej bazie danych pozwalają na wskazanie osób o najwyższej zdolności do utrzymania równowagi statycznej.

Słowa kluczowe: posturografia, środek masy ciała, układ równowagi, platforma stabilograficzna

ASSESSMENT OF THE FUNCTIONING OF BALANCE SYSTEMS OF CANDIDATES FOR MILITARY PILOTS

Summary

One of many elements determining the predispositions of candidates for military pilots is the assessment of correct functioning of their balance system, which is responsible (among other things) for spatial orientation during the flight. The basic parameter controlled by this system is the location of the body mass center. In a quasi-static test, this point oscillates around the equilibrium position. Quantitative information about these oscillations is the trajectory of the projection of the mass center on the support plane, which can be recorded in posturographic studies. Fifty-eight candidates for military pilots (6 women and 52 men) were examined. The people who took part in the study are students of the Air Force Academy in Dęblin. Based on the measurements carried out, the correctness of the functioning of their balance system was evaluated by analyzing the average length of the radial position of the vector defining the position of the projection of the center of mass on the plane of the posturographic platform. The tangent of the center of mass angle deflection, understood as the ratio of the average length of the radial position of the vector to the height of the mass center, uniquely differentiates the results obtained by the individual subjects.

The tests were taken by cadets who obtained the highest category of health, and yet there are clear differences in the predisposition to maintain a stable posture. The information gathered in the created database allows to indicate people with the highest ability to maintain static balance.

Keywords: posturography, center of body mass, balance system, stabilographic platform

DOI: 10.7862/rm.2018.29

Przesłano do redakcji: 23.04.2018
Przyjęto do druku: 20.05.2018

²³Autor do korespondencji: Wiesław Masłowski, Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych, 08-521 Dęblin, ul. Dywizjonu 303 nr 35, tel.: 606266276, e-mail: w.maslowski@wsosp.pl.

²⁴Tadeusz Opara, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny, Radom, e-mail: t.opara@uthrad.pl

²⁵Michał Burek, Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych, Dęblin, e-mail: m.burek@wsosp.pl

Grzegorz MICHTA²⁶
Adam KRUK²⁷

WPLYW OBRÓBKİ CIEPLNEJ NA WŁAŚCIWOŚCI STALI TYPU MARAGING

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu obróbki cieplnej na właściwości stali maraging o oznaczeniu N18K9M5TPr. Porównano wyniki badań właściwości mechanicznych, fraktograficznych, twardości oraz mikrostruktury materiału w stanie dostawy, po przesycaniu oraz przesycaniu i starzeniu. Wykazano, że obróbką cieplną można sterować parametrami wytrzymałościowymi oraz plastycznymi przez dobór temperatury i czasu poszczególnych etapów przesycania i starzenia.

Słowa kluczowe: stal maraging, obróbka cieplna, właściwości mechaniczne, twardość, mikrostruktura

Podziękowania

Praca zrealizowana w ramach prac statutowych AGH nr 11.11.110. 299 i wykonana dzięki wsparciu badawczemu Międzynarodowego Centrum Mikroskopii Elektronowej dla Inżynierii Materiałowej IC-EM, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie.

THE INFLUENCE OF HEAT TREATMENT ON MARAGING STEEL PROPERTIES

Summary

As expected, samples of maraging steel subjected to quenching and aging showed the highest increase in strength properties in comparison to the material supplied after hardening. Heat treatment significantly influences hardness of the maraging steel. The highest hardness was demonstrated in sample 3, subjected to quenching and aging, which confirmed the assumptions related to the heat treatment of this alloy, i.e. the creation of a large number of very fine precipitates of intermetallic phases reinforcing the tested steel. The N18K9M5TPr steel, in a quenched and aged condition, despite very high hardness (56 HRC), is characterized by quite high toughness (deformation about 5.2%). Observation of the fractures of samples after a tensile test allows to observe that for materials with different variants of heat treatment, characteristic dimples are observed in the fractures which indicates plasticity of the fracture.

