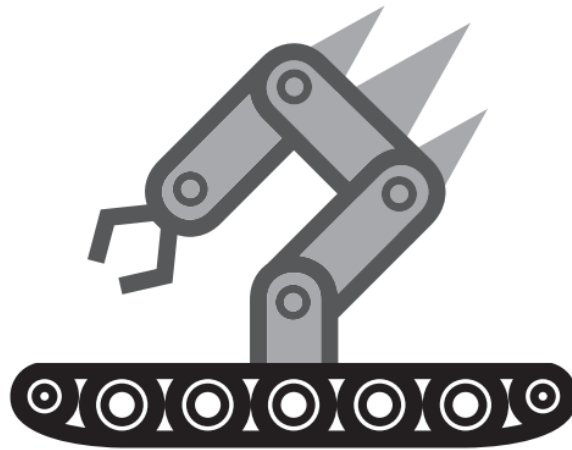


Book of Abstracts

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

MaTeDaS 2025

**International Scientific Conference
on Materials and Technologies for Defense and Security**



The 60th anniversary of polytechnic education in Stalowa Wola



**The Faculty of Mechanics and Technology
Rzeszow University of Technology**

11 – 13 June 2025, Stalowa Wola – Sandomierz

ORGANIZERS:



PATRONAGE AND HONORARY COMMITTEES:



Ministerstwo
Obrony Narodowej



Minister of Science and Higher Education
Republic of Poland



RZESZÓW UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY



WOJEWODA PODKARPACKI



STRATEGIC PARTNERS:



SPONSORS:



MEDIA PATRONAGE:



Przegląd
Odlewnictwa



CONFERENCE ORGANIZATIONAL COMMITTEE:

dr hab. inż. Andrzej TRYTEK, prof. PRz – Chairman of the Organizing Committee
dr hab. inż. Mirosław TUPAJ, prof. PRz – Vice-Chairman of the Organizing Committee
dr inż. Joanna ZIELIŃSKA-SZWAJKA – Secretary of the Organizing Committee
dr inż. Mirosław SUROWANIEC
dr inż. Janusz CZAJA
dr inż. Marcin MARCINIAK
dr inż. Marek SZEWCZYK
mgr inż. Justyna GUMIENIAK
mgr inż. Sebastian JAKUBOWSKI

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE:

Janusz ADAMIEC (Poland)	Jozef MAJERÍK (Slovakia)
Denys BARANOVSKIY (Poland)	Adam MARCINIEC (Poland)
Igor BARÉNYI (Slovakia)	Miloš MIČIAN (Slovakia)
Dariusz BARTOCHA (Poland)	Grzegorz MOSKAL (Poland)
Artur BEJGER (Poland)	Marek MRÓZ (Poland)
Dana BOLIBRUCHOVÁ (Slovakia)	Dawid MYSZKA (Poland)
Joanna BOROWIECKA-JAMROZEK (Poland)	Krzysztof NAPLOCHA (Poland)
Grzegorz BUDZIK (Poland)	Vlastimil NEUMANN (Czech Republic)
Andrzej BURGHARDT (Poland)	Damian OBIDOWSKI (Poland)
Rafał DAŃKO (Poland)	Zenon OPIEKUN (Poland)
Wojciech DEPCZYŃSKI (Poland)	Antoni Władysław ORŁOWICZ (Poland)
Agata DUDEK (Poland)	Richard PASTIRČÁK (Slovakia)
Maroš ECKERT (Slovakia)	Jaroslav POKLUDA (Slovakia)
Peter FUTÁŠ (Slovakia)	Zdeněk POKORNÝ (Czech Republic)
Bartosz GAPIŃSKI (Poland)	Marcela POKUSOVÁ (Slovakia)
Katarzyna GAWDZIŃSKA (Poland)	Jacek SAWICKI (Poland)
Marcin GÓRNY (Poland)	Marek SEDLAČÍK (Czech Republic)
Beata GRABOWSKA (Poland)	Jarosław SĘP (Poland)
Peter HORŇAK (Slovakia)	Ladislav SOCHA (Czech Republic)
Jacek HUNICZ (Poland)	Nada STRBAC (Serbia)
Piotr JAKLIŃSKI (Poland)	Zbyněk STUDENÝ (Czech Republic)
Krzysztof JANERKA (Poland)	Wojciech ŚLĄCZKA (Poland)
Jan JEZERSKI (Poland)	Dejan TANIKIC (Serbia)
Andrzej KAWALEC (Poland)	Andrzej TRYTEK (Poland)
Marta KIANICOVÁ (Slovakia)	Mirosław TUPAJ (Poland)
Michal KOTOUL (Slovakia)	Iveta VASKOVÁ (Slovakia)
Daniel KOTTFER (Slovakia)	Mirosław WENDEKER (Poland)
Michal KRBAŤA (Slovakia)	Michał WIECZOROWSKI (Poland)
Janusz LELITO (Poland)	Tomasz WRÓBEL (Poland)
Mariusz ŁUCARZ (Poland)	Jozef ZAJAC (Slovakia)
Jan MAJERNIK (Czech Republic)	Eugeniusz ZIÓŁKOWSKI (Poland)



SPIS TREŚCI

OLGA ŁASTOWSKA MIROSŁAW TYLISZCZAK INNOWACYJNA METODA WYKAŃCZANIA POWIERZCHNI SPOIN CZOŁOWYCH JAKO KLUCZ DO POPRAWY JAKOŚCI KONSTRUKCJI SPAWANYCH W SEKTORZE OBRONNYM	7
MICHAŁ GDULA SELECTED ISSUES OF SHAPE THE INTEGRITY OF STATE OF THE TECHNOLOGICAL SURFACE LAYER TAKING INTO ACCOUNT THE TOOL WEAR STAGE IN THE MULTI-AXIS TORUS MILLING OF A Ni-BASED SUPERALLOY	7
JACEK JANISZEWSKI JUDYTA SIENKIEWICZ ¹ PAVLO MARKOVKY JAK BADAMY MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE STOSOWANE W UZBROJENIU	8
PIOTR JAKLIŃSKI MODERNIZACJA TŁOKOWEGO SILNIKA LOTNICZEGO DUŻEJ MOCY ASZ-62IR	8
JERZY S. ZYCH MICHAŁ PTASZNIK KRZYSZTOF PIOTROWSKI HYBRYDOWE POWŁOKI OCHRONNE – ROZWIĄZANIA DLA FORM I RDZENI PIASKOWYCH SILNIE OBCIĄŻONYCH CIEPLNIE	9
PAWEŁ WOŚ MIROSŁAW JAKUBOWSKI A SINGLE-CYLINDER RESEARCH ENGINE AS A KEY COMPONENT IN THE DEVELOPMENT OF POWERTRAIN SYSTEMS FOR MILITARY VEHICLES	9
TOMASZ GAŁACZYŃSKI MICHAŁ KUŹNIAR KAMIL KUCHARSKI ALEKSANDER BANAŚ TECHNOLOGIA WYTWARZANIA WIELKOGABARYTOWYCH FOREMNIKÓW DO PRODUKCJI LOTNICZYCH STRUKTUR KOMPOZYTOWYCH W WARUNKACH AUTOKLAWOWYCH Z WYKORZYSTANIEM LFMA	10
JANUSZ KOZANA ALDONA GARBACZ-KLEMPKA MARCIN PIĘKOŚ ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SELECTED ALLOYING ADDITIVES IN TIN BRONZES BASED ON EXTREME EXPERIMENTAL PLANNING	10
ALDONA GARBACZ-KLEMPKA PIOTR KOTOWICZ DANIEL WAŁACH ANDRZEJ FIJOŁEK MICHAŁ BUGAJ MARCIN PIĘKOŚ JANUSZ KOZANA GRZEGORZ KACZMARCZYK RECONSTRUCTION OF A BRONZE AGE SWORD FOUND IN ODRZECHOWA BASED ON ANALYTICAL AND EXPERIMENTAL RESEARCH AND REVERSE ENGINEERING	11
KRZYSZTOF LUDIAN POMIAR PARAMETRÓW UKŁADU ZAWIESZENIA HYDROPNEUMATYCZNEGO POJAZDÓW GAŚNIENICOWYCH W CELU ICH OPTIMALIZACJI I DOSTOSOWANIA DO RÓŻNYCH WERSJI ZABUDOWY	12
MARCIN PIĘKOŚ ALDONA GARBACZ-KLEMPKA JANUSZ KOZANA PRESSURE COMPENSATION SYSTEM IN THE POWDER MORTAR DOSING SYSTEM IN THE ALUMINUM BUBBLE REFINING PROCESS	12
MARIUSZ STAŃCO JAKUB ANDRUSZKO JACEK KARLIŃSKI WPLYW PROCESU TECHNOLOGICZNEGO NA POZIOM NAPRĘŻEŃ WŁASNYCH KONSTRUKCJI	13
JAKUB ANDRUSZKO WYBRANE PROBLEMY PROJEKTOWANIA STRUKTUR NOŚNYCH KOŁOWYCH POJAZDÓW WOJSKOWYCH Z UWZGLĘDNIENIEM NORM TRANSPORTOWYCH	13
SEBASTIAN JAKUBOWSKI IMPLEMENTACJA TAKTYKI WOJSKOWEJ W SYSTEMACH STEROWANIA POJAZDÓW Z AUTONOMIĄ WARUNKOWĄ NA PRZYKŁADZIE DZIAŁAŃ PLUTONU OGNIOWEGO MOŹDZIERZY SAMOBIEŻNYCH	14
MAREK SZEWCZYK MACIEJ STACHNIK EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF HARDFACING TECHNOLOGY IN THE REGENERATION OF SHAFT JOURNALS	14



MAŁGORZATA KAWALEC STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF SELECTED MEASURING INSTRUMENTS IN THE CONTEXT OF MSA.....	15
ANDRZEJ KAWALEC ROBERT BABIARZ EFFECT OF GRINDING DEPTH OF INCONEL 718 ALLOY ON THE TEMPERATURE DISTRIBUTION AROUND THE MACHINING AREA	15
ANNA JANINA DOLATA MACIEJ DYZIA ODLEWANE KOMPOZYTY METALOWO-CERAMICZNE Z PRZEZNACZENIEM DO PRACY W TRUDNYCH WARUNKACH EKSPLOATACJI	16
DAMIAN SIERAKOWSKI LECHOSŁAW TUZ SŁAWOMIR KĄC OCENA MIKROSTRUKTURY STALI 800HT PO WIELOLETNIEJ EKSPLOATACJI	16
MAREK GÓRAL MARCIN DRAJEWICZ MARCEL WIEWIÓRA KRZYSZTOF ŻABA THE PROTECTIVE COATINGS FOR TOOLS APPLICATIONS	17
KAROL ŁYSIAK MARCIN MARCINIAK TOMASZ GALEK MIROSŁAW TUPAJ SIMULATION AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF LASER CLADDING	17
MARCIN KRAWCZYK WYZWANIA WSPÓLRZĘDNOŚCIOWEJ TECHNIKI POMIAROWEJ W ASPEKCIE PRODUKCJI WOJSKOWEJ.....	18
RAFAŁ LUDWINEK INDUSTRIAL SOLUTIONS GROUP NOWOCZESNE I WYDAJNE PRODUKTY DO OBRÓBK METALI DLA PRZEMYSŁU ZBROJENIOWEGO	18
MIROSŁAW FORDON ADVANCED TECHNIQUES AND METHODS FOR ANALYZING MATERIAL PROPERTIES	19
ANDRZEJ CHMIELOWIEC KAROL ŁYSIAK THE USE OF A DOUBLE ENERGY ELLIPSOID AS A HEAT SOURCE IN WELDING PROCESS MODELING USING FEM	19
JAN CZYŻEWSKI KAROL ŁYSIAK TOMASZ GALEK ADAM MICHAJŁYSZYN WPLYW ZAWARTOŚCI KRZEMU W STOPIE ALUMINIUM NA STABILNOŚĆ WYMIAROWĄ TŁOKA SILNIKA SPALINOWEGO	20
ADAM MICHAJŁYSZYN TŁUMIENIE DRGAŃ SKRĘTNYCH W CIĘŻKICH SILNIKACH ROBOCZYCH	20
JUSTYNA GUMIENIAK AGNIESZKA KRAMEK X-RAY PHOTOELECTRON SPECTROSCOPY (XPS) AS A TOOL FOR CHARACTERIZATION OF FUNCTIONAL MATERIALS AND THEIR SURFACES IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL AND ELECTROCHEMICAL APPLICATIONS	21
WOJCIECH KIELCZYŃSKI KAMIL WILK MATERIAŁOWE I KONSTRUKCYJNE PROBLEMY SPAWANIA KONSTRUKCJI GRUBOŚCIENNYCH	21
ŁUKASZ BŁAJSZCZAK B. GRYSAKOWSKI S. KĄC ANALIZA NARASTANIA WARSTWY PASYWNEJ NA STALI 316L MODYFIKOWANEJ LASEROWO: MORFOLOGIA I BADANIA ELEKTROCHEMICZNE	22
KAROL ŁYSIAK MIROSŁAW TUPAJ ANDRZEJ TRYTEK GRZEGORZ MOSKAL AGATA DUDEK ERNEST SZAJNA TOMASZ GALEK MARCIN MARCINIAK THE NEW HYBRID LASER ALLOYING METHOD OF ARMOX ADVANCE STEEL SURFACE ALLOYING WITH WC CARBIDES	23
JÁN MAJERNIK AUTOMATION OF THE ASSESSMENT OF PORE MORPHOLOGY IN CASTS	23
JACEK SZUBA NIEKONWENCJONALNE METODY KSZTAŁTOWANIA GŁĘBOKICH OTWORÓW – BRUZDOWANIE ELEKTROCHEMICZNE	24
BUI THANH PHAN VLADIMÍR HORÁK JINDŘICH VILIŠ THE DUY NGUYEN A TWO-DIMENSIONAL TWO-PHASE FLOW MODEL FOR INTERIOR BALLISTICS OF SMALL CALIBER GUNS.....	24



