

Przemysław Pastuszak

**Termografia aktywna  
w analizie uszkodzeń cylindrycznych struktur kompozytowych**

*Active thermography for damage analysis  
of cylindrical composite structures*

**Streszczenie**

W pracy zaprezentowano zagadnienia dotyczące analizy uszkodzeń cylindrycznych struktur kompozytowych za pomocą aktywnej termografii w podczerwieni. Przedmiotem badań były cylindryczne struktury kompozytowe o osnowie polimerowej wykonane z jednokierunkowych prepregów (S1) oraz tkaniny szklanej i żywicy epoksydowej (S2). W badaniach były wykorzystywane panele o wymiarach: długość  $L = 300$  mm, promień  $R = 92$  mm i grubość  $t = 2$  mm. W celu wytworzenia sztucznej delaminacji pomiędzy czwartą i piątą warstwą w środkowej części laminatu umieszczono wkładki teflonowe o różnej geometrii. Ponadto badane próbki były obciążane statycznie aż do finalnego zniszczenia. Pozwoliło to na wytworzenie rzeczywistych uszkodzeń i porównanie ich z symulowanymi. Wykonane badania potwierdziły skuteczność badań termograficznych w wykrywaniu i identyfikacji defektów występujących w laminatach szklanych.

**Słowa kluczowe:** termografia aktywna, delaminacje, struktury kompozytowe

**Abstract**

The paper presents issues concerning the failure analysis of cylindrical composite structures using active infrared thermography. The subject of the study were cylindrical structures made of composite unidirectional prepregs (S1) and a woven roving glass/ epoxy resin (S2). The panels used in this study are the following dimensions: length  $L = 300$  mm, the radius  $R = 92$  mm and a thickness  $t = 2$  mm. In order to produce artificial delamination, between the fourth and the fifth layer, in the center of laminate, Teflon inserts with various thicknesses were placed. In addition, the samples were loaded statically up to the final failure. This allowed the formation of the real defects and compare them with simulated. The study confirmed the effectiveness of the active thermography in detecting and identifying defects in the glass laminates.

**Keywords:** active thermography, delamination, composite structures

Strony / Pages: 2÷6

Kamil Załęgowski  
Tomasz Piotrowski  
Andrzej Garbacz

**Diagnostyka konstrukcji betonowych  
metodą ultradźwiękową pośrednią**

*Concrete construction diagnostics  
by indirect ultrasonic method*

**Streszczenie**

W pracy przedstawiono wyniki badań betonu wykonane metodą ultradźwiękową pośrednią, zgodnie z PN-EN 12504-4. Badania wykonano opracowanym modułem UIR skanera do badań ultradźwiękowych. Przeanalizowano wpływ środka sprzęgającego oraz chropowatości powierzchni. W wyniku badań stwierdzono, że moduł ultradźwiękowy UIR skanera do badań pośrednich pozwala na otrzymanie wyników porównywalnych z pomiarami bezpośrednimi. Potwierdzono możliwość wykorzystania wody jako środka sprzęgającego, co pozwala na obniżenie kosztu i czasu realizacji badań.

**Słowa kluczowe:** diagnostyka konstrukcji betonowych, pośrednia metoda ultradźwiękowa, wpływ środka sprzęgającego

**Abstract**

In the work the results of concrete testing by indirect ultrasonic method with accordance to standard PN-EN 12504-4 were presented. Studies were performed with a worked out UIR scanner module to ultrasonic measurements. Influence of type of coupling medium and surface roughness of concrete were analyzed. The examinations of UPV module shown that ultrasonic pulse velocities evaluated by indirect method could be comparable with results of direct one. It was also noticed that water may be used as coupling agent, that allows reduction of costs and time of tests.

**Keywords:** diagnosis of concrete constructions, indirect ultrasonic method, influence of coupling agent

Strony / Pages: 7÷10

Jacek Szelażek

**Próbki szklane grawerowane laserowo  
jako wzorce dwójłomności akustycznej w badaniach ultradźwiękowych**

*Glass samples laser subsurface engraved  
as a calibration blocks for ultrasonic determination of acoustic birefringence*

**Streszczenie**

W pracy opisano nowy sposób wykonania próbki o określonej anizotropii akustycznej, przydatnej do badania głowic ultradźwiękowych przeznaczonych do pomiarów dwójłomności akustycznej. Do wykonania próbek wykorzystano szklane bryły i podpowierzchniowe grawerowanie laserowe. Wymaganą w normach omawiających wzorce do ultradźwiękowych badań naprężeń w kołach kolejowych wartość dwójłomności uzyskano, stosując grawerowanie z podwojonymi, umieszczonymi w linii mikrouszkodzeniami spowodowanymi działaniem lasera. Przedyskutowano również możliwości wykonania wzorca dwójłomności akustycznej ze stali, jak proponują to normy.

