

---

Radosław Karczewski

Jan Płowiec

Wojciech Spychalski

Andrzej Zagórski

**Charakterystyki sygnałów akustycznych podczas obciążania wybranych stali konstrukcyjnych wykorzystywanych do budowy urządzeń ciśnieniowych**

*Characteristics of acoustic emission signals generated during the loading of selected structural steels used in the construction of pressure equipment*

**Streszczenie**

Badania w statycznej próbie rozciągania z równoczesną rejestracją sygnałów akustycznych w materiałach wykorzystywanych do budowy urządzeń ciśnieniowych, pozwalają istotnie poszerzyć wiedzę o mechanizmach zniszczenia. Badania prezentowane w artykule obejmowały zarówno materiały w stanie dostawy, jak i po długim okresie ich eksploatacji. Celem pracy było poznanie charakterystyk sygnałów emisji akustycznej generowanych w zakresie sprężystym i plastycznym. Do badań wykorzystano płaskie próbki z karbem i bez karbu. Poddawano je próbom według różnych schematów obciążenia. Pozwoliło to stwierdzić wpływ degradacji na charakterystyki akustyczne stali 15HM. W przypadku stali K18 ujawnił się wpływ wielkości ziarna na otrzymane charakterystyki akustyczne.

**Słowa kluczowe:** stale konstrukcyjne, urządzenia ciśnieniowe, sygnały akustyczne

**Abstract**

Static tensile tests with simultaneous recording of acoustic signals generated in the material significantly extend knowledge about the mechanisms of failure. Research conducted in this paper concerned with both the as supplied material, and after a long period of exposure to service conditions. The aim of this study was to identify the characteristics of acoustic emission signals generated in plastic and elastic range of deformations. Flat notched and un-notched samples were used in this study. The samples were subjected to different loadings representative of in-service conditions. The signals indicating degradation of steel 15HM were determined. In the case of steel K18 the influence of grain size was revealed.

**Keywords:** structural steels, pressure equipment, acoustics emission

Strony / Pages: 3-9

Zbigniew Hilary Żurek

Stefan Sieradzki

Jan Adamek

**Ocena stanu technicznego kołpaków generatorów na podstawie pomiarów  
magnetycznych niestabilności austenitu dla stali G18H18**

*Assessment of technical condition of generator rotor end winding retaining rings based on  
magnetic measurements of instability of G18H18 steel austenite*

**Streszczenie**

Austenityczne stale są wykorzystywane do wykonania kołpaków wirników generatorów oraz bandaży, a także na bandaże do transformatorów i nakrętki. Takie stale powinny charakteryzować wysoka oporność, przenikalność magnetyczna mniejsza niż  $1,3 \mu_r$  i wysoka wytrzymałość mechaniczna. Te właściwości nie powinny się także zmieniać pod wpływem obciążenia mechanicznego i cieplnego. Ze względu na nietrwałość austenitu niklowego, część niklu zastępuje się manganem. W artykule przedstawiono wyniki badań stabilności austenitu chromowo-manganowego w eksploatowanych kołpakach wirników generatorów. W chwili obecnej ocena przydatności kołpaków do dalszej eksploatacji oparta jest na badaniach ultradźwiękowych. Pomiar magnetyczny polegający na detekcji niestabilności austenitu w korelacjach mechanicznych i termicznych są alternatywą dla pomiaru tłumienia fali ultradźwiękowej, a ponadto dają pełniejszy obraz wyeksploatowania kołpaków.

**Słowa kluczowe:** pomiary magnetyczne, stal austenityczna

**Abstract**

Austenitic (non-magnetic) steels are used in construction of generator rotors retaining rings and bandages as well as transformers' bandages and bolts. Such steels should be characterized by high specific resistance, magnetic permeability less than  $1,3 \mu_r$  and high mechanical strength. In addition, these properties should not change due to possible mechanical and thermal load conditions. Since nickel austenite ( $\gamma \rightarrow \alpha$ ), is not durable, some nickel is exchanged for manganese. The paper presents results of investigating stability of chromic-manganic austenite of used rotor retaining rings. At present the assessment of retaining rings, technical condition and their serviceability is conducted by ultrasonic wave attenuation tests. The magnetic measurements based on the detection of the instable austenite, which in the mechanical and thermal correlations constitute an alternative for the diagnostic testing and moreover they provide more complete picture of the retaining ring exploitation.