JÓZEF JONAK SYSTEMY OCENY JAKOŚCI MONTAŻU UKŁADÓW NAPĘDOWYCH OPARTE NA ANALIZIE SYGNAŁÓW DRGANIOWYCH	25
PAWEŁ ŻURAWSKI ANDRZEJ TRYTEK ANALYSIS OF THE IMPACT OF PISTON OPERATING TIME ON THE MATERIAL PROPERTIES IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE.....	25
JINDŘICH VILIŠ MICHAL ŠUSTR MIROSLAW TUPAJ ANDRZEJ TRYTEK DAVID KUSMIČ ZDENĚK POKORNÝ JAN ZOUHAR JAN DRÁBEK COMPARISON OF SELECTED MECHANICAL PROPERTIES AND RESISTANCE TO FRAGMENT IMPACT OF THERMOSET AND THERMOPLASTIC COMPOSITE MATERIALS	26
ŁUKASZ CHODOŁA ANALIZA WSPÓŁPRACY I ZUŻYCIE UZĘBIENIA W PRZEKŁADNI SPIROIDALNEJ	26
KRZYSZTOF JANERKA JAN JEZIERSKI M. WOJCIECHOWSKI K. ROSANOWSKI POMIAR OPORNOŚCI WŁAŚCIWEJ ZIARNISTYCH MATERIAŁÓW WĘGLOWYCH I GRAFITOWYCH ...	27
VIACHESLAV KHARZHEVSKYI GALYNA KALDA VALERIY SHEVELYA THE USAGE OF SOLIDWORKS FOR THE SYNTHESIS AND ANALYSIS OF MECHANISMS AND MACHINES.....	27
HENRIETA CHOCHLÍKOVÁ JANA ESCHEROVÁ JOZEF MAJERÍK IGOR BARÉNYI QUALITY OF MACHINED SURFACES OF HIGH-STRENGTH STEELS AFTER DRILLING.....	28
ROMAN BUMBÁLEK DETECTION OF SURFACE DEFECTS IN METALLIC MATERIALS USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS WITH YOLO ARCHITECTURE.....	28
IGOR BARÉNYI MICHAL KRBAŤA JOZEF MAJERÍK MARCEL KOHUTIA ANDRZEJ TRYTEK MIROSLAW TUPAJ MARCIN MARCINIAK TOMASZ GALEK INFLUENCE OF PARTITIONING TEMPERATURE ON MICROSTRUCTURE AND HARDNESS IN Q&P TREATED 0.2C3MN1.5SI STEEL.....	29
DAVID DOBROCKÝ JIŘÍ PROCHÁZKA CONTRIBUTION TO THE POSSIBILITY OF USING ADDITIVE MANUFACTURING AND FOUNDRY TECHNOLOGY IN FIELD CONDITIONS	30



OLGA ŁASTOWSKA¹
MIROSLAW TYLISZCZAK¹

¹Gdynia Maritime University, 81-87 Morska St., 81-225 Gdynia, Poland

INNOWACYJNA METODA WYKAŃCZANIA POWIERZCHNI SPOIN CZOŁOWYCH JAKO KLUCZ DO POPRAWY JAKOŚCI KONSTRUKCJI SPAWANYCH W SEKTORZE OBRONNYM

Jakość wykańczania powierzchni spoin czołowych ma kluczowe znaczenie dla trwałości i niezawodności konstrukcji spawanych, szczególnie w sektorze obronnym, gdzie nawet najmniejsze defekty mogą prowadzić do katastrofalnych awarii. Elementy spawane wykorzystywane są w pojazdach wojskowych, lotnictwie, okrętach oraz systemach uzbrojenia, dlatego ich odporność na korozję, zmęczenie materiałowe i obciążenia dynamiczne jest krytyczna dla bezpieczeństwa operacyjnego. Niniejsza praca przedstawia innowacyjną metodę obróbki spoin, polegającą na zastosowaniu specjalistycznego narzędzia skrawającego poruszającego się wzdłuż linii spoiny. W przeciwieństwie do tradycyjnych metod szlifowania, rozwiązanie to pozwala na jednoetapowe usunięcie nadlewu spoiny oraz znaczną poprawę jakości warstwy wierzchniej, co przekłada się na większą niezawodność i żywotność konstrukcji.

Badania przeprowadzono na próbkach ze stali nierdzewnych AISI 304L, AISI 316L oraz stopów aluminium EN AW-5058 H321 i EN AW-7075 T651, łączonych metodami TIG, MMA i MIG. Do oceny jakości powierzchni zastosowano metody nieniszczące, takie jak badania penetracyjne (PT) i radiograficzne (RT), a także analizę stereometryczną 2D i 3D parametrów chropowatości. Przeprowadzono również badania naprężeń własnych w warstwie wierzchniej za pomocą dyfrakcji rentgenowskiej (XRD) oraz analizę mikrostruktury, mikrotwardości, odporności korozyjnej oraz wytrzymałości na rozciąganie.

Wyniki badań potwierdziły, że innowacyjna metoda pozwala na uzyskanie powierzchni o wysokiej jakości, zmniejszenie naprężeń własnych oraz poprawę odporności na korozję i wytrzymałości złącza. Dzięki temu zastosowanie tej technologii w przemyśle obronnym może znacząco zwiększyć niezawodność i trwałość krytycznych komponentów konstrukcji wojskowych, minimalizując ryzyko awarii oraz redukując koszty produkcji i eksploatacji.

MICHAŁ GDULA¹

¹Department of Manufacturing Techniques and Automation, Rzeszow University of Technology, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszow, Poland

SELECTED ISSUES OF SHAPE THE INTEGRITY OF STATE OF THE TECHNOLOGICAL SURFACE LAYER TAKING INTO ACCOUNT THE TOOL WEAR STAGE IN THE MULTI- AXIS TORUS MILLING OF A Ni-BASED SUPERALLOY

This study aims to comprehensively investigate the state of the technological surface layer taking into account the tool wear stage in multi-axis torus milling of a Ni-based superalloy using the proprietary ACESC technique. A mathematical model of the distance between tool paths as a function of the angle of inclination of the tool axis in relation to the ACESC technique is established. Addition, a theoretical-physical model of flank wear width is established, taking into account the elastic recovery effect of the material, with an average prediction error of 10%. Analysis of the surface morphology revealed a scratch with a curved outline, arranged according to the surface velocity vector as a function of the tool rotation angle. This is the result of micro-chipping and adhesion of chips to the cutting edge of the round insert. At the same time, it has been observed that in the boundary zone of adjacent machining marks, adhesion occurs after the elastic and plastic recovery of the material. The deformation of the material grains and the distribution of residual stresses depend significantly on the stage of tool wear and the angle of inclination of the tool axis. Based on the results, a new approach for multi-axis torus milling of aircraft engine blades was proposed.

Keywords: multi-axis milling, Ni-based superalloy, active cutting edge segment, tool wear, technological surface layer, residual stresses, aircraft engine blade



JACEK JANISZEWSKI¹
JUDYTA SIENKIEWICZ¹
PAVLO MARKOVKY²

¹ Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

² Instytut Fizyki Metali Ukraińskiej Akademii Nauk, Kijów

JAK BADAMY MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE STOSOWANE W UZBROJENIU

W wielu zastosowaniach materiały konstrukcyjne poddawane są ekstremalnym obciążeniom mechanicznym, zachodzącym w bardzo krótkim czasie. Przykładowo, uderzenie pocisku przeciwpancernego w pancierz wozu bojowego wywołuje silną deformację plastyczną blachy pancernej, która zachodzi z szybkościami odkształcenia rzędu 103 s⁻¹ i więcej. Tak ekstremalne warunki obciążenia sprawiają, że właściwości mechaniczne materiału pancierza i pocisku, tj. ich odpowiedź mechaniczna na dynamikę obciążenia, mogą znacząco odbiegać od właściwości wytrzymałościowych wyznaczonych za pomocą standardowych prób wytrzymałościowych, np. quasi-statycznej próby rozciągania. Stąd, istotne jest określenie charakterystyk wytrzymałościowych materiałów stosowanych w uzbrojeniu w warunkach możliwie zbliżonych do tych, jakie występują w rzeczywistym środowisku pola walki.

W pracy dokonano prezentacji dynamicznych technik badawczych, które umożliwiają wyznaczenie wybranych właściwości wytrzymałościowych materiałów w zakresie szybkości odkształcenia od 103 do 104 s⁻¹. Omówiono istotę badania za pomocą uderzeniowego testu Taylora, elektromagnetycznego testu pierścieniowego oraz techniki dzielonego pręta Hopkinsona. Podano także przykłady zastosowania ww. technik doświadczalnych w badaniu materiałów, które są stosowane w produkcji części sprzętu wojskowego.

Szczególnie dużo uwagi poświęcono badaniom za pomocą stanowiska laboratoryjnego techniki dzielonego pręta Hopkinsona (rys. 1), prezentując oryginalne wyniki dynamicznych badań wytrzymałościowych dla czystego tytanu i dwóch stopów tytanu, tj. Ti-6Al-4V i T110. Próbki materiałowe ww. materiałów tytanowych zostały pobrane z trójwarstwowej struktury materiałowej opracowanej przez naszych partnerów ukraińskich z Instytutu Fizyki Metali Ukraińskiej Akademii Nauk. Ponadto, zaprezentowano wyniki badań metalograficznych, które m.in. ujawniły bardzo duży wpływ dynamiki obciążenia na ewolucję mikrostruktury badanych materiałów, szczególnie z punktu widzenia zarodkowania i rozwoju pasm ścinania adiabatycznego.

