Badania Nieniszczące i Diagnostyka

1 - 2 / 2021

Kwartalnik Naukowo-Techniczny

Nondestructive Testing and Diagnostics

49. KKBN

www.kkbn.pl

17-20.10.2022

Hotel Aquarius

Kołobrzeg

Zapraszamy do udziału

PTBNiDT SIMP

Rok założenia 2016 PLISSN 2451-4462

WYDAWCA/PUBLISHER

Badania Nieniszczące i Diagnostyka
Agenda Wydawnicza SIMP
ul. Sabały 11a, 71-341 Szczecin

e-mail: wydawnictwo@ptbnidt.pl
www.bnid.pl

ZESPÓŁ REDAKCYJNY / EDITORIAL BOARD

REDAKTOR NACZELNY / EDITOR-IN-CHIEF
Tomasz Chady

Z-CY REDAKTORA NACZELNEGO / DEPUTES EDITOR-IN-CHIEF
Adam Sajek
Ryszard Pakos

REDAKTORZY DZIAŁOWI / SECTION EDITORS

METODOLOGIA BADAŃ / RESEARCH METODOLOGY
Dr Sławomir Mackiewicz, Dr Marek Śliwowski
CERTYFIKACJA W BADANIACH / CERTIFICATION IN RESEARCH
Mgr Bogdan Piekarczyk, Mgr Marta Wojas
URZĄDZENIA I SYSTEMY BADAŃ / EQUIPEMENT AND SYSTEMS FOR RESEARCH
Dr Grzegorz Jezierski, Mgr Marek Lipnicki
PRAKTYKA PRZEMYSŁOWA BADAŃ / PRACTICE OF INDUSTRIAL RESEARCH
Dr Krzysztof Dragan, Mgr Darek Wojdała
DIAGNOSTYKA / DIAGNOSTICS
Dr Bogusław Ładecki,

MIĘDZYNARODOWA RADA PROGRAMOWA
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Ryszard Sikora, *Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Przewodniczący/President*
Prof. Krishnan Balasubramaniam, *Indian Institute of Technology Madras, Chennai, India*
Prof. Alexander Balitskii, *National Academy of Science of Ukraine, Ukraine*
Prof. Gilmar F. Batalha, *University of Sao Paulo, Brasil*
Prof. Leonard J. Bond, *Iowa State University, USA*
Dr Pierre Calmon, *CEA, France*
Prof. Ermanno Cardelli, *Università degli Studi di Perugia, Italy*
Prof. Zhenmao Chen, *Xi'an Jiaotong University, China*
Prof. Leszek A. Dobrzański, *World Academy of Materials and Manufacturing Eng., Polska*
Dr Hubert Drzeniek, *AMIL Werkstofftechnologie GmbH, Germany*
Prof. Antonio Faba, *Università degli Studi di Perugia, Italy*
Prof. Nikolaos Gouskos, *University of Athens, Grece*
Mgr Paweł Grześkowiak, *UDT, Polska*
Prof. Jerzy Hola, *Politechnika Wrocławska, Polska*
Prof. Jolanta Janczak-Rusch, *Empa, Switzerland*
Mgr Ryszard Jawor, *Ryszard Jawor Usługi NDT, Polska*
Dr Grzegorz Jezierski, *Politechnika Opolska, Polska*
Inż. Sławomir Jóźwiak, *NDT Systems, Polska*
Mgr Pablo Katchadjian, *National Atomic Energy Commission of Argentina, Argentina*
Mgr Jan Kielczyk, *Energomontaż-Północ, Polska*
Mgr Jacek Kozłowski, *TEST PLB, Polska*
Prof. Marc Kreutzbruck, *University of Stuttgart, Germany*
Dr. Jochen Kurz, *DB Systemtechnik GmbH, Germany*
Mgr Marek Lipnicki, *KOLI, Polska*
Prof. Leonid M. Lobanow, *Paton Welding Institute, Ukraine*
Dr Sławomir Mackiewicz, *NDT SOFT, Polska*
Dr Wojciech Manaj, *Instytut Lotnictwa, Polska*
Dr Tadeusz Morawski, *Usługi Techniczne i Ekonomiczne "Level", Polska*
Prof. Zinoviy T. Nazarchuk, *National Academy of Science of Ukraine, Ukraine*
Dr Ryszard Nowicki, *GE Energy, Polska*
Prof. Mohachiro Oka, *Oita National College of Technology, Japan*
Dr Jolanta Radziszewska-Wolińska, *Instytut Kolejnictwa, Polska*
Prof. Helena Maria Geirinhas Ramos, *Instituto Superior Técnico, Portugal*
Prof. Joao M A Rebello, *Federal University of Rio de Janeiro, Brasil*
Prof. Artur Lopes Ribeiro, *Istituto Superior Técnico, Portugal*
Prof. Maria Helena Robert, *University of Campinas, Brasil*
Dr hab. Maciej Roskosz, *Politechnika Śląska, Polska*
Prof. Leonard Runkiewicz, *Instytut Techniki Budowlanej, Polska*
Prof. Krzysztof Schabowicz, *Politechnika Wrocławska, Polska*
Prof. Valentyn R. Skalskyy, *National Academy of Science of Ukraine, Ukraine*
Prof. Jacek Słania, *Instytut Spawalnictwa w Gliwicach, Polska*
Prof. Jacek Szelążek, *IPPT PAN, Polska*
Prof. Andrzej Szymański, *Politechnika Śląska, Polska*
Dr Marek Śliwowski, *NDTEST Warszawa, Polska*
Prof. Antonello Tamburrino, *University of Cassino and Southern Lazio, Italia*
Prof. Yuji Tsuchida, *Oita University, Japan*
Prof. Andrzej Tytko, *AGH Kraków, Polska*
Prof. Lalita Udpa, *Michigan State University, USA*
Prof. Gábor Vértesy, *Hungarian Academy of Sciences, Hungary*
Dr Grzegorz Wojas, *UDT, Polska*
Prof. Sławomir Wronka, *Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Polska*
Prof. Chunguang Xu, *Beijing Institute of Technology, China*
Prof. Noritaka Yusa, *Tohoku University, Japan*

KWARTALNIK NAUKOWO-TECHNICZNY AGENDA WYDAWNICZA SIMP

Badania Nieniszczące i Diagnostyka

Nondestructive Testing and Diagnostics

NR 1-2/2021 ISSN 2451-4462 (ONLINE: 2543-7755) VOLUMEN 6

SPIS TREŚCI

Bogusław ŁADECKI
Badania diagnostyczne filtru procesowego PCI z przenośnikiem po pożarze* 3

Adam SAJEK
Jak to zostało zorganizowane? 8

Takuma TOMIZAWA, Haicheng SONG, Noritaka YUSA, Hideki YUYA
Probability of detection model based on hit / miss data considering multiple signal features and multiple flaw parameters from eddy current testing suffering low signal to noise ratio* 13

Dariusz PABIAN
Nowy sposób na przedstawienie drgań maszyn - Motion Amplification® 21

Jarosław GĘBKA
Uprawnienia energetyczne 26

Bogusław OLECH
75-lecie Oddziału SIMP w Szczecinie 28

Bogusław OLECH
Przedsiębiorstwo Usługowo Handlowe „TEST" Ryszard Bartz wyróżnione Medalem im. Prof. Zdzisława Pawłowskiego 30

Informacje dla Autorów i Czytelników 31

* Artykuł recenzowany

REKLAMY NA OKŁADCE

49. KKBN 1

REKLAMY W NUMERZE

WCNDT 19
EFNDT 20

PATRONAT I STAŁA WSPÓŁPRACA
PATRONAGE AND PERMANENT COOPERATION

PTBNiDT

Bogusław Ładecki*
Katedra Projektowania i Eksploatacji Maszyn, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, AGH w Krakowie

Badania diagnostyczne filtru procesowego PCI z przenośnikiem po pożarze

Diagnostics tests of the PCI process filter with a conveyor after a fire

STRESZCZENIE

W referacie omówiono skutki spowodowane wystąpieniem pożaru filtru procesowego PCI z przenośnikiem zgarniakowym, będącego elementem instalacji wdmuchiwania pyłu węglowego do Wielkiego Pieca. Przeprowadzone badania diagnostyczne, w których skład wchodziło wykonanie badań nieniszczących, metalograficznych i pomiarów twardości, dały podstawę do wskazania przyczyn wystąpienia kolejnych awarii filtru, jak również sformułowania odpowiednich zaleceń diagnostycznych.

Słowa kluczowe: *filtr procesowy; pożar; zmęczenie materiału; badania nieniszczące*

ABSTRACT

The paper discusses the effects of the fire in the PCI process filter with a scraper conveyor, which is an element of the coal dust injection system into the Blast Furnace. The conducted diagnostic tests, which included the performance of non-destructive, metallographic and hardness tests, gave the basis to indicate the causes of subsequent filter failures, as well as to formulate appropriate diagnostic recommendations.

Keywords: *process filter; fire; material fatigue; non-destructive testing*

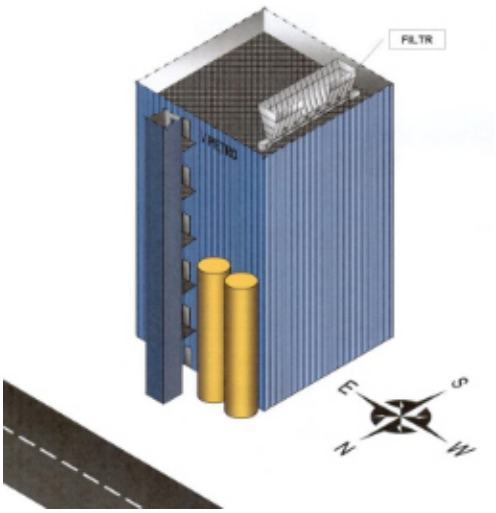
1. Wstęp

Przedmiotem badań jest filtr tkaninowy PCI z przenośnikiem zgarniakowym produkcji niemieckiej, zainstalowany w budynku głównym wdmuchiwania pyłu zgodnie z rys. 1, będący elementem instalacji wdmuchiwania pyłu węglowego do Wielkiego Pieca (WP) zlokalizowanej w jednej z hut na południu Polski. Szkic filtru z przyjętą numeracją segmentów w obszarze przenośnika pokazano na rys. 2.

Podczas uruchamiania urządzenia przez producenta, spaleniu uległy workowe filtry tkaninowe, co spowodowało znaczne podwyższenie temperatury skutkujące wystąpieniem trwałych deformacji filtru w obszarze konstrukcji przenośnika zgarniakowego. Urządzenie włączono do eksploatacji po przeprowadzeniu wymiany filtrów workowych oraz uszczelnieniu konstrukcji filtru, bez przeprowadzenia jego demontażu oraz naprawy lub rekonstrukcji zdeformowanych elementów. Po ośmiu latach eksploatacji, w wyniku występowania nieszczelności filtru, zdemontowano izolację termiczną, co ujawniło zniszczenie śrub łączących konstrukcję obudowy przenośnika z górną częścią filtru w obszarze karbu w bezpośrednim sąsiedztwie napędu, wraz ze znacznymi deformacjami konstrukcji filtru w tym obszarze konstrukcji. Przeprowadzono wymianę śrub wraz z uszczelnieniem filtru i wymianą kilku filtrów workowych, przy czym w związku ze znacznymi deformacjami i brakiem możliwości zastosowania śrub po stronie ściany zachodniej filtru, w miejsce połączeń śrubowych zastosowano cztery ściągi.

Dwa lata później nastąpiła kolejna awaria filtru, podczas której stwierdzono znaczny wzrost jego temperatury, spowodowany pożarem filtrów workowych, co w konsekwencji doprowadziło do występowania uszkodzeń opisanych w dalszej części pracy.

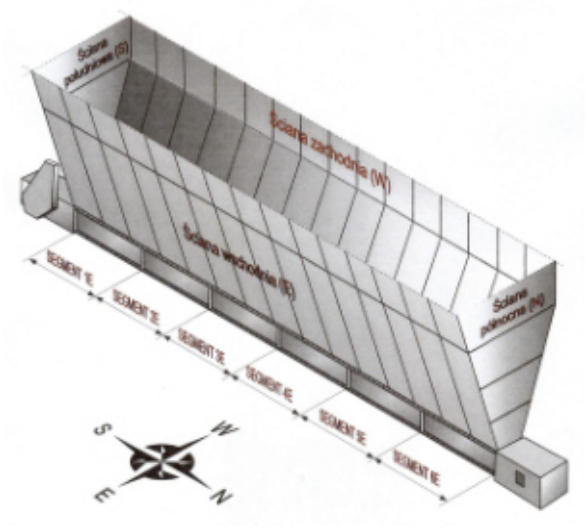
Celem badań było określenie przyczyn wystąpienia uszkodzeń filtru wraz z podaniem zaleceń diagnostycznych.



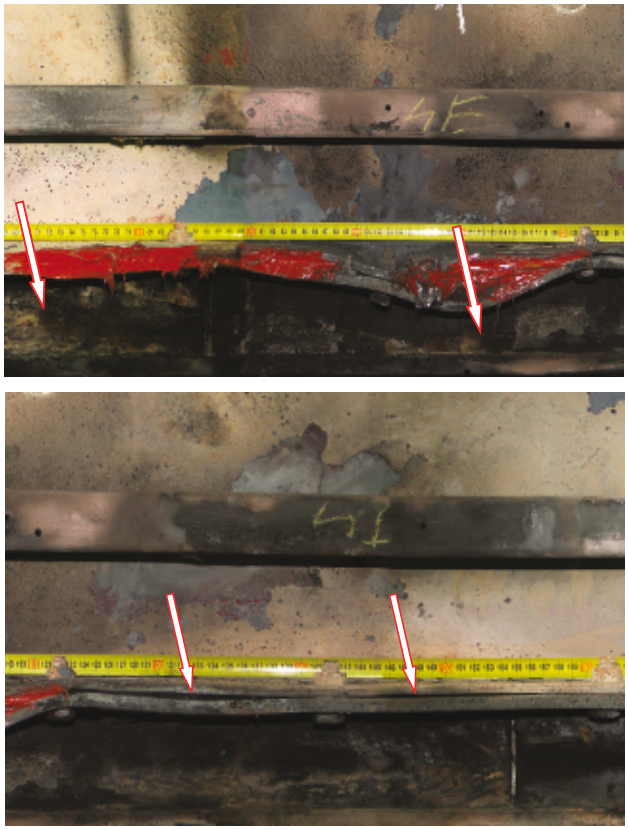
Rys. 1. Schemat usytuowania filtru [1].
Fig. 1. Diagram of the filter location [1].

*Autor korespondencyjny. E-mail: boglad@agh.edu.pl

Published by „Badania Nieniszczące i Diagnostyka" Publishing Agenda of SIMP
DOI: 10.26357/BNID.2021.001



Rys. 2. Widok filtru od strony północno-zachodniej z przyjętą numeracją segmentów w obszarze przenośnika [1].
Fig. 2. View of the filter from the north-west side with the adopted numbering of segments in the conveyor area [1].



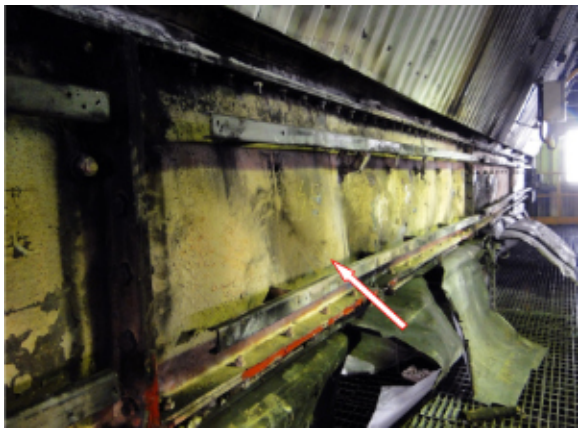
Rys. 3. Rozległe deformacje z dużą ilością masy uszczelniającej i jednocześnie z brakiem szczelności dla niektórych obszarów konstrukcji filtru [1].
Fig. 3. Extensive deformations with a lot of sealing compound and at the same time a lack of tightness for some areas of the filter construction [1].

Rys. 4. Uszkodzone, poluzowane i zniszczone połączenia śrubowe łączące obudowę mechanizmów przenośnika z konstrukcją filtru w obszarze segmentów 1, 2 [1].
Fig. 4. Broken, loose and damaged screw connections connecting the housing of the conveyor mechanisms with the filter structure in the area of segments 1, 2 [1].

