

Czech Society for Nondestructive Testing
Česká společnost pro nedestruktivní testování



DEFEKTOSKOPIE 2025

55th International Conference and NDT Exhibition
55. mezinárodní konference a výstava NDT techniky

PROCEEDINGS SBORNÍK ABSTRAKTŮ

November 11 to 13, 2025
11. až 13. listopadu 2025

Zámecké návrší, Litomyšl, Czech Republic

Edited by Luboš Pazdera and Libor Topolář

All articles submitted before members of the Scientific Committee reviewed the deadline.
Editors are not responsible for the reproduction quality in these Proceedings.
The contributions may be copied freely, but credit should be given to the Proceedings.

Scientific Committee / Reviewers:

- Ing. Michal Švantner – ZČU Plzeň
- doc. Monika Manychová – VUT v Brně
- Ing. Josef Neugebauer – TÜV NORD Czech Praha
- doc. Libor Topolář – VUT v Brně

Editors: Luboš Pazdera and Libor Topolář

Copyright © 2025
Czech Society for Nondestructive Testing
All rights reserved

Published by:

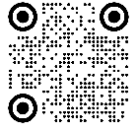
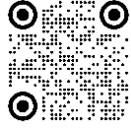
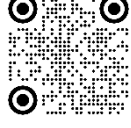
Brno University of Technology
Faculty of Civil Engineering
Veveří 331/95, CZ 602 00 Brno

for

Czech Society for Nondestructive Testing
Veveří 331/95, CZ 602 00 Brno

printed version ISBN 978-80-214-6365-3

Název vystavovatele:	Kontaktní email a web:		Korespondenční adresa:
PAPco, s.r.o.	info@papco.cz www.papco.cz		Litvínovská 609/3, 190 00 Praha 9, Česká republika
Testima spol. s r.o.	mlejnko@testima.cz www.testima.eu		Husova 353/6, 250 01 Brandýs nad Labem, Česká republika
RMI, s.r.o.	sale@rmi.cz www.rmi.cz		Pernštýnská 116, 533 41 Lázně Bohdaneč, Česká republika
NDT Trade s.r.o.	martin.kabilka@ndttrade.cz http://www.ndttrade.cz/164/o-nas-sk.html		Křížová 472/47, 150 00 Praha 5, Česká republika
FOERSTER TECOM, s.r.o.	foerster@foerster.cz https://www.foerstergroup.cz/cs/cze/		U Tvrze 13/30, 108 00 Praha 10, Česká republika
BAS Rudice s.r.o.	info@spektrometry.cz https://www.spektrometry.cz/		U vodárny 1, 678 01 Blansko, Česká republika
ATG, s.r.o.	atg@atg.cz https://cs.atg.cz/		Toužimská 771, 199 00 Praha 9, Česká republika
AQUA-CHEMIE spol. s r.o	aquachemie@aquachemie.cz https://www.aquachemie.cz/		Pražská 1279/18, 102 00 Praha 10, Česká republika

Název vystavovatele:	Kontaktní email a web:		Korespondenční adresa:
ENERGOSERVIS, spol. s r.o.	prodej@energoservis.eu https://energoservis.eu/		Dukelská 3400/32, 430 01 Chomutov, Česká republika
STARMANS electronics, s.r.o.	ut@starmans.cz www.starmans.net		V Zahradkách 836/24, 180 00 Praha 8, Česká republika
IT Concepts GmbH	nermin.trobradovic@itcworld.com https://www.itcworld.com/en-us/		Gewerbestraße 17, 35633 Lahnau Německo
PTS Josef Solnař, s.r.o.	kmet@ptsndt.com www.ptsndt.com		U Hrůbků 170, 709 00 Ostrava, Česká republika
K-Technologies, s.r.o.	obchod@k-technologies.cz http://www.k-technologies.cz/		Svatováclavské nám. 106/8, 500 08 Hradec Králové, Česká republika
SlovCert spol. s r.o.	opatt@slovcert.sk https://slovcert.sk/		Podunajská 36, 821 07 Bratislava, Slovensko
Industrial & Commercial Enterprises	sunil@icendt.com https://icendt.com/		Chittaranjan Avenue 120, 700073 Kolkata, India

PARTNEŘI KONFERENCE / CONFERENCE PARTNERS

PLATINOVÍ PARTNEŘI / PLATINUM PARTNERS



Konference je pod záštitou
The conference is held under the auspices of



MEDIÁLNÍ PARTNEŘI / MEDIA PARTNERS



Konference vznikla ve spolupráci se
The conference was organized in cooperation with



CONTENTS / OBSAH

Gyanendra YADAV, Indrajeet MAHATO, Swapna SINGH, Nitesh P. YELVE
DIGITAL TWIN FRAMEWORK FOR MISALIGNMENT FAULT DETECTION USING
IOT-ENABLED SENSING AND NONLINEAR MODELING

Bernard KOPEC
REMINISCING ABOUT THE CONTRIBUTIONS OF IMPORTANT FIGURES TO THE
DEVELOPMENT OF ULTRASONIC FLAW DETECTION IN THE CONTEXT OF
PERSONAL MEETINGS AND MEMORIES.
PŘIPOMENUTÍ PŘÍNOSŮ VÝZNAMNÝCH OSOBNOSTÍ PRO VÝVOJ
ULTRAZVUKOVÉ DEFEKTOSKOPIE V KONTEXTU OSOBNÍCH SETKÁNÍ A
VZPOMÍNEK.

Jana VESELA
THE USE OF NDT TO VERIFY THE PROPERTIES OF AISI 316L STEEL PLATES
PRODUCED BY 3D PRINTING
VYUŽITÍ NDT K OVĚŘENÍ VLASTNOSTÍ OCELOVÝCH DESEK AISI 316L
VYROBENÝCH 3D TISKEM

Vit MINARU, Ladislav BOHM
FILTERS IN INDUSTRIAL RADIOGRAPHY: FROM CLASSICAL TO ADAPTIVE AND
MULTI-SCALE APPROACHES
FILTRY V PRŮMYSLOVÉ RADIOGRAFII: OD KLASICKÝCH K ADAPTIVNÍM A
VÍCEÚROVŇOVÝM PŘÍSTUPŮM

Ashesh SINGH, Swapna SINGH, Mayank SAINI, Nitesh P. YELVE
COMPUTER TOMOGRAPHY IMAGING OF PIPELINE DAMAGES USING IOT-
ENABLED GUIDED WAVE-BASED TESTING

David MESTL
MANIPULATORS FOR DEVICE DIAGNOSTIC
MANIPULÁTORY PRO DIAGNOSTIKU ZAŘÍZENÍ

Josef NEUGEBAUER
NDT EQUIPMENT AND INSTRUMENTS FROM THE PERSPECTIVE OF
METROLOGY.
NDT ZAŘÍZENÍ A PŘÍSTROJE POHLEDEM METROLOGIE.

Jakub MRÁZ, Břetislav SKRBK
THE NON-DESTRUCTIVE METHOD OF ELASTICITY MODULUS MEASUREMENT
OF VALVE SEATS FROM STELLITE WITH VARIOUS CRYOGENIC STAVS
NEDESTRUKTIVNÍ METODA MĚŘENÍ MODULU PRUŽNOSTI VENTILOVÝCH
SEDEL ZE STELLITE S RŮZNÝMI KRYOGENNÍMI STAVY

Josef UHER
RADALYX: ROBOTICKÝ MULTIMODÁLNÍ SKENER

Marie RUDOLFOVA

SERVICE LIFE EXTENSION OF A SMALL AIRCRAFT

Helena RUČKOVÁ

MOTIVATION OF STUDENTS FOR A CAREER IN NDT

MOTIVACE STUDENTŮ PRO KARIÉRU V OBLASTI NDT

Stanislav STARMAN

ROČ ULTRAZVUK VIDÍ PŘI ZKOUŠENÍ JEN NĚKTERÉ VADY - ORIENTACE VAD A
OKRAJOVÉ PODMÍNKY

Václav SVOBODA, František ŽEMLIČKA

APPLICATION OF ACOUSTIC EMISSION ON FATIGUE DAMAGE OF STEEL
BRIDGES

Jan CRHA

ACOUSTIC EMISSION - INDUSTRIAL APPLICATIONS

AKUSTICKÁ EMISE - PRŮMYSL OVÉ APLIKACE

AUTHORS INDEX / INDEX AUTORŮ

Ashesh S.

Singh S.

Bohm L.

Skrbek B.

Kopec B.

Starman S.

Mahato I.

Svoboda V.

Mayank S.

Swapna S.

Mestl D.

Uher J.

Minaru V.

Veselá J.

Mráz J.

Yadav G.

Neugebauer J

Yelve N.P.

Nitesh P. Y.

Žemlička F.

Rudolfova M.



STARMANS electronics

SPECIALISTA NEDESTRUKTIVNÍHO TESTOVÁNÍ

Výzkum • vývoj • výroba zařízení pro průmysl a dopravu



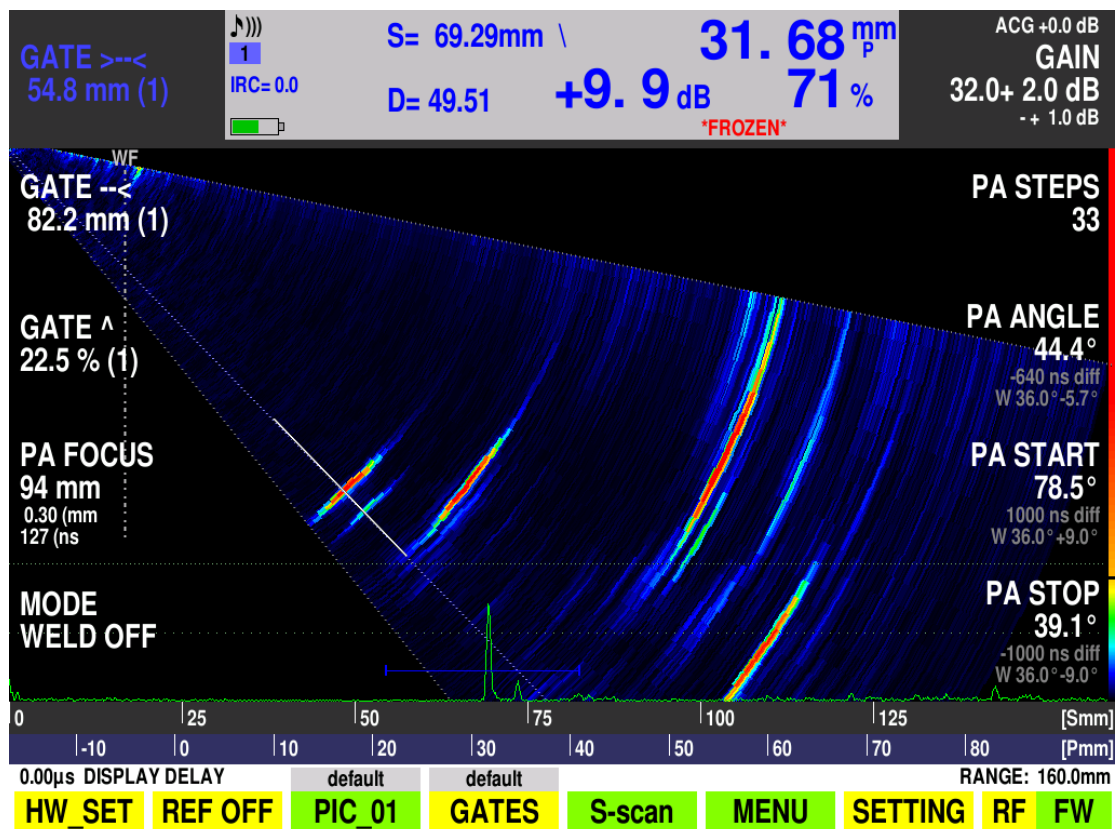
www.starmans.net

ndt@starmans.cz | tel. +420 225 442 245



STARMANS DIO1000 PA

Skvělé zobrazení - Skvělá volba!