Keywords: właściwości mechaniczne materiałów, stopy tytanu, technika dzielonego pręta Hopkinsona, uderzeniowy test Taylora, test pierścieniowy

PIOTR JAKLIŃSKI¹

¹ Politechnika Lubelska

MODERNIZACJA TŁOKOWEGO SILNIKA LOTNICZEGO DUŻEJ MOCY ASZ-62IR

W artykule opisano założenia, sposób oraz efekty modernizacji silnika lotniczego asz-62IR. Modernizacja dotyczyła wymiany dwóch układów sterowania silnikiem. Gaźnikowy układ zasilania wymieniono na wtryskowy system zasilania, a iskrowniki stanowiące podstawę układu zapłonowego na system elektronicznego zapłonu. Zastąpienie obu tych układów sterowanymi elektronicznie umożliwiło znaczące polepszenie parametrów pracy silnika, poprawiło właściwości eksploatacyjne i użytkowe oraz umożliwiło zastosowanie podstawowej diagnostyki parametrycznej podczas pracy silnika w normalnej eksploatacji. Praktycznie nie zmieniając masy silnika uzyskano zmniejszenie zużycia paliwa, znacząco zmniejszono prawdopodobieństwo nieprawidłowego rozruchu oraz poprawiono świadomość użytkownika odnośnie jakości pracy silnika. Efektem pracy było również przedłużenie życia produktu - starego silnika tłokowego – zmieniając go we względnie nowoczesny obiekt.



JERZY S. ZYCH¹
MICHAŁ PTASZNIK²
KRZYSZTOF PIOTROWSKI²

¹ AGH Akademia Górniczo Hutnicza w Krakowie, Wydział Odlewnictwa, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

² Krakodlew SA, Ujastek 1, 30-969 Kraków

HYBRYDOWE POWŁOKI OCHRONNE – ROZWIĄZANIA DLA FORM I RDZENI PIASKOWYCH SILNIE OBCIĄŻONYCH CIEPLNIE

Wytwarzanie masywnych odlewów ze stopów żelaza ma swoją specyfikę, w tym kształtowanie jakości powierzchni surowej odlewów w warunkach silnego obciążenia cieplnego elementów formy. Na ogół od takich odlewów oczekuje się wyeliminowania/ograniczenia typowych i uciążliwych wad powierzchni. W referacie przedstawiono mechanizm tworzenia się grupy uciążliwych wad (strupy, przypalenia, wżarcia, nasiąki, żyłki) w na masach furanowych i tradycyjnych powłok ochronnych. Są to wady, które trudno jest usunąć z powierzchni odlewów. Powstają na wielu powierzchniach, gdzie forma jest przegrzewana: wewnętrzne naroża i wnęki, smukłe kanały, kanały zamknięte i półotwarte. Wady mają strukturę kompozytów materiałowych, zbudowane z ziaren kwarcowej osnowy, które zatopionej w metalu – żeliwie lub staliwie. Usunięcie tych często wymaga stosowania oprzyrządowania do prac szlifierskich, co czyni je uciążliwymi wadami. Na bazie kilkuletnich prac doświadczalnych i wdrożeniowych realizowanych w Krakodlew SA autorzy wskazują, na istnienie możliwości skutecznego ograniczenia całej grupy tych wad. Osiąga się to na drodze stosowanie innowacyjnej metody ochrony i wzmocnienie roboczej warstwy/powierzchni formy/rdzenia przez stosowanie hybrydowych powłok ochronnych. Są to powłoki wielowarstwowe, zawierające w swojej strukturze przynajmniej jedną warstwę odpornej termicznie włókniny mineralnej, wytworzonej najczęściej z włókien szkła mineralnego. Opisana w pracy technologia charakteryzuje się wysoką skutecznością w ograniczaniu a często i eliminacji tych wad, niskimi kosztami materiałowymi powłok oraz niewielką pracochłonnością. Może być wdrożona w każdych warunkach technologicznych form wytwarzanych z mas wiązanych chemicznie dedykowanych dla żeliwa i staliwa. Rozwiązanie jest przedmiotem wynalazku – „Opis patentowy; PL245335B1; Udziel. 2024-04-17”.

Praca zrealizowana w ramach projektu: POIR.01.01.01-00-0562/21 współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego Program Operacyjny Inteligentny Rozwój.

Tytuł projektu: „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii wytwarzania i nanoszenia nanostrukturalnych hybrydowych powłok ochronnych na formy i rdzenie piaskowe odlewów o masie do 50 Mg”.

PAWEŁ WOŚ¹
MIROSLAW JAKUBOWSKI¹

¹ Rzeszów University of Technology

A SINGLE-CYLINDER RESEARCH ENGINE AS A KEY COMPONENT IN THE DEVELOPMENT OF POWERTRAIN SYSTEMS FOR MILITARY VEHICLES

The design and development of technical devices requires to perform parallel, multi-track research –employing both simulation tools and physical experimentation. In the final stage, these efforts cover the most time-consuming and expensive testing of real objects, including prototypes and final testable objects. However, many of the crucial performance parameters and functional qualities of a design can be evaluated and optimized via modeling and simulation, as well as by doing experiments on physical scale models.

In automotive powertrain development, single-cylinder research engines (SCRE) can precisely serve this role. They allow for detailed identification and determination of the key design, manufacturing, and operational parameters for the target engine – yet with significantly lower labor and financial investment.

This paper examines the design features and experimental capabilities of single-cylinder research engines. Considering the current requirements, production plans, and developmental aims for military vehicles, it outlines the technical specifications, component selection, and the scope of work required to adapt a domestically produced single-cylinder research engine for the development of propulsion units with an effective power range from 340 up to 1,200 hp.



TOMASZ GAŁACZYŃSKI¹
MICHAŁ KUŹNIAR¹
KAMIL KUCHARSKI¹
ALEKSANDER BANAŚ¹

¹ Polskie Zakłady Lotnicze Sp. z o.o.

TECHNOLOGIA WYTWARZANIA WIELKOGABARYTOWYCH FOREMNIKÓW DO PRODUKCJI LOTNICZYCH STRUKTUR KOMPOZYTOWYCH W WARUNKACH AUTOKŁAWOWYCH Z WYKORZYSTANIEM LFMA

Artykuł przedstawia innowacyjne podejście do wytwarzania wielkogabarytowych foremników przeznaczonych do produkcji kompozytowych struktur lotniczych w procesach autoklawowych z wykorzystaniem technologii przyrostowej LFAM (Large Format Additive Manufacturing).

W produkcji małoseryjnej części kompozytowych dla przemysłu lotniczego jednym z kluczowych wyzwań pozostaje wysoki koszt oprzyrządowania, który często stanowi znaczną część ceny wytwarzanej struktury. Zastosowanie zaawansowanych materiałów termoplastycznych w połączeniu z przyrostowym charakterem technologii oraz zrobotyzowanym systemem umożliwia precyzyjne odwzorowanie złożonych geometrii przy jednoczesnej minimalizacji zużycia materiału, co znacząco wpływa na redukcję kosztów produkcji.

W pracy omówiono zalety nowego podejścia, takie jak poprawa efektywności procesu oraz obniżenie kosztów wytwarzania, a także wyzwania związane z wdrożeniem nowych materiałów i technologii. Przedstawiono wyniki testów funkcjonalnych prototypowych geometrii foremników w warunkach autoklawowych, które potwierdzają ich przydatność w zastosowaniach lotniczych. Dodatkowo zaprezentowano autorską koncepcję zrobotyzowanego stanowiska LFAM, mającego na celu dalszy rozwój technologii wytwarzania przyrostowego w przemyśle lotniczym. Technologia LFAM oferuje znaczący potencjał w kontekście obniżania kosztów, poprawy wydajności oraz zrównoważonego rozwoju w sektorze lotniczym.

JANUSZ KOZANA¹
ALDONA GARBACZ-KLEMPKA¹
MARCIN PIĘKOŚ¹

¹ AGH University of Kraków, Faculty of Foundry Engineering, Poland

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SELECTED ALLOYING ADDITIVES IN TIN BRONZES BASED ON EXTREME EXPERIMENTAL PLANNING

Aiming to obtain specific casting properties based on a variable proportion of alloying elements requires a lot of time-consuming and labour-intensive research. In order to shorten the time to obtain the required results for the castings to be produced, modern tools for modelling the crystallisation process can be used. Despite extensive and modern engineering tools for metallurgy and foundry engineering, there are still some discrepancies between theoretical data and experimental results. Therefore, there are methods of conducting research based on the analysis of selected experimental data to determine the characteristics of a much wider group of alloys.

In the presentation or poster will show the experimental assumptions and the obtained experimental and computational results realised for tin bronzes with variable alloying additives. Results from thermal analysis, metallography and selected properties of copper-tin alloys will be presented. The research carried out is aimed at the substitution of tin in a group of cast tin bronzes. Research project supported/partly supported by program „Excellence initiative – research university” for the AGH University.



ALDONA GARBACZ-KLEMPKA¹
PIOTR KOTOWICZ²
DANIEL WAŁACH³
ANDRZEJ FIJOŁEK¹
MICHAŁ BUGAJ⁴
MARCIN PIĘKOŚ¹
JANUSZ KOZANA¹
GRZEGORZ KACZMARCZYK³

¹ AGH – University of Krakow, Faculty of Foundry Engineering, Layers Historical Research Centre at AGH

² Historical Museum in Sanok

³ AGH – University of Krakow, Faculty of Civil Engineering and Resource Management

⁴ National Institute of Culture Heritage (NID)

RECONSTRUCTION OF A BRONZE AGE SWORD FOUND IN ODRZECHOWA BASED ON ANALYTICAL AND EXPERIMENTAL RESEARCH AND REVERSE ENGINEERING

On October 27, 2024, a unique Bronze Age sword was discovered in the village of Odrzechowa (part named Pastwiska), Zarszyn municipality, Sanok district, Subcarpathian province. The artefact was found during a legal search with a metal detector by Krzysztof Mindur, owner of the Museum of Technology and Militaria in Wola Sękowa. It was discovered in a forest complex located south of the village buildings, within an old skidding road, on the eastern slope of the Piaskowy Horbek hill. The artefact was found in a forest humus layer in four parts, found about 1 m apart. A verification archaeological survey is planned at the site of the discovery this year to establish the context of its location and possibly uncover its missing parts.

The sword, although preserved fragmentarily, can be classified as the so-called Ragály type. It is dated to the Phase III of Bronze Age (BD - HA1), meaning it was in use around 1300-1100 BC. Ragály-type swords are not particularly unique finds in Central Europe, occurring mainly in Slovakia and Hungary, but this is the first specimen of this type from the territory of Poland. They were made of two parts - the hilt was connected to the blade using two rivets, located on the arms of the guard. The handle is richly decorated with a “herringbone” ornament, while the circular head is decorated with a motif of a swirling sun.

This paper presents the results of research leading to the analysis and reconstruction of sword casting technology in the Bronze Age. The analysis of the manufacturing technology was based on observation, structural analysis and reverse engineering. Surface observations were made using a digital microscope with 3D functionality. In the analytical studies of the chemical composition of the sword elements, a non-destructive method of energy dispersive X-ray fluorescence spectroscopy (ED-XRF) was used. The microstructure and chemical composition in micro-areas were studied using scanning electron microscopy with an energy dispersive X-ray system (SEM-EDS). The structure and internal defects were examined using computed tomography (μ CT). Based on the results obtained, an alloy reproduction experiment was prepared. Further tests, leading to a more complete characterisation of the material and the casting process, were carried out on a model alloy. The filling and solidification of the sword were simulated using the MAGMASOFT® system.

The research was conducted as part of Grant AGH 16.16.170.654/B507.



KRZYSZTOF LUDIAN¹

¹ Huta Stalowa Wola S.A.