Keywords: maraging steel, mechanical properties, quenching, aging

DOI: 10.7862/rm.2018.30

Przesłano do redakcji: 23.04.2018

Przyjęto do druku: 20.06.2018

²⁶ Autor do korespondencji/corresponding author: Grzegorz Michta, Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, tel.: 12 6172566, e-mail: gmichta@agh.edu.pl

²⁷ Adam Kruk, prof. AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza, e-mail: kruczek@agh.edu.pl

Renata MOLA²⁸
Michał CIEŚLIK²⁹
Joanna BARTOS³⁰

ANALIZA STRUKTURY ZŁĄCZA PA38/AZ31 WYTWORZONEGO METODĄ ZGRZEWANIA DYFUZYJNEGO

W artykule przedstawiono analizę struktury złącza stop aluminium (PA38)–stop magnezu (AZ31) wytworzonego metodą zgrzewania dyfuzyjnego. Za pomocą mikroskopu optycznego i elektronowego mikroskopu skaningowego przeprowadzono szczegółowe badania metalograficzne. Skład chemiczny strefy złącza określono metodą mikroanalizy rentgenowskiej (EDS). Wykonano również pomiary mikrotwardości metodą Vickersa łączonych materiałów i strefy złącza. W wyniku procesu zgrzewania uzyskano trwałe połączenie. Strefa złącza, o grubości ok. 50 μm , miała budowę dwuwarstwową. Od strony stopu PA38 w złączu zidentyfikowano grubszą warstwę (ok. 40 μm) fazy międzymetalicznej Al_3Mg_2 , od strony stopu AZ31 cieńszą warstwę (ok. 10 μm) fazy międzymetalicznej $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$. W mikrostrukturze strefy złącza od strony stopu PA38 na tle osnowy fazy Al_3Mg_2 stwierdzono obecność drobnych cząstek fazy Mg_2Si . Od strony stopu AZ31, na tle fazy $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$, obserwowano lokalnie iglaste cząstki fazy Al-Mn-Si. Na podstawie pomiarów mikrotwardości stwierdzono, że strefa złącza zbudowana głównie z faz międzymetalicznych Mg-Al charakteryzuje się kilkukrotnie wyższą mikrotwardością w porównaniu z łączonymi stopami.

Słowa kluczowe: stop magnezu, stop aluminium, strefa złącza, fazy międzymetaliczne, struktura, mikrotwardość

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE PA38/AZ31 JOINT FABRICATED BY DIFFUSION BONDING

Summary

This paper presents the results of the microstructure investigation of the aluminium alloy (PA38) – magnesium alloy (AZ31) joint fabricated by diffusion bonding. The structure of the bonding zone was examined using optical microscopy and scanning electron microscopy. The chemical composition of the bonding zone was determined by energy dispersive *X-ray microanalysis*. The microhardness measurements of the alloys and the bonding zone was also conducted. As a result of the diffusion bonding process the alloys were joined together. The bonding zone with a thickness of about 50 μm had two-layer structure. In the bonding zone the thicker layer (about 40 μm) of Al_3Mg_2 intermetallic phase was observed on the PA38 alloy side. The thinner layer (about 10 μm) of $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$ intermetallic phase was observed on the AZ31 alloy side. In the area of the bonding zone close to the PA38 alloy fine particles of Mg_2Si phase were found in the matrix of Al_3Mg_2 . In the bonding zone close to the AZ31 alloy locally a needle-shaped particles of the Al-Mn-Si phase were observed over the $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$ phase matrix. The results of microhardness measurement revealed that the bonding zone composed mainly of Mg-Al intermetallic phases layers had much higher microhardness than the joined alloys.

Keywords: magnesium alloy, aluminium alloy, bonding zone, intermetallic phases, structure, microhardness

DOI: 10.7862/rm.2018.31

Przesłano do redakcji: 23.04.2018

Przyjęto do druku: 29.06.2018

²⁸Autor do korespondencji/corresponding author: Renata Mola, Politechnika Świętokrzyska, al. Tysiąclecia PP 7, 25-314 Kielce, tel.: 41 3424373, e-mail: rmola@tu.kielce.pl

²⁹Michał Cieślík, Politechnika Świętokrzyska, e-mail: mcieslik@tu.kielce.pl

³⁰Joanna Bartos, Politechnika Świętokrzyska, e-mail: joanna_st_ce@o2.pl

Dawid MYSZKA³¹
Mostafa AHMED²
Leszek CYBULA³

OCENA ODPORNOŚCI DYNAMICZNEJ ŻELIWA ADI Z DODATKIEM MIEDZI I MOLIBDENU

Materiały inżynierskie wykorzystywane w licznych zastosowaniach, w szczególności w motoryzacyjnych i wojskowych, muszą sprostać nowym wymaganiom, z których jednym z najważniejszych jest odporność na obciążenia dynamiczne. Ponieważ zjawiska związane z takimi interakcjami są dość złożone, stosuje się niestandardne typy testów do oceny i porównania różnych potencjalnych materiałów. W pracy tej dwa rodzaje żeliwa ADI wytworzono w różnych warunkach austenitowania i hartowania, otrzymując różną morfologię ausferrytu. Próbkę z obu materiałów były poddawane różnym dynamicznym szybkościom odkształcania. Oceniono odporność na martenzytyczną przemianę odkształceniową w zależności od mikrostruktury i szybkości odkształcania. Badania XRD i LM były wykorzystane do oceny właściwości oraz wpływu dużych szybkości odkształcania na strukturę materiału.