www.starmans.net, ut@starmans.cz

Digital Twin Framework for Misalignment Fault Detection using IoT-Enabled Sensing and Nonlinear Modeling

Gyanendra YADAV, Indrajeet MAHATO, Swapna SINGH[#], Nitesh P. YELVE[#]

Wave and Vibration Engineering (WaVE) Lab, Department of Mechanical Engineering,
Indian Institute of Technology Bombay, Powai, Mumbai, Maharashtra - 400076, India

[#]Corresponding author: nitesh.yelve@iitb.ac.in, swapna.singh@iitb.ac.in

Abstract

The rapid progress of Industry 4.0 highlights the importance of integrating AI/ML and Internet of Things (IoT) enabled digital twins for intelligent condition monitoring, fault identification, and predictive maintenance. This study addresses misalignment fault detection, specifically parallel and angular misalignment, using a nonlinear mathematical model coupled with an in-house experimental setup. The setup is constructed in the lab, which comprises motor, coupling shaft, supports, and bearings to simulate controlled parallel and angular misalignment conditions. Vibration data are acquired using IoT-based sensors and analyzed in the frequency domain using an FFT analyzer. By integrating the physical system with the digital model and incorporating AI/ML algorithms, this digital twin framework effectively characterizes the misalignment faults in physical systems. The results demonstrate that this approach improves diagnostic accuracy, reduces monitoring costs, and enables real-time prognosis. Furthermore, the framework is scalable and can be extended to other faults such as bearing and gear faults, offering a versatile platform for intelligent machine health monitoring.

Keywords: Digital twin, AI/ML, IoT-based sensing, Fault detection, Parallel and angular misalignment.

By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licencí Creative Commons Attribution 4.0."

**Reminiscing about the contributions of important figures
to the development of ultrasonic flaw detection in the context
of personal meetings and memories.**

**Připomenutí přínosů významných osobností pro vývoj ultrazvukové
defektoskopie v kontextu osobních setkání a vzpomínek.**

Bernard KOPEC

Quality Testing Ultrasound; Bohumín, Czech
Phone: +420 603 432 965, e-mail: b.kopec@email.cz

Abstract

The development of non-destructive ultrasonic testing from the discovery of ultrasonic waves in 1794 by Lazzaro Spallanzani to today's leaps and bounds in the use of ultrasonic technology in all sectors of human enterprise, which is made possible by digital technology, miniaturization in electronics, and software computer systems, is due to a number of prominent figures. The contribution is a view - a memory of the author of a meeting with some prominent figures of ultrasound and a reminder of their significant contributions to this field. Only a small, selected part of the personalities of ultrasonic testing who significantly contributed to the progress of ultrasonic flaw detection will be remembered in the context of the author's memories of a personal meeting with them over more than fifty years of activity in this field.

Keywords: Ultrasonic flaw detection, context of memories, personalities of Czech, Polish, German and American ultrasound

Abstrakt

Na vývoj nedestruktivního zkoušení ultrazvukem od objevu ultrazvukových vln v roce 1794 Lazzaro Spallanzaním po dnešní skokové změny ve využívání ultrazvukové techniky ve všech odvětvích lidského podnikání, což umožňuje digitální technologie, miniaturizace v elektronice, softwarové počítačové systémy má zásluhu řada významných osobností. Příspěvek je pohledem – vzpomínkou autora na setkání s některými významnými osobnostmi ultrazvuku a připomenutí jejich významných přínosů na tomto poli. Bude vzpomenu pouze malá, vybraná část osobností ultrazvukového zkoušení, které významnou měrou přispěly k pokroku ultrazvukové defektoskopie v kontextu vzpomínek osobního setkání autora s nimi za dobu více než padesátileté činnosti v tomto oboru.

Klíčová slova: Ultrazvuková defektoskopie, kontext vzpomínek, osobnosti českého, polského, německého a amerického ultrazvuku

By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licencí Creative Commons Attribution 4.0."

The use of NDT to verify the properties of AISI 316L steel plates produced by 3D printing

Využití NDT k ověření vlastností ocelových desek AISI 316L vyrobených 3D tiskem

Jana VESELA

Research Centre Řež; Husinec-Řež, Czech
e-mail: jana.vesela@cvrez.cz

Abstract

As part of the TAČR project Canut II – Repair Technologies, under the sub-project DP_02_02_01 Utilization of additive technology in nuclear power plants, non-destructive testing (NDT) was carried out on steel plates produced by 3D printing technologies. The results of these tests will be validated by the results of destructive tests (DT) and metallographic analysis performed on the first printed plate made of stainless steel AISI 316L.

The basic applied NDT method was ultrasonic testing (UT) focusing on the detection of internal defects in the printed structure, but also on the measurement of ultrasonic properties in all three axes, not just in the printing axis of the plate. The obtained parameters are used to calculate modulus of elasticity E. Any detected defects and moduli are compared with results from destructive tests (DT), namely tensile tests and impact bend tests. As part of the property verification, metallographic assessment of the microstructure of the plates at selected locations is also included. Among the other NDT tests, penetrant testing (PT) was used to detect surface defects and radiographic testing (RT), which as another volumetric method provides results that are directly comparable to those of UT.

Keywords: 3D print, ultrasonic testing, AISI 316L modulus of elasticity E, ultrasound speed

Abstrakt

V rámci TAČR projektu Canut II – Repair Technologies, v rámci podprojektu DP_02_02_01 Využití aditivní technologie v JE byly realizovány nedestruktivní (NDT) zkoušky na ocelových deskách vyrobených technologiemi 3D tisku. Výsledky těchto zkoušek budou validovány výsledky destruktivních zkoušek (DT) a metalografickým rozбором provedeném na první tištěné desce z nerezové oceli AISI 316L.

Základní aplikovanou NDT metodou bylo ultrazvukové zkoušení (UT) se zaměřením na detekci vnitřních vad tištěné struktury, ale také na měření ultrazvukových vlastností ve všech třech osách, nejen v ose tisku desky. Získané parametry se využívají k výpočtu modulu pružnosti E. Případně zjištěné vady a moduly jsou srovnány s výsledky destruktivních (DT) zkoušek, jmenovitě s tahovými zkouškami a rázem v ohybu. Součástí ověření vlastností je i metalografické hodnocení mikrostruktury desek ve vybraných místech. Z dalších NDT zkoušek byly využity penetrační zkouška (PT) pro detekci povrchových vad a rentgenografická zkouška (RT), která jako druhá objemová metoda přináší výsledky přímo porovnatelné s výsledky UT.

Klíčová slova: 3D tisk, ultrazvukové zkoušení, ocel AISI 316L, modul pružnosti E, rychlost ultrazvuku

By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licenci Creative Commons Attribution 4.0."

Filters in Industrial Radiography: From Classical to Adaptive and Multi-Scale Approaches

Filtry v průmyslové radiografii: od klasických k adaptivním a víceúrovňovým přístupům

Vit MINARU, Ladislav BOHM

NDT Software, s.r.o., Praha 10, Czech Republic

Phone: +420 775 042 728, e-mail: vit.minaru@ndtsoftware.eu, ladislav.bohm@ndtsoftware.eu

Abstract

Filters play a crucial role in the processing and interpretation of radiographic images in non-destructive testing (NDT). Their use can significantly improve image quality, reduce noise, and enhance relevant features, ultimately supporting more reliable defect detection and evaluation.

This presentation will provide an overview of filtering techniques used in radiographic testing, beginning with classical methods such as smoothing, median, and sharpening filters. It will then explore multi-scale filters (e.g. wavelets, pyramids, difference-of-Gaussians) that operate across different levels of detail, and adaptive filters (e.g. Wiener, bilateral, anisotropic diffusion, non-local means) that respond to local image content to preserve edges while suppressing noise. Each family of filters will be discussed in terms of its effect on image quality metrics such as SNR, CNR, spatial resolution, and duplex wire visibility.

Through practical examples from weld inspection, the talk will illustrate how filter choice influences the balance between noise reduction and detail preservation. The session will conclude with a short outlook on emerging AI-based approaches as a potential future direction for radiographic image enhancement.

Keywords: Defectoscopy 2025, article, abstract, non-destructive testing (NDT), filter, image quality, RT, SNR, CNR

Abstrakt

Filtry hrají zásadní roli při zpracování a interpretaci radiografických snímků v nedestruktivním testování (NDT). Jejich použití může výrazně zlepšit kvalitu obrazu, snížit šum a zvýraznit relevantní detaily, což vede k spolehlivějšímu vyhodnocování defektů.

Tato prezentace ukáže vybrané filtry využívané v radiografickém zkoušení. Začne klasickými metodami, jako jsou vyhlazovací, mediánové či zostřovací filtry, a následně se zaměří na víceúrovňové filtry (např. wavelets, pyramidové, rozdíl Gaussových filtrů), které pracují na různých úrovních detailu, a na adaptivní filtry (např. Wienerův, bilaterální, anizotropní difuze, non-local means), které se přizpůsobují lokálním vlastnostem obrazu, aby zachovaly hrany a současně potlačily šum. Každá skupina filtrů bude diskutována z hlediska jejího vlivu na ukazatele kvality obrazu, jako jsou SNR, CNR, prostorové rozlišení a viditelnost duplexní drátové zkoušky.