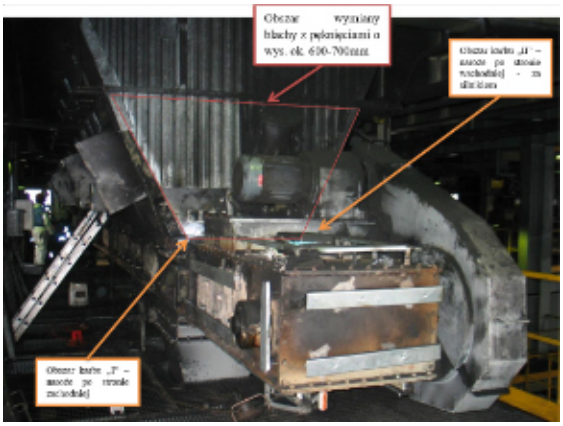
2. Badania wizualne filtru

Badania wizualne filtru przeprowadzone po wystąpieniu ostatniej awarii, a następnie podczas demontażu uszkodzonych fragmentów konstrukcji w obszarze przenośnika wykazały występowanie licznych uszkodzeń jego konstrukcji głównie w obszarze przenośnika takich jak [1]:

- silnie zdeformowane z brakiem szczelności liczne elementy w obszarze przenośnika – rys. 3,
- uszkodzone i zniszczone liczne połączenia śrubowe łączące obudowę mechanizmów przenośnika z konstrukcją filtru dla strony wschodniej i zachodniej w obszarze segmentów nr 1 i 2 – rys. 4,
- znaczne trwałe deformacje po obu stronach obudowy przenośnika o największym nasileniu w obszarze segmentów nr 4 i 5 – rys. 5,
- znaczne deformacje w górnej części filtru w obszarze segmentów 1 – 3 o maksymalnych wartościach stwierdzonych w obszarze segmentu 2: dla strony zachodniej f = 40 mm, dla strony wschodniej f = 23 mm,
- silnie zdeformowane i popękane elementy prowadzenia przenośnika, w tym pęknięte na wskroś spoiny kątowników 60x60 mm na łączeniu segmentów nr 2 i 3 obudowy mechanizmu przenośnika z górną częścią filtru.



Rys. 5. Znaczne deformacje o maksymalnej strzałce 26 mm w obszarze segmentu 4E obudowy przenośnika od strony wschodniej filtru [1].
Fig. 5. Significant deformations with max. value of 26mm in the area of segment 4E of the conveyor housing from the eastern side of the filter [1].



Rys. 6. Lokalizacja obszarów karbu „I" i „II" [1].
Fig. 6. Location of the notch areas "I" and "II" [1].

3. Badania nieniszczące

Wykonane pomiary grubości filtru nie wykazały występowania znaczniejszych ubytków grubości ścianki, w tym lokalnych ubytków korozyjnych.

Na podstawie badań defektoskopowych metodą magnetyczno-proszkową, przeprowadzonych w obszarach karbu I i II zilustrowanych na rys. 6 stwierdzono występowanie pęknięć:

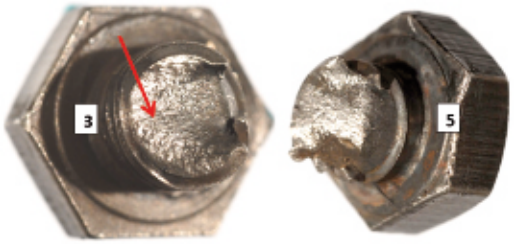
- w obszarze karbu „I" dwa pęknięcia: pęknięcie spoiny w narożu o dług. 85 mm i rozgałęzione pęknięcie blachy wraz z blachą nakładkową o dług. 70 mm – z wnętrza filtru wykryto pękniecie o długości 80 mm,
- w obszarze karbu „II" dwa pęknięcia: pęknięcie spoiny żeberka o dług. 30 mm i pęknięcie blachy wraz z blachą nakładkową o dług. 180 mm – z wnętrza filtru wykryto pękniecie o długości 130 mm.

4. Badania metalograficzne urwanych śrub

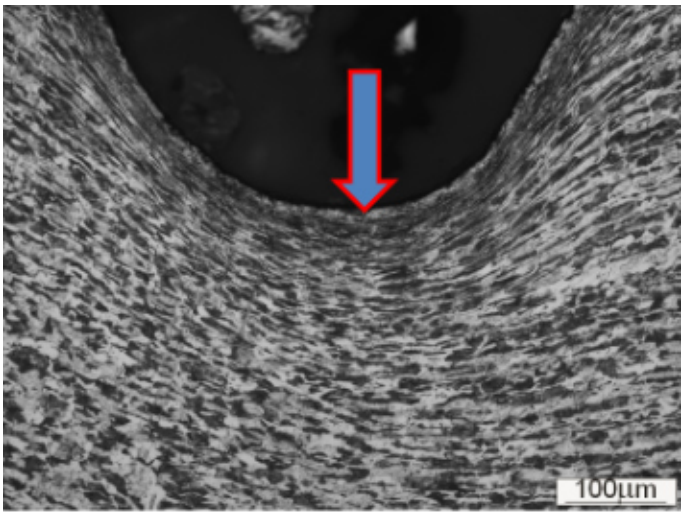
Badaniom metalograficznym poddano 5 sztuk śrub gatunku C35 zerwanych blisko łba, pochodzących z obszaru połączenia segmentów nr 1 i 2 obudowy przenośnika z górną częścią filtru, gdzie zniszczeniu uległy wszystkie połączenia śrubowe [1]. Wykonane oględziny śrub w każdym przypadku wykazały występowanie znacznych trwałych deformacji na powierzchni zwojów gwintu – rys. 7, oraz występowanie przełomu ciągliwego [2] – rys. 8, lub przełomu zmęczeniowego z widocznymi liniami spoczynkowymi czoła pęknięcia [2] – rys. 9. Wykonane obserwacje wykazały występowanie mikrostruktury charakterystycznej dla stali ferrytyczno-perlitycznej o ułożeniu pasmowym, z widocznymi odkształceniami plastycznymi struktury występującymi podczas formowania śruby – rys. 10.

Rys. 7. Znaczne trwałe deformacje na powierzchni zwojów gwintu śruby [1].
Fig. 7. Significant permanent deformations on the surface of the screw thread [1].

Rys. 8. Przełom ciągliwy [1].
Fig. 8. Tough breakthrough [1].



Rys. 9. Przełom zmęczeniowy z widocznymi liniami spoczynkowymi czoła pęknięcia [1].
Fig. 9. Fatigue breakthrough with visible fracture front rest lines [1].



Rys. 10. Dno zwoju gwintu śruby nr 4 – widoczne pasmowe ułożenie mikrostruktury ferrytyczno-perlitycznej silnie odkształconej podczas walcowania gwintu. Trawione nitalem [1].
Fig. 10. The bottom of the screw thread No. 4 - visible strip arrangement of the ferritic-pearlitic microstructure, strongly deformed during thread rolling. Etched with nitrite [1].

Pomiary twardości wykonane na górnej powierzchni łba śrub dały wyniki w zakresie 200 - 260 HBW [1].

Wykonane badania metalograficzne wskazują, że śruby uległy zniszczeniu w wyniku działania obciążeń rozciągających i ścinających, a zerwanie śrub następowało w obszarze 4-ego zwoju gwintu licząc od łba (rys. 7) co sugeruje, że śruby mogły być poluzowane. Wykonane oględziny konstrukcji w wielu przypadkach potwierdzały ten wniosek – rys. 4. Prawdopodobną przyczyną zmęczeniowego pękania najbardziej wytężonych śrub (rys. 9), było poluzowanie połączeń śrubowych spowodowane oddziaływaniem obciążeń dynamicznych związanych z pracą napędu. Po zniszczeniu śrub wobec redystrybucji obciążeń, a w następstwie znacznego przeciążenia innych śrub w tym obszarze konstrukcji (obszar karbu w miejscu połączenia obudowy przenośnika z górną częścią filtru), następowało niszczenie kolejnych poluzowanych śrub w wyniku działania obciążeń rozciągających i ścinających. Taki mechanizm niszczenia kolejnych śrub potwierdzają zaobserwowane silnie odkształcone plastycznie wierzchołki gwintów wskazujące na działanie dużych wartości naprężeń. Temperatura pracy połączeń śrubowych nie przekroczyła temperatury rekrystalizacji, na co wskazują silne odkształcenia ziarn wprowadzone podczas walcowania gwintów [3] (rys. 10).

5. Podsumowanie

Wykonane oględziny filtru wskazują, że w wyniku oddziaływania wysokich temperatur podczas pierwszego rozruchu (związanych z wypaleniem filtrów workowych), powstały jego znaczne, trwałe deformacje o największym nasileniu w obszarze segmentów nr 4 i 5 obudowy przenośnika. Uszkodzenia te nie zostały usunięte, a jedynie przeprowadzono uszczelnienie filtru. Kolejne dwie awarie związane były z rozszczelnieniem filtru. Po ostatniej awarii ponownie nastąpiło wypalenie filtrów workowych, a wskutek pożaru i wcześniejszych uszkodzeń, nastąpiło całkowite zniszczenie śrub po obu stronach filtru w obszarze segmentów nr 1 i 2 obudowy przenośnika. Dla mechanizmów przenośnika stwierdzono występowanie pęknięć oraz deformacji, co miało wpływ na podwyższenie oporów pracy urządzenia. Wykonane badania defektoskopowe, ujawniły występowanie rozległych pęknięć w obu narożach w miejscu połączenia segmentu nr 1 obudowy przenośnika z górną częścią filtru (rys. 6). Jako przyczynę powstania w/w pęknięć wskazać można niewłaściwe rozwiązanie konstrukcyjne w obszarze wzmiankowanych obszarów karbu, gdzie zastosowano zbyt wiotką ścianę czołową od strony południowej filtru narażoną w obszarze w/w karbów na znaczne cykliczne obciążenia pochodzące od dynamicznej pracy napędu. Ścianę tą wykonano z dwóch zespawanych na obwodzie wiotkich blach: czołowej wewnętrznej o aktualnej grubości 4,3 mm i zewnętrznej o grubości 4,0 mm wzmocnionej niewielkimi żeberkami o wysokości zaledwie 50mm. Pęknięcia zainicjowane od naroży, rozwinęły się dalej powodując powstanie pęknięć na wskroś spoin obu kątowników 60x60 mm, do których za pomocą połączeń śrubowych przymocowane są segmenty obudowy przenośnika.

Wykonane badania metalograficzne 5 szt. urwanych śrub pobranych we wzmiankowanych wcześniej obszarach, dały podstawę do zidentyfikowania mechanizmu niszczenia śrub.

Poluzowanie połączeń śrubowych spowodowane oddziaływaniem obciążeń dynamicznych związanych z pracą napędu było prawdopodobną przyczyną zmęczeniowego pękania najbardziej wytężonych śrub. Po ich zniszczeniu, wobec redystrybucji obciążeń, a w następstwie znacznego przeciążenia kolejnych poluzowanych śrub następowało niszczenie następnych śrub w wyniku działania złożonych obciążeń rozrywających i ścinających. Powstałe znaczne deformacje, pęknięcia oraz luzowanie i pękanie śrub spowodowało rozszczelnienie filtru, a w konsekwencji wystąpienie pożaru filtrów workowych.

Jako bezpośrednią przyczynę kolejnych awarii filtru wskazać można zatem brak usunięcia uszkodzeń głównie w postaci znacznych trwałych deformacji, powstałych podczas pożaru filtrów workowych na etapie rozruchu urządzenia, skutkujących problemami z odpowiednim doszczelnieniem filtru, w połączeniu z niewłaściwym rozwiązaniem konstrukcyjnym zastosowanym w obszarze karbu w miejscu połączenia 1-go segmentu obudowy przenośnika od strony napędu z górną częścią filtru (rys. 6).

Wykonane badania i analizy stanowiły podstawę do przeprowadzenia naprawy rozważanego urządzenia [4, 5, 6, 7], w zakres której wchodziło wykonanie wymiany lub naprawy zdeformowanych fragmentów filtru nie spełniających wymagań normy [4], przeprowadzenie modernizacji konstrukcji filtru w obszarze połączenia 1-go segmentu obudowy przenośnika od strony napędu z górną częścią filtru (rys 6) [5,6,7,8], wymiana wszystkich śrub na nowe zabezpieczone przed luzowaniem, odpowiednie uszczelnienie filtru, oraz naprawa uszkodzeń mechanizmów prowadzenia przenośnika.

Podziękowanie

Artykuł powstał w ramach realizacji pracy statutowej nr 16.16.130.942 w Katedrze Projektowania i Eksploatacji Maszyn WIMiR AGH.

6. Literatura

[1] B. Ładecki, T. Skowronek: Ekspertyza Filtru Procesowego PCI z przenośnikiem po awarii. PREH – praca nie publikowana, Kraków 2015.
[2] E. Norman Dowling: Mechanical Behavior of Materials. Engineering Methods for Deformation, Fracture, and Fatigue. Printice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, 1999.
[3] T. Burakowski, T. Wierzchoń: Inżynieria powierzchni meali. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1995.
[4] PN-EN 1090:2018 – Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych. Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych.
[5] J. Ziółko, W. Włodarczyk, Z. Mendera, S. Włodarczyk: Konstrukcje stalowe specjalne. Arkady, Warszawa 1995.
[6] E. Masłowski, D. Spiżewska: Wzmacnianie konstrukcji budowlanych. Arkady, Warszawa 1988.
[7] K. Rykulak: Pęknięcia w konstrukcjach stalowych, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2000.
[8] J. Ziółko: Utrzymanie i modernizacja konstrukcji stalowych. Arkady, Warszawa 1991.

Dr inż. Bogusław Ładecki, jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Akademii Górniczo Hutniczej im. St. Staszica w Krakowie. Od wielu lat pełni funkcję Sekretarza Zarządu w Polskim Towarzystwie Badań Nieniszczących i Diagnostyki Technicznej SIMP, jak również funkcję członka Zarządu Krakowskiego Oddziału SIMP. Jako autor lub współautor prawie stu publikacji naukowo-badawczych, zajmuje się problemami wytrzymałości, zmęczenia, oraz badań nieniszczących materiałów i konstrukcji.

Adam Sajek*
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, Laboratorium Badań Struktury i Właściwości Mechanicznych Materiałów POLITEST al. Piastów 19, 70-310 Szczecin

Jak to zostało zorganizowane?

Organizacja seminarium naukowego w czasach pandemii

1. Szczecińskie Seminarium Spawalnicze

Szczecińskie Seminarium Spawalnicze należy do rodziny ogólnopolskiej serii wydarzeń branżowych dedykowanych środowisku inżynierów spawalników. W spotkaniach tych uczestniczą także studenci, naukowcy i sympatycy spawalnictwa. Tradycja spotkań została zapoczątkowana w Gdańsku 22 lata temu. Obecnie seminaria odbywają się w 7 ośrodkach naukowych rozsianych po całej Polsce.

2. Lokalny charakter spotkań

Spawalnicze Seminarium w Szczecinie jest drugą co do długości stażu imprezą w Kraju. Zainicjowane przez kierownika Zakładu Spawalnictwa Profesora Jerzego Nowackiego, pierwszy raz odbyło się w 2002 roku w Sali Senatu ówczesnej Politechniki Szczecińskiej gromadząc około 100 uczestników. W kolejnych latach spotkania angażowały coraz więcej osób, aby w roku 2014 przenieść się z zatłoczonej Sali Senatu ZUT do przestronnego Audytorium Maximum. Tam odbywało się do 2019 roku gromadząc corocznie około 150 uczestników..

Rys. 1. Sala Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie w roku 2013 z trudem mieszcząca uczestników spotkania. Poniżej Audytorium Maximum znajdujące się w budynku Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki przy al. Piastów 19. Od roku 2014 spotkania odbywają się już właśnie tutaj.

Niedocenianą cechą Szczecińskiego Seminarium Spawalniczego jest fakt, iż uczestniczenie w nim nie wymaga dalekiej podróży do położonych na południu Polski dużych ośrodków przemysłowych. Rozpoczynając rankiem zmianę, mocno zapracowani inżynierowie mogą po 2 godzinach zrobić sobie przerwę na odwiedziny Seminarium, aby późnym południem wrócić i dokończyć najpilniejsze sprawy. Ponadto, każdy z odwiedzających może ubiegać się o zaświadczenie o uczestnictwie, traktując je jako formę szkolenia.

Lokalny charakter pozwala na spotkania ze starymi znajomymi, które w normalnych warunkach byłyby niemożliwe do realizacji. Są one kolejną istotną cechą Seminarium, w aspekcie integracji naszego środowiska, nawiązywania roboczych i koleżeńskich kontaktów oraz aktualizacji wiedzy. Wymienione cechy spawalniczych spotkań zadecydowały o ich dużej popularności.

3. Przebieg obrad

Od początku istnienia, przebieg czwartkowej imprezy jest taki sam. Rozpoczyna się o 9:00 dwiema sesjami plenarnymi zawierającymi po 4 referaty każda. Około południa następuję długa przerwa, po której jest czas na trzecią sesję z ostatnimi 4 referatami. W ten sposób seminarium wypełnia dwanaście 15-minutowych wystąpień: 6 prezentujących osiągnięcia naukowców i przemysłu oraz 6 przedstawiających najnowsze rozwiązania w zakresie spawalnictwa firm sponsorujących wydarzenie. Około godziny 15:00 Seminarium kończy się spotkaniem towarzyskim przy grillu i muzyce na żywo.