**Keywords:** magnetic tests, austenitic steels

Bolesław Augustyniak

Leszek Piotrowski

Marek Chmielewski

**Ocena stanu trójnika rurociągu pary świeżej ze stali 13HMF metodą emisji  
magnetoakustycznej**

*Assessment of state of steam pipe t-joint made of 13HMF grade steel using magnetoacoustic  
emission effect*

**Streszczenie**

Zbadano trójnik w rurociągu pary świeżej ze stali 13HM o czasie eksploatacji ok. 66 000 h. Mierzono: natężenie emisji magneto akustycznej (EMA), twardość HV, współczynnik tłumienia fal ultradźwiękowych (dB/mm). W przypadku badania EMA do magnesowania użyto grubościenny elektromagnes jarzmowy o adaptowanych ramionach a sygnał napięciowy z szerokopasmowej sondy był filtrowany w celu eliminacji zakłóceń przemysłowych. Porównawcza analiza tych trzech wielkości fizycznych umożliwiła identyfikację obszarów o mniejszym lub większym stopniu zdegradowania mikrostruktury. Wykazano, że odcinki łączników w trójnikach o mniejszej grubości ścianki mogą być bardziej zdegradowane od odcinków o większej grubości ścianki. Te wyniki świadczą o dużym potencjale diagnostycznym opracowywanej metody badania zmian w mikrostrukturze rurociągów pary świeżej wykonanej ze stali 13HMF.

**Słowa kluczowe:** rurociągi, badania ultradźwiękowe, struktura

**Abstract**

The study focused on a part of the steam pipe (T – joint) in a power plant boiler made of 13HMF grade steel (in service over 66 000 hours) with magneto-acoustic emission (MAE). Two complementary techniques - the hardness measurement (HV) and ultrasound attenuation coefficient analysis (dB/mm) have also been applied. The MAE signal was detected by large band sensor when thick pole electromagnet (adapted to pipe curvature) and appropriate filtering of acoustic had been applied. Comparative analysis of those three quantities allowed detection of the areas with different level of microstructural damage. It was revealed that parts of the joint made of lower thickness wall pipe are more creep-damaged than parts with higher thickness of the wall. These results demonstrate the high potential of the proposed technique of assessment of creep damage of power plant steam tubes made of 13HMF grade steel.

**Keywords:** pipelines, ultrasonic tests, structure

Strony / Pages: 3-9

Zbigniew Ranachowski

**Badanie mikrostruktury betonów przy zastosowaniu metody indentacji wielokrotnej***Application of statistical indentation method to investigation of concrete microstructure***Streszczenie**

W artykule skonfrontowano wyniki pomiarów parametrów mikrostruktury dwóch serii napowietrzonych mieszanek betonowych, takich jak: porowatość całkowita, współczynnik rozmieszczenia porów powietrznych, odporność na powierzchniowe łuszczenie z parametrami uzyskiwanymi w procedurze indentacji wielokrotnej. Indentacja wielokrotna umożliwia określenie mikrotwardości w obszarze matrycy i obszarze kruszywa, a także wyznaczenie powierzchniowego udziału obszarów o niskiej zwartości (LD), to jest obszarów o wysokiej porowatości. Te parametry uzyskiwane z badania metodą indentacji wielokrotnej można zastosować do oceny trwałości betonów badając np. próbki rdzeniowe, uzyskane z odwiertów. Pomiary metodą indentacji wielokrotnej można prowadzić w sposób zautomatyzowany. Przedstawione wyniki badań wskazują na obniżenie odporności na środowiskowe czynniki agresywne w kompozycjach o podwyższonym współczynniku LD.

**Słowa kluczowe:** struktura, beton, metoda indentacji wielokrotnej**Abstract**

The paper presents the results of investigation of parameters of microstructure of two series of air pertained concrete mixes. The following parameters were examined: volumetric porosity, air pores spacing coefficient, surface scaling endurance - confronted to those derived from the statistical indentation procedure. That procedure is intended to determine the microhardness of concrete matrix, aggregates area and of the percental content of a component called low density area (LD), characterizing the high porosity clusters. The parameters obtained with application of statistical indentation method can be used to assess the endurance of concrete by testing of core samples drilled out of the massive constructions. There is a possibility to automate the described method. The presented test results suggest that the compositions that reveals the increased LD coefficient also tend to demonstrate the lower resistance to environmal aggression agents.