**Słowa kluczowe:** badania ultradźwiękowe, wady sztuczne, anizotropia

**Abstract**

Paper describes a new method to produce a sample presenting determined acoustic birefringences, useful in ultrasonic nondestructive testing. To produce a given acoustic anisotropy glass block was used and subsurface laser engraving technique. Anisotropy required in standard dealing with ultrasonic stress evaluation in railroad wheels, was obtained using engraving double, aligned along one line, microcracks. Paper discusses also the feasibility of acoustic birefringence pattern manufacturing of steel, as described in standards.

**Keywords:** ultrasonic testing, artificial flaws, anisotropy

Strony / Pages: 11÷13

Marta Wojas

**Krajowy system certyfikacji personelu badań nieniszczących**  
**Historia**

*The national polish system for certification of ndt personnel*  
*History*

**Streszczenie**

Artykuł dotyczy historii krajowego systemu certyfikacji personelu badań nieniszczących w Polsce. Zawarto w nim opis zdarzeń w ramach Narodowego Programu Przygotowania do członkostwa w Unii Europejskiej, które przyczyniły się do powstania systemu. Podkreślono wiodącą rolę Urzędu Dozoru Technicznego w procesie tworzenia krajowego systemu certyfikacji personelu badań nieniszczących. UDT działał w tym zakresie z upoważnienia Ministra Gospodarki pełniącego wiodącą rolę w realizacji Narodowego Programu.

**Słowa kluczowe:** krajowy system certyfikacji, personel badań nieniszczących

**Abstract**

The paper relates the story of the national system of certification of NDT personnel in Poland. The paper presents an overview of events in the framework of the National Program of Preparation for membership in the European Union, which contributed to the creation of the system. Emphasized the leading role of UDT in the process of creating a national system of certification of NDT personnel. UDT acted in this respect the authority of the Minister of Economy, performing a leading role in the implementation of the National Program.

**Keywords:** national system of certification, non-destructive testing personnel

Strony / Pages: 14÷16

Marta Wojas

**Certyfikacja personelu badań nieniszczących  
PN-EN ISO 9712 oraz PN-EN ISO/IEC 17024 w języku polskim**

*Certification of NDT Personnel  
PN-EN ISO 9712 and PN-EN ISO/IEC 17024 standards in polish*

**Streszczenie**

Artykuł dotyczy certyfikacji personelu badań nieniszczących w kontekście wdrożenia do normalizacji krajowej PN-EN ISO 9712 oraz PN-EN ISO/IEC 17024 w języku polskim. Omówiono w nim wymagania dotyczące zasad kwalifikacji i certyfikacji personelu NDT zgodnie z PN-EN ISO 9712:2012. Uwzględniono również wymagania PN-EN ISO/IEC 17024:2012 w odniesieniu do jednostek certyfikujących osoby. Wskazano na najistotniejsze zmiany w procesie certyfikacji, które zostały wprowadzone w stosunku poprzednich wydań ww. norm.

**Słowa kluczowe:** certyfikacja, personel badań nieniszczących, jednostka certyfikująca

**Abstract**

The paper concerns the certification of NDT personnel in the context of the implementation of the national standardization of PN-EN ISO 9712 and EN ISO/IEC 17024 in the polish language. The paper discusses the requirements for eligibility rules and certification of NDT personnel based on PN-EN ISO 9712: 2012. Also included are the PN-EN ISO/IEC 17024: 2012 requirements for personnel certification bodies. Indicated on the most important changes in the certification process, which has been introduced in respect of the previous editions of the above standards.