Na praktických příkladech z kontroly svarů bude ukázáno, jak volba filtru ovlivňuje rovnováhu mezi redukcí šumu a zachováním detailů. Prezentace bude zakončena krátkým pohledem na nové AI-přístupy jako možný budoucí směr v oblasti zlepšování radiografických snímků.

Klíčová slova: Defektoskopie 2025, příspěvek, abstrakt, nedestruktivní testování (NDT), filtr, kvalita obrazu, RT, SNR, CNR

By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licencí Creative Commons Attribution 4.0."

Computer Tomography Imaging of Pipeline Damages using IoT-Enabled Guided Wave-based Testing

Ashesh Singh, Swapna Singh, Mayank Saini, Nitesh P. Yelve

Wave and Vibration Engineering (WaVE) Lab, Department of Mechanical Engineering,
Indian Institute of Technology Bombay, Powai, Mumbai, Maharashtra - 400076, India
e-mail: nitesh.yelve@iitb.ac.in

Abstract

Detecting and locating damage in pipelines remains a major challenge, particularly when insulation limits direct inspection and conventional techniques lose effectiveness. Ultrasonic guided waves provide a promising solution because they can propagate over long distances and interact with hidden damages, but their complex propagation makes the captured signals difficult to interpret. In this work, guided wave signals are transmitted and recorded using both piezoelectric transducers, and the responses are processed using a mode decomposition technique to isolate meaningful components from background interference. From these decomposed signals, relevant features are extracted and expressed as quantitative indices that describe the influence of damage. These indices are then organised into a structured data format and employed for tomographic reconstruction, producing developed images of the pipeline section that visualise the position and severity of damages. To enhance real-world applicability, the approach is integrated within an IoT-enabled monitoring framework, allowing guided wave data to be collected by distributed sensor nodes, transmitted wirelessly, and processed for imaging and decision-making. The results demonstrate that combining pitch-catch guided wave sensing, mode decomposition-based feature analysis, and IoT-assisted tomographic imaging provides a reliable and scalable solution for structural health monitoring of insulated pipelines.

Keywords: Ultrasonic Guided Waves, Pitch-Catch Technique, IoT-Enabled Data Acquisition, Non-Destructive Evaluation, Tomography

By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licencí Creative Commons Attribution 4.0."

Manipulators for Device Diagnostic Manipulátory pro diagnostiku zařízení

David MESTL

Centrum výzkumu Řež s.r.o., Hlavní 130, Řež, 205 68 Husinec
Phone: +420 725 628 368, e-mail: david.mestl@cvrez.cz

Abstract

In the field of energy, regular diagnostics and inspection of the technical condition of equipment play an increasingly important role in ensuring their reliable and safe operation. Machines involved in production of electrical energy are exposed to high mechanical, thermal, and electrical loads, which lead to gradual wear and the development of defects that may result in equipment failure. Such a failure can subsequently cause the unplanned shutdown of the entire production unit, which is why maintenance and early detection of defects are essential for the proper and reliable operation of the machine. Systematic monitoring of their condition using non-destructive testing methods enables the timely identification of potential problems, thereby minimizing the risk of accidents, unplanned outages, and financial losses. In addition to enhancing operational safety, regular diagnostics can also bring optimization of maintenance, extension of equipment service life, and, last but not least, the assurance of stable electricity supply. Inspections increasingly involve the use of manipulators, whose application makes it possible to obtain higher-quality data with greater repeatability, which is important for tracking the development trends of observed defects. However, the advantages of robotic inspections go far beyond that. You can learn more about these benefits and about why the development and production of manipulators for non-destructive testing have become one of the increasingly significant activities carried out within the Research Centre Řež in a short presentation prepared on the topic "Manipulators for Equipment Diagnostics."

Keywords: diagnostics, inspections, robotic inspections, non-destructive testing

Abstrakt

V oblasti energetiky hraje pravidelná diagnostika a kontrola technického stavu zařízení stále významnější roli v zajištění jejich spolehlivého a bezpečného provozu. Stroje podílející se na výrobě el. energie jsou vystaveny vysokému mechanickému, tepelnému a elektrickému zatížení, což vede k postupnému opotřebení a vzniku vad, které mohou mít za následek poruchu daného zařízení. Taková porucha může následně vést až k neplánovanému odstavení celého výrobního bloku, a proto je údržba a včasná detekce vzniku defektu nezbytná pro správný a spolehlivý chod stroje. Systematické sledování jejich stavu za pomoci metod nedestruktivního testování umožňuje včasnou identifikaci potenciálních problémů, čímž se minimalizuje riziko havárií, neplánovaných odstávek a finančních ztrát. Kromě zvýšení provozní bezpečnosti může pravidelná diagnostika přinést i optimalizaci údržby, prodloužení životnosti zařízení, a v neposlední řadě také zajištění stability dodávek elektrické energie. K inspekčním se stále častěji používají manipulátory, jejichž využitím je možné získat kvalitnější data s vyšší mírou jejich opakovatelnosti, která je důležitá ke sledování trendů vývoje pozorovaných vad. Výhod, jež robotické inspekce přináší je ovšem mnohem více. O těchto benefitech a o tom, proč je vývoj a výroba manipulátorů na nedestruktivní testování jednou ze stále významnějších aktivit realizovaných v rámci společnosti Centrum výzkumu Řež se můžete dozvědět v krátké prezentaci připravené na téma „Manipulátory pro diagnostiku zařízení“.

Klíčová slova: diagnostika, inspekce, robotické kontroly, nedestruktivní metody testování (NDT)

By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licencí Creative Commons Attribution 4.0."

NDT equipment and instruments from the perspective of metrology. NDT zařízení a přístroje pohledem metrologie.

Josef NEUGEBAUER ¹

¹ TÜV NORD Czech, s.r.o., Czech

Phone: +420 777 308 170, e-mail: neugebauer@tuev-nord.cz

Abstract

This article discusses the perspective of metrology, specifically the Act on Metrology No. 505/1990 Coll., on instruments and devices used by flaw detection workers in their regular practice.

Like any other person, a worker performing NDT needs various measuring instruments and devices for his work. Historically, the confusing term calibration has been introduced. However, this term has little in common with calibration as understood by metrology. In the first phase, the author of this article dealt with defining key concepts and built a conceptual apparatus. Subsequently, he focused on specific devices used and put them into context from the perspective of metrology. An integral part of the article is also the analysis of NDT standards. The author then applies the result of this analysis to the practice of a regular NDT worker.

Keywords: Metrology in NDT

Abstrakt

Tento příspěvek pojednává o pohledu metrologie, konkrétně Zákona o metrologii č. 505/1990 Sb., na přístroje a zařízení využívané defektoskopickými pracovníky v jejich běžné praxi.

Jako každá jiný člověk i pracovník provádějící NDT potřebuje ke své práci různá měřidla a přístroje. Historicky je zaveden matoucí termín kalibrace. Tento termín však nemá s kalibrací, jak ho chápe metrologie, mnoho společného. Autor tohoto článku se v první fázi vypořádal s definováním klíčových pojmů a vystavěl pojmový aparát. Následně se věnoval konkrétním používaným zařízením a uváděl je do souvislostí z pohledu metrologie. Nedílnou součástí článku je také analýza NDT norem. Výsledku této analýzy pak autor aplikuje do praxe běžného pracovníka NDT.

Klíčová slova: Metrologie v NDT

By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licencí Creative Commons Attribution 4.0."

RadalyX: Robotický multimodální skener

Josef UHER

Radalytica a.s., U Pergamenky 1145/12, 17000 Prague, Czech Republic, e-mail: josef.uher@radalytica.com

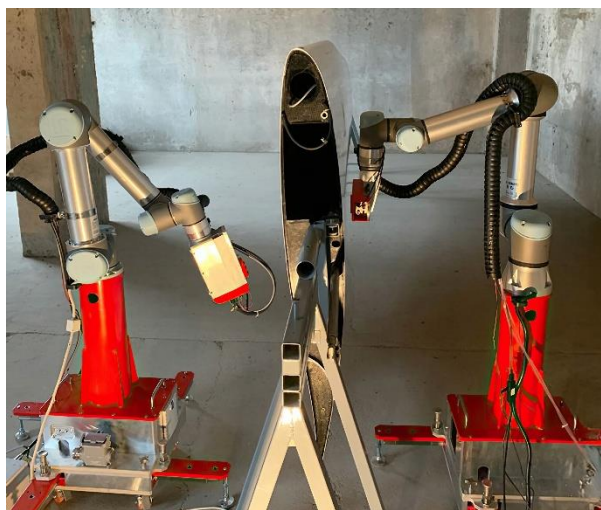
Abstract:

Počítačová tomografie (CT) dnes patří mezi hojně užívané metody nedestruktivní kontroly široké množiny typů objektů od miniaturních vzorků po celá osobní auta nebo letadla. Všechny CT skenery ale vyžadují, aby se vzorek "vešel dovnitř". Tato silná metoda inspekce je tak použitelná pouze na objekty, které lze do skeneru umístit. Díky pokrokům v robotických manipulátorech je však možné nejen metodu CT, ale i další pokročilé inspekční metody využít v situacích, kde se doposud rentgenová inspekce musela omezit na 2D zobrazení.

V tomto příspěvku bude představen robotický skener "RadalyX," který kombinuje flexibilitu dvou robotických ramen s nejmodernějšími detektory jednotlivých fotonů. Zařízení je plně přenosné a umožňuje celou řadu inspekčních přístupů od 2D rentgenového zobrazení, přes tomosyntézu až po plnou počítačovou tomografii.

Skener je také multimodální. To znamená, že lze ve stejné souřadné soustavě měření kombinovat i metody jako UT, XRF, XRD, zobrazení rozptýlených rentgenových fotonů, multi-spektrální zobrazování (IR, viditelné a UV), atd.

Budou představeny i příklady aplikací skeneru například v letectví nebo v automobilovém průmyslu.



By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licencí Creative Commons Attribution 4.0."

Service life extension of a small aircraft

Marie RUDOLFOVA

eddycech, s.r.o., Czech Republic, marie.rudolfova@eddycech.cz

Abstrakt

Prodloužení životnosti nejen leteckých konstrukcí je z finančního hlediska velmi žádoucí aktivitou. Mnoho leteckých konstrukcí jsou v dobrém stavu a jejich celková životnost je již na počátku návrhu a výroby navržena na mnohem vyšší standard z hlediska konstrukční pevnosti a životnosti. Do prodlužování životnosti je nutné zahrnout koncepty související s poškozením konstrukce. Koncept přípustnosti poškození (DT) lze jako vhodný nástroj zahrnout do projektu prodloužení životnosti. Obecné činnosti zahrnuté v projektu DT z hlediska NDT jsou následující: (1) seznámení s konstrukcí letadla, (2) seznámení s kritickými oblastmi konstrukce, (3) výběr vhodné metody NDT dle charakteru oblasti a její ověření, (4) provedení podrobné NDT součásti nebo sestavy kvalifikovaným a zkušeným NDT personálem a mnoho dalších souvisejících činností.