Ważnym i nieodłącznym elementem obrad są odbywające się w trakcie 2-godzinnej przerwy pokazy sprzętu i prezentacje firm. Dzięki nim Uczestnicy mają okazję porozmawiać z kolegami po fachu, posilić się i nabrać sił przed ostatnią, trzecią sesją plenarną. W trakcie przerwy wykonywana jest pamiątkowa fotografia, która pojawia się w wydawanym corocznie pamiątkowym kalendarzu. W ciągu 20 lat, szczecińskie spotkania gościły ponad 50 różnych wystawców z czołówki spawalniczych producentów.

*Autor korespondencyjny. E-mail: Adam.Sajek@zut.edu.pl

Published by „Badania Nieniszczące i Diagnostyka" Publishing Agenda of SIMP
DOI: 10.26357/BNID.2021.002

Rys. 2. Spotkanie towarzyskie w dawnym Klubie Pracowników Nauki w 2008 roku na ulicy Wielkopolskiej 19 (obecnie Willa Ogrody).

Rys. 3. Pamiątkowa fotografia z ostatniego stacjonarnego spotkania w roku 2019, wykonana tradycyjnie na wydziałowym dziedzińcu.

4. Przezwyciężyć pandemiczny pesymizm

W lutym 2020 roku wybuch epidemii korona-wirusa rzucił cień na możliwość zorganizowania kolejnego seminarium. Początkowo, główny organizator szczecińskich spotkań firma Linde Gaz Polska wraz z Zespołem Spawalników ZUT odłożyła przygotowania na kilka tygodni licząc na to, że sytuacja się unormuje. Niestety pandemia nasilała się i w maju, mając w perspektywie jesienną drugą falę zachorowań zdecydowano, że wrześniowe spotkanie się nie odbędzie.

Nastąpił okres przejścia pracy w tryb zdalny, gdzie przeniesiono większą część dydaktyki i innych służbowych obowiązków. Zdobywane w tym czasie doświadczenia z zakresu rozwiązań transmisji internetowych, przyniosły pod koniec lata propozycję zorganizowania seminarium w trybie zdalnym.

Pierwszym elementem, warunkującym dalsze prace było zbadanie zainteresowania takim pomysłem środowiska spawalniczego. Z uwagi na fakt, iż Zakład Spawalnictwa od wielu lat realizuje różnego rodzaju przedsięwzięcia angażujące zewnętrzne podmioty, wykorzystano do tego celu bogatą bazę mailingową. Z 600 wysłanych maili, 60 wróciło z deklaracjami uczestnictwa.

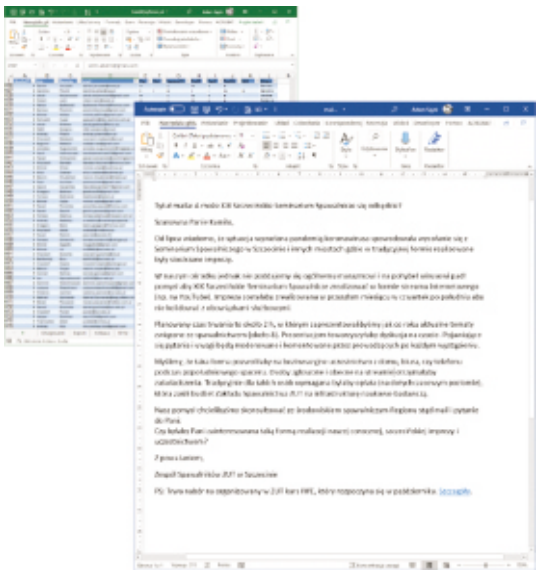
5. Czas zakasać rękawy

Przygotowania do XIX Szczecińskiego Seminarium Spawalniczego rozpoczęto tradycyjnie od podziału obowiązków. W dniu 24 września pod kierownictwem Michała Kawiaka, 3 osobowy zespół rozpoczął przygotowania do imprezy. Po sporządzeniu planu działania stwierdzono, że prace organizacyjne powinny zająć około miesiąca. Kierując się doświadczeniem przyjęto bezpieczny 2-miesięczny okres. Termin seminarium ustalono na czwartek 26 listopada i godzinę 10:00.

Miejscem transmisji początkowo miała być sala Senatu. Niestety jej remont skłonił zespół do zmiany lokalizacji na pomieszczenia spawalni w piwnicach Wydziału. Okazało się to strzałem w dziesiątkę, gdyż miejsce to charakteryzowało się świetnym dostępem z dziedzińca, miało wszelkie potrzebne media, ciszę i spokój oraz oszklone pomieszczenie, w którym można było w trakcie transmisji rozmawiać z zaproszonymi gośćmi. Lokalizacja pozwalała stworzyć warunki spełniające wymogi sanitarne.

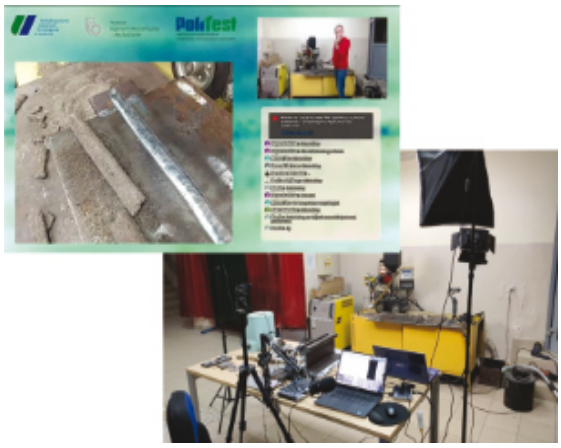
Rozmowy z prelegentami i sponsorami pozwoliły na zaplanowanie 8 referatów. Swoje prace badawcze postanowili zaprezentować czterej pracownicy dawnego Zakładu Spawalnictwa przemianowanego po reformie Oświaty na Laboratorium PoliTest. Na kolejne cztery wystąpienia zgodzili się przedstawiciele firm Linde Gaz Polska, Esab, Fronius i InTechMet. Całość zaplanowano przeprowadzić w ciągu 3,5 godziny.

Zaczęto kompletować sprzęt do budowy studia telewizyjnego realizującego transmisję internetową na żywo. Jako platformę wybrano ogólnie dostępny i darmowy serwis YouTube. Przy doborze komponentów studia kierowano się uzyskaniem jakości FullHD przy 30 klatkach na sekundę oraz dźwięku stereo. Uczestniczący w transmisji widzowie mieli mieć możliwość komunikowania się ze studiem za pomocą czatu. Przywitanie się i aktywność na czacie pozwalała na sprawdzanie obecności przy wydawaniu

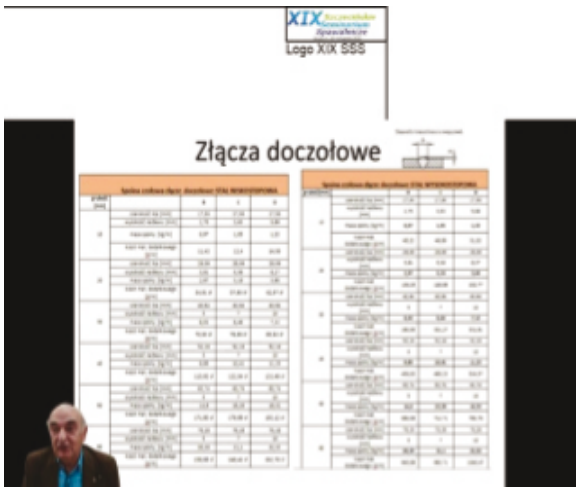


Rys. 4. Zastosowanie mechanizmu korespondencji seryjnej i bogatej listy mailingowej pozwoliło komunikować się z setkami spawalników i sympatyków spawalnictwa Regionu zachodniopomorskiego.

Rys. 5. Lokalizacja studia w spawalni pozwoliła bezproblemowo ustawić i zasilić wszystkie jego elementy. Duża powierzchnia pomieszczeń piwnicznych zapewniała odpowiedni dystans i bezpieczeństwo. Niestety generowała też delikatny pogłos. Na zdjęciu kierownik Laboratorium PoliTest Michał Kawiak prezentujący swoje badania oraz pracownik PoliTestu: Sławomir Krajewski w roli realizatora transmisji.



Rys. 6. Testy studia 6 listopada z pierwszą konfiguracją pozwalającą na transmisję zajęć dla studentów, których tydzień wcześniej skierowano na kształcenie zdalne.



Rys. 7. Część autorów zrealizowała wytyczne odnośnie pozostawienia lewego dolnego rogu na obraz prelegenta poprzez ustawienie proporcji ekranu prezentacji 4:3. Na rysunku pierwsza prezentacja Seminarium prowadzona przez doktora Ryszarda Pakosa.

Rys. 8. Zaplanowana na 26 listopada transmisja w serwisie YouTube, 18 godzin przed rozpoczęciem. Ekran powitalny zawierał loga sponsorów i program spotkania. Po prawej, działający już czat pozwalający na rozmowy nawet przed uruchomieniem transmisji. Możliwe było dodanie powiadomienia o rozpoczęciu poprzez kliknięcie dzwoneczka.

zaświadczeń o uczestnictwie.

Studio uruchomiono 3 tygodnie przed rozpoczęciem transmisji. Jego chrztem bojowym była realizacja zajęć laboratoryjnych ze spawania metodą SAW. Transmisja przebiegła bez zakłóceń mimo wielu nowych elementów studia m.in. wykorzystania 2 kamer: stacjonarnej i bezprzewodowej mobilnej do pokazywania szczegółów. Jedynym, drobnym mankamentem była akustyka spawalni wynikająca z jej dużej kubatury.

Ważnym elementem przygotowań była komunikacja z uczestnikami, których informowano w krótkich mailach o postępach prac. Ostateczny program imprezy ujawniono 10 listopada, na 2 tygodnie przed rozpoczęciem. Według niego, zgodnie z restrykcjami sanitarnymi zostali zaproszeni do studia prelegenci, którzy mieli realizować wystąpienia z użyciem własnych komputerów.

Głównym celem organizatorów było jak najlepsze odwzorowanie stacjonarnych obrad. Dlatego do prowadzenia sesji miały zostać wykorzystane osoby realizujące transmisję, to ich zadaniem było przedstawianie kolejnych prelegentów, zadawanie pytań z czatu i moderowanie dyskusji. Drugim elementem zwiększającym immersyjność uczestników seminarium było połączenie postaci prelegenta z prezentacją wyświetlaną w tle. Pozwalało to na lepszy kontakt wzrokowy uczestników i komunikację niewerbalną.

Zastosowanie do tego celu zielonego tła fotograficznego wymagało spełnienia przez występujących pewnych wytycznych odnośnie ubioru (zakaz zielonych i błyszczących elementów stroju) i zapewnienia miejsca na wyświetlanie własnej postaci w lewym dolnym rogu prezentacji.

Na 10 dni przed startem została rozesłana informacja o rozpoczęciu rejestracji elektronicznej. Stworzono do tego celu krótki, nieabsorbujący czasowo 3-punktowy formularz (Microsoft Forms), pozwalający uczestnikom na wprowadzenie podstawowych danych osobowych i nicku w serwisie YouTube/Gmail zapewniającego identyfikację w celu potwierdzenia obecności na szkoleniu. Wszystkie zarejestrowane osoby uzyskiwały darmowy dostęp do

Rys. 9. Rozpoczynający seminarium Michał Kawiak na tle sfilmowanego wcześniej dronem, budynku Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki. Gorączkowe przeprogramowywanie transmisji na awaryjnym komputerze w trakcie otwierającego przemówienia skutkowało brakiem w prawym górnym rogu logotypu Seminarium. Nie pojawił się on do końca imprezy.

Rys. 10. Dziekan Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, Profesor Mirosław Pajor zapraszający wszystkich chętnych na 5. Konferencję „Mechatronics", w ramach której 9 września odbędzie się XX Seminarium Spawalnicze. Kadr filmu promocyjnego nakręcony przy wsparciu zespołu Spawalników ZUT.

transmisji internetowej. Niewielka opłata była pobierana tylko od osób chcących uzyskać zaświadczenie obecności lub chcących dobrowolnie wesprzeć ciężką pracę organizatorów.

6. Transmisja z przygodami

Przebieg transmisji możliwy jest do prześledzenia na profilu YouTube Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki ZUT w Szczecinie (link podano na końcu artykułu). Zamieszczona tam transmisja wygląda jakby została wykonana bez przeszkód. Przeszkody jednak były. Niektóre większe, inne wręcz ogromne.

Kłopoty zaczęły się 10 minut przed startem. Okazało się, że sprawdzany dzień wcześniej komputer przestał rozpoznawać mikser dźwięku. Nie pomagały restarty systemu ani przełączanie portów USB. W momencie rozpoczęcia transmisji dźwięk „leżał". Do zgromadzonej ponad setki Internautów został wysłany komunikat o drobnych kłopotach technicznych i lekkim opóźnieniu. W tym czasie w studiu zapanowała nerwowa atmosfera i szukano rozwiązań. Światełkiem w tunelu okazał się laptop, na którym były realizowane wspomniane wcześniej laboratoria ze spawania. Szybka zmiana komputera pomogła i z 10-minutowym opóźnieniem rozpoczęło się XIX Szczecińskie Seminarium Spawalnicze.

Kłopoty jednak się nie skończyły. Zmieniony laptop oprócz tego, że był na bieżąco, programowany scena po scenie pod transmisję obrad, dodatkowo bardzo intensywnie przetwarzał obraz i zużywał błyskawicznie baterię. Laptop został przyniesiony z domu, bez zasilacza, w zasadzie tylko na 15-minutowy występ, dlatego należało szybko taki zasilacz znaleźć. Poszukiwania zakończyły się sukcesem w momencie, gdy stan baterii wskazywał wartość 10%.

Ostatnim problemem było urządzenie przechwytujące obraz z osobistych komputerów prelegentów. Urządzenie to zawiesiło się w ciągu imprezy kilkukrotnie co skutkowało kilkuminutowymi przerwami na jego ponowne uruchomienie. Organizatorzy musieli zatem liczyć po raz kolejny na cierpliwość uczestników.

Mimo wszystkich problemów i bardzo nerwowej atmosfery w studio (przynajmniej na początku), imprezę udało się zakończyć sukcesem. Poza przedstawicielem z firmy Esab, u którego stwierdzono zakażenie korona-wirusem, swoje wystąpienia zrealizowali wszyscy prelegenci.

Po każdym wystąpieniu miała miejsce ciekawa dyskusja z internautami, którzy nie zawiedli zapewniając doskonałą frekwencję i aktywność na czacie. Organizatorzy i prelegenci spotkali się z ich wielką sympatią i życzliwością. Seminarium zakończyło się po niecałych 4 godzinach. Wszyscy obecni w studio byli na tyle wyczerpani, że porządki zostawili na następny dzień.

Ostatni etap prac stanowiło podziękowanie mailowe uczestnikom i sponsorom, uzupełnienie bazy do wystawienia zaświadczeń, ich druk oraz wysyłka.

7. Kilka uwag i liczb

Szczecinianie nie ugięli się pod restrykcjami, lockdownem i ogólnym covidowym marazmem. Jako jedyni z 7 polskich ośrodków zorganizowali swoją imprezę na przekór pandemii. Dzięki pracowitości, nieugiętości i pewnej dozie szczęścia organizatorów oraz gigantycznej życzliwości uczestników, seminarium w roku 2020 było jedyną tego typu imprezą zorganizowaną w kraju, podczas której nie stwierdzono kolejnych przypadków zakażeń.

Realizacja opisanego w artykule przedsięwzięcia okazała się sporym sprawdzianem dla niewielkiego 3-osobowego zespołu organizatorów. Część prac była typowa dla tego rodzaju imprez i nie stanowiła większego problemu. Zaprawiony w bojach zespół realizował wcześniej kilka krajowych konferencji, coroczne seminaria i wiele różnorodnych szkoleń. Przy okazji do tradycyjnej formuły wprowadzono usprawnienia takie jak rejestracja elektroniczna, sprawniejsza komunikacja z uczestnikami oraz efektywniejsze zarządzanie zasobami.

Z drugiej strony źródłem ogromnej liczby nowych doświadczeń była realizacja transmisji internetowej. Wnioski wyciągnięte w czasie trwania imprezy i dwumiesięcznego okresu przygotowań zaowocują w przyszłości lepszą jakością

kolejnych spotkań, prowadzonych zgodnie z sugestiami, jednocześnie stacjonarnie i w internecie. Zebrane środki finansowe pozwoliły usprawnić sprzęt gwarantując bezawaryjność przyszłych transmisji.

Podsumowując, Seminarium w liczbach wyglądało następująco:

- czas trwania: 3:47 (finalnie 2:41, 6 wystąpień);
- transmisję na żywo oglądało średnio 85 uczestników (w piku 120);
- zarejestrowało się 145 osób;
- wydano 60 zaświadczeń;
- zarejestrowana transmisja ma aktualnie (kwiecień 2021) 288 wyświetleń.

8. Przyszłość

Na koniec warto zastanowić się w jakim stopniu zdalna realizacja tego typu imprez jest w stanie dorównać tradycyjnej, stacjonarnej formie.