**Keywords:** certification, non-destructive personnel, certification body

Strony / Pages: 17÷23

Tomasz Gorzelańczyk  
Krzysztof Schabowicz

**Nieniszczące badania  
wilgotności płyt włóknisto-cementowych metodą dielektryczną**

*Non-destructive testing of fiber cement board moisture  
using dielectric method*

**Streszczenie**

W artykule przedstawiono nieniszczące badania wilgotności płyt włóknisto-cementowych z zastosowaniem metody dielektrycznej. Wilgotność tych płyt po całkowitym wysuszeniu jest istotnym parametrem określającym możliwość ich dalszej obróbki. Pomiar wilgotności wykonywano na płytach włóknisto-cementowych po zakończonym procesie produkcyjnym i końcowym wysuszeniu. Na podstawie wyników badań nieniszczących wykonano mapy rozkładu wilgotności w płytach. W artykule została potwierdzona przydatność dielektrycznej metody nieniszczącej do określania zawartości wilgoci w płytach włóknisto-cementowych i wykrywania w nich nadmiernie zawilgoconych obszarów.

**Słowa kluczowe:** ultradźwiękowa metoda bezkontaktowa, NDT, płyty celulozowo-cementowe, zawilgocenie

**Abstract**

This paper presents non-destructive testing of fiber cement board moisture using dielectric method. The moisture content of such boards after final curing is one of their vital parameters, determining their further treatment. The moisture content of cellulose fibre cement boards was tested after production process. Maps of board moisture distribution were plotted on the basis of the NDT results. The nondestructive testing method has been found useful for determining the moisture content in cellulose fibre cement boards and detecting defective areas in them.

**Keywords:** non-contact ultrasound, NDT, cellulose fibre cement boards, moisture content

Strony / Pages: 24÷27

Bogusław Ładecki

## Problemy związane z wykrywaniem pęknięć zmęczeniowych osi kolejowych

*Problems related to detection of fatigue cracks of railway axles*

### Streszczenie

Pomimo projektowania osi pojazdów szynowych w zakresie tzw. nieograniczonej wytrzymałości zmęczeniowej, wobec występowania szeregu złożonych zjawisk eksploatacyjnych, co roku rejestrowane są kolejne przypadki wykolejenia pojazdów szynowych spowodowane pęknięciami zmęczeniowymi osi. W pracy poddano analizie przyczyny kilku przypadków pęknięć osi w ostatnich latach, na podstawie dostępnych danych. Pomimo statystycznie niewielkiej liczby danych można z nich wyciągnąć wniosek, że dla znaczącej liczby badań defektoskopowych osi wykonywanych techniką ultradźwiękową pęknięcia o znacznych wymiarach mogą nie być wykrywane. Przeprowadzona analiza najistotniejszych czynników mających wpływ na wykrywalność pęknięć zmęczeniowych osi pojazdów szynowych dała podstawę do opracowania zaleceń odnośnie prowadzenia badań defektoskopowych osi, których wykorzystanie może mieć znaczący wpływ na wykrywalność pęknięć.

**Słowa kluczowe:** osie kolejowe, propagacja pęknięcia zmęczeniowego, badania nieniszczące

### Abstract

Despite designing of axles of railway vehicles in terms of the so-called 'unlimited fatigue strength', and this with taking into account a number of complex operational phenomena, each year there are recorded new cases of derailment of rail vehicles due to the occurrence of fatigue cracks in axles. The present study gives the analysis of the reasons for the occurrence of several cases of axle cracks in recent years, based on available data. On the basis of this analysis, despite the statistically small number of data, it can be concluded that for a significant number of flaw detection examinations, performed using the ultrasound technique, cracks of considerable size may not be detected. The performed analysis of the most important factors affecting the detection of fatigue cracks in the axles of railway vehicles has given grounds for the development of recommendations

---

for flaw detection examinations of axles, the use of which may have a significant impact on cracks detection.

**Keywords:** certification, non-destructive personnel, certification body

Strony / Pages: 28÷34



Maciej Roskosz  
Krzysztof Fryczowski  
Stefan Griner  
Andrzej Katunin

**Analiza możliwości oceny procesu pełzania stali X12CrMoWVNbN10-1-1  
na podstawie szumu Barkhausena**

*Analysis of the possibility of evaluation of the creep process  
in the X12CrMoWVNbN10-1-1 steel using Barkhausen noise signals*