Klíčová slova: Vířivé proudy, Kovové materiály, Přípustnost poškození, Kontrola, Letecké konstrukce

Abstract

Extending the service life of not only aircraft structures is a highly desirable activity from a financial perspective. Many aircraft structures are in good condition and their overall service life is already designed at the beginning of the design and implementation/production to a much higher standard in terms of structural strength and service life. It is necessary to include concepts related to structural damage in service life extension. The concept of damage tolerance (DT) as a suitable tool can be include in a life extension project. The general activities included in the DT project in terms of NDT are as follows: (1) introduction to aircraft structure, (2) introduction to critical areas of the structure, (3) selection of appropriate NDT method according to the nature of the area and its verification, (4) performing detailed NDT of the part or assembly by a qualified and experienced NDT personnel and many other related activities.

Keywords: Eddy current, Metal, Damage Tolerance, Inspection, Aircraft

By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licencí Creative Commons Attribution 4.0."

Motivation of students for a career in NDT Motivace studentů pro kariéru v oblasti NDT

Helena RUČKOVÁ

eddycech s.r.o., Hostivice, Czechia; E-mail: helena.ruckova@eddycech.cz

Abstrakt

Jaké mohou být motivace studentů začít kariéru v nedestruktivním zkoušení? Jaké jsou možnosti se dnes s NDT seznámit? Prezentace se zamýšlí také nad tím, jak by bylo možné oslovení studentů, zejména z oborů, kde NDT není součástí výuky, zlepšit a zvýšit tak zájem o tento obor.

Klíčová slova: Nedestruktivní testování (NDT), motivace, kariéra, propagace NDT

Abstract

What can be the motivations of students to start a career in non-destructive testing? What are the possibilities to get familiar with NDT today? The presentation also considers how it would be possible to improve the outreach of students, especially from fields where NDT is not part of the curriculum, and thus increase interest in this field.

Keywords: Non-destructive testing (NDT), motivation, career, NDT promotion

By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licencí Creative Commons Attribution 4.0."

Proč ultrazvuk vidí při zkoušení jen některé vady - orientace vad a okrajové podmínky

Stanislav STARMAN

STARMANS electronics, s.r.o.

V zahradach 24

180 00 Praha 8

Czech Republic

Phone: +420 603 415 465, e-mail: starmans@me.com

Abstrakt

Zkoušení tyčí, Sochorů, železničních kol, náprav.

Nastavíme zkoušenou vadu dle normy, zkalibrujeme, přesto nenalezneme některé významné vady.

To je ve všech oborech. Snaha deklarovat, že zkoušení je 100% .

Realita při reklamách a pak optimalizace zkušebních postupů.

Uvádím porovnání klasického a phased array ultrazvuku s příklady zkoušení a jejich omezení.

Klíčová slova: NDT, Defektoskopie 2025

By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licencí Creative Commons Attribution 4.0."

Acoustic emission - Industrial Applications

Akustická emise - průmyslové aplikace

Jan CRHA

Pensioner, previously employed at the Research Institute of Vítkovice, Ostrava Vítkovice,
Czech; E-mail: jcrha@tiscali.cz

Abstract

The paper summarizes experiences with using acoustic emission (further AE) in the time domain fast 50 years. The introductory part describes the sources of the AE signal and its characteristic properties during various types of physical metallurgical processes and during operational stresses of exposed structures. The results of AE testing are divided into the following section:

1. metallurgical research
2. control of production technologies
3. continuous inspection of exposed structural elements during operation
4. periodic inspection of exposed structures (periodic pressure tests)

In the final part, the achieved results are evaluated and a further procedure effort the used of AE is proposed, not only in the field of non-destructive testing of material.

Keywords: continuous emission, burst emission, burst signal parameters, critical temperature, critical time, LBB criterion, NDT temperature, Felicity effect, Kaiser effect

Abstrakt

Příspěvek shrnuje zkušenosti s použitím akustické emise (dále AE) ve společnosti Vítkovice a.s. v časovém úseku téměř 50ti let. V úvodní části jsou stručně popsány zdroje signálu AE a jeho charakteristické vlastnosti v průběhu různých typů fyzikálně metalurgických procesů a během provozního namáhání exponovaných konstrukcí. Výsledky testování metodou AE jsou rozděleny do následujících částí:

1. metalurgický výzkum
2. kontrola výrobních technologií
3. spojitá kontrola exponovaných konstrukčních částí za provozu
4. periodické kontroly rizikových konstrukcí (tlakové zkoušky)

V závěrečné části jsou zhodnoceny dosažené výsledky a navržen další postup pro použití metody AE nejen v oboru nedestructivního zkoušení materiálu.

Klíčová slova: spojitá AE, praskavá AE, parametry praskavé AE, kritická teplota, kritický čas, LBB kritérium, NDT teplota, Felicity effect, Kaiser effect

By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licenci Creative Commons Attribution 4.0."

The Non-Destructive Method of Elasticity Modulus Measurement of Valve Seats from STELLITE with Various Cryogenic Stays

Nedestruktivní metody měření modulu pružnosti sedel ventilů ze slitin STELLIT s kryogenním zpracováním

Jakub MRÁZ, Břetislav SKRBEK

+420 736 240 546, Jakub.mraz@tul.cz, bretislav.skrbek@tul.cz
Liberec, Technical University of Liberec, Czech Republic.

Abstract

Function and straining of piston combustion engine valve seats. Ultrasound diagnostics of composite valve seats (steel-graphite) durability. Pilot experiment in region of cryogenic temperature influence on mechanical properties of cobalt hot wear resistant alloys of STELLITE group determination. Cobalt alloys are exploited due their excellent mechanical properties at high temperatures as a matter for valve seats of gas combustion engines. From the technological view the valve seats are frozen in liquid nitrogen before assembling because of big assembling overlaps which should assure reliable anchoring of valve seats in heads of cylinders. The anchoring force depends on elasticity modulus of valve seat and head of cylinders. The non-destructive method of elasticity modulus measurement in the region of bore for valve seats placing of composite cylinder heads. In the case of undercritical value there is a danger of falling out of seat from cylinders head under influence of thermal expansivity of head alone. The measurement of sound speed and magnetic properties of valve seats from STELLITE 6 and STELLITE 12 with various cryogenic stays. The expressive minimum of sound speed at critical cryogenic stay. The link proof of sound speed minimum and elasticity modulus by non-destructive measurement of valve seat ring bent at hardnessmeter loading. The mathematical pattern of calculation. This contribution serves to finding if this manufacturing technology of valve heads has an effect on useful properties of valve seats – direction of next research.

Keywords: Valve seats; head of cylinders; Stellite; cryogenic processing.

Abstrakt

Funkce a namáhání sedel ventilů pístových spalovacích motorů. Ultrazvuková diagnostika životnosti kompozitních (ocel-grafit) sedel ventilů. Pilotní experiment, v oblasti zjišťování vlivu kryogenních teplot na mechanické vlastnosti kobaltových zatepla otěruvzdorných slitin řady STELLIT. Kobaltové slitiny se využívají pro svoje vynikající mechanické vlastnosti při vysokých teplotách jako materiál pro sedla ventilů plynových spalovacích motorů. Z technologického hlediska se sedla ventilů před montáží v hlavách válců mrazí v tekutém dusíku, kvůli velkým montážním přesahům, které mají zabezpečit spolehlivé ukotvení sedla ventilů v hlavách válců. Síla ukotvení závisí na hodnotě modulu pružnosti sedla ventilů a hlavy válců. Nedestruktivní způsob měření modulu pružnosti v oblasti vývrtu pro uložení sedel ventilů kompozitních hlav válců. V případě podkritické hodnoty by hrozilo vypadnutí sedla z hlavy válců vlivem tepelné roztažnosti samotné hlavy. Měření rychlosti zvuku a magnetických vlastností sedel ventilů ze STELLIT 6 a STELLIT 12 s různou kryogenní výdrží. Výrazné minimum rychlosti zvuku při kritické kryogenní výdrží. Důkaz souvislosti minima rychlosti zvuku a modulu pružnosti nedestruktivním měřením průhybu prstence sedla ventilu zatěžováním tvrdoměrem. Matematický model výpočtu. Příspěvek slouží také na zjištění, či má technologie výroby hlav válců vliv na užité vlastnosti sedel ventilů – směr dalšího výzkumu.

Klíčové slová: Sedla ventilů, Hlava válců, Stellite, Kryogenní zpracování.

By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licencí Creative Commons Attribution 4.0."

1. Úvod

TEDOM a. s., divize ENGINES produkuje hlavně pístové motory na plyn zemní, skládkový apod. do kogeneračních jednotek a kolejových vozidel. Elektronické řízení, limit E5 a výkony nad 200kW jsou samozřejmostí. Před 30-ti lety za n. p. LIAZ se vyrábělo mnohonásobně více motorů hlavně pro nákladní automobily, ale s výrazně nižšími požadavky na emise a výkony. Přitom základní rozměry motoru a jeho dílů se podstatně neměnily z titulu minimalizace nákladů na technologii. Proto zvýšené požadavky na užité vlastnosti stěžejních dílů motoru musely vést většinou přes vhodnější materiál a jeho nedestruktivní diagnostiku.

2. Funkce sedel

Těsnost spalovacího prostoru po $\frac{3}{4}$ pracovního cyklu utváří kontakt kuželových ploch hlavy ventilů a sedla ventilů pod silou od pružin. Po tuto dobu odvádí sedla teplo z ventilů do těla chlazené hlavy válců. Během zbývajících $\frac{1}{4}$ pracovního cyklu kdy dochází k výměně pracovních medií se opotřebovává především kontaktní dvojice sedlových ploch sedel a ventilů. Sedla ventilů mají prstencovitý tvar (obr.1). Načisto obrobeny jsou před montáží na vnějším průměru. Do hlav válců se vsazují s přesahem po zmražení na -196°C v tekutém N_2 . Vlastní vývrt kuželové plochy se provádí až po kompletaci v hlavě válců. Podle druhu paliva se volí úhel kuželové kontaktní plochy sedla.