Słowa kluczowe: żeliwo sferoidalne ausferrytyczne, test Taylora, odporność na obciążenia dynamiczne, przemiana odkształceniowa

EVALUATION OF DYNAMIC RESISTANCE OF ADI WITH ADDITION OF COPPER AND MOLYBDENIUM

Summary

Engineering materials used in numerous applications, in particular in automotive and military applications, have to meet new requirements, one of the most important being resistance to dynamic loads. Because the phenomena associated with such interactions are quite complex, non-static test types are used to evaluate and compare different potential materials. In this work, two types of ADI cast iron were made in different austenitizing and quenching conditions to obtain different ausferrite morphology. Samples from both materials were subjected to different dynamic deformation rates. The resistance to martensitic strain transformation was evaluated depending on the microstructure and rate of deformation. XRD and LM were used to assess the properties and impact of high strain rates on the material structure.

Keywords: austempered ductile iron, Taylor test, impact resistance, strain transformation

DOI: 10.7862/rm.2018.32

Przesłano do redakcji: 23.04.2018

Przyjęto do druku: 28.06.2018

³¹ Autor do korespondencji/corresponding author: Dawid Myszk Politechnika Warszawska, ul. Narbutta 85, 02-524 Warszawa, tel.: 22 8499797, mail: d.myszka@wip.pw.edu.pl

² Mostafa Ahmed, Central Metallurgical Research and Development Institute, Cairo, Egypt, e-mail: Mostafa.Aothman@hotmail.com

³ Leszek Cybula, Politechnika Warszawska, e-mail: l.cybula@wip.pw.edu.pl

Robert SMUSZ³²
Joanna WILK³³

ZASTOSOWANIE DWUPLASZCZOWEGO WYMIENNIKA CIEPŁA Z WARSTWĄ PCM DO ODZYSKU CIEPŁA ODPADOWEGO

W pracy zaprezentowano koncepcję wykorzystania materiału zmiennofazowego PCM (phase change material) w układzie do odzysku ciepła odpadowego. W proponowanym rozwiązaniu zbiornik akumulacyjny jest dwupłaszczowy. Utworzona między płaszczami szczelina cylindryczna jest wypełniona organicznym materiałem zmiennofazowym, który podczas nagrzewania wody w zbiorniku zmienia stan skupienia, akumulując energię cieplną oraz zwiększając pojemność cieplną zbiornika. Omówiono możliwości odzysku ciepła odpadowego, potencjalne zastosowania materiałów PCM w układach mobilnych oraz stacjonarnych, dokonano także charakterystyki przemian fazowych w aspekcie wykorzystania materiału zmiennofazowego do akumulacji ciepła. Przedstawiono główne założenia konstrukcyjne, przeanalizowano możliwości zastosowań wybranych materiałów PCM oraz omówiono korzyści proponowanego rozwiązania.

Słowa kluczowe: materiał zmiennofazowy, ciepło odpadowe, akumulacja ciepła

APPLICATION OF THE DOUBLE-WALLED HEAT EXCHANGER WITH PCM COATING IN A WASTE HEAT UTILIZING SYSTEM

Summary

The paper presents the concept of the application of phase change material PCM in the waste heat recovery system. In the proposed system a double-walled storage tank has been applied. The cylindrical gap between the inner and outer shells is filled with the PCM material. PCM changes the physical state during the process of water heating, so thermal energy is stored. The separation of PCM from domestic hot water ensures elimination of possible water pollutants. Moreover, metal chips are filled in the gap. They create a metal skeleton with spaces filled with PCM. The design improves conduction properties of the phase change material. In the paper the considered system has been described. The main design assumptions were presented. The possibilities of the application of PCM and the benefits of the proposed system have been discussed.

Keywords: phase change material, waste heat, heat accumulation

DOI: 10.7862/rm.2018.33

Przesłano do redakcji: 7.06.2018

Przyjęto do druku: 12.07.2018

³²Autor do korespondencji/corresponding author: Robert Smusz, Politechnika Rzeszowska, 35-959 Rzeszów, al. Powstańców Warszawy 12, tel.: 17 8651242, e-mail: robsmusz@prz.edu.pl

³³ Joanna Wilk, Politechnika Rzeszowska, e-mail: joanwilk@prz.edu.pl