**Keywords:** structure, concentrate mixes, statistical indentation method

Strony / Pages: 3-9

---

Krzysztof Dragan

Łukasz Kornas

Norbert Pałka

### **Problematyka diagnozowania kompozytowych konstrukcji lotniczych**

*The issues connected with non destructive techniques for the aerospace composite structures inspection*

#### **Streszczenie**

W artykule przedstawiony zostanie opis problematyki diagnozowania kompozytowych konstrukcji lotniczych. Kompozyty, charakteryzuje zdecydowanie większy stosunek masa/wytrzymałość, niż większość konstrukcji wykonywanych np. z stopów lekkich. Są one jednak wrażliwe na uszkodzenia od uderzeń mechanicznych i termicznych. Ponadto w trakcie wytwarzania powstają uszkodzenia wpływające na zmniejszenie ich wytrzymałości. W artykule przedstawiono podejście do diagnostyki takich struktur z wykorzystaniem metod badań nieniszczących takich jak: metoda ultradźwiękowa z wykorzystaniem Phased Array, oraz metoda spektroskopii terahertzowej. Omówiono i przedstawiono problemy diagnozowania konstrukcji kompozytowych, w tym konstrukcji FML (Fibre Metal Laminates). Dla każdej z tych metod badań nieniszczących przedstawiono ich zalety i ograniczenia związane z diagnostyką takich konstrukcji.

**Słowa kluczowe:** kompozyty, konstrukcje lotnicze, badania nieniszczące

#### **Abstract**

This paper presents approach for NDT techniques for composite structural integrity assessment of the aerospace structures. In such structures besides of higher mass/durability ratio than e.g. aluminum alloys aerospace components there is higher vulnerability on the failure mode creation because of impact damage from mechanical and thermal shocks. Moreover during the manufacturing process different damages occur and affect material strength. For the purpose of damage detection different NDE (Non Destructive Evaluation) techniques will be presented such as: ultrasonic with the use of Phased Array and THz spectroscopy. The main problems of the composites structures NDE will be highlighted and presented including FML (Fibre Metal Laminates). All the advantages and limitations of the above described NDE methods will be delivered.

**Keywords:** composite, aircraft structures, non-destructive test

Strony / Pages: 3-9

Marcin Lewandowski

Ziemowit Klimonda

**Obrazowanie ultradźwiękowe wad za pomocą metod syntetycznej apertury***Ultrasonic flaw imaging using synthetic aperture methods***Streszczenie**

Ultradźwiękowe metody badań nieniszczących przechodzą obecnie metamorfozę od systemów z głowicami jednoelementowymi do systemów wielokanałowych z głowicami fazowymi (PA Phased Array). Prowadzony obecnie w Zakładzie Ultradźwięków IPPT PAN projekt ma na celu opracowanie uniwersalnej wielokanałowej platformy ultradźwiękowej oraz metod rekonstrukcji obrazów mogących znaleźć zastosowanie zarówno w medycynie, jak i w badaniach nieniszczących. Przeprowadzono wstępne badania mające na celu porównanie różnych metod rekonstrukcji obrazów wad w trybie B-mode. W tym celu dokonano akwizycji ech ultradźwiękowych od wad w szynie kolejowej i monobloku przy pomocy ultrasonografu badawczego wyposażonego w 128-elementową głowicę fazową o częstotliwości 4 MHz. Uzyskane sygnały ech wysokiej częstotliwości poddano następnie obróbce cyfrowej w celu uzyskania obrazu B-mode. Zastosowano i porównano różne metody rekonstrukcji obrazu: klasyczny beamforming oraz metodę syntetycznej apertury. Wstępne wyniki wskazują na wysoką jakość rekonstrukcji metodą syntetycznej apertury, która zapewnia równomierną rozdzielczość poprzeczną w całej głębokości obrazowania. Zastosowanie alternatywnych schematów nadawczo-odbiorczych w metodzie syntetycznej apertury umożliwia dodatkowo optymalizację metody pod względem prędkości badania lub jakości obrazowania. Wyniki te potwierdzają przydatność i konkurencyjność metody syntetycznej apertury do stosowanej obecnie metody beamformingu.