Biorąc pod uwagę liczbę poszczególnych seminaryjnych aktywności, nasza realizowana w sposób zdalny impreza wypełniła połowę czasu trwania wersji stacjonarnej. Nie odbyły się pokazy sprzętu, konkursy spawalnicze, rozmowy w kuluarach i spotkanie towarzyskie. Z tego względu jej organizacja była przez to nieco łatwiejsza.

Obserwując wypowiedzi na czacie w trakcie imprezy oraz korespondencję elektroniczną z uczestnikami, można dostrzec 3 największe mankamenty czysto internetowych spotkań. Są to w kolejności: brak bezpośredniego kontaktu z referującym (co działa w obydwie strony), brak możliwości spotkań i konwersacji w kuluarach oraz brak okazji do osobistego sprawdzenia prezentowanych rozwiązań sprzętowych.

Okazuje się, że zdalna forma konferencji ma również zalety. Podstawową zaletą jest większa dostępność prezentowanych treści. Eliminuje się czas transportu, redukuje koszty delegacji pracowników do poziomu 4 roboczo-godzin poświęconych na transmisję oraz zwiększa elastyczność czasową z uwagi na możliwość odtworzenia zarejestrowanej transmisji na dowolnym urządzeniu, w dowolnym momencie po jej zakończeniu. Dodatkowo bardziej interesujące wystąpienia można obejrzeć powtórnie, a te mniej interesujące po prostu pominąć. Dużym atutem jest także zachowany dystans społeczny.

Nieoczekiwanym efektem listopadowej imprezy było zauważenie seminarium przez branżę. Okazało się, że organizatorzy imprez o podobnym charakterze ośmieleni sukcesem naszego seminarium zaczęli poważniej myśleć o zdalnej realizacji imprez. Zespół realizujący XIX Szczecińskie Seminarium Spawalnicze został poproszony przez Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki o pomoc w zrealizowaniu internetowej transmisji międzynarodowej konferencji naukowej organizowanej we wrześniu tego roku. Zebrane doświadczenia pozwoliły ustanowić jej hybrydową formułę łączącą wszystkie pozytywne cechy spotkań internetowych, a eliminując przy tym wady.

5. Międzynarodowa Konferencja „Mechatronics" podniesie jakość techniczną tego typu imprez na kolejny poziom. Zabezpieczając wydarzenie przed skutkami restrykcyjnych obostrzeń, transmisje obejmować będą występy prelegentów będących na miejscu jak i te realizowane w trybie zdalnym. Pokazy sprzętu transmitowane będą zgodnie z ustalonym harmonogramem w formie krótkich, kilkunastominutowych wywiadów. Ekipa realizująca wywiady posiadać będzie mobilną kamerę wyposażoną w system bezprzewodowej transmisji audio-wideo. Da to możliwość uczestnictwa tym, którzy z różnych względów nie będą mogli pojawić się na imprezie osobiście.

Następne, jubileuszowe XX Szczecińskie Seminarium Spawalnicze będzie integralną częścią tej konferencji i odbędzie się jej drugiego dnia. Tradycyjnie, w czwartek, w Audytorium Maximum. Serdecznie zapraszamy!

9. Literatura

[1] Link do zarejestrowanej transmisji zeszłorocznego, „pandemicznego" XIX Szczecińskiego Seminarium Spawalniczego, który znajduje się na profilu YouTube rodzimego wydziału: https://www.youtube.com/watch?v=crpDZXUTmYM&t=489s.

[2] Link do nowej strony dawnego Zakładu Spawalnictwa, na której znajdują się dodatkowe informacje o zeszłorocznym jak i tegorocznym Seminarium Spawalniczym: http://www.z-spaw.zut.edu.pl/.

[3] Link do zaproszenia na 5. Konferencję „Mechatronics", w ramach której odbędzie się jubileuszowe XX Szczecińskie Seminarium Spawalnicze. Na filmie widoczne pierwsze próby nowego, większego studia zapewniające więcej funkcjonalności m.in. wystąpienia zdalne prelegentów: https://www.youtube.com/watch?v=dznw8ESt8cs.

[4] Internetowe wystąpienie na posiedzeniu PTBNiDT SIMP Oddział w Szczecinie 3 marca 2021 roku zatytułowane „Jak to zostało zorganizowane? Szczecińskie Seminarium Spawalnicze w czasach pandemii.": https://www.youtube.com/watch?v=eGyfktq5dwE.

[5] Link do transmisji z próby możliwości studia telewizyjnego zbudowanego na potrzeby kolejnego Seminarium Spawalniczego. Film prezentuje funkcjonalności studia w zakresie komunikacji z uczestnikami i prelegentami zdalnymi: https://www.youtube.com/watch?v=CghxteJdayg.

Dr inż. Adam Sajek, urodzony w Słupsku w 1975 roku. Absolwent Wydziału Mechanicznego Politechniki Szczecińskiej. Przedsiębiorca, nauczyciel akademicki i wieloletni pracownik ZUT w Szczecinie na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki. Związany z Zakładem Spawalnictwa ZUT, obecnie Laboratorium PoliTEST. Autor kilkudziesięciu publikacji naukowych i patentów, regularny recenzent kilkunastu czasopism, współorganizator szkoleń, konferencji i seminariów naukowych. Kierownik szczecińskiego Akredytowanego Ośrodka Szkoleniowego IIW realizującego kursy NDT i IWE. Prywatnie mąż i ojciec dwójki dzieci, zapalony rolkarz i wakeboardzista

Takuma Tomizawa[1]*, Haicheng Song[1], Noritaka Yusa[1], Hideki Yuya[2]

[1] *Department of Quantum Science and Energy Engineering, Graduate School of Engineering, Tohoku University, 6-6-01-2, Aramaki Aza Aoba, Aoba-ku, Sendai, Miyagi, 980-8579, Japan*

[2] *Nuclear Safety Research & Development Center, Chubu Electric Power Co., Inc. 5561, Sakura, Omaezaki, Shizuoka 437-1695, Japan*

Probability of detection model based on hit / miss data considering multiple signal features and multiple flaw parameters from eddy current testing suffering low signal to noise ratio

Prawdopodobieństwo modelu detekcji opartego na danych typu „hit/miss" z uwzględnieniem wielu parametrów wad i wielu cech sygnałów uzyskanych z testowania metodą prądów wirowych przy niskim stosunku sygnału do szumu

STRESZCZENIE

W ramach prowadzonych badań opracowano metodę probabilistyczną opartą na analizie „hit/miss", aby ocenić możliwość wykrywania wad metodą prądów wirowych (ECT) przy niskim stosunku sygnału do szumu (S/N), biorąc pod uwagę wiele cech sygnału i wiele parametrów wad. Przygotowano realistyczne wżery korozyjne w stali nierdzewnej i przeprowadzono badania prądami wirowymi w celu zebrania sygnału wad i szumów. Zaproponowaną metodę zastosowano do danych eksperymentalnych. Analizę „hit/miss", sygnałów przeprowadzono z wykorzystaniem progowania wykonanego w przypadku wielu cech sygnału. Wyniki „hit/miss" dopasowano do wybranej funkcji prawdopodobieństwa detekcji (POD) na podstawie rozszerzonych kryteriów informacyjnych. Górne (95%) granice ufności POD zostały wygenerowane metodą bootstrap. Wyniki eksperymentalne, wygenerowane krzywe POD i 95% górne granice ufności wskazują, że proponowana metoda pozwala na ocenę zdolności wykrywania.

***Słowa kluczowe**: Spawy; Powłoki, Stal nierdzewna; Wżery korozyjne; Badania nieniszczące*

ABSTRACT

This study developed a probabilistic method based on hit/miss analysis to evaluate the detection capability of eddy current testing (ECT) under low signal-to-noise (S/N) ratio, taking into consideration multiple signal features and multiple flaw parameters. Realistic corrosion pits on stainless steel clads were prepared and eddy current inspection was conducted to gather flaw signal and noise. The proposed method was applied to the experimental data. Hit/miss of flaw signals were judged by the threshold using multiple signal features. The hit/miss results were fitted to the selected function of probability of detection (POD) based on extended information criteria. The POD's 95% upper confidence bounds were generated by bootstrap method. Experimental results, generated POD contours, and 95% upper confidence bounds indicate that the proposed method allows for reasonable evaluation of the detection capability. .

***Keywords**: Weld; Cladding; Stainless steel; Corrosion pit; Non-destructive testing*

1. Introduction

Non-destructive testing (NDT) is a key technique for maintaining the integrity of large structures such as roads, bridges, pressure vessels, and so on. Its purpose is to detect defects in a testing object so that necessary maintenance can be performed to avoid serious accidents. However, results of NDT contain uncertainty in detecting defects caused by, for example, random noise, incomplete modelling of defects, and differences in inspector's ability. Therefore, probabilistic methods that quantitatively evaluate the detection uncertainty, a.k.a. detection capability, of NDT, are important.

The probability of detection (POD) curve [1,2] is one of the probabilistic methods for evaluating the detection capability of NDT, which has been applied mainly to the inspection of aircrafts [3,4]. Recently, the POD curve has started to be used in other fields for the risk management of various structures [5]. However, the conventional POD analysis is not always applicable to other fields because it [1,2] assumes high signal-to-noise (S/N) ratio. Signals of certain NDT methods, like eddy current testing (ECT), sometimes suffer from high noise [6,7], leading to a low S/N ratio even though flaws are large and harmful. Therefore,

*Autor korespondencyjny. E-mail: takuma.tomizawa.q1@dc.tohoku.ac.jp

Published by „Badania Nieniszczące i Diagnostyka" Publishing Agenda of SIMP
DOI: 10.26357/BNID.2021.003

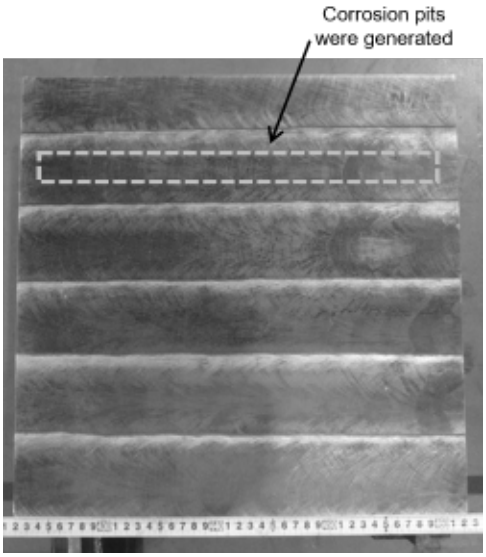


Fig. 1. Sample plate.
Rys. 1. Płytka wzorcowa

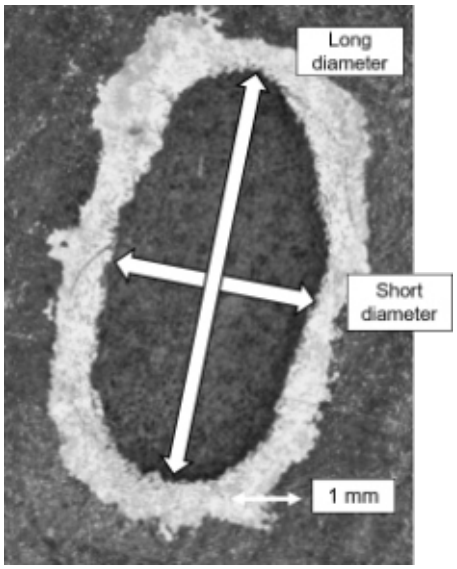


Fig. 2. Corrosion pit and definition of flaw parameters
Rys. 2. Wżer korozyjny i określenie parametrów wad

POD analysis under low S/N ratio is needed. A recent research [8] has revealed that the conventional POD analysis using only one signal feature cannot model the inspector performance correctly, especially inspections under low S/N ratio. In addition, other recent researches [9-11] have concluded that it is necessary to take into account of multiple flaw parameters for POD analysis because several flaw parameters usually affect NDT signals.

An earlier study by the authors has proposed a POD based on hit/miss analysis, taking into consideration multiple flaw parameters and multiple signal features. Whereas the study demonstrated the effectiveness of the model to quantify the detectability of ECT against flaws on a stainless steel weld [12], the flaws targeted in the study were mechanically machined holes that are much simpler than corrosion pits that would appear on the weld. Furthermore, confidence bounds, an important indicator of the uncertainty of POD analysis, were not constructed.

On the basis of the background above, the present study further develops the POD model proposed in the earlier study [12] so that the model is applicable to more realistic flaws. This study prepared plate samples cladded with stainless steel and introduced corrosion pits into the clad. Then, eddy current inspection was conducted to gather signals due to the pits and also noise due to the clad. Subsequently, a POD model, as well as its confidence bound, was proposed to analyse the results of the ECT signals. The results demonstrate that the proposed POD model enables reasonable quantification of the capability of ECT to detect a flaw under low S/N ratio.

2. Experimental Procedure

2.1 Sample preparation

Steel plates, ASTM A387 Gr22, cladded by an austenitic stainless steel-based welding metal, US-B309L, were prepared. The clad was formed in beads by electro-slag welding and the resultant clad had a thickness of approximately 5 mm, and the width of welding beads was 50—60 mm, as presented in Figure 1. After welding, the surface of samples was ground and the resultant surface roughness, Rz (JIS2001), was approximately 4.4–6.8 μm. A ferrite scope (Fischer Instruments K. K., Tokyo, Japan) disclosed that ferrite content of the clad was 4.2–9.0%.

To generate corrosion pits on the centre of beads, sample plates, covered with masking tape that has a hole, were immersed into etching liquid (37—39 wt% ferric chloride, H-1000A, Sunhayato, Tokyo, Japan) whose temperature was kept at 50 degree Celsius by a thermostatic bath. In order to control the size of corrosion pits, the size of the hole on masking tape and soaking time were changed. The soaking time ranged from 32 to 240 hours. Finally, 46 corrosion pits were fabricated and one of them is shown in Figure 2.

To characterise pits, this study adopted four geometrical parameters: area, depth, long, and short diameters of a pit. The area of corrosion pits was determined from surface photos using ImageJ software. The depth was measured by a dial depth gauge (DM-210, TECLOCK, Co. LTD., Nagano, Japan). The long and short diameters were defined based on an ellipse bounding the pit. Table 1 shows product-moment correlation coefficients between the four parameters. The table reveals that correlations between area and long diameter, area and short diameter, and long and short

Tab. 1. Product-moment correlation coefficients
Tab. 1. Współczynniki korelacji według momentu mieszanego

.	Depth	Long diameter	Short diameter
Area	0.54	0.93	0.86
Depth	1	0.53	0.64
Long diameter	0.53	1	0.76
Short diameter	0.64	0.76	1

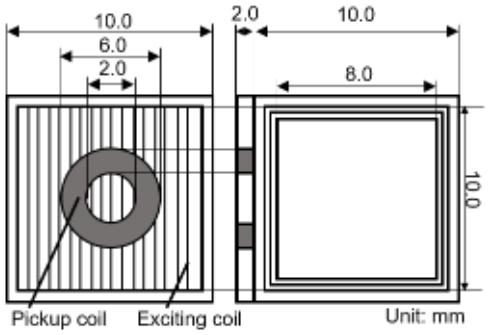


Fig. 3. Probe design.
Rys. 3. Konstrukcja przetwornika.

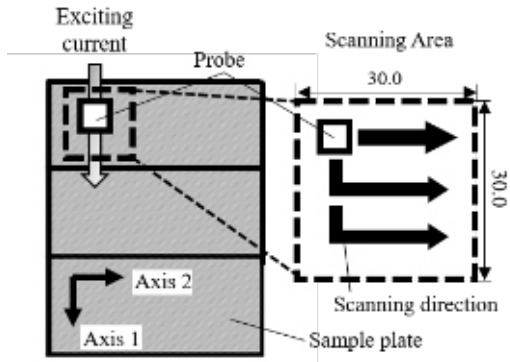


Fig. 4. Probe setting and scanning area.
Rys. 4. Ustawienie przetwornika i obszar skanowania.

diameter are strong, and correlations between depth and other parameters are similar. This indicates that it would be reasonable to use the depth and one of the other three parameters for POD analysis.

2.2 Eddy current examination

ECT experiments were conducted to collect signal from the fabricated corrosion pits and noise from flawless plate samples using a commercial ECT instrument (aect-2000N, Aswan ECT Co., Ltd., Osaka, Japan). A uniform eddy current probe shown in Figure 3 was used as an earlier study revealed a uniform eddy current is effective in detecting flaws in welds [13]. As Figure 4 showed, the probe was attached to an XY stage and scanned at $30 \times 30\,mm^2$ squares, centred at corrosion pits with pitches 0.1 mm and 0.5 mm in the parallel and perpendicular to beads, respectively. To gather noise due to the weld, signals at 36 flawless areas were measured in the same manner. Exciting frequency was 100 kHz and lift-off was set as 1 mm. After measurements, calibration was performed to make amplitude and phase from a slit with a length of 20 mm and a depth of 5 mm on an Inconel plate become 1 V and 0 degrees, respectively.