POMIAR PARAMETRÓW UKŁADU ZAWIESZENIA HYDROPNEUMATYCZNEGO POJAZDÓW GAŚNIENICOWYCH W CELU ICH OPTYMALIZACJI I DOSTOSOWANIA DO RÓŻNYCH WERSJI ZABUDOWY

Artykuł będzie przedstawiał sposób działania układu hydropneumatycznego opartego na wahaczach hydropneumatycznych, sposób ich fabrycznego ustawiania oraz koncepcję układu pomiarowego do pozyskiwania danych niezbędnych do optymalizacji ustawień pod różne typy zabudowy pojazdów gaśnicowych.

MARCIN PIĘKOŚ¹

ALDONA GARBACZ-KLEMPKA¹

JANUSZ KOZANA¹

¹ AGH University of Kraków, Faculty of Foundry Engineering, Poland

PRESSURE COMPENSATION SYSTEM IN THE POWDER MORTAR DOSING SYSTEM IN THE ALUMINUM BUBBLE REFINING PROCESS

The process of bubble refining of aluminium and aluminium alloys is subject to continuous development. More and more attention is paid to ecological aspects – the use of inert gases. Modern solutions implementing bubble refining focus on improving the design of refining heads aimed at increasing the efficiency of the process, e.g. by increasing the fragmentation of bubbles of inert refining gas. A large number of bubbles of refining gas with high dispersion allows for increasing the surface of contact with impurities contained in the liquid metal. The introduction of salt mixtures in the form of powder mortars is intended to compensate for losses resulting from the lack of active impact of inert gases on the liquid metal. Methods have been developed that use systems for dosing salts on the liquid metal surface to increase the efficiency of the refining processes. There are also specially developed rotor designs – refining heads that allow for more efficient use of the refining gas by preheating it or dosing salt through the rotor. The introduction of powder mortars through the refining head rotor is a process that requires matching key elements of the process. Two parameters are particularly noteworthy: the rotor head design, the melting temperature of the powder mortar and the powder mortar dosing system. The powder mortar material and the refining gas constitute a fluidized mixture. Based on previous experience with the introduction of powder mortars through the refining head rotor, a dosing device was developed that uses an additional pressure compensation system resulting from flow resistance in order to precisely dose the powder mortar. In this way, previous problems occurring during the introduction of powder mortars, primarily long dosing time and low mortar introduction accuracy, were eliminated. The resulting system allows the use of small amounts of powder mortars that have a controlled effect on the liquid metal. It is possible to introduce additives to reduce unfavorable elements, such as sodium or calcium, but also to limit the growth of aluminum crystals in the crystallization process.

Research project supported/partly supported by program „Excellence initiative – research university” for the AGH University.



MARIUSZ STAŃCO¹
JAKUB ANDRUSZKO¹
JACEK KARLIŃSKI¹

¹ Politechnika Wroclawska, Wybrzeże Stanisława Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

WPLYW PROCESU TECHNOLOGICZNEGO NA POZIOM NAPRĘŻEŃ WŁASNYCH KONSTRUKCJI

W artykule zaprezentowano wyniki badań eksperymentalnych dotyczących wpływu wybranych procesów technologicznych na stan naprężeń własnych w elementach konstrukcyjnych maszyn i urządzeń. Analizie poddano próbki wykonane w technologii gięcia na zimno, spawania oraz poddane końcowej obróbce wykańczającej metodą kulowania. Badania miały na celu określenie wpływu tych procesów na rozkład naprężeń szczątkowych, które odgrywają istotną rolę w ocenie trwałości i niezawodności konstrukcji. Pomiar naprężeń reszkowych przeprowadzono metodą otworkową z wykorzystaniem zautomatyzowanego systemu MTS3000 – Restan, produkowanego przez firmę SINT. Metoda ta polega na wykonaniu nieprzelotowego otworu o średnicy 1,6 mm i głębokości 2 mm w badanym obiekcie, a następnie pomiarze odkształceń powstających wokół otworu przy kolejnych etapach jego pogłębiania. Pomiar odkształceń prowadzono z rozdzielczością co 0,1 mm głębokości, co pozwoliło na uzyskanie szczegółowego profilu rozkładu naprężeń w funkcji głębokości materiału. Zebrane dane zostały poddane analizie za pomocą dedykowanego oprogramowania EVAL, umożliwiającego szacowanie naprężeń własnych różnymi metodami obliczeniowymi (różnicową, integralną, HDM), zgodnie z wymaganiami normy ASTM E837. Program uwzględnia również korekcie pomiarowe i ocenę niepewności, co zwiększa wiarygodność uzyskanych wyników. Uzupełnieniem badań eksperymentalnych była analiza numeryczna przeprowadzona metodą elementów skończonych (MES). Celem symulacji było odwzorowanie rzeczywistych warunków pracy konstrukcji oraz ocena wpływu naprężeń własnych na jej wytrzymałość podczas eksploatacji. Porównanie wyników uzyskanych w badaniach eksperymentalnych i numerycznych pozwoliło zidentyfikować obszary o podwyższonym ryzyku uszkodzeń oraz wskazać możliwości optymalizacji procesów technologicznych w kierunku zwiększenia trwałości i bezpieczeństwa konstrukcji.

JAKUB ANDRUSZKO¹

¹ Politechnika Wroclawska, Wybrzeże Stanisława Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

WYBRANE PROBLEMY PROJEKTOWANIA STRUKTUR NOŚNYCH KOŁOWYCH POJAZDÓW WOJSKOWYCH Z UWZGLĘDNIENIEM NORM TRANSPORTOWYCH

Przedstawiono wybrane problemy projektowe związane z konstrukcją struktur nośnych kołowych pojazdów wojskowych, wynikające z konieczności spełnienia zróżnicowanych norm i wytycznych transportowych. W szczególności omówiono wymagania stawiane przez dokumenty takie jak STANAG, MIL, wytyczne ATTLA oraz publikacje PRS. Normy te określają m.in. minimalne liczby, rozmieszczenie oraz wytrzymałość punktów mocowania, uwzględniając różne kierunki działania sił oraz scenariusze transportu drogą lądową, morską i lotniczą.

W pracy skupiono się na aspektach wpływających na wytrzymałość punktów mocowania oraz ich integrację z konstrukcją ramy nośnej, a także jej wytrzymałość. Zwrócono uwagę na różnice w wymaganiach poszczególnych norm, które w zależności od środka transportu (np. samoloty, statki, platformy kolejowe) mogą prowadzić do istotnych kompromisów konstrukcyjnych. Wskazano także na problemy związane z równomiernym rozkładem sił mocujących oraz ich wpływem na lokalne przeciążenia i koncentrację naprężeń w strukturze pojazdu.

Analizy te przeprowadzono na przykładzie rzeczywistych modeli numerycznych taktycznych pojazdów wojskowych o zróżnicowanej ładowności. Wnioski wskazują na konieczność zintegrowanego podejścia projektowego, które uwzględnia nie tylko wymagania eksploatacyjne pojazdu, ale także restrykcyjne warunki transportowe wynikające z międzynarodowych standardów wojskowych.



SEBASTIAN JAKUBOWSKI¹

¹ Huta Stalowa Wola S.A.

IMPLEMENTACJA TAKTYKI WOJSKOWEJ W SYSTEMACH STEROWANIA POJAZDÓW Z AUTONOMIĄ WARUNKOWĄ NA PRZYKŁADZIE DZIAŁAŃ PLUTONU OGNIOWEGO MOŹDZIERZY SAMOBIEŻNYCH

W niniejszym artykule przedstawiono proces projektowania i koncepcję implementacji taktyki wojskowej w system sterowania gaśnicowego pojazdu warunkowo autonomicznego, na przykładzie działań plutonu ogniowego moździerz samobieżnych. Celem pracy jest określenie możliwości implementacji wybranych wzorców taktycznych w systemie autonomii poziomu trzeciego w oparciu o analizę literatury przedmiotu. W artykule dokonano analizy potencjalnych scenariuszy użycia pojazdu klasy wsparcia ogniowego na trzecim poziomie autonomii w warunkach współczesnego pola walki. Uwzględniono współpracę operacyjną człowieka i systemu bazującego na metodach sztucznej inteligencji oraz wymogi bezpieczeństwa. Wyniki analizy wskazują, że autonomia warunkowa stanowi zadowalający kompromis pomiędzy robotyzacją pola walki, a zachowaniem kontroli przez człowieka, co wpisuje się we współczesne trendy rozwoju wojskowych systemów zrobotyzowanych.

MAREK SZEWCZYK¹

MACIEJ STACHNIK

¹ Department of Integrated Design and Tribology Systems, Faculty of Mechanics and Technology, Rzeszow University of Technology, ul. Kwiatkowskiego 4, 37-450 Stalowa Wola, Poland.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF HARDFACING TECHNOLOGY IN THE REGENERATION OF SHAFT JOURNALS

The article presents the techniques of regenerating machine shafts through the surfacing process, using three popular welding methods: TIG, MIG and MMA. The surfacing process was presented as an effective method of rebuilding worn or damaged working surfaces of shafts, consisting in applying an additional layer of welding material, restoring the original or improved functional properties of the element. The authors of the article presented the preparation of the surface before surfacing, the selection of technological parameters and the selection of additional material for surfacing. As part of the research part, analyses of the influence of the applied surfacing method on the physical and mechanical properties of the repaired shafts were carried out. Particular attention was paid to the microstructure of the resulting surfacing welds and changes in hardness in the melted zone and in the native material. The research results showed that each of the methods generates characteristic changes in the material structure, which directly translate into wear resistance, durability and fatigue strength of the regenerated elements. Comparison of the results allowed to indicate the optimal method in the context of obtaining the highest quality of regeneration of shafts operating in different operating conditions.

Keywords: surfacing, shaft regeneration, welding technologies



MAŁGORZATA KAWALEC¹

¹ Dept of Manufacturing Processes and Production Engineering, Faculty of Mechanical Engineering and Aeronautics, Rzeszów University of Technology

STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF SELECTED MEASURING INSTRUMENTS IN THE CONTEXT OF MSA

The article characterizes selected methods used in statistical process control in relation to manufactured products and measurement systems. Methods for checking micrometer gauges in the context of measurement systems analysis are described. Contact and optical tests leading to the determination of the characteristics of a digital micrometer in the long-term process of its operation were performed. The results of measurements with this instrument were analyzed, paying particular attention to the trend of changes in the instrument readings and the stationarity of its characteristics. Parametric models of statistics characterizing selected measuring instruments were developed, taking into account various models of variation in the trend of the measured signals.

These models can be applied to simulations used in determining the stationarity of measurement instrument characteristics as part of measurement systems analysis (MSA).

Keywords: measurement instruments, instrument characteristics, stationarity, measurement systems analysis

ANDRZEJ KAWALEC¹

ROBERT BABIARZ¹

¹ Department of Manufacturing Techniques and Automation, Faculty of Mechanical Engineering and Aeronautics, Rzeszów University of Technology

EFFECT OF GRINDING DEPTH OF INCONEL 718 ALLOY ON THE TEMPERATURE DISTRIBUTION AROUND THE MACHINING AREA

This article presents a study of grinding the surface of an object made of Inconel 718 alloy. Inconel 718 alloy is a gamma-phase-reinforced nickel matrix superalloy. It exhibits very high mechanical strength at high temperatures, creep strength and resistance to oxidation. For these reasons, among others, it is used in the manufacture of highly mechanically and thermally stressed machine components, such as some turbine components, manufactured by the aerospace and power machinery industries. A test stand was prepared, a test plan was developed and grinding processes were carried out for different values of grinding depth, which are associated with different values of volumetric efficiency of grinding. Using a thermal imaging camera, the temperature distributions that arise as a result of the release of a significant amount of heat in the grinding process were examined. An analysis of the measurement results was carried out, focusing attention on the relationship between the grinding depth of Inconel 718 alloy samples and the generated temperature distributions in the surroundings of the machining area.