Obr. 1. Odlitky výfukového a sacího sedla.

3. Litinová sedla [1]

Pro škálu naftových a benzinových čtyřdobých motorů vyhovovala dlouhou dobu litinová sedla. Monopolním dodavatelem sedel a pístních kroužků od r. 1932 je v českých zemích slévárna a obrobna v Komárově u Hořovic. Odolnost struktury vůči opotřebení spočívá ve vytvoření stabilní (v rozsahu pracovních teplot) perlitické či sorbitické matrice a skeletu otěruvzdorných fosfidů a karbidů. Grafit podporuje tepelnou vodivost a snižuje koeficient tření. Složení (střední hodnoty) základních litin s lupínkovým grafitem na sedla slévárny „BUZULUK“ Komárov ukazuje tab. 2:

Tab. 1. Směrné složení sedel z litin.

Ozn.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	V
B-4S	3,5	2,25	0,65	0,45	<0,1	0,15	0,42	0,42	0,2	0
BX	3,7	2,85	0,65	0,45	<0,1	1,35	<0,5	<0,5	1,35	0
BY	3,5	2,75	0,8	0,45	<0,1	1,35	0,45	0,8	1,35	0,2

Kroužky sedel (obr.1 D 60,5 a 63,7 mm) se odlévají každý zvlášť do keramické formy. Vysoké obsahy Mo a Cr variant BX a BY působí vznik martenzitu – bainitické matrice při rychlosti ochlazování přirozeným chladnutím ve formě. Proto před obráběním nutno odlitky stabilizovat popouštěním na teplotu vyšší než provozní. Sedla BX s BY se popouští na 570 až 580 °C. Výsledná matrice pak obsahuje i sorbit o rozsahu dovolené tvrdosti 31 – 40HRC 1mm pod povrchem.

Sedla z BX se běžně používají na přepřínované vznětové motory. Litina BY byla vyvinuta pro motory na bezolovnatý benzin. Na plynových zážehových motorech vykazovala ale vyšší opotřebení.

3.1. Diagnostika

U motorů provozovaných za vysoké teploty a při určitém složení spalin docházelo výjimečně k nepřipustnému opotřebení. Systematické sledování velikosti opotřebení, montáže a rozložení tvrdosti H, tuhosti E a pevnosti R_m (prostředky nedestruktivní strukturoskopie) po obvodu sedel přineslo mimo jiné poznatky:

a) Místo s výrazným extrémem mechanických vlastností se nalézá při vtoku do dutiny formy (pozice 1)

b) Přísluší mu nejnižší tvrdost. Tuhost E_0 (tab.3 a graf 1) tuto závislost nemusí provázet.

c) Opotřebení A při konkrétním způsobu a délce provozu sedel lze s vysokou pravděpodobností ($R=0,91$) předpovědět nedestruktivně změřenými vlastnostmi [1] – tvrdostí H dle HRC a modulem pružnosti E_0 před montáží sedla výrazem (3). Samotný modul pružnosti E (počáteční – změřený ultrazvukem) se spočítá podle (2).

Ve své hodnotě je přímo úměrný k velikosti $v_L(4)$. Pro každou jakost materiálu nutno pouze na štíhlých válcových vzorcích d 12,5 L 124 mm změřit a vypočítat hodnotu konstanty K (1)[4].

$$K = 5920 \times (\rho \cdot (1+\mu) \cdot (1-2\mu)/(1-\mu))^{1/2} \quad [s^2 \times m^{-2} \times N^{1/2}] \quad (1)$$

$$E = (K \times L/L_u)^2 \quad [MPa] \quad (2)$$

$$A = 7,6 - 1,37 \times HRC \times E \times 10^{-3} \quad [mm] \quad (3)$$

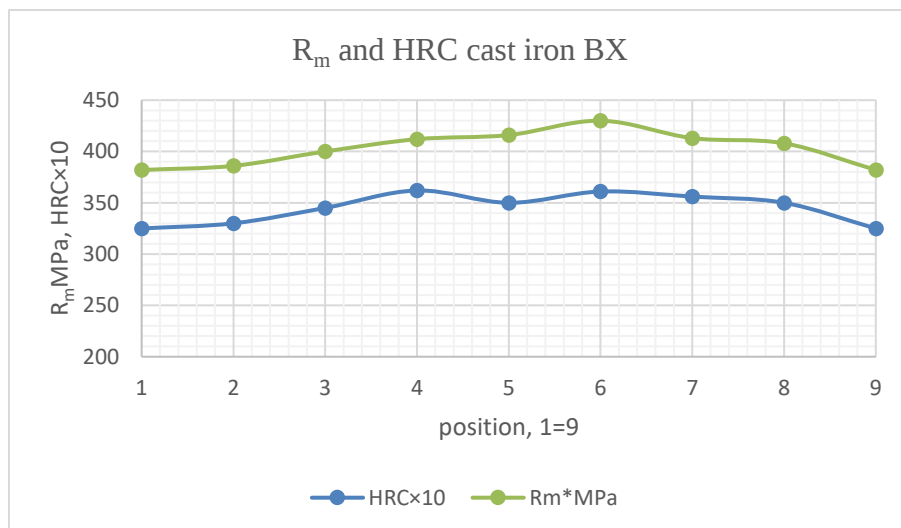
$$E = (438 \times L/L_u)^2 \quad [MPa] \quad (4)$$

$$R_m = 7,21 \times (L/L_u)^{2,28} \times HB^{0,75} \quad [MPa] \quad (5)^*$$

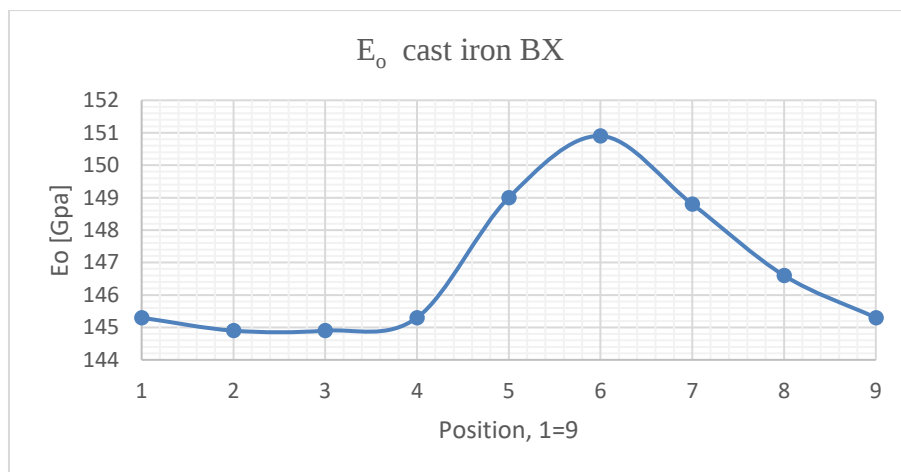
$L \dots [mm]$ skutečná tloušťka sedla

$L_u \dots [mm]$ ultrazvukovým defektoskopem změřená tloušťka sedla

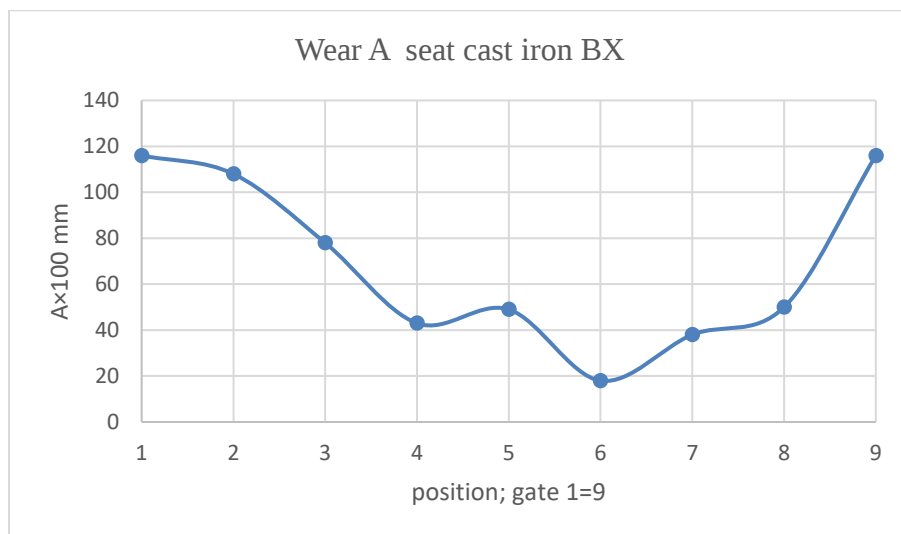
Defektoskopie 2025



Graf 1.



Graf 2.



Graf 3.

Tab.2: Příklad výfukového sedla BX – rozložení vlastností po obvodu prstence.

α°	0 vtok	45	90	135	180	225	270	315	průměr
pozice	1	2	3	4	5	6	7	8	
HRC	32,5	33	34,5	36,2	35	36,1	35,6	35	34,8
E_o GPa	145,3	144,9	144,9	145,3	149	150,9	148,8	146,6	147
R_m MPa	382	386	400	412	416	430	413	408	406
A mm	1,16	1,08	0,78	0,43	0,49	0,18	0,38	0,5	0,625

Oblast vtoku tvoří kritické místo litinových sedel. Odolnost litiny na jednom sedle se monotónně mění až šestinásobně – graf 2. Mezní hodnoty pro $A=0$ mm: při E_o 150 GPa stačí tvrdost sedla 36,5 HRC, ale pro tuhost E_o 140 GPa musí tvrdost dosáhnout 39,1 HRC. Nedestruktivní měření v tab. 2 uvedených užitečných vlastností umožnilo vybírat sedla pro určité provozní podmínky. Jednoznačně lze také roztrždit sedla z litiny BX od BY podle hodnoty E . Sedla BY vykazují nižší hodnoty $E < 110; 130 >$ GPa a vyšší tvrdost.

4. Sedla ze slitin Co.

Kobaltové slitiny typu STELLIT sa využívajú pro svoje vynikajúce mechanické vlastnosti za opotrebení při vysokých teplotách jako materiál pro sedla ventilů plynových spalovacích motorů. Z technologického hlediska se sedla ventilů před vsazením do hlav válců mrazí v tekutém dusíku na -196°C , kvůli velkým montážním přesahům, které mají zabezpečit spolehlivé ukotvení sedla ventilů v hlavách válců. Síla ukotvení závisí na hodnotě modulu pružnosti E sedla ventilů a hlavy válců. U konkrétního materiálu se hodnota E mění se strukturou a pnutím. V praxi se E určí z mechanických zkoušek v rámci pružných deformací nebo ultrazvukem [3].