**Streszczenie**

Przeprowadzono pomiary polowego efektu Barkhausena oraz pętli histerezy na cylindrycznych próbkach stali X12CrMoWVNbN10-1-1 średnicy 4 i długości 15 mm. Analizowano zmiany wielkości ilościowo opisujących badane efekty pomiędzy próbkami w stanie dostawy i po pełzaniu. Szukano takich wielkości magnetycznych, dla których wpływ zmian własności mechanicznych i mikrostruktury, zachodzących wskutek procesu pełzania, jest najbardziej widoczny. Dla polowego efektu Barkhausena procesy pełzania stali X12CrMoWVNbN10-1-1 powodują wzrost maksymalnej amplitudy składowych widma FFT oraz wzrost energii szumu Barkhausena. Analizując pętlę histerezy, stwierdzono spadki pola koercji po procesie pełzania. Analiza falkowa pokazała, że sygnały dla próbek w stanie dostawy cechują się większą regularnością, niż sygnały dla próbek po pełzaniu. Proces pełzania powoduje pojawienie się impulsów o niższych częstotliwościach, które nie występują dla próbek w stanie dostawy. Stwierdzone zmiany parametrów magnetycznych są podstawą do prowadzenia dalszych badań wpływu procesów pełzania na ich zmiany. Końcowym celem tych badań jest określenie korelacji pomiędzy zmianami wartości parametrów magnetycznych a stopniem zaawansowania procesu pełzania.

**Słowa kluczowe:** stal X12CrMoWVNbN10-1-1, pełzanie, szum Barkhausena

**Abstract**

The Barkhausen effect and the hysteresis loop were measured on 15 mm long cylindrical X12CrMoWVNbN10-1-1 steel specimens with a diameter of 4 mm. An analysis was conducted of the changes that describe the effects under analysis

quantitatively. "New" specimens (in the as-delivered state) and post-creep specimens (destroyed due to creep) were compared. The aim was to find magnetic quantities for which the impact of creep-related changes in the mechanical properties and microstructure is the most visible. For the Barkhausen effect, the steel X12CrMoWVNbN10-1-1 creep processes result in a rise in the maximum value of the amplitude of the components of the FFT spectrum and the Barkhausen noise energy. Analyzing the hysteresis loop, drops in coercivity were found after the creep process was completed. The results of the wavelet analysis showed that the as-delivered state specimens signals are more regular than for post-creep specimens. Creep process causes the appearance of the low-frequency pulses which are not present in the as-delivered state specimens. The results of the testing are the basis for further research on the impact of creep processes on changes in magnetic properties. The ultimate object of the research is to determine the correlations between changes in values of magnetic parameters and the progress of creep.

**Keywords:** X12CrMoWVNbN10-1-1 steel, creep, Barkhausen noise

Strony / Pages: 35÷40

Maciej Korneluk  
Ryszard Jawor

**Problemy badawcze kolumn pras hydraulicznych  
do wyciskania profili z metali kolorowych**

*Problems during inspection of columns  
in extrusion press for colour metals*

**Streszczenie**

Prasy hydrauliczne do wyciskania (ekstruzji) to maszyny służące do wytwarzania elementów o stałym profilu poprzecznym. Głównym ograniczeniem wielkości odkształceń możliwych do uzyskania podczas jednej operacji jest wytrzymałość narzędzi. Jednymi z najbardziej obciążonych elementów maszyny są kolumny. Pęknięcie kolumny oraz postój maszyny generują ogromne straty finansowe oraz problemy logistyczne dla zakładu. Istotnym elementem przeciwdziałania tego typu awariom jest stosowanie okresowych badań nieniszczących. Na podstawie zgromadzonych doświadczeń oraz za pomocą obliczeń możliwe jest prognozowanie pozostałego czasu pracy kolumn, w których zlokalizowano i określono wielkość nieciągłości materiałowej, co zapewnia ciągłość procesu oraz bezpieczeństwo pracy pracowników obsługujących proces produkcyjny.

**Słowa kluczowe:** prasa hydrauliczna, badanie kolumn, problemy badawcze, kontrola, metody nieniszczące

**Abstract**

Hydraulic press for extrusion is a device used to create objects with a fixed cross-sectional profile. Main limit of possible size of deformation during extrusion is durability of the machinery. The most tensed elements in press are the columns. Damage of the column and breakdown of the press can generate large amount of financial loss and logistic problems to production facility. Applying of periodically performed non-destructive testing methods can counteract to such situation. It is possible to forecast remained operational time of the columns by using collected data about location and size of located discontinuities

---

and theoretical calculations. Such action provides continuity and safety during production process.