Keywords: Inconel 718 alloy, grinding process, heat, temperature distribution, thermal imaging



ANNA JANINA DOLATA¹

MACIEJ DYZIA¹

¹ Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Materiałowej, Katedra Technologii Materiałowych ul. Krasińskiego 8, Katowice, 40-019, Poland

ODLEWANE KOMPOZYTY METALOWO-CERAMICZNE Z PRZEZNACZENIEM DO PRACY W TRUDNYCH WARUNKACH EKSPLOATACJI

Metalowo-ceramiczne materiały kompozytowe (MMCs), szczególnie na osnowie lekkich stopów aluminium (np. AlSi) i magnezu (np. AZ91), wykazują duży potencjał dla wielu zastosowań zarówno w warunkach obciążeń tribologicznych, mechanicznych, a także termicznych. Charakterystyczne właściwości tych materiałów wynikają z szerokiej możliwości projektowania ich struktury. Poprzez odpowiedni dobór komponentów, czyli składu chemicznego stopu osnowy oraz rodzaju, postaci i udziału objętościowego zbrojenia,

a także sposobu wytwarzania możliwe jest uzyskanie złożonych materiałów łączących zalety metalu i ceramiki. Synergia tych składników pozwala uzyskać przede wszystkim większą wytrzymałość, sztywność i stabilność wymiarową, zwłaszcza w podwyższonej temperaturze oraz wzrost twardości i odporności na zużycie w warunkach tarcia.

Badania prowadzone w Laboratorium Kompozytów Metalowych w Katedrze Technologii Materiałowych na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Śląskiej koncentrują się na projektowaniu materiałów kompozytowych z przeznaczeniem do pracy w trudnych warunkach eksploatacji i rozwoju technik ciekło-fazowych, m.in. takich jak metoda zawieszinowa (ang. stir casting) i odlewanie odśrodkowe (ang. centrifugal casting) oraz infiltracja odśrodkowa (ang. centrifugal infiltration) i infiltracja gazowo-ciśnieniowa (ang. gas pressure infiltration).

Praca finansowana w ramach działań statutowych (projekt nr.: 11/030/BK_25/1221).

Keywords: kompozyty metalowo-ceramiczne, metody ciekło-fazowe, struktura, właściwości, zastosowanie

DAMIAN SIERAKOWSKI¹

LECHOSŁAW TUZ²

SŁAWOMIR KAĆC³

¹ Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

OCENA MIKROSTRUKTURY STALI 800HT PO WIELOLETNIEJ EKSPLOATACJI

W artykule przedstawiono wyniki badań mikrostruktury stali 800HT po wieloletniej eksploatacji w podwyższonej temperaturze. Stal do badań pobrana została z rur o średnicy 42,4 mm i grubości ścianki 6,3 mm. W badaniach wykorzystano mikroskopię świetlną (LM) i skaningową mikroskopię elektronową (SEM) oraz mikroanalizę składu chemicznego (EDS). Wykonane badania ujawniły zdegradowaną strukturę z widocznymi płytkowymi i ziarnistymi wydzieleniami wtórnymi zlokalizowanymi po granicach ziarn i wewnątrz ich. Dodatkowo ujawniono występowanie fazy γ' [Ni₃(Al,Ti)]. Dodatkowo ujawniono występowanie fazy σ . Faza σ zlokalizowana jest głównie po granicach ziarn.



MAREK GÓRAL¹
MARCIN DRAJEWICZ¹
MARCEL WIEWIÓRA²
KRZYSZTOF ŻABA²

¹ Rzeszów University of Technology, Powstańców Warszawy 12 St., 35-959 Rzeszów

² AGH Akademia Górniczo Hutnicza w Krakowie, Wydział Odlewnictwa, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

THE PROTECTIVE COATINGS FOR TOOLS APPLICATIONS

Today, one of the important issues in manufacturing technologies is the use of advanced materials and coatings for tools. Examples of coatings produced by PVD and CVD methods on tools used in metal forming will be presented. PVD coatings were made in cooperation with an industrial partner. For CVD coatings, a titanium nitride coating made at the Aerospace Materials Research Laboratory of the Rzeszów University of Technology was used. Cold working tool steels and high-speed steels were selected as substrates. The study also took into account the effect of heat treatment, which turned out to be necessary after the deposition of coatings.

The work was funded by project POIR.01.01.01-00-1529/20“New technology for plastic forming of products for aerospace and electrical engineering using innovative composite, elastomeric and metal tools with coatings produced by 3D printing, CVD and PVD methods with improved friction-wear properties.” Co-financed by the European Union under the Intelligent Development Operational Program.

KAROL ŁYSIAK¹
MARCIN MARCINIAK²
TOMASZ GALEK²
MIROŚLAW TUPAJ²

¹ Doctoral School Rzeszów University of Technology Ignacy Łukasiewicz, al. Powstańców Warszawy 12 35-959 Rzeszów, Poland

² Faculty of Mechanics and Technology, Rzeszów University of Technology, ul. Kwiatkowskiego 4 37-450 Stalowa Wola, Poland

SIMULATION AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF LASER CLADDING

This study focuses on the simulation and experimental validation of laser cladding on 1.0038 steel. The trials were conducted on the TRU LASER ROBOT 5020 system by TRUMPF, which features a 30 kg robotic arm, a diode-pumped disk laser with a beam quality of 8 mm*mrad, and a minimum output power of 4000W on the workpiece. Samples were mounted on a fixture attached to an integrated rotary table, and a series of tests were performed with varying levels of surface preparation accuracy and different laser beam parameters such as power and head linear speed. The simulation was carried out using Ansys Mechanical with Goldak heat source model. The thermocouple measurements and metallographic tests was a key parameter used to validate the simulation results. The temperature distribution during cladding was compared with simulation results to adjust the thermal properties of the material within the simulation model. The combined simulation and experimental analysis provide a framework for optimizing the laser cladding process, enabling the reduction of costly experimental trials by simulating different parameter ranges.

Keywords: laser cladding, simulation, heat-affected zone, laser parameters



MARCIN KRAWCZYK¹

¹ Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

WYZWANIA WSPÓŁRZĘDNOŚCIOWEJ TECHNIKI POMIAROWEJ W ASPEKCIE PRODUKCJI WOJSKOWEJ

Engineering W ostatnich niepewnych czasach nakłady na cele obronne wzrastają zarówno w Polsce jak i na świecie do niespotykanych wcześniej poziomów. Zwiększenie tych wydatków następuje zarówno na zakup gotowych wyrobów jak również na zwiększenie możliwości produkcyjnych w naszym kraju. Doświadczenia z konfliktu zbrojnego w Ukrainie pokazały, iż koniecznym jest odpowiednie zabezpieczenie możliwości wytwarzania w Polsce zarówno broni jak i amunicji, czy innej produkcji wojskowej, oraz co istotne to zapewnienie możliwości zwiększenia tej produkcji na wypadek konfliktu. Ostatnie wydarzenia dobitnie pokazały, że nie można ufać zawartym sojuszom bezgranicznie. Jak również gospodarka oparta na globalnych łańcuchach dostaw nie jest w stanie naglej potrzeby być wystarczająco efektywna. W artykule przedstawiono wyzwania związane z wytwarzaniem wyrobów wysokiej seryjności i wysokiej niezawodności. Przedstawiono specyfikę kontroli charakterystyk geometrycznych w oparciu o Współrzędnościową Technikę Pomiarową w aspekcie opisywanych wyzwań oraz propozycje rozwiązań jakie są możliwe przy obecnym poziomie technologicznym i na problemy związane z produkcją wielkoseryjną o wysokiej niezawodności.

RAFAŁ LUDWINEK¹

¹ Industrial Solutions Group Sp. z o.o.

INDUSTRIAL SOLUTIONS GROUP NOWOCZESNE I WYDAJNE PRODUKTY DO OBRÓBK METALI DLA PRZEMYSŁU ZBROJENIOWEGO

Industrial Solutions Group Sp. z o.o. zajmuje się kompleksową obsługą zakładów zajmujących się mechaniczną oraz plastyczną obróbką metali.

Efektywnie obniżamy koszty poprzez wdrażanie nowoczesnych płynów procesowych, usług serwisowych w zakresie czyszczenia maszyn i zarządzania gospodarką olejowo-chłodziwową, regeneracją chłodziw oraz utylizacją ścieków.

ISG jest w Polsce dystrybutorem produktów Q8 Oils . To globalny koncern zajmujący się wydobyciem ropy i gazu, jej przetwarzaniem oraz produkcją specjalistycznych produktów dla przemysłu i motoryzacji.

Q8 Oils, opracował serię chłodziw XF 700 wykorzystującą najnowszą technologię syntetycznych płynów bazowych o wysokiej czystości otrzymywanych chemicznie z gazu ziemnego Gas-to-Liquid (GTL).

Produkty te stosowane są z powodzeniem w przemyśle zbrojeniowym i odznaczają się ponadprzeciętnymi parametrami. Zapewniają wysoką jakość wykończenia powierzchni, kilkukrotnie wydłużoną żywotność, ekstremalne właściwości antypienne i odporność mikrobiologiczną. Nawet w ciężkich warunkach pracy nie psują się.

W branży obróbki metali istotnymi parametrami są uzyskanie optymalnej obrabianej powierzchni, precyzji w uzyskaniu założonych parametrów, stabilność procesu, niskie zużycie narzędzi , żywotność chłodziwa oraz wpływ tych produktów na zdrowie operatorów.

Produkty Q8 seria XF 700 dostarczane przez Industrial Solutions Group Sp. z o.o. są wykorzystywane w branży zbrojeniowej od standardowych procesów obróbki żeliwa i stali do ekstremalnie obciążonych operacji przy zaawansowanej obróbce aluminium, wolframu i tytanu.

Zapewniamy kompleksowość obsługi (produkt + serwis techniczny + utylizacja)

Industrial Solutions Group jest producentem urządzeń do pielęgnacji, dystrybucji oraz przygotowania chłodziw.

Słowa kluczowe: wysokiej jakości produkty procesowe, Q8 Oils XF 700 chłodziwa na bazie syntetycznych płynów bazowych z gazu ziemnego, serwis techniczny, badania laboratoryjne, produkcja urządzeń przemysłowych, utylizacja odpadów



MIROSLAW FORDON¹

¹ Uni-Export Instruments Polska Spółka z o.o., Ludwika Kickiego 4a/50, 04-369 Warszawa, Polska

ADVANCED TECHNIQUES AND METHODS FOR ANALYZING MATERIAL PROPERTIES

As a company operating in the field of specialized scientific and research equipment for more than 20 years, we have seen the continuous development and improvement of methods designed to test the properties of materials. Traditionally, the most innovative research technique is microscopy, which is an important tool for quality control and research in materials science and nanotechnology. Current methods of observing objects by SEM, STEM or AFM methods have reached a high level of sophistication and, in addition, intensive integration of various imaging techniques and combining them with analytical methods is progressing. Examples include specialized correlation microscopy systems produced by Tescan, such as SEM-AFM, SEM-RAMAN, SEM-LM (light microscopy) or SEM-integrated elemental analyzers with increasingly improved sensitivity and accuracy (EDX, WDX) and SEM-TOF-SIMS systems.

An increasingly widely used method is the micro-computed tomography (micro-CT) technique, which allows non-destructive evaluation of the internal structure of a material. Devices of the micro-CT class are often also called X-ray microscopes because of their increasingly better resolution, which is now around 0.5 micrometers. The high temporal resolution of these devices has also opened up the possibility of observing changes in the structure of the material during dynamic processes such as compression/stretching of the sample, cooling and heating or observation of processes such as fluid transport in a porous structure. In addition, Tescan has recently started producing the first micro-CT systems that also enable analysis of elements in the structure of the material under study (without destroying the material).

An important and probably one of the most advanced methods for analyzing material properties is Atomic Probe Tomography (APT). The assumptions of this technique have been known for more than 30 years, but its real development has occurred only in recent years due to the increase in computing power of available computers. This method, thanks to controlled and extremely precise etching of the sample, makes it possible to obtain a spatial image of the structure and distribution of elements with atomic resolution, i.e. each pixel of the 3D image corresponds to one atom.