Tab.3. Střední prvkové složení Co slitin STELLIT 6 a 12.

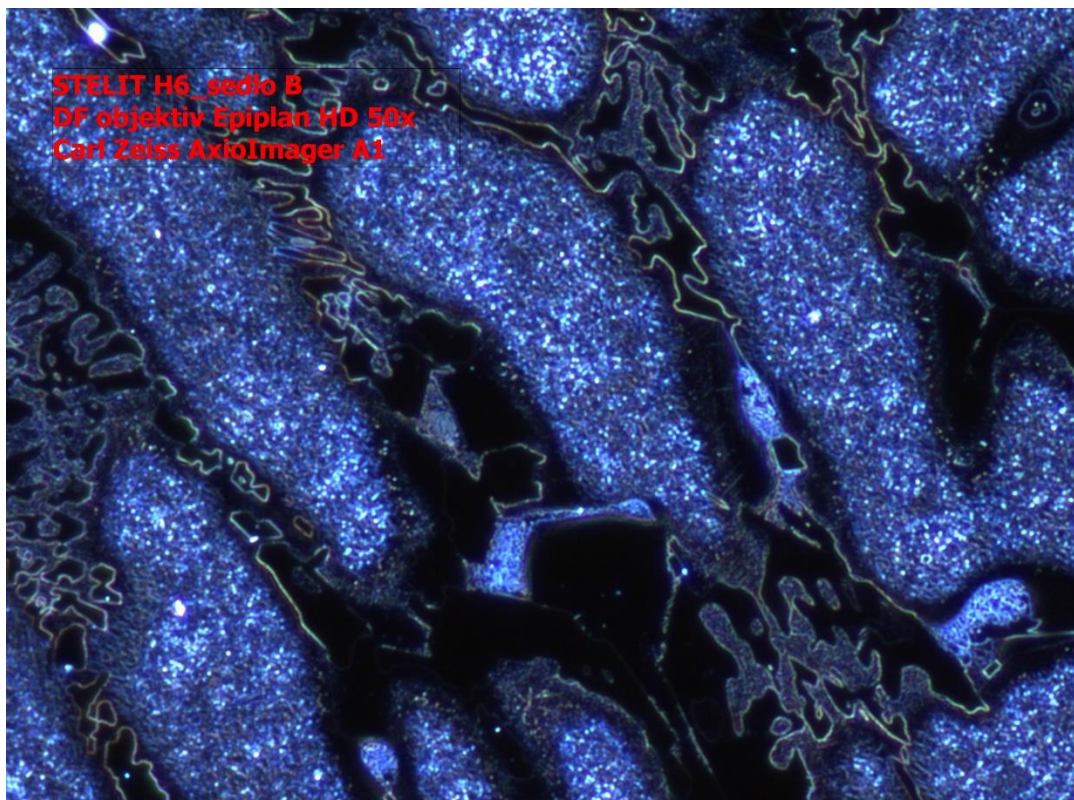
%	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	Ni	HRC
S6	0,9 - 1,4	1,5	1	29	1,5	4,5	3	42 - 48
S12	1,1 - 1,7	1	1	30	max 1,5	8	3	48 - 52

Sací ventily se odlévají ze slitiny STELLIT6 a výfukové STELLIT12.

Strukturu STELLIT 6 tvoří elipsovité oka tuhého roztoku kobaltu uspořádaná v mezidendriticky neusměrněném síťoví lamel a vějířů karbidického eutektika (obr.2). Při nevhodné dynamice, geometrii a čistotě kontaktních sedlových ploch a morfologii struktury může nastat opotřebení i stelitových sedel.

Sedla ventilů se odlévají jako přesné odlitky na voskový model do předem vyhřátých skořepin na 950°C v českých slévárnách 1. Brněnské strojrně a.s. V. Bíteš a PRAGUECAST s.r.o. Praha. Další zahraniční dodavatelé stelitových odlitků jsou firmy DELORO, ENDIS. Jemná zrnitost struktury po odlití se získá čkváním hlinitanem kobaltnatým v 1. obalové vrstvě formy.

Kritické místo každého sedla je opět vtok – nebezpečí vzniku mikro-dutin, nejhrubší (nejměkčí – viz. graf 3.) struktura.



Obr 2. Struktura STELLIT 6 po vytvrzení. Leptáno činidlem VILLELA BAIN. 1000xzv.

Zhrubnutí dendritů u vtoku by nemělo být větší jak dvojnásobné. Měřeno na metalografickém výbrusu z obrobku (na odlitku z oblasti pod přídkem obrábění).

Na rozložení a výšku hodnot tvrdosti i snížení vnitřních pnutí příznivě působí vytvrzování.

Vytvrzování spočívá v ohřevu s výdrží 2 až 4h/900 - 950⁰ C s ochlazováním v peci do 400⁰ C.

Hodnoty HRC tímto žháním již po 2h stoupnou v průměru o 6HRC.

Provozní zpracování navrženo 900 °C s výdrží 3h. Struktura je po žhání na rozdíl od litého stavu dobře leptatelná - zvýrazněny žhací precipitáty (jemné karbidy) z tuhého roztoku a ztrácí feromagnetismus.

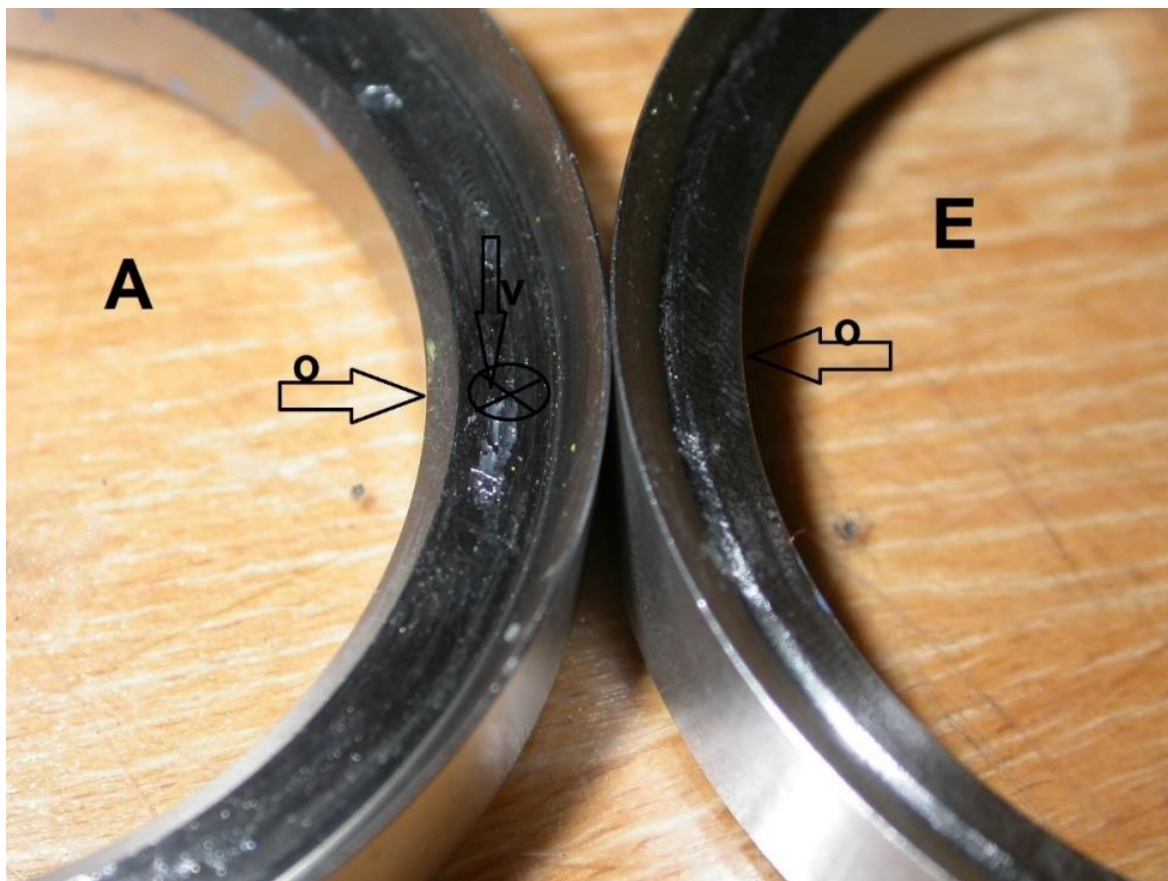
5. Experiment

Odlitky (obr.1) i obrobky (obr.3.) sedel z Co slitiny STELLIT 6 a 12 byly náhodně vybrány z jedné dodávky slévárny PBS ze skladu logistiky TEDOM a.s. Měřila se podélná rychlost zvuku v_L , tvrdost HRC a intenzita zbytkového magnetizmu M vždy nejméně ve 4 místech po 90⁰ na obvodu každého sedla. Porovnání výchozích hodnot a hodnot naměřených po různých výdržích ochlazení v tekutém dusíku (-196⁰C) vede k poznatkům zpracovaných do grafů. Tento příspěvek se zabývá pouze změnami akustických vlastností – tuhosti.

Tloušťka L_u se měřila defektoskopem DIO 562 kalibrovaným na rychlost zvuku oceli 5920 m/s dvojitou ultrazvukovou sondou 10 MHz, D 8mm. Skutečná tloušťka L posuvným měřítkem. Průměrné hodnoty ze 4 pozic měření na každém sedle se použily pro rozbor vlivu mražení na tuhost sedel vyjádřenou hodnotu E .

$$V_L = 5920 \times L / L_u \quad [m/s] \quad (6)$$

Před a po mražení byl také měřen soubor obrobených sedel ventilů. Výfuková sedla byla měřena ve dvou kolmých směrech (potlačení vlivu nepřesnosti měření) – obr.3.



Obr.3. A..výfukové sedlo; směry měření v_L .