2.3 POD analysis

2.3.1 Single parameter POD analysis

This study conducted single parameter POD analysis against experimental data gotten in 2.2 following the conventional hit/miss analysis [1] as function of area and depth of corrosion pits, respectively. The decision threshold was set as the maximum amplitude of noise. Neither left nor right censor were set in this study.

2.3.2 Multi-parameter POD analysis

2.3.2.1 Hit/miss analysis

This study evaluates whether a pit is detected (hit) or not (miss) based on whether the maximum signal due to the pit is outside the distribution of noise on the impedance plane. Figure 5 illustrates specifically how the evaluation was conducted. The gray dots represent the noise, which reveals

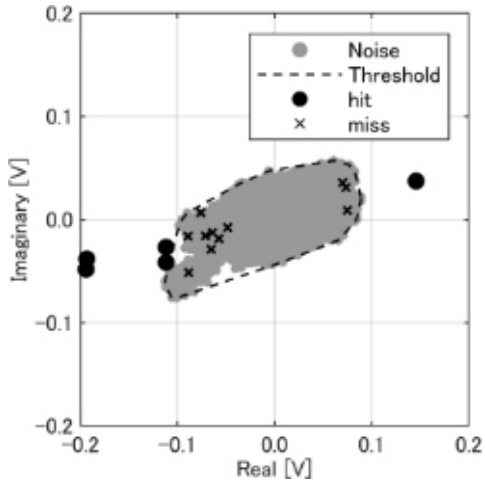


Fig. 5. Noise, threshold and flaw signals
Rys. 5. Szumy, wartość progowa i sygnały wady

that the distribution of noise amplitude is not uniform for different phases. A convex area bounding the noise, which is denoted by the dashed line, was defined to evaluate whether measured signals are buried by noise. Flaw signals that appear inside the area were regarded as a negative indication of flaw; those outside the area were evaluated to be due to a pit.

2.3.2.2 Fitting hit/miss data to a proper POD function

This study proposed three candidate functions shown in Equation (1) – (3) with x and y as flaw parameters. Equation (1) is a two-variable logistic function, widely used for classification. In addition, this study proposed two other functions. One is the product of two logistic functions shown in Equation (2), and the other was created by adjusting the two-variable logistic function to the phenomenon of ECT as shown in Equation (3).

$$POD(x,y) = \exp(a + bx + cy) / \{1 + \exp(a + bx + cy)\} \quad (1)$$

$$POD(x,y) = \exp(a + bx) / \{1 + \exp(a + bx)\} \times \times \exp(c + dx) / \{1 + \exp(c + dx)\} \quad (2)$$

$$POD(x,y) = \exp(a + bx^c y^d) / \{1 + \exp(a + bx^c y^d)\} \quad (3)$$

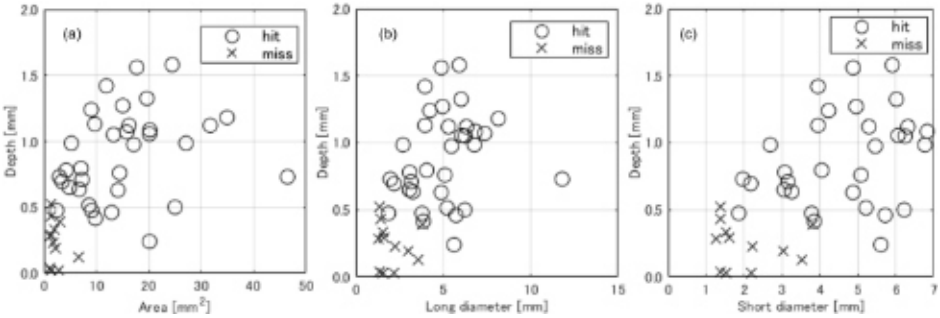


Fig. 6. Result of hit/miss analysis, (a) area and depth, (b) long diameter and depth, (c) short diameter and depth
Rys. 6. Wynik analizy hit/miss, (a) powierzchnia i głębokość, (b) długość osi wielkiej i głębokość, (c) długość osi małej i głębokość

The hit/miss data obtained in 2.3.1 was fitted by these functions using the least squares method (LSM) to minimise the sum of squared residuals shown as Equation (4).

$$r = 1/\mathrm{N} \times \sum_{j=1}^{\mathrm{N}} \left(p_j - POD(x_j, y_j)|\boldsymbol{\theta}\right)^2 \quad (4)$$

Here, N, p_j (=0 or 1), x_j, y_j (j = 1, 2, …, N) and $\boldsymbol{\theta}$ are the number of samples, hit/miss results, two flaw parameters and function parameters ($\boldsymbol{\theta} = (a, b, c, d)$ in the equations), respectively. Because these least squares are non-linear, the objective function was minimised by iterative methods, specifically the combination of simple Genetic Algorithm (GA) and Nelder-Mead Method. The objective function was defined as the least square shown in Equation (4) and minimised. Population size was set as 10000 and initial population was generated randomly. Chromosomes of individuals were defined as $\boldsymbol{\theta}$, combinations of four real values. Elites were selected as those who have the top 5% fitness values. Uniform crossover was applied to 80% of the rest of individuals in the population after excluding elites. Here, parents were selected by rank selection. Others were used to generate mutation children by Gaussian mutation. GA was stopped when generations reached the 10000th generation. This study used Optimization Toolbox and Global Optimisation Toolbox of MATLAB 2020a to implement the optimisation. Functions of "ga" and "fminsearch" were applied for GA and Nelder-Mead Method, respectively. Because the sample number is small [14,15], this study applied Extended Information Criteria (EIC) [16] calculated as (Eq. 5 -7) to choose a proper function to represent POD.

$$EIC = -2\ln\left(\mathrm{L}(\boldsymbol{X}|\hat{\boldsymbol{\theta}}_{LSM})\right) + 2b_{EIC} \quad (5)$$

$$b_{EIC} = 1/\mathrm{B} \times \sum_{i=1}^{\mathrm{B}} \left(\ln\left(L\left(\boldsymbol{X}_i^*\middle|\hat{\boldsymbol{\theta}}(\boldsymbol{X}_i^*)\right)\right) - \ln\left(L\left(\boldsymbol{X}\middle|\hat{\boldsymbol{\theta}}(\boldsymbol{X}_i^*)\right)\right)\right) \quad (6)$$

$$\ln\left(L(\boldsymbol{X}|\hat{\boldsymbol{\theta}}_{LSM})\right) = -\mathrm{N}/2(\ln(2\pi) + 1) - \mathrm{N}/2\ln(r_{LSM}/\mathrm{N}) \quad (7)$$

In the equations, L, b_{EIC}, $\boldsymbol{\theta}_{\mathrm{LSM}}$, X, B and r_{LSM} are likelihood function, the bias, function parameters estimated by LSM using original samples, the original samples, the number of bootstrap sampling and minimised least square using the original samples, respectively; $\boldsymbol{X}_i^*$ (i = 1,…, B) is the ith bootstrap sample and $\boldsymbol{\theta}_i(\boldsymbol{X}_i^*)$ represents function parameters estimated by LSM using the ith bootstrap samples. In this study, 500 bootstrap samples were generated to calculate EICs.

2.3.2.3 Generating 95% confidence bounds

This study calculated the POD's 95% confidence bounds in order to evaluate the uncertainty of the POD contours using the percentile bootstrap method [17,18]. The size of a grid for the bootstrap calculation is 0.001 mm and 0.1 mm^2 for depth and area, respectively. The number of bootstrap samples is 1,000.

3. Results

Figure 6 summarises the result of the hit/miss analysis. The figure confirms that it is not reasonable to characterise

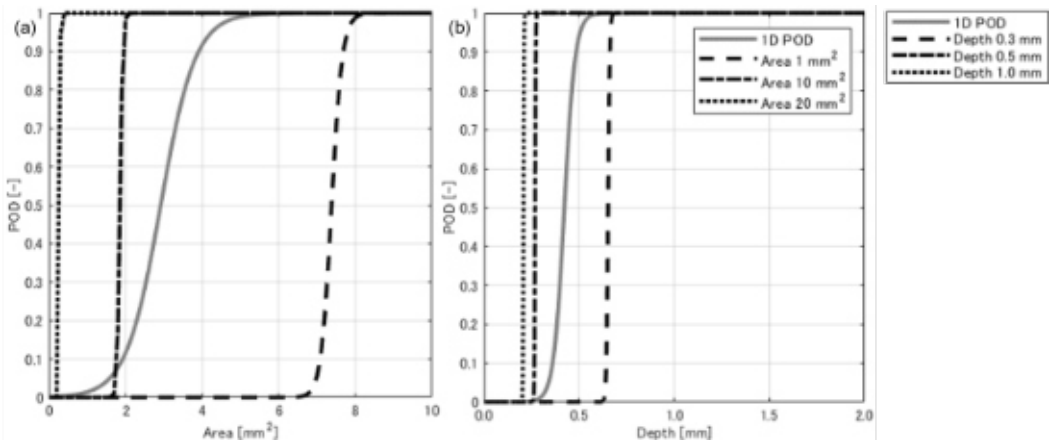


Fig. 7. Comparison between single parameter and multi-parameter POD curves, (a) Area, (b) Depth
Rys. 7. Porównanie jednoparametrowej a wieloparametrowej krzywej POD (a) Powierzchnia), (b) Głębokość

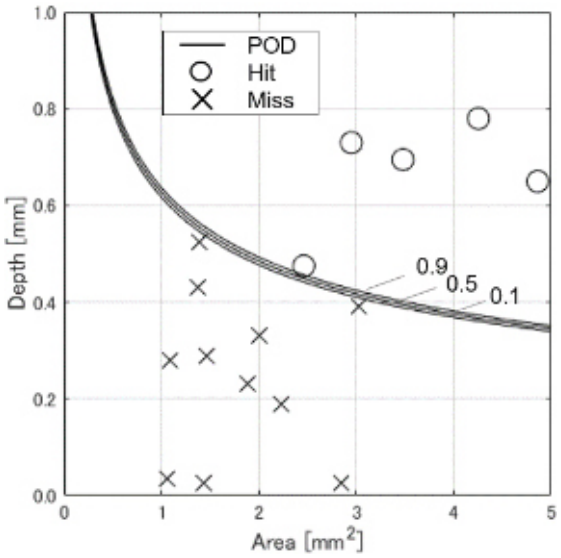


Fig. 8. POD contour with the result of hit/miss analysis.
Rys. 8. Kontur POD z rezultatami analizy hit/miss.

a pit using a single flaw parameter. The figure reveals that using either area, long or short diameter in addition to the depth does not lead to a significant difference in the hit/miss analysis. The most plausible reason for this is the strong correlation among the three parameters as shown in Table 1. Therefore, this study selected the combination of area and depth as an example. Using the area and the depth as the flaw parameters to characterise POD, the values of EIC of the functions shown in (Eq. 1 - 3) were calculated to be 2081, 447, and 403, respectively. Therefore, this study selected (Eq. 3) as the function for fitting to generate POD contours.

Figure 7 shows single parameter POD curves and multi-parameter POD curves with same area or depth of corrosion pits. Figure 7 (a) presented that the difference among multi-parameter POD curves as function of area with depth 0.1 mm and 0.3 mm and 1.0 mm were clearly different, which meant not only area but also depth of corrosion pits affect POD curves. Therefore, it was more reasonable to apply multi-parameter POD analysis in this study.

Figure 8 and 9 presents POD contours and their upper confidence bounds, respectively. By comparing among the contours of 0.1, 0.5 and 0.9 POD, it is indicated that the detection capability of ECT increases as both depth and area of corrosion pits increase. In addition, POD approaches 0 when either depth or area approaches 0 regardless of the extent of the other flaw parameter. These are consistent with the general characteristics of ECT. The POD's 95% confidence bounds are relatively narrow for a depth of under 1 mm and an area of under 10 mm^2 because there are a relatively large number of fabricated corrosion pits whose flaw parameters are within this range, as shown in Figure 5. In contrast, confidence bounds are wider when the flaw parameters are outside this range due to the insufficient number of pits. These indicate that more samples would be preferable for having more reliable POD, whereas the method proposed in this study would be reasonable.

4. Conclusion

This study proposed a hit/miss analysis-based POD model taking into consideration multiple flaw parameters and multiple signal features. The model was applied to the evaluation of the detection capability of ECT against corrosion pits on a stainless steel weld. A function to represent POD was selected based on EIC; confidence bounds were calculated by the bootstrap method. The constructed POD contours reasonably fit the experimental data, which demonstrated that the proposed method can evaluate the detection capability of ECT, even with some signals from a flaw under the low S/N ratio.

5. References

[1] MIL-HDBK-1823A, Department of defense, USA, 2009.
[2] A. P. Berens, "NDE Reliability Data Analysis", ASM Handbook, vol. 17, pp. 689 – 701, 1989.
[3] J. Kim, M. Le, J. Lee, " Eddy Current Testing and Evaluation of Far-Side Corrosion Around Rivet in Jet-Engine Intake of Aging Supersonic Aircraft", Journal of Nondestructive Evaluation, 33, pp. 471 – 480, 2014.
[4] M. R. Bato, A. Hor, A. Rautureau, C. Bes," Impact of human and environmental factors on the probability of detection during

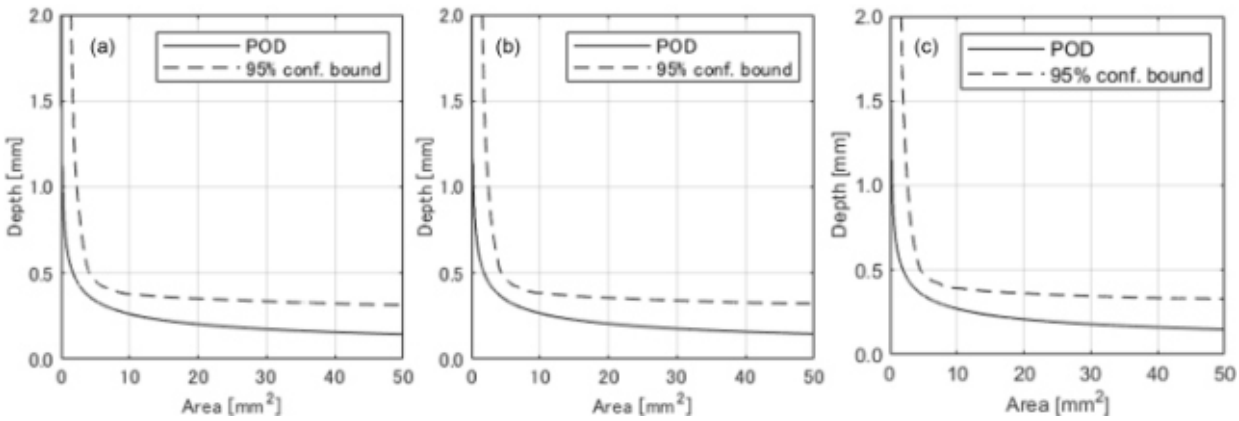


Fig. 9. POD with 95% confidence bounds (Area-Depth, Eq.3), (a) POD=0.1, (b) POD=0.5, (c) POD=0.9
Rys. 9. POD z 95% granicami ufności (Powierzchnia-Głębokość, równanie 3), (a) POD=0.1, (b) POD=0.5, (c) POD=0.9

NDT control by eddy currents", Measurement, 133, pp. 222 – 232, 2019

[5] J. Garza, H. Millwater, " Sensitivity of the probability of failure to probability of detection curve regions" International Journal of Pressure Vessel and Piping., 141, pp. 26 – 39, 2016.

[6] N. Yusa, H. Hashizume, T. Uchimoto, T. Takagi, K. Sato," Evaluation of the electromagnetic characteristics of type 316L stainless steel welds from the viewpoint of eddy current inspections", Journal of Nuclear Science and Technolgy, vol. 51, No. 1, pp. 127 – 132, 2014.

[7] N. Yusa, E. Machida, L. Janousek, M. Rebican, Z. Chen, K. Miya," Application of eddy current inversion technique to the sizing of defects in Inconel welds with rough surfaces", Nuclear Engineering and Design, 235, pp. 1469 – 1480, 2005.

[8] I. Virkkunen, T. Koskinen, S. Papula, T. Sarikka, H. Hänninen, " Comparison of â Versus a and Hit/Miss POD-Estimation Methods: A European Viewpoint", Journal of Nondestructive Evaluation, 38:39, pp. 2 – 13, 2019.

[9] M. Pavlovic, K. Takahashi, C. Müller," Probability of detection as a function of multiple influencing parameters", Insight, vol. 54, No. 11, pp. 606 – 611, 2012.

[10] N. Yusa and J. S. Knopp, " Evaluation of probability of detection (POD) studies with multiple explanatory variables", Journal of Nuclear Science and Technolgy, vol. 53, No. 4, pp. 574 – 579, 2016.

[11] N. Yusa, W. Chen, H. Hashizume, " Demonstration of probability of detection taking consideration of both the length and the depth of a flaw explicitly", NDT&E International, 81, pp. 1 –8, 2016.