ANDRZEJ CHMIELOWIEC¹

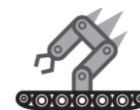
KAROL ŁYSIAK²

¹ Rzeszów University of Technology, Faculty of Mechanics and Technology, 4 Kwiatkowskiego St., 37-450 Stalowa Wola

² Doctoral School Rzeszów University of Technology Ignacy Łukasiewicz, al. Powstańców Warszawy 12 35-959 Rzeszów, Poland

THE USE OF A DOUBLE ENERGY ELLIPSOID AS A HEAT SOURCE IN WELDING PROCESS MODELING USING FEM

The increasing computational power makes it possible to precisely model increasingly complex processes. Undoubtedly, thermodynamic processes occurring under conditions of varying thermal conductivity and specific heat are among such phenomena. If convection and radiation are also considered in these processes, it turns out that the task becomes very complex from a computational perspective. Numerical simulation of the welding process requires appropriate modeling of the heat source over a wide range of temperatures. This presentation introduces a heat source model in the form of a double energy ellipsoid, which is widely used in the simulation of both current and laser sources.



JAN CZYŻEWSKI¹
KAROL ŁYSIAK²
TOMASZ GALEK¹
ADAM MICHAJŁYSZYN¹

¹ Rzeszów University of Technology, Faculty of Mechanics and Technology, 4 Kwiatkowskiego St., 37-450 Stalowa Wola

² Doctoral School Rzeszów University of Technology Ignacy Łukasiewicz, al. Powstańców Warszawy 12 35-959 Rzeszów, Poland

WPLYW ZAWARTOŚCI KRZEMU W STOPIE ALUMINIUM NA STABILNOŚĆ WYMIAROWĄ TŁOKA SILNIKA SPALINOWEGO

Jednym z najważniejszych elementów silnika spalinowego, pozwalającym na przekształcenie energii chemicznej zawartej w paliwie, na energię mechaniczną są tłoki. Tłoki silnika spalinowego o klasycznej budowie poruszają się w cylindrycznych tulejach, zamkniętych od góry przez głowicę silnika. Niezwykle ważnym aspektem jest zapewnienie odpowiedniego pasowania pomiędzy tłokiem a tuleją. Luz musi stwarzać warunki dla powstania i utrzymywania się filmu olejowego. Zarówno zbyt mały, jak również zbyt duży jest szkodliwy, przy czym w przypadku skrajnie małego luzu może dojść do zatarcia, które trwale uszkadza i wyłącza z eksploatacji silnik. Niedopuszczenie do takiej sytuacji jest szczególnie ważne w przypadku pojazdów latających, militarnych itd.

Tłoki silników spalinowych są najczęściej wykonywane w całości lub częściowo ze stopów aluminium. Niepodważalną zaletą tego materiału jest jego niska masa, pozwalająca ograniczyć siły bezwładności towarzyszące ruchowi posuwisto – zwrotnemu, wykonywanemu przez tłoki. Problematiczna jest natomiast stosunkowo duża rozszerzalność cieplna tego materiału. Biorąc pod uwagę, że tuleje cylindrowe są najczęściej wykonywane z żeliwa, które posiada niższą rozszerzalność cieplną, dobór prawidłowego pasowania pomiędzy taką tuleją a aluminiowym tłokiem staje się problematyczny.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badania stabilności wymiarowej tłoków wykonanych ze stopów aluminium z różną zawartością krzemu. Wyniki pokazują, jak wymiary tych tłoków zmieniają się w różnych temperaturach. Ma to szczególne znaczenie w przypadku silników wielopaliwowych, stosowanych w pojazdach militarnych, w których to zakres temperatur pracy tłoków jest większy, niż zazwyczaj.

Słowa kluczowe: silnik spalinowy, tłok, stopy aluminium, rozszerzalność cieplna

ADAM MICHAJŁYSZYN¹

¹ Rzeszów University of Technology, Faculty of Mechanics and Technology, 4 Kwiatkowskiego St., 37-450 Stalowa Wola

TŁUMIENIE DRGAŃ SKRĘTNYCH W CIĘŻKICH SILNIKACH ROBOCZYCH

Ciężkie silniki robocze o zapłonie samoczynnym stosowane są w pojazdach wojskowych, maszynach budowlanych, agregatach prądotwórczych, statkach i okrętach. Jednym z istotnych problemów eksploatacyjnych tego rodzaju silników są drgania skrętne wału korbowego, które powstają w wyniku działania zmiennych sił gazowych i sił bezwładności. Kluczowym elementem pozwalającym na wydłużenie czasu eksploatacji tego rodzaju silników są wiskotyczne tłumiki drgań skrętnych. Są to urządzenia o relatywnie prostej konstrukcji, ale bardzo skomplikowanym mechanizmie opisującym ich prawidłową pracę. W niniejszym wystąpieniu autor przedstawia kluczowe wyniki badań dotyczące modelowania pracy wiskotycznego tłumika drgań skrętnych oraz płynące z nich wnioski dotyczące prawidłowej konstrukcji takiego urządzenia.



JUSTYNA GUMIENIAK¹

AGNIESZKA KRAMEK¹

¹Rzeszow University of Technology, Faculty of Mechanics and Technology, 4 Kwiatkowskiego St., 37-450 Stalowa Wola

X-RAY PHOTOELECTRON SPECTROSCOPY (XPS) AS A TOOL FOR CHARACTERIZATION OF FUNCTIONAL MATERIALS AND THEIR SURFACES IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL AND ELECTROCHEMICAL APPLICATIONS

X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) is one of the most important methods of chemical analysis of solid surfaces, enabling qualitative and quantitative identification of elements and their oxidation states in the surface layer (up to about 10 nm). The paper focuses on the use of XPS for studying the chemical structure and surface transformation of functional materials of environmental and electrochemical importance.

An analysis of selected publications is presented, which show the application of XPS, among others, for: identification and monitoring of changes in oxidation states of transition metals (e.g. Cu, Co, Ti, V) in nanomaterials used as photocatalysts, adsorbents or electrocatalysts, assessment of the effectiveness of surface modifications, such as doping, functionalization with organic compounds or thermal oxidation, and tracking chemical changes occurring on the surface of materials as a result of their exploitation, regeneration or the action of environmental factors.

Particular attention was paid to the analysis of the structure of oxide coatings, complex metal phases and chemically functionalized carbon materials. The limitations of the technique were also discussed, including those related to the surface charge (the "charging" problem) and the need to interpret complex high-resolution spectra (e.g. Cu 2p, V 2p, O 1s). Based on the analyzed cases, the importance of XPS as a complement to other methods (e.g. XRD, SEM, BET) in the comprehensive characterization of materials and optimization of their functional properties was emphasized.

Keywords: X-Ray Photoelectron Spectroscopy (XPS), surface chemical analysis, composition of the surface

WOJCIECH KIEŁCZYŃSKI¹

KAMIL WILK²

¹ Politechnika Gdańska

² The Welding Institute Cambridge, UK

MATERIAŁOWE I KONSTRUKCYJNE PROBLEMY SPAWANIA KONSTRUKCJI GRUBOŚCIENNYCH

Spawanie elementów o dużej grubości mimo postępu w kwestii materiałowej i technologii spawania sprawia jeszcze sporo problemów. Zaliczy do nich należy dużą sztywność przekładającą się na złożony stan naprężeń obejmujący swoim zasięgiem duży obszar spawanych elementów będącym skutkiem niewłaściwego operowania źródłem ciepła. Innymi powodami pojawienia się pęknięć są wady konstrukcyjne oraz wady materiałowe. Te ostatnie mogą wynikać z niewłaściwie prowadzonego procesu wytwarzania stali. W referacie omówiono dwa przypadki pęknięcia konstrukcji grubościennych. Pierwszy to pęknięcie podpory pras filtracyjnych w oczyszczalni ścieków będącej obiektem infrastruktury krytycznej. Pęknięcie to sklasyfikowano jako pęknięcie zmęczeniowe, będące skutkiem błędów konstrukcyjnych i błędów powstałych w trakcie spawania. Diagnostyka oparta o badania nieniszczące dostarczyła niezbędnych danych do opracowania technologii naprawy. W drugim przypadku pęknięcia wystąpiły w elementach części roboczej zgniatacza karoserii. Mimo zastosowań wielu wariantów technologicznych spawania i zabiegów dodatkowych (wprowadzenia drgań do konstrukcji w celu redukcji naprężeń pospawalniczych) nie udało się zlikwidować pęknięć. Dopiero szczegółowa analiza metalograficzna materiału spawanego (stal trudnościeralna) pozwoliła na ustalenie przyczyn pęknięcia. Niewłaściwy proces produkcyjny stali spowodował powstawanie struktury o dużej pasmowości, gdzie poszczególne pasma charakteryzowały się zróżnicowaną twardością od 450HV do 640HV. Pasmowy rozkład węglików wzdłuż kierunku walcowania był przyczyną wydatnego obniżenia odporności stali na pęknięcie oraz niekorzystne zwiększenie anizotropii własności plastycznych blach. Powyższe cechy spowodowały, że badany materiał stał się niespawalny i został wyeliminowany z produkcji.



ŁUKASZ BŁAJSZCZAK¹

B. GRYSAKOWSKI

S. KAĆ

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

ANALIZA NARASTANIA WARSTWY PASYWNEJ NA STALI 316L MODYFIKOWANEJ LASEROWO: MORFOLOGIA I BADANIA ELEKTROCHEMICZNE

Pasywacja stali nierdzewnej jest przedmiotem szeroko zakrojonych badań. Tworzenie ochronnej warstwy tlenku chromu na stalach nierdzewnych jest naturalnym procesem, który zachodzi na stalach zawierających odpowiednią ilość chromu. Istnieją jednak chemiczne metody pasywacji, które przyspieszają ten proces i prowadzą do powstawania grubszej warstwy tlenku. Przykładem jest pasywacja stali w kwasach (np. siarkowym, azotowym) [1]. Dodatkowo inne pierwiastki stopowe, takie jak molibden, zwiększają odporność stali na korozję wżerową i pomagają stabilizować warstwę pasywną [2,3]. Wiele badań koncentruje się na modelowaniu i eksperymentach dotyczących wpływu stężenia, rodzaju roztworu oraz temperatury procesu na narastanie warstwy tlenkowej. Istnieją jednak również prace opisujące modelowanie wzrostu warstwy pasywnej (np. model MacDonalda), czy wpływu potencjału anodowego i oporu polaryzacyjnego na stali nierdzewnej 304 w kwasie siarkowym. Wzrost impedancji wskazuje na wzrost warstwy pasywnej [4,5].

W celu zbadania morfologii warstwy pasywnej i wpływu potencjału na zmianę impedancji zastosowano stal nierdzewną 316L, którą poddano laserowej modyfikacji, obserwacjom mikroskopowym (SEM) i badaniom elektrochemicznym. Testy korozyjne przeprowadzono w roztworze Hanka, który dosyć blisko odzwierciedla płyny ustrojowe w organizmie człowieka. Badania elektrochemiczne przeprowadzono za pomocą potencjostatu/galwanostatu AutoLab PGSTAT302N wyposażonego w oprogramowanie Nova 1.11. Charakterystykę elektrochemiczną próbki wykonano z wykorzystaniem pomiaru potencjału obwodu otwartego (OCP) oraz elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej (EIS) w od powietrzonym układzie o stałej temperaturze 37 oC i pH = 7,3. Do eksperymentu użyto układu dwuelektrodowego, elektrody odniesienia Ag/AgCl oraz próbki w postaci elektrody pracującej. Pomiar prowadzono przez 36 godzin w pętli OCP-EIS. Impedancję mierzono na początku co dwie godziny, następnie co cztery godziny, a w końcowej fazie eksperymentu co sześć godzin. Dodatkowo na podstawie symulacji i doboru obwodów zastępczych obliczono grubość warstwy pasywnej. Dodatkowo wykonano obserwacje przy wykorzystaniu skaningowego mikroskopu elektronowego w celu określenia morfologii powstałych warstw pasywnych na stali wraz z ich mikroanalizą EDS.