**Słowa kluczowe:** obrazowanie, badania ultradźwiękowe, metoda syntetycznej apertury

**Abstract**

Nowadays ultrasonic methods of non-destructive testing have undergone transformation from systems with single-element probes into multichannel systems with Phase Arrays probes (PA). The aim of the project currently conducted in Department of Ultrasound in IPPT PAN is to develop a versatile multichannel ultrasonic platform and image reconstruction methods in order to apply both in medicine and in non-destructive testing. Preliminary studies on comparison of different methods of the B-mode image reconstruction for flaw visualization have been done. The acquisition of ultrasonic echoes of defects in railway rail and monoblock, using the research medical ultrasound scanner equipped with 128-element phase array with 4 MHz frequency, has been performed. Then the resulting radio frequency signals of echoes were digitally processed in order to obtain B-mode image. Different methods of image reconstruction – the classic beamforming and the synthetic aperture algorithm – have been applied and compared. The experimental results indicate that the image reconstruction by synthetic aperture method has higher quality than classical beamforming. It provides a uniform lateral resolution throughout the whole imaging depth. The application of alternative transmitting-receiving schemes for the synthetic aperture method additionally allows to optimize it in terms of speed of the testing as well as quality of the imaging. The results confirm usefulness the method and competitiveness of the synthetic aperture to the method of classical beamforming being applied at present.

**Keywords:** flaw imaging, ultrasonic tests, synthetic aperture method

Strony / Pages: 3-9

Władysław Michnowski

Jarosław Mierzwa

Piotr Machała

Patryk Uchroński

### **Badanie kolejowych osi drażonych**

*Examination of drilled railway axles*

#### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono metodę badania osi drażonych opracowaną przez firmę ULTRA. Konstrukcja tego typu osi narzuca podstawową metodę badania za pomocą głowicy 45 stopni umieszczonej wewnątrz otworu i przesuwanej wzdłuż osi. W tym rozwiązaniu oś jest badana jednocześnie dwoma głowicami zamocowanymi na dyszlu, który jest obracany i przesuwany wzdłuż osi. W trakcie badania przez cały czas jest identyfikowane położenie głowic (liniowe – wzdłuż osi oraz kątowe – na przekroju osi), co umożliwia precyzyjne określenie położenia ewentualnych wskazań, które są automatycznie rejestrowane. Położenie liniowe jest mierzone przez dodatkową głowicę ultradźwiękową, natomiast położenie kątowe – za pomocą inklinometru. W wyniku badania uzyskuje się mapę wskazań oraz mapę miejsc niezbadanych.

**Słowa kluczowe:** badania nieniszczące, kolejowe osie drażone, badania ultradźwiękowe

#### **Abstract**

the examination method of drilled axles elaborated by ULTRA company is presented in the article. The construction of such axles imposes the basic method of examination – the 45 degree probes moved inside drilled hole. In presented solution, the axle is tested simultaneously with two probes fixed on the thrill that is rotated and moved along axle. All the time during examination the location of probes is monitored (linear – along the axle and angular – on axle section). It enables the precise location of indications that are automatically registered. The linear location is measured with extra ultrasonic probes, the angular location with inclinometer. The result of examination is the map of indications and not tested places.

**Keywords:** non-destructive tests, drilled railway axis, ultrasonic test

Strony / Pages: 3-9

Zenon Ignaszak

Joanna Ciesiółka

**Uwarunkowania i perspektywy badań nieniszczących odlewów  
przed poddaniem ich eksploatacji, cz. I***Conditions and perspectives for non-destructive testing of castings before they service, part I***Streszczenie**

W ostatnich kilkunastu latach postawiono na optymalizowanie rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych, stosując metody symulacji procesów odlewania i naprężeń w eksploatacji odlewów. Wyniki badań nieniszczących służyły do walidacji modeli użytych w systemach symulacyjnych. W niniejszym artykule porównano stan aktualny oczekiwań wobec badań nieniszczących odlewów surowych i po obróbce, z trendami jakie pojawiają się w odlewnictwie światowym i w optymalizowaniu warunków odbioru, zgodnie z wymaganiami eksploatacyjnymi. Jako przykład dla odlewu testowego belki o wymiarach 160x1600x1200 mm z nieciągłościami i bez nieciągłości, zasygnalizowano jak można wykorzystać wyniki tomografii UT-3D (phased array) do identyfikacji rzeczywistego rozkładu nieciągłości oraz jak można to uwzględnić podczas obliczeń symulacyjnych. Umożliwia to precyzyjniejsze szacowanie mapy naprężeń i wskazuje realną drogę do efektywnego zoptymalizowania konstrukcji odlewu i technologii odlewania.