[12] T. Tomizawa, H. Song, N. Yusa, " Probabilistic evaluation of detection capability of eddy current testing to inspect pitting on a stainless steel clad using multiple signal features", International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 64, pp. 47 – 55, 2020.

[13] K. Koyama, H. Hoshikawa, N. Taniyama," Investigation of Eddy Current Testing of Weld Zone by Uniform Eddy Current Probe", Proceeding of 15th WCNDT (AIPnD, Rome, 2000)

[14] W. Pan, " Bootstrapping Likelihood for Model Selection with Small Samples", Journal of Computational and Graphical Statistics, 8:4, pp. 687 – 698, 1999.

[15] B. Liquet, C. Sakarovitch, D. Commenges," Bootstrap Choice of Estimators in Parametric and Semiparametric Families: An Extension of EIC", Biometrics, 59, pp. 172 – 178, 2003.

[16] M. Ishiguro, Y. Sakamoto, G. Kitagawa,"BOOTSTRAPPING LOG LIKELIHOOD AND EIC, AN EXTENSION OF AIC", Annals of the Institute of Statistical Mathematics, vol. 49, No. 3, pp. 411 – 434, 1997.

[17] C. Baayen, P. Hougaard," Confidence bounds for nonlinear dose–response relationships", Statistics in Medicine, 34, pp. 3546 – 3562, 2015.

[18] J. S. Knopp, R. Grandhi, J. C. Aldrin, " Statistical Analysis of Eddy Current Data from Fastener Site Inspections", Journal of Nondestructive Evaluation, 32, pp. 44 – 50, 2013.

www.20thwcndt.com
www.wcndt2020.com

Exclusive Sponsor
OLYMPUS

Ministry of Science and ICT

Incheon Metropolitan City

20th WCNDT

20th WCNDT

20th World Conference on Non-Destructive Testing

Songdo Convensia, Incheon, Korea
May 30 (Mon) ~ June 3 (Fri), 2022

IMPORTANT DATES

Abstract Submission	31 October 2021
Notification of Acceptance of Abstract	30 November 2021
Submission of Camera-ready Abstract(Mandatory)	31 January 2022
Submission of Extended Abstract or Paper*(Optional)	31 January 2022
Registration and Payment of Presenting Author	31 January 2022
Preliminary Program	28 February 2022

*For the conference proceedings (NOT for the SCIE journal submission)

Contact Us

The Korean Society for Nondestructive Testing
KOFST Center Suite 903, 22-Teheran-ro 7-gil, Gangnam-gu, Seoul 06130, Korea
Phone: +82-2-6257-7568, Fax: +82-2-582-2743
E-mail: secretariat@wcndt2020.com
Website: www.20thwcndt.com / www.wcndt2020.com

ICNDT
The World Organisation for NDT

KSNT

WWW.ECNDT2023.ORG

CONTACT INFORMATION

AIM GROUP INTERNATIONAL – LISBON OFFICE
EMAIL ecndt2023@aimgroup.eu
TEL +351 21 324 50 62

EF NDT European Federation for Non-Destructive Testing
ESEND RELACRE
RELACRE
AIM GROUP INTERNATIONAL

Dariusz Pabian*
PGE GIEK SA Oddział Elektrownia Dolna Odra

Nowy sposób na przedstawienie drgań maszyn - Motion Amplification®

A new way to visualize vibrations - Motion Amplification®

STRESZCZENIE

Motion Amplification® to metoda przetwarzania wideo, która wykrywa najmniejszy ruch i wzmacnia ten ruch do poziomu widocznego gołym okiem. W procesie tym światło jest dekodowane w celu pozyskania informacji wskazującej na ruch, nawet jeśli jest on zbyt mały, aby kamera mogła go wykryć zwykłymi metodami. Proces obejmuje użycie kamery Iris M™. Jest to kamera wideo wysokiej rozdzielczości i wysokiego zakresu dynamiki, w której każdy piksel staje się niezależnym czujnikiem tworzącym miliony punktów danych w jednej chwili. Zasada działania systemu Iris M™ wraz z kluczowymi funkcjami zostanie wyjaśniona na podstawie studium przypadków, w których Iris M™ można wykorzystać np. w kwestiach strukturalnych, montażowych, rozruchowych oraz typowych uszkodzeń maszyn. Inne, często występujące przypadki użycia również zostaną omówione w dalszej części opracowania.

***Słowa kluczowe**: amplifikacja ruchu, pomiar wibracji, monitoring drgań, wibrodiagnostyka maszyn*

ABSTRACT

Motion Amplification® is a video-processing method that detects subtle motion and amplifies that motion to a level visible to the naked eye. The process decodes the light to pull out the information that is indicative of motion, even if it is too small for the camera to detect with normal methods. The process involves the use of the Iris M™ camera, a high definition and high dynamic range video camera where every pixel becomes an independent sensor creating millions of data points in an instant..

***Keywords**: Stainless steel; material fatigue; non-destructive testing*

1. Wstęp

System Iris M™ Motion Amplification® składa się z kamery Iris M™ zdolnej do pracy z prędkością 120 kl./s przy pełnej rozdzielczości klatki i 1300 kl./s oferującej górny zakres częstotliwości odpowiednio 60 Hz i 650 Hz. Kamera jest zasilana z laptopa, który wchodzi w skład zestawu pomiarowego i dzięki temu mamy możliwość akwizycji danych w dowolnym środowisku przemysłowym. Czasy analizy mającej na celu utworzenia filmu ze wzmocnieniem ruchu to w przybliżeniu 10–20 sekund. Dzięki zastosowaniu kamery Iris M™ możemy wyznaczyć wiele parametrów wspierających ocenę stanu urządzenia bądź struktury. Przykładem może być obliczenie przemieszczenia, które można wyznaczyć dla dowolnego miejsca na filmie, po prostu klikając i zaznaczając fragment na ekranie (ROI - Region of interest), na którym ma zostać określony żądany odczyt przemieszczenia. Przebiegi czasowe i widmo częstotliwości są mierzone dla wskazanej lokalizacji zarówno w kierunku osi *X*, jak i osi *Y*, patrząc zgodnie z kierunkiem ustawienia kamery. Oprogramowanie oferuje bardziej zaawansowane techniki, takie jak filtrowanie na podstawie częstotliwości. Użytkownik może korzystać z graficznego interfejsu użytkownika (GUI), gdzie na widmie częstotliwości uzyskanym z wideo może filtrować zarejestrowane przemieszczenia w celu uwidocznienia tylko interesujących operatora częstotliwości drgań obiektu. Iris M™ ma możliwość automatycznej stabilizacji wideo przemieszczenia w przypadku wibracji otoczenia, aby usunąć nadmierne wibracje.

2. Zakres stosowania

Wzmocnienie ruchu ma szeroki zakres zastosowań. Problemy z wibracjami, takie jak niewspółosiowość, niewyważenie i luzy, są częstymi problemami diagnozowanymi za pomocą Motion Amplification®. Inne problemy, takie jak pęknięcia strukturalne, rezonans i miękka stopa, można również łatwo zdiagnozować za pomocą technologii Motion Amplification®. Zastosowanie obejmuje: uszczelnienia mechaniczne, pomiary pras hydraulicznych oraz urządzeń zabezpieczonych transparentnym szkłem bądź pleksi do których nie mamy bezpośredniego dostępu.

Podstawowym pomiarem, jaki wykonuje Motion Amplification®, jest przemieszczenie. Z tego powodu Motion Amplification® doskonale nadaje się do zastosowań o niskiej i bardzo niskiej częstotliwości drgań. Przemieszczenie jest najbardziej wyraźne przy niskiej częstotliwości i maleje wraz ze wzrostem częstotliwości. Wzmocnienie ruchu uzupełnia tradycyjne techniki wibracyjne, które często wykorzystują akcelerometry jako czujnik gromadzenia danych. Akcelerometry są mniej czułe w przedziale niskich częstotliwości i często mają problemy z wykrywaniem błędów w części widma niskiej częstotliwości. Dzięki amplifikacji ruchu możemy zobaczyć przemieszczenia występujące od

*Autor korespondencyjny. E-mail: darek@sensor.pl

Published by „Badania Nieniszczące i Diagnostyka" Publishing Agenda of SIMP
DOI: 10.26357/BNID.2021.004

częstotliwości rzędu ułamków herców. Aplikacje pracujące z niską prędkością obejmują: piece, turbiny wiatrowe i rezonans niskiej częstotliwości.

Proces akwizycji należy rozpocząć od nagrania całego obiektu, aby uzyskać pełny obraz maszyny. Następnie skoncentrować się na zaobserwowanym problemie i przejść do obserwacji ruchu elementu, który stał się widoczny na nagraniu. Głębsza analiza w danym obszarze może wymagać zgromadzenia danych o szerszym zakresie częstotliwości lub ustawienia kamery pod innym kątem.

System jest również wykorzystywany w fazie projektowania i uruchamiania maszyn. Korzystanie z zestawu pomiarowego Iris M™, na tym etapie eksploatacji instalacji, pozwala użytkownikowi zobaczyć problemy, zanim staną się znaczące lub spowodują problemy wtórne. Rzeczywisty widok ewentualnej niesprawności pozwala zarówno inwestorowi, jak i producentowi OEM na obiektywny pogląd, w razie wystąpienia sytuacji spornych podczas instalacji. Zachowane nagranie zapewnia podstawowy zestaw danych, który uwidacznia zachowanie przedmiotu badań podczas jego pierwszego uruchomienia. Zarejestrowane nagranie można następnie wykorzystać jako punkt odniesienia, przy późniejszej diagnozie stanu maszyny czy instalacji.

Zestaw Iris M™ jest szczególnie przydatny podczas pierwszego uruchomienia instalacji na obiekcie. Za pomocą zestawu Iris M™ diagnosta może szybko przeanalizować stan rozległej instalacji. W jednym nagraniu, za pomocą systemu można wizualizować stan wielu silników lub dużych konstrukcji. Wyjątkową zaletą jest technologii amplifikacji ruchu, jest szybki pomiar podczas rutynowych przeglądów. Często użytkownicy wykorzystują możliwości systemu w ten sposób, aby przeanalizować stan swoich instalacji. Częstym efektem jest ujawnienie newralgicznych elementów, które poddawane są znacznym przemieszczeniom z powodu drgań, ale nie zostały zdiagnozowane, ponieważ te zasoby lub struktury nie są objęte programem monitorowania opartym na pomiarach w ścieżce lub nie są stale monitorowane.

3. Badanie struktur

Jednym ze sposobów wykorzystania technologii Motion Amplification® jest analiza strukturalna maszyn przemysłowych, takich jak silniki i pompy. Niewystarczająca sztywność ramy fundamentowej silnika to nagminny problemem obserwowany w zakładach produkcyjnych. Często struktury te się starzeją lub modernizuje się je niskim kosztem i bez fazy projektowania, aby zamontować na nich nowsze silniki. W innych przypadkach są instalowane pomimo, że nie są dedykowane do nowego typu silnika. Na domiar złego diagnozowanie podstaw montażowych lub problemów konstrukcyjnych jest z reguły kłopotliwe, a konstrukcje lub podpory same w sobie są rzadko, jeśli w ogóle, monitorowane. Metody oparte na pomiarach okresowych koncentrują się na maszynach wirnikowych i zwykle nie są nastawione na wykrywanie problemów strukturalnych, a jeśli takie zostaną wykryte, to są na ogół maskowane wśród wielu innych niesprawności, mających podobny obraz widma drgań. Jednoznaczne zidentyfikowanie problemu strukturalnego, jako podstawowej przyczyny, może być czasochłonne i trudne.

Badanie polegające na eksploatacyjnej analizie modalnej (ODS) może pomóc zdiagnozować problemy strukturalne, ale z reguły jest to czasochłonne i kosztowne. Badanie ODS w przypadku prostej kombinacji silnik-pompa może zająć pół dnia lub dłużej, w zależności od stopnia szczegółowości. Betonowe fundamenty mogą komplikować te wysiłki, ponieważ umieszczanie akcelerometrów w betonie jest w wielu przypadkach procesem uciążliwym. Mówiąc wprost, metody te nie są adekwatne z punktu widzenia kosztów i korzyści.

Dlatego też, coraz częściej wykorzystuje się technologię Motion Amplification® do identyfikowania problemów strukturalnych oraz projektowych. Szybkość, z jaką można wykonać analizę, sprawia, że jest to opłacalny sposób analizowania nawet najmniej znaczących aktywów w skali krytyczności lub maszyn, które powodują małe straty podczas nieplanowanych przestojów.

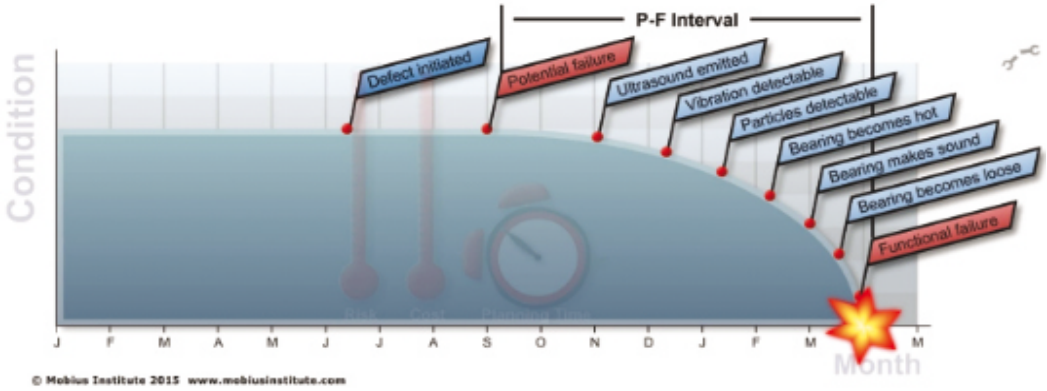
4. Wykrywanie wczesnych stadiów niesprawności

Wykorzystanie technologii Motion Amplification® do analizy stanu struktur, pozwala użytkownikowi końcowemu wykryć problem wcześniej, w kontekście krzywej potencjalnych uszkodzeń. Weźmy na przykład typowy proces rozwoju wady łożyska. W takim przypadku główną przyczyną jest problem strukturalny, wynikający z niewystarczającej sztywności podparcia silnika.

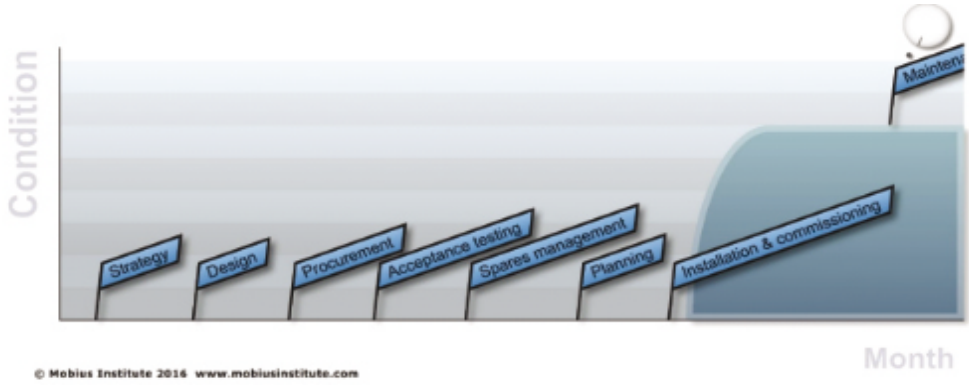
Ten stan może ulec pogorszeniu, jeśli wystąpi rezonans. Luzy mogą pojawiać się również z powodu niedokręconych śrub mocujących i pęknięć wynikających ze zmęczenia. Ostatecznie stan łożyska ulegnie pogorszeniu i może wystąpić poważna awaria. Niezauważenie problemu w odpowiednim czasie może mieć katastrofalny efekt, powodując zatrzymanie silnika i nieplanowane przestoje.

Ten scenariusz może się również powtórzyć, jak pokazano na rys. 1, za pomocą niebieskich odnośników. Rys 1. pokazuje typowy przedział P-F wady łożyska. Tutaj widzimy, że wada łożyska została zainicjowana znacznie wyżej na krzywej P-F i zaczyna być wykrywalna przez różne technologie na różnych etapach. Na przykład charakter drgań może pozwalać na detekcję uszkodzenia łożyska, jeśli silnik jest poddawany monitorowaniu drgań. Silnik może zostać wyłączony, a wada łożyska może zostać wyeliminowana, w ramach planowanego przeglądu. Silnik zostaje przywrócony do trybu pracy, a charakter drgań, wskazujący na uszkodzenie łożyska, może zostać wyeliminowany. Jednak podstawowa, pierwotna przyczyna niesprawności (problem strukturalny) nadal istnieje.