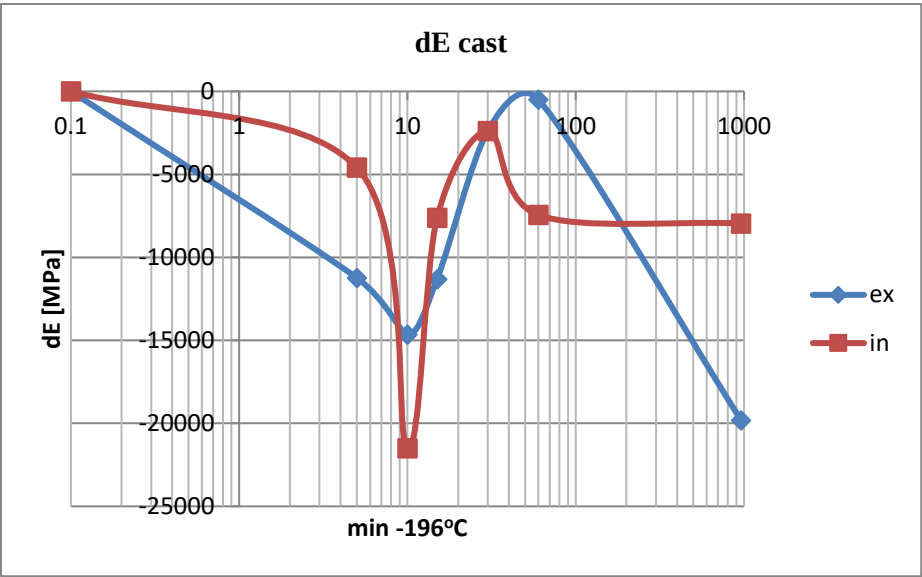
Pro slitiny Co STELLIT se měřením válcových vzorků d 12,5 L 124 mm a výpočtem konstanty K tak stanovili výraz (7)

$$E = (442,55 \times L/L_u)^2 \quad [\text{MPa}] \quad (7)$$

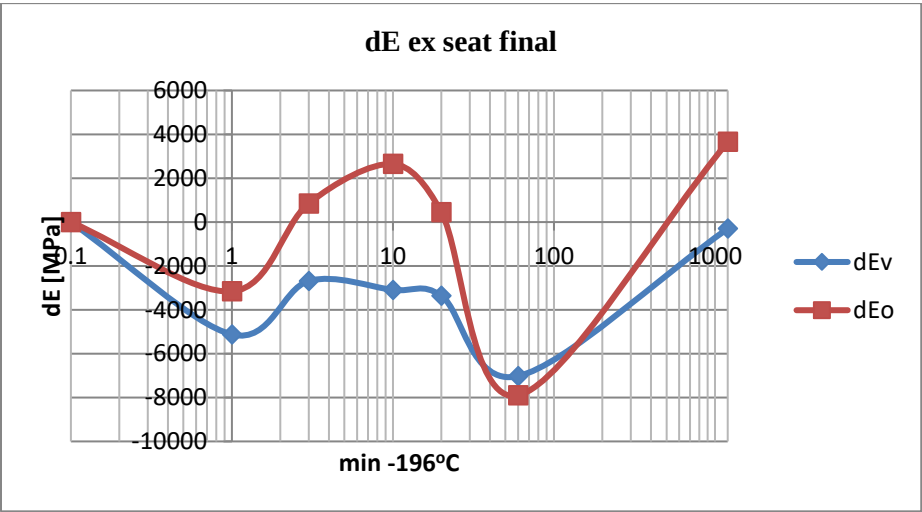
Tab.4. Příklad naměřených hodnot E [MPa] pro ex. seat, direction „o“

$E_{0=0,1}$	-196°C, min N ₂ liquid	$E_{\text{min-196}}$	dE_o
219091	1	222248,6	-3157,58
217760	3	216910,9	849,1384
222548,4	10	219899,4	2648,942
220139,9	20	219694,7	445,1792
216825,9	60	224727,4	-7901,5
221031,6	1200	217376,0	3655,527

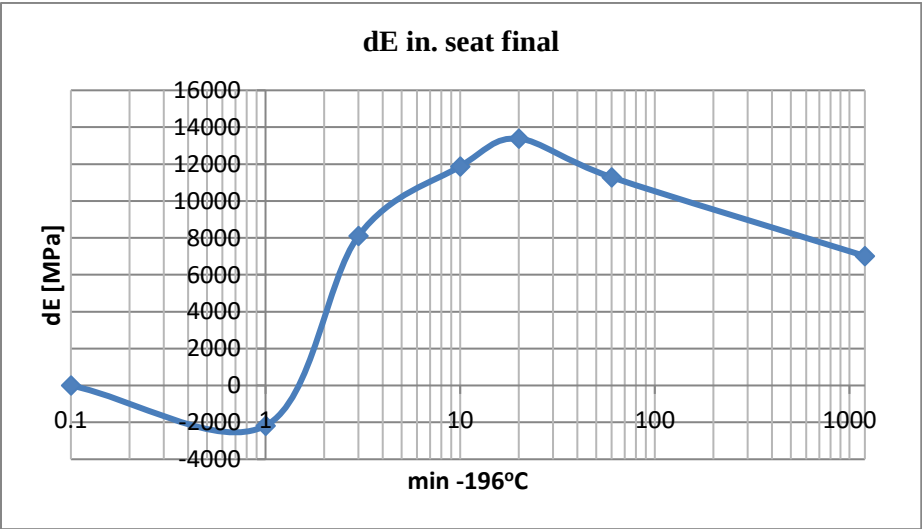
V logaritmické ose x grafů je přiřazen pozici 0,1 počátek 0 tj. stav před mražením na -196°C.



Graf 4.



Graf 5.



Graf 6.

6. Diskuze

Odlitky sedel ventilů (obr.1) výfukových i sacích vykazují při mražení v tekutém dusíku (-196°C) ostrý extrém snížení hodnoty E při 10 min. expozice. Naopak finální obrobky sedel, s podstatně menším průřezem prstence vykazují při mražení 10 min lokální nárůst hodnoty E u sedel výfukových (extrém potvrzen měřením E ze dvou navzájem kolmých směrů). Sací sedla s ještě menším průřezem a větším průměrem D prstence vykazují maximum přírůstku E při expozici 15 min. Tyto změny také souvisí se změnami vnitřního pnutí.

7. Závěr

V rámci experimentu doporučeny intervaly doby mražení sedel ventilů před vkládáním do hlav válců.

Změny E mražením souvisí s mechanickým pnutím nebo fázovými změnami v prstencích sedel [3].

Nutný další výzkum. Ověření RTG difrakcí, deformačními testy.

Příspěvek byl podpořen z fondu rozvoje TU v Liberci.

Reference

1. Skrbek, B., Nosek, V. MATERIAL OF VALVE SEAT. METAL 2005, 14th international metallurgical and material conference, TANGER s.r.o., paper C24, CD, ISBN 80-86840-13-1.
2. Skrbek, B., Nosek, V. Combined nondestructive structuroscopy of dispersion metallic materials. Poster P 7.16, CD, 11th European Conference on Non-Destructive Testing, Prague 2014, ISBN 978-80-214-5019-6.
3. Yamamoto, E., Motegi, R. Direct stress measurement by ultrasound. 9th WCNDT, conference proceedings, part 4E-9, Melbourne 1979.
4. Šimáček, M. PHYSICAL AND TENSILE PROPERTIES OF CAST IRON DIFFERENT IRON FOUNDRIES. Bachelor work KMT-B-093, 2004, Technical University of Liberec.

Application of Acoustic Emission on fatigue Damage of steel Bridges

Václav SVOBODA, František ŽEMLIČKA

¹ Preditest, s.r.o., Czech

Phone: +420 261341801, e-mail: svoboda@preditest.cz

Abstract

Acoustic emission technique was used during static load of steel part of bridge containing fatigue cracks. Next step of research program was monitoring of fatigue cracks on real steel bridge during loading by heavy trucks. Parallel to this experimental investigation the acoustic emission was used to monitor steel railway bridge. This bridge is over 109 years old and basic construction was done by riveting. Results of AE measurements have shown very good results documented damage processes with crack behaviour during cyclic loading. The obtained acoustic emission results were confirmed by other NDT methods used also for this experiments.

Keywords: AE in civil engineering, AE in transportation engineering

By submitting a paper, slide or poster I agree to the following publication procedure:

I accept that the conference committee is authorized to transfer my submitted paper(s) and author data to NDT.net for publication. I agree to the following publication license: Copyright 2025 - by the Authors. Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

Odesláním příspěvku, prezentace nebo posteru souhlasím s následujícím postupem publikace:

Souhlasím s tím, že výbor konference je oprávněn přenést mé předložené příspěvky a údaje o autorovi na NDT.net ke zveřejnění. Souhlasím s následující publikační licencí: Copyright 2025 - autory. Licencováno pod mezinárodní licencí Creative Commons Attribution 4.0."

1. Introduction

Acoustic emission was used as one of NDT method to evaluate damaged part of industrial metal bridge. On this rather complicated shape section of bridge were found fatigue cracks created after a long term of service. The bridge during a long time period of use was mainly loaded by heavy trucks up to 40-50 tons with many cycles running over per day.

The main aim of experimental investigation such section was to clarify if long fatigue crack will be stable during sequential static loading.

2. Experimental SET-UP

Damaged bridge section was placed in special hydraulic system. In this configuration four - point bending load was applied in a few steps. During time lag all measured experimental features were collected. To verify the right function of every sensor applied, two loading cycles were done. On fig. 1. is general view on prepared section before tests. Fatigue crack is shown at fig. 2. Location of acoustic emission sensor is on fig. 3. and schematic position of four AE sensors is shown on fig. 4