**Keywords:** hydraulic press, columns inspection, inspection problems, non-destructive examination, testing methods

Strony / Pages: 41÷44

Romuald Sztukiewicz

## Współczesne badania nieniszczące konstrukcji nawierzchni drogowych

*Modern non-destructive testing pavement structure*

### Streszczenie

Tematyka badań nieniszczących nawierzchni drogowych była przedstawiana i referowana od 1985 r. na kolejnych krajowych konferencjach badań nieniszczących. Opisywano wyniki badań nawierzchni drogowych oraz drogowych obiektów inżynierskich metodami ultradźwiękowymi. Prowadzono również długotrwałe obserwacje nawierzchni wykonanej z betonu asfaltowego oraz nawierzchni wykonanej z betonu cementowego.

Przedstawiano także nowoczesne urządzenia pomiarowe do prowadzenia ciągłych pomiarów parametrów stanu nawierzchni drogowej: profilograf laserowy LPR, profilograf APL, zestaw pomiarowy SRT-3, jak również urządzenia do pomiarów nośności: ugięciomierz laserowy HSD, TSD i RDT. Omówiono także system mobilnego skanowania laserowego MLS umożliwiający zbieranie trójwymiarowej informacji przestrzennej o pasie drogowym i innych obiektach liniowych.

Celem artykułu jest przedstawienie wybranych, współczesnych urządzeń pomiarowych w postaci unowocześnionych profilometrów laserowych, przenośnych urządzeń pomiarowych LaserProf możliwych do zamontowania na samochodzie osobowym czy urządzeń do pomiarów równości podłużnej chodników i ścieżek rowerowych LaserProf MiniTrailer. Opisano również system obrazowania powierzchni SIS do rejestrowania uszkodzeń nawierzchni. Artykuł zakończono informacją o międzynarodowym projekcie badawczym TRIMM dotyczącym przyszłości zarządzania i monitorowania infrastrukturą drogową.

**Słowa kluczowe:** nawierzchnia drogowa, diagnostyka nawierzchni, zmiany parametrów stanu

### Abstract

Topics NDT pavement was presented and refereed since 1985 for the next National Conferences of Non-Destructive Testing. Results have been reported in road surfacing and road structures by ultrasonic methods. Also carried out long-

---

term observations of surface made of concrete and asphalt pavement made of cement concrete.

Well presented modern measuring devices to conduct continuous measurements of the state of the road surface: Contour laser LPR, Contour APL test set SRT-3 as well as equipment for measuring capacity: laser deflectometer HSD, TSD and RDT. It also discusses the mobile laser scanning system MLS allows you to collect three-dimensional spatial information about lane road and other facilities linear.

The aim of this paper is to present selected, modern measuring devices in the form of upgraded profilometrów laser, portable measuring devices LaserProf possible to be mounted on a passenger car or a device for measuring equality longitudinal walkways and bicycle paths LaserProf MiniTrailer. Also describes the SIS surface imaging system for recording surface damage. The paper was completed information about TRIMM international research project on the future management and monitoring of road infrastructure.

**Keywords:** road pavement, pavement diagnostics, parameter changes state

Strony / Pages: 45÷49

Artur Wójcicki

**Ocena rozkładu wytrzymałości betonu w belkach żelbetowych  
za pomocą badań sklerometrycznych**

*Distribution of the strength of concrete  
in reinforced concrete beam using sclerometer test*

**Streszczenie**

W artykule podano ocenę rozkładu wytrzymałości betonu metodą nieniszczącą w belkach żelbetowych. Określenia wytrzymałości betonu dokonano dwiema metodami: niszczącą i nieniszczącą. Porównanie wyników badań uzyskanych różnymi metodami wykazało dobrą zgodność. Weryfikację rozkładów wytrzymałości betonu belek uzyskanych metodą sklerometryczną przeprowadzono na podstawie procesu rozwoju rys oraz wyężenia poszczególnych przekrojów belek. Analiza uzyskanych wyników umożliwiła wyciągnięcie wniosków dotyczących możliwej korelacji rozkładu wytrzymałości betonu i morfologii rys.

**Słowa kluczowe:** badania nieniszczące, wytrzymałość, konstrukcja budowlana, beton

**Abstract**

In this paper the concrete strength evaluation is obtained with non-destructive method in the reinforced concrete beams. Determining of the strength of concrete was accomplished with two methods: destructive and non-destructive. The results comparison is obtained with different methods in a good agreement. The distribution verification of concrete strength of the beams was received with non-destructive method based on process of cracks evolution and level of load in each section of beams. The obtained results analysis permitted for conclusions concerning possible correlation of distribution of concrete strength and the morphology of cracks.