Wzmocnienie ruchu stało się narzędziem, które można wykorzystać jako uzupełnienie istniejących technologii monitorowania drgań. Problemy strukturalne, takie jak poprzednio szczegółowo opisane, są często trudne do zdiagnozowania. Eksploatacyjna analiza modalna jest metodą, którą można zastosować do zidentyfikowania problemów strukturalnych, ale jest ona kosztowna, czasochłonna i kłopotliwa. Wzmocnienie ruchu można wykorzystać do spojrzenia na całe instalacje, a w tym przypadku na silnik. Stan całej struktury jest obrazowany,



Rys. 1. Wykres krzywej P-F.
Fig. 1. P-F Curve chart.



Rys. 2. Wykres interwału zdarzeń występujących przed awarią.
Fig. 2. P-F interval pre-failure.

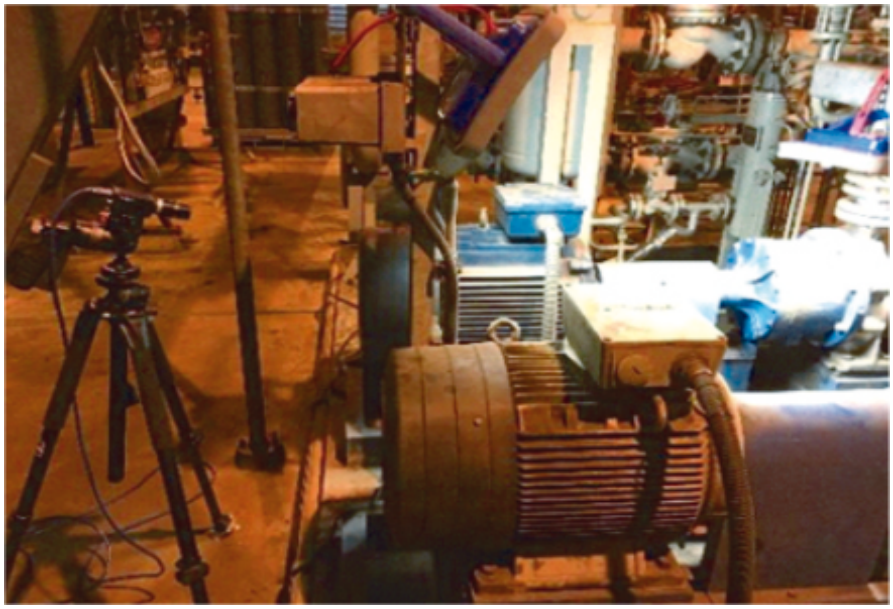
a ruch może być wzmacniany, często ujawniając podstawową wadę projektu konstrukcji, na przykład niewystarczające podparcie. Udokumentowano wiele przypadków eliminacji wad za pomocą zestawu Iris M™.

Rysunek 2. przedstawia wykres krzywej P-F. W tym przypadku daleko jesteśmy od wystąpienia wady łożyska. Motion Amplification® można stosować na bardzo wczesnych etapach takich jak projektowanie i instalacja, aby przeanalizować obiekt przed jego uruchomieniem. W tym przypadku nie dopuszczamy do powstania uszkodzeń łożysk, ponieważ przyczyny, które mogą prowadzić do ich uszkodzenia, takie jak wysoki poziom drgań wynikający z luzów bądź wad projektowych będą wyeliminowane przed dopuszczeniem do pracy. Oznaczałoby to nie tylko korzyść z oszczędności kosztów i czasu, ale także wyeliminowało wystąpienie pierwszego uszkodzenia łożyska. Tego rodzaju analiza za pomocą Motion Amplification™ może prowadzić do największych oszczędności.

5. Studium przypadków

Poniżej przedstawiono wykorzystanie technologii Motion Amplification® do diagnostyki problemów strukturalnych generatora w elektrowniach. Istnieją dwie (pracująca i rezerwowa) pompy chłodzące stojana (SCP), które są krytyczne dla każdego 500-megawatowego turbogeneratora elektrowni Loy Yang. Jeden z dwóch SCP dla turbogeneratora 1 ma długą historię. Ponad 10 lat, wysokich wibracji bocznych, czasami osiągających 20 mm/s RMS. Podjęto wiele prób rozwiązania tego problemu, których koszt wyniósł około 120 000 USD. Kwota nie uwzględnia szacowanego kosztu pracy diagnostów wynoszącego ponad 500 roboczogodzin i utraty przychodów z wytwarzania energii. Niektóre próby rozwiązania tego problemu obejmują: osiowanie, zgrzewanie punktowe ramy nośnej, usztywnienie orurowania, dopasowanie elastycznych mieszków do orurowania ssącego i tłocznego pompy, dwukrotna wymiana pompy, wymiana silnika, wymiana sprzęgła itp. Zlecono firmie Optical Motion Technologies (OMT) zastosowanie technologii RDI Motion Amplification® do rozwiązania problemu. Dotarcie do lokalizacji SCP w elektrowni, skonfigurowanie systemu akwizycji kamer wideo, a następnie zebranie dziewięciu filmów zajęło mniej niż godzinę.

Rysunek 3 pokazuje konfigurację kamery dla tego procesu. W ciągu godziny dokonano również analizy zebranych wyników. Proces polegał na zrobieniu szerokokątnych filmów dla „całej maszyny" oraz ich natychmiastowej analizie, a następnie opracowaniu filmów ustalających przyczyny problemu. Z filmów wideo MA jasno wynikało, że problemem była kulawa łapa między ramą bazową pompy, a profilem płyty fundamentowej. W rzeczywistości istniało odkształcenie ramy bazowej pompy. Podczas planowego postoju wykonano szereg spoin pachwinowych ramy bazowej



Rys. 3. Ustawienie kamery wzmacniającej ruch.
Fig. 3. Setting the camera to strengthen the movement.

pompy do profili płyty fundamentowej. Kiedy pompa została przywrócona do pracy, drgania poprzeczne oraz wibracje zostały zmniejszone o ponad 70 % i wynosiły teraz mniej niż 4,9 mm/s RMS. Rozwiązanie tego problemu zostało osiągnięte z minimalnym nakładem czasu oraz kosztów, dzięki zastosowaniu technologii Motion Amplification®.

6. Inne zastosowania

Podpory strukturalne to tylko jeden obszar, w którym stosuje się wzmocnienie ruchu w celu uzupełnienia istniejących lub tradycyjnych narzędzi predykcyjnego utrzymania ruchu. Innym obszarem, w którym technologia Motion Amplification® okazała się przydatna, jest instalacja rurowa. Rurociągi mogą być trudne do monitorowania z wielu powodów. Często orurowanie jest nieżelazne, co utrudnia przymocowanie czujników. Dotyczy to również rur owiniętych izolacją, wielokrotnie punkty pomiarowe wymagają rusztowania, aby uzyskać dostęp do optymalnych lokalizacji. Innym razem rurociąg tłoczy medium o wysokiej temperaturze, wymagającej wyspecjalizowanych czujników zaprojektowanych do pracy w wyższych temperaturach.

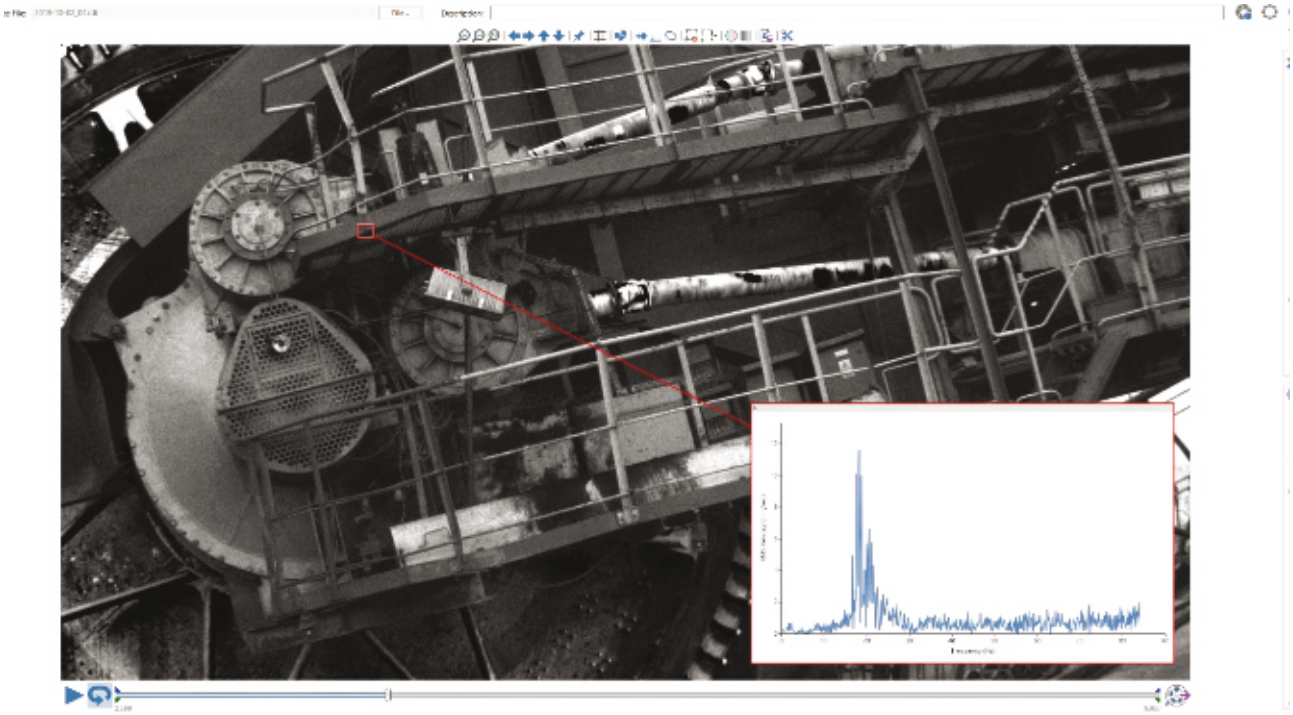
Wreszcie, rurociągi często znajdują się w rozległych sieciach, w których występuje wiele rur, co czyni je niedostępnymi, i pojawia się pytanie „od czego zacząć pomiary?". Wzmocnienie ruchu staje się idealnym narzędziem w tym scenariuszu. Analityk może po prostu nagrać sieć rur z dużej odległości, aby odizolować i uwidocznić obiekty wykazujące największą amplitudy przemieszczeń. Zazwyczaj problem można natychmiast dostrzec na wzmocnionym filmie. Iris M™ jest szczególnie przydatny, przy instalacjach rurowych o małych średnicach.

Rurociągi o małych średnicach tradycyjnie nie są mierzone, ale wibracje na rurach o małych przekrojach mogą prowadzić do zmęczenia materiału, co ostatecznie może doprowadzić do wycieków. Sama ilość rur o małych średnicach sprawia, że monitorowanie ich w całości jest uciążliwym zadaniem. Ponadto ogromna większość rur o małych średnicach nie wykazuje wibracji, które doprowadzą do zmęczenia. Mówiąc najprościej, to jest jak szukanie igły w stogu siana, dlatego nie jest monitorowane. Korzystanie z Iris M™ pozwala użytkownikowi skanować duże obszary i sprawnie zlokalizować rury o małych średnicach, które wykazują niepożądane drgania.

Szczególna przydatność technologii Motion Amplification® ujawnia się w analizowaniu wielkich struktur o skomplikowanej konstrukcji, jak koparki w kopalniach odkrywkowych. W takich przypadkach nie ma z reguły norm określających dopuszczalne przemieszczenia poszczególnych elementów konstrukcji i napędów. Wszelkie pomiary przypominają prace badawcze i próby doszukiwania się przyczyn konkretnych, powtarzających się problemów eksploatacyjnych.

Ogólny pogląd na większą cześć struktury, otrzymywany z kamery Iris M™ pozwala wyodrębnić rzeczywiście problematyczne elementy i współpracujące z nimi części maszyny, a także skupić się na miejscu występowania problemu. Maszyny te operują z niskimi prędkościami obrotowymi, a konstrukcje są rozległe – stąd częstotliwości rezonansowe są z reguły niskie i niezwykle trudne do prawidłowego zdiagnozowania przez akcelerometry. Filtracja częstotliwości w oprogramowaniu MotionAmplification® jest nieocenioną funkcjonalnością, która izoluje rzeczywisty problem od potencjalnych zakłóceń.

W górnictwie odkrywkowym nieprzerwana praca przenośników taśmowych decyduje o efektywności całego procesu wydobycia, a ich przekładnie napędowe, bębny zwrotne i napinające, działają w najtrudniejszych warunkach. Kontrola sprawności polegająca na pomiarach drgań akcelerometrami może być nieskuteczna, ze względu na ich ograniczoną czułość dla niskich częstotliwości i wysoki



Rys. 4. Oprogramowanie Motion Amplification®
Fig. 4. Motion Amplification® software.

poziom zakłóceń, przez co rozwój awarii może być przeoczony.

Pomiar temperatury opraw łożyskowych bywa wskaźnikiem zbyt późno informującym o poważnej degradacji łożyska. Nagrania maszyny przy pomocy zestawu Iris M™ (Rys. 4) pozwalają ocenić prawidłowość pracy zespołu wraz ze współpracującymi elementami i uchronić przed zniszczeniem taśmy przenośnika

7. Podsumowanie

Wzmacnianie ruchu ma szeroki zakres zastosowań, w tym profesjonalną analizę drgań oraz wykrywanie wad takich jak: niewyważenie, niewspółosiowość i luzy. Ponadto jest to narzędzie szczególnie przydatne do analizy i diagnozowania wad i problemów strukturalnych. Problemy strukturalne są często podstawowym źródłem awarii, który prowadzi do innych awarii, które są wykrywane na znacznie późniejszym etapie życia maszyn.

Często spotykamy się z korygowaniem usterki, a pierwotna przyczyna nadal pozostaje aktywna, prowadząc ostatecznie do kolejnych awarii. Iris M™ można wykorzystać do szybkiej i skutecznej identyfikacji problemów strukturalnych. Prowadzi to do wykrycia problemów na etapie projektowania i instalacji, zanim mogą one spowodować kolejne niesprawności i zanim nastąpi wtórna awaria.

Technologia ta zapewnia możliwość obrazowania i analizowania ruchu konstrukcji, gdy tradycyjne techniki pomiarowe byłyby trudne w użyciu

Artykuł informacyjno - promocyjny

Jarosław Gębka*
STOWARZYSZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH, Zarząd Główny 00-050 Warszawa, ul. Świętokrzyska 14a

Uprawnienia energetyczne

1. Uprawnienia energetyczne – co to jest?

Uprawnienia energetyczne - ogólnie przyjęte określenie to nic innego jak **świadectwo kwalifikacyjne** wydawane osobom, które eksploatują całą grupę urządzeń, instalacji i sieci stosowanych w branży energetycznej.

Często potocznie uprawnienia te są nazywane uprawnieniami SEP'owskimi, ale nie jest to poprawne określenie.

Świadectwo Kwalifikacyjne jest jedynym **dokumentem zezwalającym** na wykonywanie prac związanych z **eksploatacją i dozorem urządzeń energetycznych**. Dopuszczenie pracownika nieposiadającego takich uprawnień lub wydanie polecenia wykonywania pracy przy urządzeniach energetycznych, przy których wymagane jest posiadanie świadectwa, jest naruszeniem przepisów ustaw: kodeksu pracy, prawa energetycznego oraz wydanych na ich podstawie rozporządzeń i zarządzeń i podlega sankcjom karnym.

Wymóg posiadania uprawnień energetycznych wynika z ustawy Prawo energetyczne, z dnia 10 kwietnia 1997 r. Między innymi artykuł 54 ust 1 tej ustawy podaje wprost: *Osoby zajmujące się eksploatacją sieci oraz urządzeń i instalacji obowiązane są posiadać kwalifikacje potwierdzone świadectwem wydanym przez komisje kwalifikacyjne*.

2. Dla jakich urządzeń potrzebne jest uprawnienie energetyczne?

Na podstawie ustawy Prawo energetyczne, Minister Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej wydał rozporządzenie w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci.

Rozporządzenie to jest aktem normatywnym będącym jednym ze źródeł prawa powszechnie obowiązującego w branży energetycznej. Określa ono miedzy innymi rodzaje prac, stanowisk oraz urządzeń, instalacji i sieci energetycznych, przy których eksploatacji jest wymagane posiadanie kwalifikacji potwierdzonych uprawnieniami energetycznymi w postaci świadectw kwalifikacyjnych.

Urządzenia, instalacje i sieci energetyczne, przy eksploatacji których wymagane jest posiadanie uprawnień energetycznych zostały podzielone na trzy grupy:

Grupa 1 – to tzw. grupa „elektryczna". Osoby posiadające uprawnienia energetyczne w grupie 1 mogą eksploatować urządzenia, instalacje i sieci elektroenergetyczne wytwarzające, przetwarzające, przesyłające i zużywające **energię elektryczną**.

Grupa 2 – to tzw. grupa „cieplna". Osoby posiadające uprawnienia energetyczne w grupie 2 mogą eksploatować urządzenia wytwarzające, przetwarzające, przesyłające i zużywające **ciepło oraz inne urządzenia energetyczne**.