- [1] Petkovic DL et al. The Effect of Passivation Parameters on Pitting Potential of Biomedical Stainless Steel, *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, vol. 23, 2017, 121-129, doi: 10.2298/CICEQ151127020P
- [2] Lameche S. et al. Corrosion and passivation behaviour of three stainless steels in different chloride concentrations, *Asian Journal of Chemistry*, vol. 20, 2008, 2545-2550
- [3] Polo JL. et al. An impedance study on the influence of molybdenum in stainless steel pitting corrosion, *Journal of Electroanalytical Chemistry*, vol. 537, 2002, 183-187
- [4] Bosing I. et al. Modeling electrochemical oxide film growth-passive and transpassive behavior of iron electrodes in halide-free solution, *NPJ Materials Degradation*, vol. 7, 2023, 1, doi: 10.1038/s41529-023-00369-y
- [5] Fattah-Alhosseini A. et al. A Electrochemical Impedance Spectroscopic Study of the Passive State on AISI 304 Stainless Steel, *International Journal of Electrochemistry* vol. 2011, doi: 10.4061/2011/152143.



KAROL ŁYSIAK¹
MIROSLAW TUPAJ²
ANDRZEJ TRYTEK²
GRZEGORZ MOSKAL³
AGATA DUDEK⁴
ERNEST SZAJNA⁵
TOMASZ GALEK²
MARCIN MARCINIAK²

¹ Doctoral School of the Rzeszów University of Technology

² Rzeszów University of Technology, Faculty of Mechanics and Technology, 4 Kwiatkowskiego St., 37-450 Stalowa Wola

³ Silesian University of Technology, Department of Materials Technology, 40-019 Katowice, Krasińskiego str. 8, Poland

⁴ Częstochowa University of Technology, Department of Materials Engineering, 42-200 Częstochowa, Armii Krajowej Av. 19, Poland

⁵ WEA Techlab sp. z o.o., 41-301 Dąbrowa Górnicza, Perła str. 10, Poland

THE NEW HYBRID LASER ALLOYING METHOD OF ARMOX ADVANCE STEEL SURFACE ALLOYING WITH WC CARBIDES

This study presents the results of laser surface alloying applied to armor-grade Armox Advance steel using tungsten carbide powder. The primary objective of the modification was to enhance the material's ballistic resistance by surface hardening through the incorporation of hard W₂C/WC carbide particles into the substrate. The alloying process was carried out using a high power disk laser, in conjunction with a novel hybrid laser alloying technique supported by a low-temperature auxiliary heat source. This innovative approach facilitates the incorporation of hard and poorly wettable ceramic particles into the steel matrix.

The microstructure of the alloyed layers was characterized using optical microscopy, scanning electron microscopy (SEM) equipped with an energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS) detector, and microhardness measurements. The results revealed the formation of hard phases, such as (Fe,W)₆C and complex iron–tungsten carbides, accompanied by a significant increase in the microhardness of the surface layer. The application of the new hybrid laser alloying method proved to be an effective means of enhancing the surface layer's hardness while maintaining robust metallurgical bonding with the base material.

These findings provide a foundation for the further development of surface reinforcement technologies for armor steels, particularly through the use of nanostructured ceramic additives, with potential applications across military, mining, and transportation sectors.

Keywords: laser alloying, hybrid laser technique, Armox Advance, tungsten carbide (WC), microstructure, microhardness.

JÁN MAJERNIK¹

¹ University of South Bohemia in Ěeské Budějovice, Faculty of Agriculture and Technology

AUTOMATION OF THE ASSESSMENT OF PORE MORPHOLOGY IN CASTS

High pressure die casting technology is characterised by the production of high quality, complex shaped casts with good mechanical properties. However, die casts have a certain amount of porosity which can reduce their quality and mechanical properties. Mechanical properties are determined not only by the percentage of pores in the volume of the casting, but also by their geometric shape, taking into account the possibility of crack initiation at the edge of the pore. The shape and geometry of the pores are characterised by the roundness factor, which can be used to predict the mechanical properties of the castings. This paper addresses the problem of evaluating pore geometry with a view to automating the determination of the roundness factor and, at the same time, the percentage evaluation of the proportion of pores in the area of the metallographic section of the specimen. Metallographic sections are prepared from selected sets of casts, in which pore shape and quantity are automatically evaluated using selected image processing techniques. The roundness factor is defined, and the pores are classified into different categories based on this factor.



JACEK SZUBA¹

¹ Huta Stalowa Wola S.A.

NIEKONWENCJONALNE METODY KSZTAŁTOWANIA GŁĘBOKICH OTWORÓW – BRUZDOWANIE ELEKTROCHEMICZNE

W niniejszym referacie przedstawiono zasadność podejmowania inwestycji w zakresie rozbudowy zdolności technologicznych w kontekście produkcji luf dla systemów uzbrojenia wdrażanych na potrzeby SZ RP z szczególnym uwzględnieniem procesu produkcji luf kalibru 35 mm dla systemów obrony przeciwlotniczej bardzo bliskiego zasięgu. Prezentacja porusza problematykę wyzwań technologicznych w aspekcie elektrochemicznego kształtowania głębokich otworów. Zaprezentowana koncepcja dotyczy operacji drażenia kształtowego (bruzdowania) wraz z analizą wymagań sprzętowych przeprowadzonej w celu zaprojektowania oraz wdrożenia stanowiska obróbkowego.

BUI THANH PHAN¹

VLADIMÍR HORÁK¹

JINDŘICH VILIŠ¹

THE DUY NGUYEN²

¹ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Military Technology, University of Defence, Brno, Czech Republic

² Institute of Missile, Academy of Military Science and Technology, Hanoi, Vietnam

A TWO-DIMENSIONAL TWO-PHASE FLOW MODEL FOR INTERIOR BALLISTICS OF SMALL CALIBER GUNS

Analysis of interior ballistics is the crucial base of gun system development. Besides classical interior ballistic models such as lumped parameter models, more advanced models, i.e. multidimensional multiphase flow models have become a development trend of interior ballistic analysis in many militaries in recent decades. In this paper, a two-dimensional two-phase flow model for interior ballistics simulating the unsteady reactive two-phase flow generated by solid propellant combustion is developed to analyze main interior ballistic characteristics, namely the pressure and the projectile velocity. The mathematical model is formulated based on the Eulerian-Eulerian approach and is implemented in the Ansys Fluent software. Numerical simulations for interior ballistics of a 7.62 mm caliber gun are performed and compared to the experimental results for validation. In addition, a parametric study on the influence of the propellant mass on the maximum pressure and muzzle velocity is conducted to provide a deeper insight into the gun's interior ballistic performance.

Keywords: two-phase flow, interior ballistics



JÓZEF JONAK¹

¹ Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn i Mechatroniki, Nadbystrzycka 38D, 20-618 Lublin, Poland

SYSTEMY OCENY JAKOŚCI MONTAŻU UKŁADÓW NAPĘDOWYCH OPARTE NA ANALIZIE SYGNAŁÓW DRGANIOWYCH

W referacie przedstawiono systemy oceny jakości montażu podzespołów napędów lotniczych, takich jak przekładnie i silniki turbinowe. Prezentowane rozwiązania testowano w warunkach prób odbiorczych montażu końcowego, w warunkach byłych zakładów PZL Świdnik i WSK Rzeszów (przed prywatyzacją). Systemy te po stosownej adaptacji mogą być stosowane w szerszej gamie układów napędowych.

PAWEŁ ŻURAWSKI¹

ANDRZEJ TRYTEK²

¹ Doctoral School of the Rzeszów University of Technology, The Faculty of Mechanics and Technology in Stalowa Wola, Al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, POLAND

² Rzeszów University of Technology, Kwiatkowskiego 4, 37-450 Stalowa Wola, POLAND

ANALYSIS OF THE IMPACT OF PISTON OPERATING TIME ON THE MATERIAL PROPERTIES IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Regardless of the class of passenger vehicle, manufacturer, or type of internal combustion engine, owners seek long-lasting and failure-free engine operation. The reliability and performance of an internal combustion engine are often perceived as indicators of its quality and prestige. Numerous research and development studies have been devoted to optimizing piston design, as well as investigating the causes of piston failure. However, in order to better understand piston damage mechanisms and the developmental trends in modern piston design, it is necessary to thoroughly examine and describe the phenomena acting on the piston throughout the typical service life of an internal combustion engine.

Thermomechanical loads, friction, high and fluctuating temperatures, and contamination—all these factors significantly affect piston durability. This paper compares a new aluminum piston with a piston removed from an internal combustion engine after approximately 200,000 kilometers of operation. The study analyzes the effect of engine runtime on the piston surface, hardness, microstructure, and surface quality. These parameters provide insight into the influence of frictional forces and temperature on piston wear. Understanding the processes occurring during the piston's service life enables the prevention or mitigation of degradation mechanisms, particularly in areas most susceptible to wear. This knowledge is especially important in the context of growing expectations for modern internal combustion engines, including stricter requirements related to exhaust emission reduction and fuel consumption.

During their service life, engine pistons are subject to wear resulting from the effects of frictional forces, high temperatures, and pressures generated during the operation of the internal combustion engine. Understanding the extent of these influences has enabled the improved design of internal combustion engine pistons. Analyses have shown that the service life of the examined piston can be extended through several measures: reinforcing the combustion chamber using Duralblow technology or applying protective coatings to the piston crown; improving heat dissipation by optimizing the cooling channel design; and reducing frictional effects on the piston skirt surface by applying advanced graphite-based coatings.

Keywords: Pistons, piston steel microstructure, piston wear, tribological analysis



JINDŘICH VILIŠ¹
MICHAL ŠUSTR²
MIROSLAW TUPAJ³
ANDRZEJ TRYTEK³
DAVID KUSMIČ⁴
ZDENĚK POKORNÝ⁴
JAN ZOUHAR⁵
JAN DRÁBEK²

¹ University of Defence, Faculty of Military Technology, Department of Mechanical Engineering, Kounicova 65, 662 10 Brno, Czech Republic

² University of Defence, Faculty of Military Leadership, Department of Fire Support, Kounicova 65, 662 10 Brno, Czech Republic

³ Rzeszow University of Technology, Faculty of Mechanics and Technology, Kwiatkowskiego 4, Stalowa Wola, 37-450, Poland

⁴ University of Defence, Faculty of Military Technology, Department of Mechanical Engineering, Kounicova 65, 662 10 Brno, Czech Republic

⁵ Institute of Manufacturing Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology, Technicka 2896/2, Brno, 616 69, Czech Republic

COMPARISON OF SELECTED MECHANICAL PROPERTIES AND RESISTANCE TO FRAGMENT IMPACT OF THERMOSET AND THERMOPLASTIC COMPOSITE MATERIALS

This study evaluates the mechanical properties and ballistic resistance of composite panels fabricated from para-aramid fabric Twaron CT 747, impregnated with two distinct polymer matrices. Thermoset composites (TS) with an ER68 matrix and thermoplastic composites (TP) with a TH110 matrix were produced, each containing a matrix volume fraction of 20%. The manufacturing process employed autoclave curing for TS specimens and hot-pressing for TP specimens. The mechanical properties were assessed through Shore D hardness measurements, tensile testing, and three-point bending tests. Ballistic resistance was evaluated via the static detonation of a 152 mm high-explosive fragmentation artillery shell, with the extent of damage analyzed using X-ray computed tomography (XCT) and scanning electron microscopy (SEM). The results indicated that TS specimens exhibited 35.7% higher Shore D surface hardness and 6.9% greater tensile strength than TP panels. Additionally, the flexural strength of TS specimens was 93.8% higher than that of TP specimens. Ballistic testing confirmed distinct damage mechanisms dependent on the type of polymer matrix, with TP panels demonstrating superior resistance to fragmentation loading. These findings contribute to a more comprehensive understanding of the influence of polymer matrices on the mechanical performance and protective capabilities of composite materials designed for ballistic applications.