**Keywords:** non-destructive tests, strength, building structure, concrete

Strony / Pages: 50÷54

Krzysztof Dragan  
Michał Dziendzikowski  
Andrzej Leski

**Detekcja i monitorowanie przyrostu pęknięć zmęczeniowych  
z wykorzystaniem fal sprężystych generowanych przez przetworniki PZT**

*Fatigue cracks detection and their growth monitoring  
by means of elastic guided waves generated by a network of PZT transducers*

**Streszczenie**

W pracy zaprezentowano wybrane wyniki monitorowania struktury samolotu PZL-130 Orlik TC II w trakcie pełnoskalowej próby zmęczeniowej. W strukturze samolotu rozmieszczono sieć czujników piezoelektrycznych PZT, podłączoną do dedykowanego systemu komputerowego, umożliwiającego zdalne monitorowanie konstrukcji. W pracy przedstawiono opis wielokanałowego urządzenia rejestrującego sygnały uzyskane z przetworników piezoelektrycznych oraz wyniki uzyskane w wybranych punktach pomiarowych na różnych etapach rozwoju pęknięć zmęczeniowych. Proponowany sposób monitorowania konstrukcji oparty jest na tzw. wskaźnikach uszkodzeń zachowujących znikomą informację o przebiegu czasowym rejestrowanych sygnałów, związanych z ich energią. W pracy przedstawiono opis wykorzystywanych charakterystyk sygnałowych oraz sposobów wnioskowania o obecności i rozwoju pęknięć zmęczeniowych. Opracowane techniki zostały zweryfikowane na podstawie danych uzyskanych w trakcie pełnoskalowej próby zmęczeniowej. Uzyskane wyniki potwierdzają zalety korzystania z systemu monitorowania uszkodzeń w oparciu o przetworniki PZT, zwłaszcza w lokalizacjach trudno dostępnych dla standardowych technik badań nieniszczących.

**Słowa kluczowe:** monitorowanie struktury, detekcja pęknięć zmęczeniowych, sieci przetworników PZT, wskaźniki uszkodzeń

**Abstract**

This paper presents an approach to the health monitoring of the PZL-130 TC II Orlik aircraft structure during the full scale fatigue test (FSFT). A network of PZT piezoelectric transducers was assembled on the aircraft structure and a dedicated



hardware enabling remote control and pro-grammed measurement performance was elaborated. A multichannel acquisition system of large dataset of measurements from the 'hot-spot' locations of the sensors on different stages of the fatigue tests is described in the paper. In the adopted approach a set of Damage Indices (DI's), carrying marginal signal information content and correlated with the total energy received by a given sensor are proposed. The paper provides the description of elaborated techniques for the signal processing and inference about the damage presence. Damage detection capabilities are exemplified by data collected from selected network nodes where damages were found during the project run and the results of their monitoring will be highlighted. The necessity of the use of NDE assisted technology for early damage detection has been proven within the project, especially for the 'hard to access' locations in the aircraft structure.

**Keywords:** structural health monitoring, fatigue cracks detection, PZT transducers networks, Damage Index

Strony / Pages: 55÷59

Szymon Kubisiak  
Mirosław Chmieliński

**Nowoczesne badania nieniszczącej luf armat morskich  
podstawą bezpieczeństwa eksploatacji techniki wojskowej**

*Modern non-destructive testing marine cannon barrels  
the basis for the operational safety of military technology*

**Streszczenie**

Referat charakteryzuje możliwości oceny stanu technicznego wyrobów techniki wojskowej na przykładzie luf armat morskich poprzez zastosowanie badań endoskopowych. Prawidłowa ocena stanu technicznego wyrobów techniki wojskowej wymaga doświadczenia i wiąże się z dużą odpowiedzialnością, lecz prawidłowo wykonana może uchronić sprzęt przed ostateczną utratą własności, zminimalizować koszty, a w szczególności zapobiec nie rzadko śmiertelnym wypadkom. Badania wizualno-endoskopowe należą do grupy badań nieniszczących pozwalających na szybkie, dokładne i jednoznaczne określenie stanu technicznego wewnętrznych przestrzeni luf armat morskich.