Grupa 3 – to tzw. grupa „gazowa". Osoby posiadające uprawnienia energetyczne w grupie 3 mogą eksploatować urządzenia, instalacje i sieci gazowe wytwarzające, przetwarzające, przesyłające, magazynujące i zużywające **paliwa gazowe**.

Pełny wykaz rodzajów urządzeń, instalacji i sieci, przy których eksploatacji jest wymagane posiadanie kwalifikacji potwierdzonych świadectwem kwalifikacyjnym został zamieszczony w załączniku nr 1 do rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci (Dz. U. Nr 89, poz. 828; zm.: Dz. U. z 2003 r. Nr 129, poz. 1184, z 2005 r. Nr 141, poz. 1189).

3. Rodzaje uprawnień energetycznych

Wyróżniamy dwa rodzaje uprawnień energetycznych ze względu na stanowisko:

- stanowisko eksploatacji.
- stanowisko dozoru.

Eksploatacja - dotyczy to stanowisk osób **wykonujących prace** w zakresie obsługi, konserwacji, remontów, montażu i kontrolno-pomiarowym.

Dozór - jest to określenie stanowisk osób **kierujących czynnościami pracowników** wykonujących prace w zakresie obsługi, konserwacji, remontów, montażu i kontrolno-pomiarowym oraz stanowiska pracowników technicznych sprawujących nadzór nad eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci.

4. Czy „w domu" jest potrzebne świadectwo kwalifikacyjne?

W gospodarstwach domowych powszechnie używane są urządzenia czy instalacje elektryczne, cieplne lub gazowe. Nasuwa się więc pytanie: dlaczego w zakładzie pracy przy takim samym lub podobnym urządzeniu jak w domu wymaga się ode mnie posiadania świadectwa kwalifikacyjnego, a w domu nie?

Odpowiedzi na to pytanie należy szukać w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach

*Autor korespondencyjny. E-mail: simp@simp.pl

energetycznych. Zgodnie z §3 przywołanego rozporządzenia jego przepisów nie stosuje się do prac wykonywanych przy urządzeniach energetycznych powszechnego użytku, a poprzez urządzenia powszechnego użytku rozumie się urządzenia przeznaczone na indywidualne potrzeby ludności lub używane w gospodarstwach domowych.

5. Kto może się ubiegać o uprawnienia energetyczne?

O otrzymanie świadectwa kwalifikacyjnego może ubiegać się osoba, która ukończyła 18 lat. Od poziomu wiedzy i doświadczenia osoby starającej się o świadectwo kwalifikacyjne zależy, jaki zakres uprawnień otrzyma.

6. Czy uprawnienia energetyczne są wydawane bezterminowo?

Nie. Uprawnienia energetyczne trzeba odnawiać do 5 lat. Ciągły rozwój techniczny również w kwestii energetyki wymaga aby systematycznie odświeżać swoją wiedzę. Najważniejszym jest przecież żeby bezpiecznie wykonywać swoją pracę.

7. Jaka jest procedura uzyskania uprawnień energetycznych

Aby uzyskać uprawnienia energetyczne należy złożyć wniosek do komisji kwalifikacyjnej uprawnionej (w zakresie, o który się ubiegamy) do przeprowadzenia egzaminu sprawdzającego.

Przed egzaminem zawsze warto odświeżyć i uzupełnić swoją wiedzę przechodząc szkolenie przypominające wiedzę w zakresie o który się kandydat ubiega.

Egzamin kwalifikacyjny jest przeprowadzany w formie ustnej. Podczas egzaminu zespół egzaminacyjny wyznaczony przez komisję, sprawdzi wiedzę wymaganą do pracy na stanowiskach eksploatacji albo dozoru w zakresie obsługi, konserwacji, remontów, montażu, kontrolno-pomiarowym dla określonych urządzeń, instalacji i sieci.

Na podstawie pozytywnego wyniku egzaminu komisja kwalifikacyjna wydaje świadectwo kwalifikacyjne. Świadectwo uprawnia do zajmowania się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci na stanowisku dozoru albo eksploatacji w określonym zakresie i dla określonych urządzeń.

8. Ile kosztuje egzamin kwalifikacyjny?

Za sprawdzenie kwalifikacji pobierana jest opłata w wysokości **10% minimalnego wynagrodzenia** za pracę pracowników, obowiązującego w dniu złożenia wniosku. W 2021 roku jest to 280 zł.

9. Gdzie można zdać egzamin kwalifikacyjny?

Najczęściej komisje kwalifikacyjne powoływane są przy stowarzyszeniach naukowo-technicznych. Przy Stowarzyszeniu Inżynierów i Techników Mechaników Polskich (SIMP) działa ponad 30 Energetycznych Komisji Kwalifikacyjnych powołanych przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki. Pełen wykaz Komisji wraz z kontaktami do nich znajduje się na stronie http://ekk.simp.pl.

Opracowanie
Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich
00-050 Warszawa, ul. Świętokrzyska 14a
tel. +48 22 827-17-68
https://ekk.simp.pl, e-mail: simp@simp.pl

INFORMATOR PTBNiDT SIMP

Bogusław Olech
Prezes PTBNiDT SIMP o. w Szczecinie

75-lecie Oddziału SIMP w Szczecinie

Oddział Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich w Szczecinie powstał w zrujnowanym mieście już w roku 1946. Rok 2021 jest rokiem obchodów Jubileuszu 75 lat działalności. Główne uroczystości miały miejsce w dniu 18 września 2021 w Centrum Kultury Euroregionu Stara Rzeźnia.

Stara Rzeźnia to dawny miejski zakład rzeźniczy, działający w Szczecinie już przed wojną na odrzańskiej wyspie Łasztownia, stanowiącej w okresie powojennym obszar Portu w Szczecinie. Zachowany historyczny budynek powstał w latach 1888–1898.

W Gali Jubileuszowej udział wzięli Kolega Włodzimierz Fleischer wiceprezes Zarządu Głównego SIMP , Prezes Zarządu Oddziału SIMP w Gorzowie Wlkp, Prezes Zarządu Polskiego Towarzystwa Badań Nieniszczących i Diagnostyki Technicznej SIMP Kolega Tomasz Chady i Prezes Zarządu SIMP w Szczecinie Zbigniew Neumann.

Podczas Uroczystości Kolega Włodzimierz Fleischer udekorował odznaczeniami honorowymi NOT i SIMP nadanymi przez Władze Naczelne tych Organizacji, liczną grupę Kolegów, a w tym również z Polskiego Towarzystwa Badań Nieniszczących i Diagnostyki Technicznej SIMP z Oddziału w Szczecinie.

- Odznakę Zasłużony Senior SIMP otrzymał Kolega Walenty Jasiński,
- Złotą Honorową Odznaką SIMP wyróżnieni zostali; Tomasz Chady i Rafał Syc,
- Srebrną Honorową Odznakę SIMP otrzymali Piotr Bielawski i Grzegorz Psuj,
- Brązowa Honorowa Odznaka SIMP otrzymał Przemysław Łopato,
- Złotą Odznakę Honorową NOT otrzymał piszący te słowa Bogusław Olech.

Dyplomy Jubileuszowe SIMP otrzymali:

- z okazji 45-lecia Pracy Stowarzyszeniowej: Koledzy Walenty Jasiński, Stanisław Krasicki i Bogusław Olech,
- z okazji 40-lecia Pracy Stowarzyszeniowej: Koledzy Ryszard Pakos, Bogdan Piekarczyk i Ryszard Świderski,
- z okazji 35-lecia Pracy Stowarzyszeniowej: Kolega Wawrzyniec Sochacki,,
- z okazji 30-lecia Pracy Stowarzyszeniowej: Kolega Antoni Ligus,
- z okazji 25-lecia Pracy Stowarzyszeniowej: Kolega Jerzy Kaszyński.

W trakcie Uroczystości Prezes Zarządu PTBNiDT SIMP Tomasz Chady wręczył najwyższe wyróżnienie przyznawane w PTBNiDT SIMP, nadawane przez Kapitułę, medal im. Profesora Zdzisława Pawłowskiego za wybitny wkład w rozwój badań nieniszczących, przyznany w roku 2021 Firmie PUH TEST Ryszard Bartz z Gorzowa Wlkp. Medal wraz z dyplomem odebrał Kolega Ryszard Bartz.

Wszystkim wyróżnionym składamy gratulacje z nadzieją na dalszy Wasz aktywny udział w działalności PTBNiDT SIMP.

INFORMATOR PTBNiDT SIMP

Bogusław Olech
Prezes PTBNiDT SIMP o. w Szczecinie

Przedsiębiorstwo Usługowo Handlowe „TEST" Ryszard Bartz wyróżnione Medalem im. Prof. Zdzisława Pawłowskiego

Polskie Towarzystwo Badań Nieniszczących i Diagnostyki Technicznej SIMP

PTBNiDT

Akt Nadania

Przedsiębiorstwo Usługowo - Handlowe "TEST" Ryszard Bartz

Medal imienia Profesora Zdzisława Pawłowskiego

Przedsiębiorstwo Usługowo Handlowe „TEST" Ryszard Bartz swoją działalność prowadzi od 1993 r. Zakres działalności to usługi badawcze, realizowane przez Laboratorium Badań Materiałowych, wykonujące badania nieniszczące: VT, PT, MT, RT, UT oraz badania mechaniczne tj. badania wytrzymałości na rozciąganie, zginanie, udarność KV, twardość HV materiałów hutniczych, połączeń spawanych oraz tworzyw sztucznych. Badania prowadzone są zarówno stacjonarnie w laboratorium jak również na obiektach u klienta. Laboratorium obsługuje klientów z rejonu północno - zachodniej części Polski. Wykonywane badania dotyczą gównie potwierdzenia jakości prac spawalniczych konstrukcji stalowych, rurociągów, próbek egzaminacyjnych i złączy próbnych związanych z kwalifikowaniem technologii spawania.

PUH „TEST" uczestniczy w pracach badania biegłości i badaniach porównawczych prowadzonych przez Sekcję Badań Materiałowych Klubu Polskich Laboratoriów Badawczych POLLAB przy Polskim Centrum Akredytacji.

Potwierdzeniem kompetencji wykonywanych usług badawczych są uznania towarzystw kwalifikacyjnych UDT, TDT, TÜV Rheinland, PRS, BV, DNV.

Za osiągnięcia w zakresie prowadzonych prac Laboratorium zostało nagrodzone przez Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii oraz Urząd Dozoru Technicznego w roku 2019 tytułem Lidera Bezpieczeństwa Technicznego.

Firmą zarządza mgr Ryszard Bartz, absolwent (1976) wydz. Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu.W roku 1989, ukończył on też Studia Podyplomowe prowadzone w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Opolu „Nieniszczące metody badań materiałów". Mgr Ryszard Bartz posiada tytuł Rzeczoznawcy SIMP w zakresie specjalności 202 – wytrzymałość i badanie materiałów. W latach 1977 – 2000 pełnił funkcję Kierownika Laboratorium Badań Nieniszczących w Zakładach Mechanicznych „Gorzów – URSUS" w Gorzowie Wlkp.

Personel Firmy posiada certyfikaty kompetencji 3 i 2 stopnia wg EN 9712 w metodach badań RT, UT, MT, PT, VT, oraz wymagane zaświadczenia kompetencji w zakresie badan mechanicznych. Pracownicy firmy uczestniczą w wielu konferencjach i spotkaniach branżowych, są członkami PTBNiDT SIMP o. w Szczecinie, biorą czynny udział w posiedzeniach Towarzystwa w Szczecinie. Przygotowali i wygłosili podczas posiedzeń 5 wykładów, a także zorganizowali seminarium w Gorzowskim Ośrodku Technologicznym.

PUH „TEST" jest współorganizatorem i sponsorem Międzynarodowej Konferencji „ Laboratoria Badawcze, Systemy Jakości w Unii Europejskiej" (10 edycji w latach 2001-2018), a także 37., 42., 45., 47., i 49. Krajowej Konferencji Badań Nieniszczących. Podczas tych konferencji kol. Ryszard Bartz każdorazowo pełnił funkcję Komisarza wystawy

Pracownicy Firmy wspomagają działania organizacyjne podczas przygotowań i w trakcie konferencji, uczestnicząc w pracach Komitetu Organizacyjnego.

Ryszard Bartz jest członkiem SIMP od 1978 r., a od dwóch kadencji (2014 – 2022) – Wiceprezesem Zarządu Oddziału PTBNiDT SIMP o. w Szczecinie. Równocześnie pełni funkcję Wiceprezesa Zarządu Oddziału SIMP w Gorzowie Wlkp. Za swoją działalność odznaczony był brązową, srebrną i złotą Honorową Odznaką SIMP a także Odznaką SIMP im. Henryka Mierzejewskiego. Od 2018 r. kol. Ryszard Bartz jest Honorowym Członkiem SIMP.

Informacje dla Autorów i Czytelników

PROFIL CZASOPISMA

Kwartalnik „Badania Nieniszczące i Diagnostyka" jest czasopismem naukowo-technicznym Wydawanym przez Stowarzyszenie Inżynierów Mechaników Polskich w Warszawie we współpracy z Towarzystwem Badań Nieniszczących.

Odbiorcami czasopisma są specjaliści, ośrodki naukowe, dydaktyczne i organizacje gospodarcze zainteresowane problematyką określoną w tytule czasopisma. Czasopismo jest wysyłane również do ważnych ośrodków zagranicznych zainteresowanych tą tematyką.

Czasopismo wydawane jest w języku polskim i jest dostępne głównie w wersji elektronicznej w internecie (do roku 2020 ukazywało się również w wersji drukowanej). Artykuły publikowane w języku polskim mają dodatkowo streszczenia oraz opisy rysunków i tabel w języku angielskim. Wybrane artykuły naukowe publikowane są w języku angielskim.

W czasopiśmie „Badania Nieniszczące i Diagnostyka" są publikowane oryginalne komunikaty i artykuły dotyczące:

- metodologii badań,
- certyfikacji w badaniach,
- charakterystyki urządzeń, sprzętu, materiałów i systemów w badaniach nieniszczących,
- diagnostyki,
- szkoleń, przepisów i normalizacji,
- praktyki badań w przemyśle i poradnictwa technicznego,
- wydarzeń, karier zawodowych specjalistów i ich doświadczeń zawodowych.

WSKAZÓWKI DLA AUTORÓW

Objętość artykułu powinna wynosić do 10 stron, a komunikatu 1 ÷ 4 stron wydruku komputerowego na arkuszu formatu A4 bez tabulatorów i wcięć, czcionka Times New Roman 12, marginesy górny, dolny, lewy i prawy - 2,5 cm.

Rysunki i tablice z ich tytułami winny być umieszczane w tekście. Rysunki, wykresy i fotografie należy nazywać rysunkami (np. Rys. 1), a tablice (np. Tab. 3) i numerować cyframi arabskimi.

Opisy znajdujące się na rysunkach oraz grubość linii powinny mieć wielkość umożliwiającą zmniejszenie rysunku do 30%. Maksymalna szerokość rysunku jednoszpaltowego wynosi 8,5 cm, natomiast dwuszpaltowego 17,5 cm.

Rysunki wykonane komputerowo winny być w oddzielnych plikach w formacie JPEG min. 300 DPI.

Jednostki - układ SI.

Artykuł powinien zwierać:

- informacje o autorach: stopnie naukowe lub zawodowe, instytucja i zdjęcia (w osobnym pliku);
- imię i nazwisko;
- tytuł artykułu;
- streszczenie (do 0,5 strony) z informacją dotyczącą problematyki artykułu, metodyki badań, obliczeń lub analizy problemu oraz wyniku końcowego;
- tekst wraz z podziałem na zatytułowane rozdziały;
- wnioski końcowe;
- wykaz literatury; pozycje literatury numerowane cyframi arabskimi w kwadratowych nawiasach i w kolejności cytowanej w tekście.

Artykuły w formie pliku Word należy przysłać na adres e-mail: wydawnictwo@ptbnidt.pl wraz z wypełnionym drukiem „Zgłoszenie publikacji" dostępnym na naszej stronie www: www.bnid.pl.

OGŁOSZENIA I ARTYKUŁY PROMOCYJNE

Ogłoszenia i artykuły promocyjne w kwartalniku "Badania Nieniszczące i Diagnostyka" – czasopiśmie ogólnopolskim dostępnym w formie drukowanej (do 2020r.) i elektronicznej na naszej stronie internetowej docierają do szerokiej grupy specjalistów.

W czasopiśmie zamieszczane są kolorowe i czarno-białe: ogłoszenia reklamowe na okładkach lub wewnątrz numeru oraz wrzutki dostarczane przez zleceniodawcę; artykuły techniczno-informacyjne jak również informacje o wydarzeniach oraz imprezach naukowo-technicznych. Cennik i forma ogłoszeń dostępne są na naszej stronie www: www.bnid.pl.

PRENUMERATA

Prenumerata realizowana jest przez Redakcję. Kontakt i zamówienia pod adresem mailowym: wydawnictwo@bnid.pl.