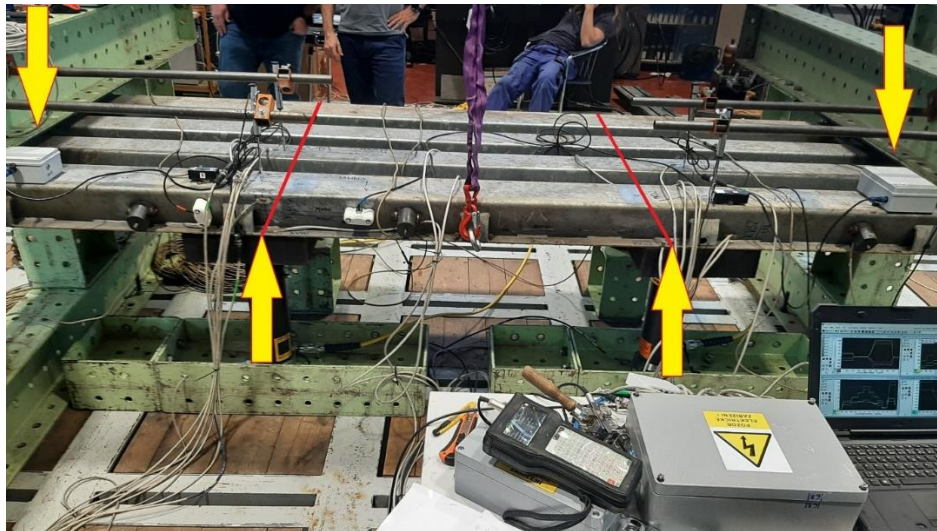


Fig. 1 – General view



Fig. 2 – Fatigue crack



Fig. 3 – Location of acoustic emission sensor

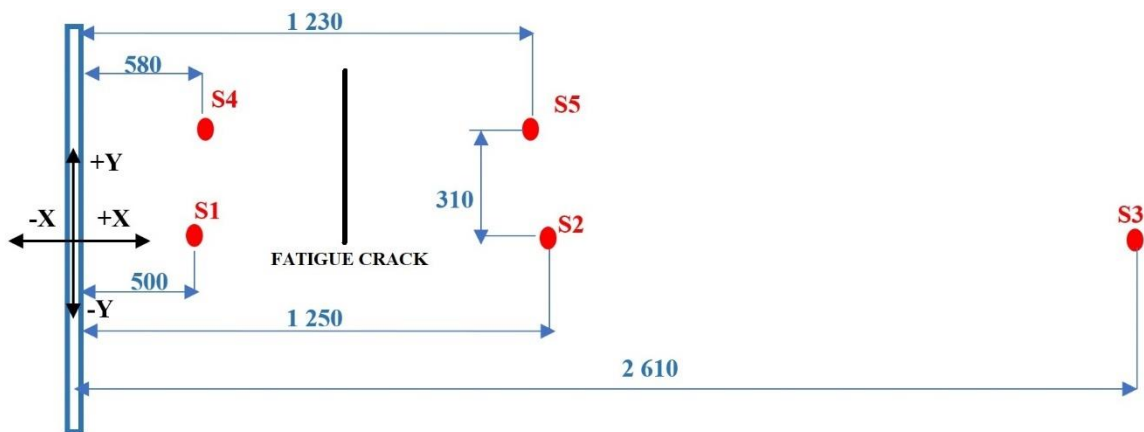


Fig. 4 – Schematic position of four AE sensors

3. NDT technique used during experimental loading

During two applied cycles of loading, sensors for deformation, vibration, deprecating processes were used including measurement of:

- load force
- visual inspection
- deformation of plate
- strain gauge measurement
- vibrations of plate
- acoustic emission measurement
- metal magnetic memory inspection
- eddy current measurement

4. Evaluation of acoustic emission data

First step of AE inspection, the calibration process was done. Acoustic emission was carried out data during all period of loading and unloading of damaged part of bridge. After filtering of AE signals only true emission data were taken to consider about the state of fatigue crack area. In content of table 1. are shown individual steps of loading and unloading force.

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. First cycle loading: | 0 ÷ 16,8 KN, 16,8 ÷ 33,5 KN, 33,5 ÷ 52,7 KN, 52,7 ÷ 67,0 KN, 67,0 ÷ 50,0 KN, 50,0 ÷ 33,5 KN, 33,5 ÷ 16,7 KN a 16,7 ÷ 0 KN |
| 2. Second cycle loading: | 0 ÷ 16,8 KN, 16,8 ÷ 33,5 KN, 33,5 ÷ 50,3 KN, 50,3 ÷ 67,0 KN, 67,0 ÷ 50,0 KN, 50,0 ÷ 33,5 KN, 33,5 ÷ 16,7 KN a 16,7 ÷ 0 KN |

Table 1 – Load steps

Time dependence of AE activity during first cycle is partly on Fig. 5. a for second cycle on Fig. 6.

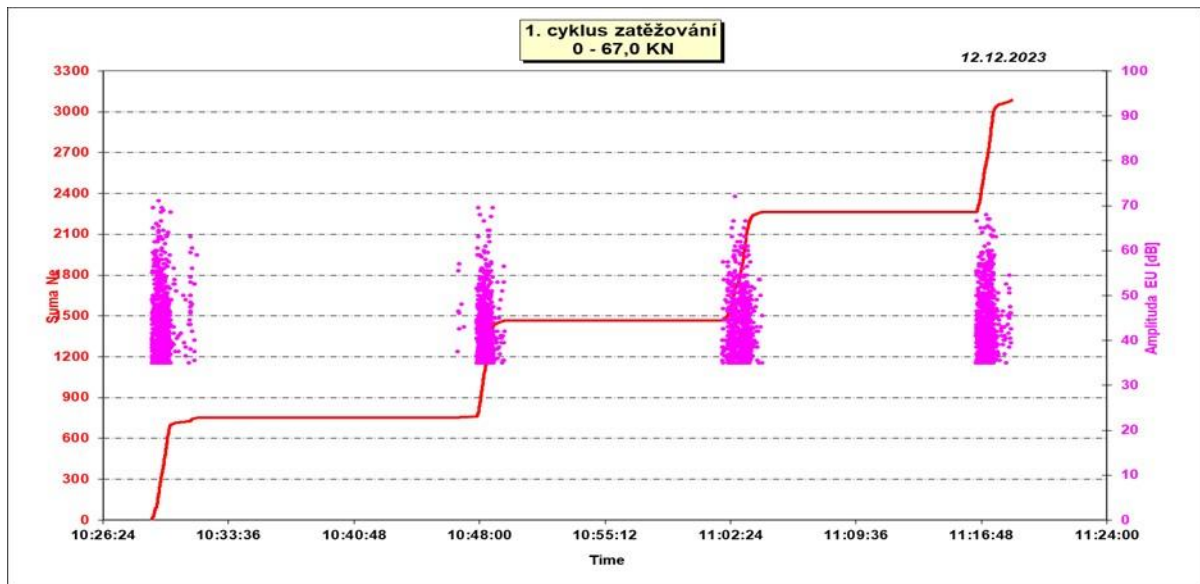


Fig. 5 – Time dependence of AE activity – cycle 1

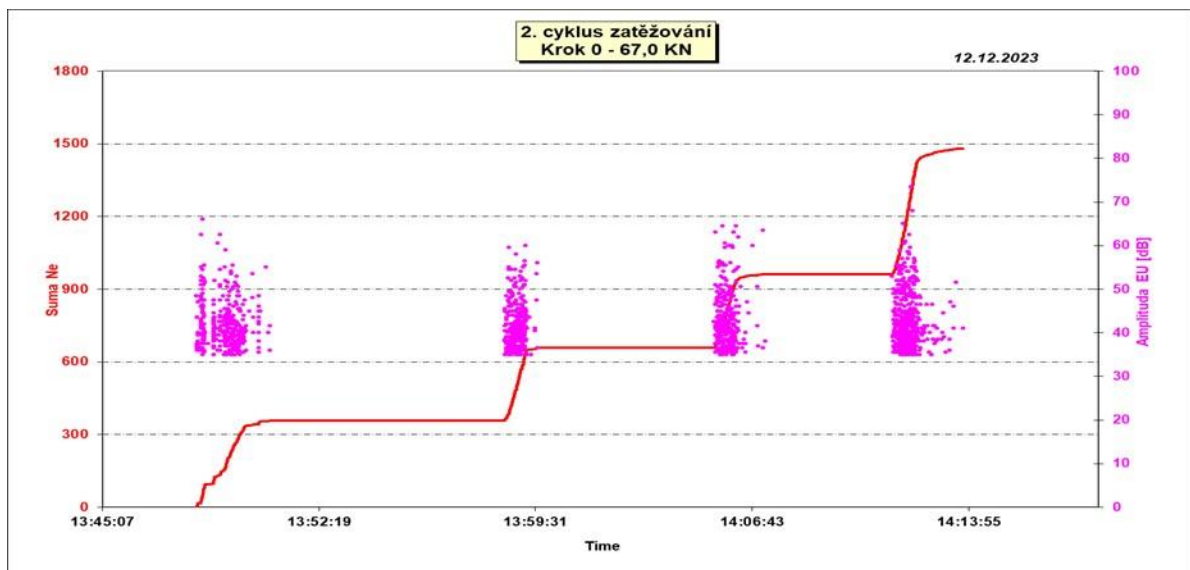


Fig. 6 – Time dependence of AE activity – cycle 2

Activity of AE in close crack area during first cycle of loading steps is shown at table 2. where very low AE event were indicated. This low AE activity in crack area was confirmed during second cycle see table 3.

First loading cycle - Number of localized acoustic emission events in area of fatigue crack					Sum of AE
Increasing load	0,0 ÷ 16,8 kN	16,8 ÷ 33,5 kN	33,5 ÷ 52,7 kN	52,7 ÷ 67,0 kN	0,0 ÷ 67,0 kN
ΣEU	6	7	3	4	20
Decreasing load	67,0 ÷ 50,0 kN	50,0 ÷ 33,5 kN	33,5 ÷ 16,7 kN	16,7 ÷ 0,0 kN	67,0 ÷ 0,0 kN
ΣEU	5	0	0	1	6

Table 2 – First cycle

Second loading cycle - Number of localized acoustic emission events in area of fatigue crack					Sum of AE
Increasing load	0,0 ÷ 16,8 kN	16,8 ÷ 33,5 kN	33,5 ÷ 52,7 kN	52,7 ÷ 67,0 kN	0,0 ÷ 67,0 kN
ΣEU	1	0	0	1	2
Decreasing load	67,0 ÷ 50,0 kN	50,0 ÷ 33,5 kN	33,5 ÷ 16,7 kN	16,7 ÷ 0,0 kN	67,0 ÷ 0,0 kN
ΣEU	0	0	0	1	1

Table 3 – Second cycle

On contrary to AE measured data the other measured mechanical features have shown rapid increase of deformation, stress in whole loaded section, but this deformation and stress are not uniform.

Parallel to applied two heavy loaded cycles on tested section, the stability of existing crack was confirmed by eddy current inspection.

5. Conclusion

1. During experiment the damaged section of metal bridge was loaded statically up to maximum load 67 kN which can occur during service.
2. Measurement of acoustic emission confirmed stability of existing fatigue crack during two applied loading cycles.
3. Low emission activity during first loading cycle was responsible just to opening of crack and breaking of oxidic layer.
4. This effect was not occurred during second cycle of loading, where emission activity was very low.
5. To apply AE measurement on complicated shape of structure, is necessary to use more AE sensors and make calibration how the AE signals are propagating in structure.

Název	Defektoskopie 2025 sborník příspěvků
Editor	Luboš Pazdera, Libor Topolář
Vydal	Vysoké učení technické v Brně ve spolupráci s Českou společností pro NDT, z.s.
Tisk tištěné verze	Centrum digitálního tisku s.r.o. Žerotínovo nábreží 134, 667 01 Židlochovice
Vyšlo	listopad 2025
Vydání	První
Náklad	130

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou

Tištěná verze

ISBN 978-80-214-6365-3