W referacie zwrócono uwagę na wdrażanie wybranych rozwiązań technologicznych w procesie eksploatacji uzbrojenia morskiego ze szczególnym uwzględnieniem wyrobów firm współpracujących z wojskiem, w których oferowane rozwiązania powstają w oparciu o najnowsze rozwiązania technologiczne i spełniające wysokie wymagania wojskowe. Zaprezentowany wideoskop iPLEX RT/RX spełnia stawiane wymagania ww. inspekcji, jak również jest nowoczesnym i wszechstronnym systemem kontroli, odpowiednim dla wymaganego zakresu wymagań inspekcyjnych szeroko rozumianej techniki wojskowej.

**Słowa kluczowe:** badania nieniszczące, lufy armatnie

**Abstract**

The article presents the opportunity to evaluate and diagnose the state of the marine technical equipment (armaments), based on example of marine cannon barrels tested with industrial endoscope. Correct evaluation of condition of military technology products requires an experience, and is related with big responsibility. However, carried out properly can protect the equipment

from complete damage, reduce the maintenance costs, and finally can prevent fatal accidents, which are not uncommon. Endoscopes belong to the group of non-destructive testing instruments and allow for quick, precise and unambiguous definition of the technical condition especially of the internal space and the elements of the cannon barrels.

The document highlights the implementation of several technologies into process of exploitation of maritime armaments, with particular emphasis on the companies which cooperate with armed forces. Products offered by these companies were developed with use of the latest technologies and fulfil strict, military requirements. Presented videoscope Iplex RT/RX comply with military standards and is modern and comprehensive control system which is appropriate for wide range of military applications.

**Keywords:** non-destructive testing, cannon barrels

Strony / Pages: 60÷69

Peter Zifčák  
Peter Blažiček  
Peter Pastier

**The effect of selected welding parameters on properties of FSW welded joints  
in ferritic steel type S235 JRC+N**

*Wpływ wybranych parametrów zgrzewania tarcowego z przemieszaniem  
na właściwości złączy stali S235JRC+N*

**Abstract**

This work presents the results of welding ferritic steel type S235 JRC, 5 mm in thickness, welded by friction stir welding (FSW) process. The aim of study was to demonstrate the effect of selected welding parameters as tool material (tungsten carbide- WC, or silicon nitride – Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>), welding speed, tool rotation speed on the properties of welded joints and the life of welding tools. The properties of welded joints were assessed visually, by radiography – RT inspection, mechanical tests and by observations of macro- and micro-structure. The life of welding tools was expressed by mass losses and also by the change in shoulder diameter and change in pin length in dependence on weld length. Welding with WC tools was shown as unstable regarding the low dimensional stability of welding tool. On contrary, welding with ceramic tools permits formation of sound welds fabricated within optimum welding parameters with rotation speed 500 RPM and welding speed 50 to 100 mm/min. The best life of ceramic tools is achieved at rotation 400 RPM and welding speed 50 mm/min. However, at application of these parameters 100 % soundness of welds over entire weld length was not achieved.

**Keywords:** friction stir welding, steel, welding parameters, tool lifetime

**Streszczenie**

W artykule zaprezentowano wyniki zgrzewania (FSW) stali S235 JRC+N o grubości 5 mm. Celem opisanego eksperymentu eksperymentu było określenie wpływu wybranych zasadniczych parametrów procesu: materiał narzędzia (WC i Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>), prędkość zgrzewania oraz prędkość obrotowa narzędzia, na właściwości otrzymywanych złączy oraz na trwałość narzędzia zgrzewającego. Złącza badano

metodami nieniszczącymi wizualnie i z użyciem radiografii oraz metodami niszczącymi w celu określenia właściwości mechanicznych i scharakteryzowania mikro i makrostruktury. Trwałość narzędzia (trzcienia zgrzewającego) określano poprzez pomiar ubytku jego masy i charakterystycznych właściwości geometrycznych (promień i długość trzcienia). Narzędzie wykonane z WC wykazało niską trwałość i stabilność wymiarową. Narzędzie z ceramiki  $Si_3N_4$  umożliwia uzyskiwanie dobrych zgrzein z blisko optymalną prędkością 500 obr/min. i prędkością zgrzewania 50 do 100 mm.min. Przy czym, największą trwałość narzędzia uzyskano dla prędkości 400 obr/min. i prędkości zgrzewania 55 mm/min. jednak wtedy nie uzyskano w 100% prawidłowego połączenia.

**Słowa kluczowe:** zgrzewanie tarciove z przemieszaniem, stal, parametry zgrzewania, trwałość narzędzia

Strony / Pages: 73÷81