Keywords: Composite materials, polymer matrix, ballistic resistance, mechanical properties, failure mechanisms

ŁUKASZ CHODOŁA¹

¹Rzeszow University of Technology, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszow, Poland

ANALIZA WSPÓŁPRACY I ZUŻYCIE UZĘBIENIA W PRZEKŁADNI SPIROIDALNEJ

W pracy przedstawiono budowę, podstawowe odmiany i szereg specjalistycznych zastosowań przekładni spiroidalnych. Do analizy prawidłowej współpracy i zużycia przekładni opracowano innowacyjną metodę oraz zbudowano stanowisko badawcze. Wyniki badań stanowiskowych przedstawiono w formie tabel i wykresów. W końcowej części pracy zawarto analizę wyników badań.



KRZYSZTOF JANERKA¹

JAN JEZERSKI¹

M. WOJCIECHOWSKI²

K. ROSANOWSKI²

¹ Katedra Odlewnictwa, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska, ul. Towarowa 7, 44-100 Gliwice, Polska

² Brembo Poland Sp. z o.o., ul. Roździeńskiego 13, 41-308 Dąbrowa Górnicza

POMIAR OPORNOŚCI WŁAŚCIWEJ ZIARNISTYCH MATERIAŁÓW WĘGLOWYCH I GRAFITOWYCH

W artykule przedstawione zostaną zagadnienia pomiaru oporności właściwej materiałów węglowych (grafit, koks naftowy). Omówione zostanie stanowisko badawcze, będące nowym rozwiązaniem zaproponowanym przez autorów. Innowacyjność stanowiska polega na możliwości badania oporności właściwej materiałów ziarnistych bez konieczności ich wcześniejszego prasowania. Materiał w trakcie pomiaru jest umieszczany w komorze pomiarowej z otworami pomiarowymi wykonanej z materiału, który nie przewodzi prądu elektrycznego. Materiał jest ściskany tłoczyskami siłowników pneumatycznych, w których wartości siły nacisku można sterować naciśnięciem działającym na tłoki siłowników. Wyniki przeprowadzonych pomiarów i ich analizę przedstawiono w formie wykresów i tabel. Badania obejmowały będą analizę wpływu rodzaju materiału węglowego oraz siły ściskającej na wartość oporności właściwej. Uzyskane wyniki zostaną odniesione do wyników nawęglania tymi materiałami w procesie wytapiania żeliwa. Przedstawione stanowisko i metodyka pomiarów może być wykorzystana wszędzie tam, gdzie materiały grafitowe lub węglowe występują w postaci ziarnistej.

VIACHESLAV KHARZHEVSKYI¹

GALYNA KALDA²

VALERIY SHEVELYA³

¹ Department of Industrial and Agricultural Engineering, Khmelnytskyi National University, Ukraine

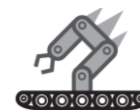
² Department of Water Supply and Sewage Systems, Rzeszów University of Technology, Poland

³ Department of Tribology, Automobiles and Materials Science, Khmelnytskyi National University, Ukraine

THE USAGE OF SOLIDWORKS FOR THE SYNTHESIS AND ANALYSIS OF MECHANISMS AND MACHINES

The article is dedicated to the problems that arise in modern machinery in the process of the synthesis and analysis of mechanisms, design of machines and constructions, which can be solved using Computer-Aided Design (CAD) and Computer-Aided Engineering (CAE) systems on the basis of SOLIDWORKS software. It allows both to speed up the design process for the industrial enterprises and to implement the modern engineering methods to the academic process for the students of mechanical engineering specialties. As it is shown, the usage of CAD/CAE instruments allows to significantly simplify the design process, transform scientific tasks into engineering ones and allow to carry out a multiparameter numerical optimization. One of the directions is numerical analysis of the mechanical systems using SOLIDWORKS Motion. It includes the calculation of main kinematic and dynamic characteristics, which is an important stage in the design process, when we can verify the law of motion of actuators, their velocities and accelerations, reaction forces. Another important direction is the usage of SOLIDWORKS Simulation for the strength calculation by means of the method of finite elements analysis. The paper considers the design of mechatronic robotic wheeled platform for close reconnaissance of territories, that is an important scientific and engineering task, that obviously has a dual purpose. The usage of such platforms is convenient not only for military operations, but also for rescue, searching in rubble, reconnaissance, and even archaeological research. In particular, the developed new design of the wheels and ability to jump to certain heights and distances provide increased passability of the platform.

Keywords: Computer modeling, simulation, motion study, numerical optimization, robotic platform



HENRIETA CHOCHLÍKOVÁ¹

JANA ESCHEROVÁ¹

JOZEF MAJERÍK¹

IGOR BARÉNYI¹

¹ Faculty of Special Technology, A. Dubcek University of Trencin. Ku kyselke 469, 911 06 Trencin. Slovakia

QUALITY OF MACHINED SURFACES OF HIGH-STRENGTH STEELS AFTER DRILLING

Armox high-strength materials are characterized by their high hardness and toughness and are designed for use in vehicles, buildings and many other applications. Their structure consists of tempered martensite with a small amount of retained austenite, with the occurrence of carbides formed by the transformation of tetragonal martensite to cubic tempered martensite during tempering. From the point of view of the chemical composition content, the above type of material contains elements such as manganese, chromium, molybdenum, which deteriorate the machinability because they increase hardness and strength. On the other hand, from the point of view of monitoring the machinability by monitoring the microgeometry of the machined surfaces, these elements improve the so-called microgeometric machinability. In this study, we dealt with the machining of Armox 500T and Armox 600T high-strength materials by drilling with and without the use of process fluid. We expressed the complex of technological properties that determine the machinability of the materials by factors such as cutting forces and torque when drilling with sintered carbide tools. We also investigated the quality of the machined area and the accuracy of the drilled holes, i.e. the so-called microgeometric machinability of the materials. Indirectly, we monitored the durability of the cutting edge of the sintered carbide tool and the accuracy of the drilled holes. The machining of high-strength materials by chip machining is a major challenge for tool manufacturers and also for the processors of the materials in question

Acknowledgement This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the Contract no. VV-MVP-24-0143

ROMAN BUMBÁLEK¹

¹ University of South Bohemia in Ěeské Budějovice, Faculty of Agriculture and Technology

DETECTION OF SURFACE DEFECTS IN METALLIC MATERIALS USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS WITH YOLO ARCHITECTURE

The early detection of surface defects in metallic materials and their precise classification, whether they are aesthetic or critical in terms of significantly affecting mechanical properties, is an important inspection process before machining or before the final product is used in practice. By using advanced machine vision technologies, the process of surface defect analysis can be automated and applied to each product in a full series with minimal time and cost. There are a number of pre-trained convolutional neural network models that are potentially suitable for this purpose. These models are pre-trained on general datasets and for a specific application they need to be re-trained on a dataset that captures all the specific classes we want to classify or detect in a sufficient number of cases. The result of the training itself, and thus the accuracy of the resulting detection model, is influenced by the chosen CNN model, the number of training epochs, and the setting of the training hyperparameters (batch size, learning rate, optimiser, etc.). In this paper, we present a comparison of five recent versions of the YOLO-type CNN architecture, using the model with the largest number of parameters (YOLOv12x, YOLOv11x, YOLOv10x, YOLOv9e and YOLOv8x) for each version on selected datasets specialised in surface defects on metallic materials. The aim of this work was to evaluate the possibility of using the selected CNN types to locate and determine the types of surface defects in metallic materials.



IGOR BARÉNYI¹
MICHAL KRBAŤA¹
JOZEF MAJERÍK¹
MARCEL KOHUTIA¹
ANDRZEJ TRYTEK²
MIROSLAW TUPAJ²
MARCIN MARCINIAK²
TOMASZ GALEK²

¹ Faculty of special technology, Studentska 2. 91150 Trencin, Slovakia

² Faculty of Mechanics and Technology, Rzeszow University of Technology, ul. Kwiatkowskiego 4, 37-450 Stalowa Wola

INFLUENCE OF PARTITIONING TEMPERATURE ON MICROSTRUCTURE AND HARDNESS IN Q&P TREATED 0.2C3MN1.5SI STEEL

The development of advanced high-strength steels (AHSS) is largely focused on various applications such as automotive, shipbuilding, aerospace and many others. One of the main advantages of these steels is their high strength combined with good ductility, which allows manufacturers to produce lighter and more efficient structures. To achieve these properties, AHSS steel manufacturers use metallurgical approaches, such as the TRIP effect, which allows transformation-induced plasticity to be used to achieve better combinations of strength and ductility. The latest research on AHSS steels aims to reduce the rate of their wear not only by changes in chemical composition, but also with precise optimization of heat treatment. The paper focusses on the Q&P process (quenching and partitioning), which is a relatively new heat treatment concept to generate microstructures containing retained austenite stabilised by carbon partitioning from martensite. The most microstructure and consequently mechanical properties that influence the parameters of the Q&P process are the quenching temperature (QT), partitioning temperature (PT), and holding time on PT. The main objective of the research is investigating the influence of partitioning temperature on the microstructure and hardness of Q&P processed by Q&P. Q&P of the steel was physically simulated using a DIL 850 on real samples. Eight treatments were carried out using different partitioning temperatures (350, 400, 450, 500, 550, 600, 650 and 700 °C). Then, the resulting microstructure of all cases was investigated using LOM and the SEM, and hardness was measured. On the basis of all these results, the optimal Q&P treatment was determined.

Keywords: heat treatment, partitioning, quenching, microstructure, strength, AHSS

Acknowledgement This work was supported by the Slovak Re-search and Development Agency under contract no. APVV- SK-PL-23-0018 with name „Study of change of Q&P heat treatment parameters of advanced high-strength medium-manganese AHSS steels to enhance wear resistance“ and also under the contract no. VV-MVP-24-0143.



DAVID DOBROCKÝ¹
JIŘÍ PROCHÁZKA²

¹ Faculty of Military Technology, University of Defence, Kounicova 65, 662 10 Brno, Czech Republic

CONTRIBUTION TO THE POSSIBILITY OF USING ADDITIVE MANUFACTURING AND FOUNDRY TECHNOLOGY IN FIELD CONDITIONS

The paper deals with the use of a combination of additive manufacturing technology (3D printing) and foundry technology for the production of selected components of ground military equipment in field conditions. To evaluate the possibilities of combining these technologies, two components were selected that are typically located on the hull of the combat vehicle. The first part was of the "plug" type and the second of the "cap" type. The models of the parts were made according to the drawing with minor dimensional modifications using a Průša Mk4 3D printer, the material chosen was ST-PLA filament and Polycast. The modified dimensions of the component models were increased by 1% shrinkage of the EN AC-42100 Al alloy (AlSi7Mg0.3) used to produce the castings. The foundry technologies used were the methods of precision casting into plaster and ceramic moulds for the meltable model and the method of casting into a sand mould and ST (self-hardening) mixture. In terms of the dimensional accuracies achieved, the suitability of precision casting methods, which produced castings without the need for further finishing operations, was confirmed, but these are difficult to apply in field conditions. In the case of precision casting in a plaster mould, this method was modified to casting on a meltable model in a thin plaster mould (shell). Satisfactory results have been achieved with this method and there is a prediction of its further use in practice. Castings produced by sand casting have technological and machining allowances, so it is necessary to produce functional and shape surfaces by finishing operations, the same applies to castings cast in ST compound, which showed the worst quality parameters achieved. The sand mould is optimal for field conditions, however it requires additional machinery to complete the castings.