**Słowa kluczowe:** badania nieniszczące, odlewy, modelowanie**Abstract**

During over a dozen years the technological solutions to optimize the design using the method of casting process and stress simulation in the casting life were realized. The NDT results were used to validate models used in simulation systems. This article compares the current state expectations for non-destructive testing of raw castings and after machining with the trends emerging in the global foundry industry, and optimizing the conditions for acceptance in accordance with operational requirements. As example, for the test beam casting (dimensions – 160x160x1200 mm), with discontinues and without discontinues occurrence, were signaled how it can be exploit the UT-3D tomography (phased array) results to determine the real discontinues distribution and how it can be consider in stress simulation during exploitation period. It enables more accurate estimation of stresses map and indicates real way to effective castings construction and technology optimization.

**Keywords:** non-destructive tests, casts, simulation

Strony / Pages: 3-9



Zenon Ignaszak

**Uwarunkowania i perspektywy badań nieniszczących odlewów  
przed poddaniem ich eksploatacji, cz. II***Conditions and perspectives for non-destructive testing of castings before they service, part II*

## Streszczenie

W ostatnich kilkunastu latach postawiono na optymalizowanie rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych, stosując metody symulacji procesów odlewania i naprężeń w eksploatacji odlewów. Wyniki badań nieniszczących służyły do walidacji modeli użytych w systemach symulacyjnych. W niniejszym artykule porównano stan aktualny oczekiwań wobec badań nieniszczących odlewów surowych i po obróbce, z trendami jakie pojawiają się w odlewnictwie światowym i w optymalizowaniu warunków odbioru, zgodnie z wymaganiami eksploatacyjnymi. Jako przykład dla odlewu testowego belki o wymiarach 160x160x1200 mm z nieciągłościami i bez nieciągłości, zasygnalizowano jak można wykorzystać wyniki tomografii UT-3D (phased array) do identyfikacji rzeczywistego rozkładu nieciągłości oraz jak można to uwzględnić podczas obliczeń symulacyjnych. Umożliwia to precyzyjniejsze szacowanie mapy naprężeń i wskazuje realną drogę do efektywnego zoptymalizowania konstrukcji odlewu i technologii odlewania.

**Słowa kluczowe:** badania nieniszczące, odlewy, modelowanie**Abstract**

During over a dozen years the technological solutions to optimize the design using the method of casting process and stress simulation in the casting life were realized. The NDT results were used to validate models used in simulation systems. This article compares the current state expectations for non-destructive testing of raw castings and after machining with the trends emerging in the global foundry industry, and optimizing the conditions for acceptance in accordance with operational requirements. As example, for the test beam casting (dimensions – 160x160x1200 mm), with discontinues and without discontinues occurrence, were signaled how it can be exploit the UT-3D tomography (phased array) results to determine the real discontinues distribution and how it can be consider in stress simulation during exploitation period. It enables more accurate estimation of stresses map and indicates real way to effective castings construction and technology optimization.

**Keywords:** non-destructive tests, casts, simulation

Strony / Pages: 3-9

Maciej Roskosz

## **Wpływ naprężeń czynnych i resztkowych na własne pole magnetyczne ferromagnetyków**

*The impact of active and residual stress on the residual magnetic field of ferromagnetics*

### **Streszczenie**

Wpływ naprężeń na zmiany namagnesowania jest jednym z najbardziej złożonych zagadnień magnetyzmu. W artykule analizowano wpływ naprężeń czynnych i resztkowych na zmiany własnego magnetycznego pola rozproszenia WMPR mierzonego na powierzchni elementu oraz możliwości wykorzystania tych zmian jako sygnału diagnostycznego pozwalającego na określenie stanu naprężeń. Stwierdzono wpływ zarówno naprężeń czynnych jak i resztkowych na rozkład składowych WMPR. Wykorzystanie pomiarów WMPR do oceny naprężeń czynnych na obecnym etapie badań wydaje się problematyczne. Ocena makroskopowych naprężeń resztkowych na podstawie pomiarów WMPR jest zagadnieniem nad którym kontynuowane są prace badawcze.

**Słowa kluczowe:** ferromagnetyki, naprężenia, pole magnetyczne

### **Abstract**

The impact of stress on changes in magnetisation is one of the most complex issues of magnetism. The paper presents an analysis of the impact of active and residual stress on the changes in the residual magnetic field (RMF) measured on the surface of the component, and of the possibility of using the changes as a diagnostic signal which allows the determination of the stress state. It was found that both active and residual stress had an impact on the distribution of the RMF components. The use of the RMF measurements to assess active stress seems debatable at the present stage of research development. Research work now continues on the assessment of macroscopic residual stress based on the RMF measurements.

**Keywords:** ferromagnetics, magnetic field, residual stress

Strony / Pages: 3-9