

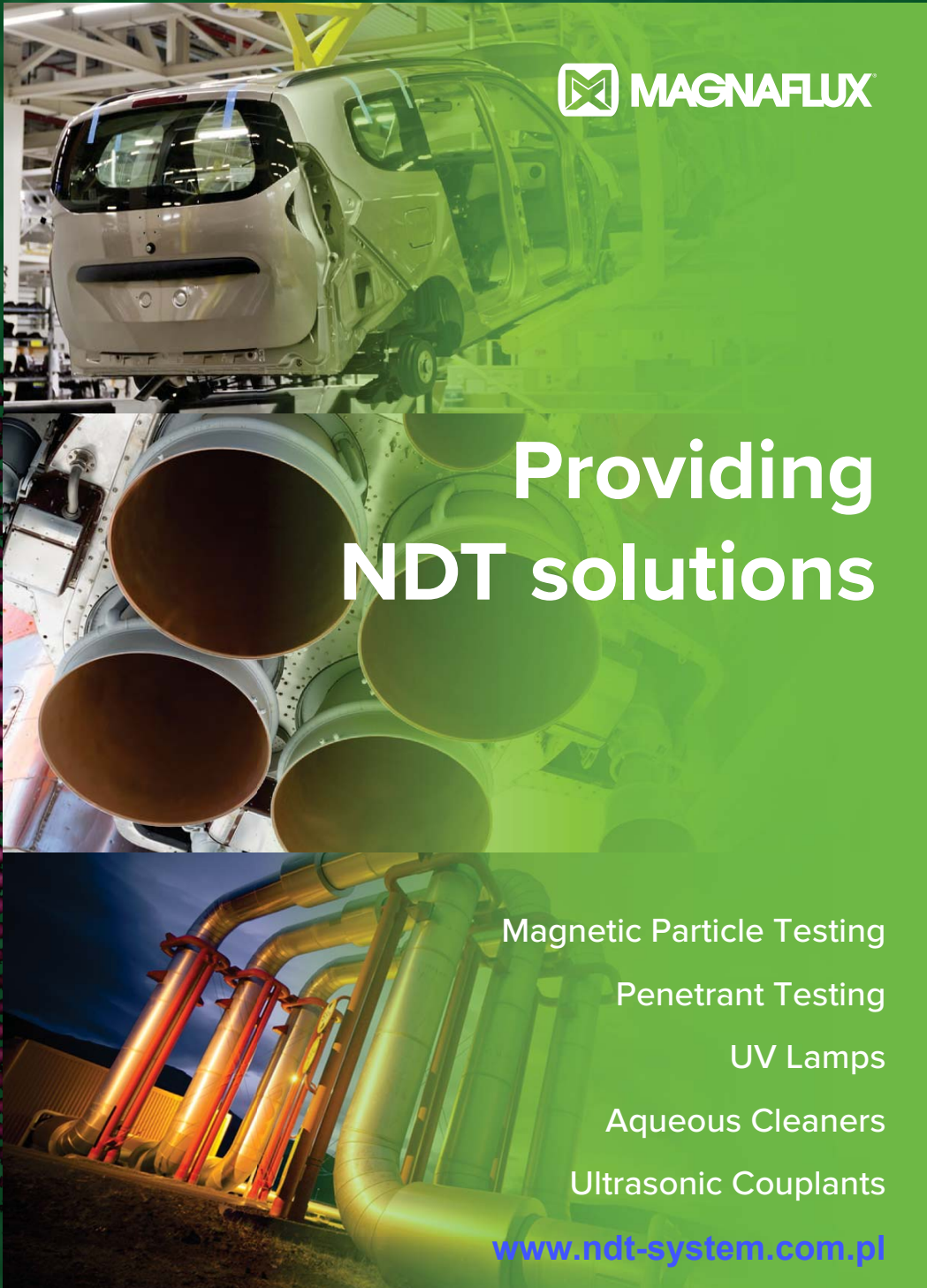
Badania Nieniszczące 1 - 4 / 2023 i Diagnostyka


Kwartalnik Naukowo-Techniczny

Nondestructive Testing and Diagnostics

50. KKBN

www.kkbn.pl



 **MAGNAFLUX**

Providing NDT solutions

- Magnetic Particle Testing
- Penetrant Testing
- UV Lamps
- Aqueous Cleaners
- Ultrasonic Couplants

www.ndt-system.com.pl

DXR75P-HR

Mały system obrazowania o najwyższej rozdzielczości do krytycznych zastosowań

Detektor DXR75P-HR daje wysoką rozdzielczość pikseli 75 μm , wymaganą do rozróżnienia drobnych szczegółów w krytycznych zastosowaniach. Detektor obejmuje kontrolę spoin klasy B według ISO 17636-2, dając precyzyjne obrazy spełniające najostrejsze wymagania.



Dzięki małej szerokości detektor jest idealny do tworzenia obrazów w sytuacjach o ograniczonej swobodzie ustawienia.

DXR75P-HR jest odpowiedni do zastosowań krytycznych, takich jak (ale bez ograniczenia):

- **kontrola spoin w przemyśle naftowym i gazowym oraz w energetyce i lotnictwie:**
 - rurociągi transportowe
 - złożone konstrukcje (odcinki rurociągu)
 - rury kotłowe
 - przewody paliwowe
 - rury ciśnieniowe
 - zbiorniki ciśnieniowe i magazynowe
- **kontrola spoin w okrętownictwie**

DXR140P-HE

Duży system obrazowania o wysokim kontraście do radiografii o wysokiej energii

DXR140P-HE jest idealnym przenośnym detektorem przeznaczonym do zastosowań o wysokiej energii (izotopowych). Optymalne wewnętrzne ekranowanie zapobiega promieniowaniu rozproszonemu o niskiej energii, ujemnie wpływającemu na jakość obrazu i żywotność elektroniki.



Detektor DXR140P-HE może być stosowany z izotopami i promieniowaniem RTG o wysokiej energii (powyżej 450 kV), jest odpowiedni do ogólnych zastosowań radiograficznych, takich jak (ale bez ograniczenia):

- **kontrola eksploatacyjna w przemyśle naftowym i gazowym oraz w energetyce:**
 - badanie korozji pod izolacją
 - pozycjonowanie zaworów
 - pomiar grubości ścianki
 - badanie podpór rurociągów
 - rury kotłowe
- **kontrola odlewów**
- **konserwacja, naprawa i przeglądy w lotnictwie**
- **przemysł zbrojeniowy i bezpieczeństwo**
- **kontrola konstrukcji:**
 - beton, mosty, podpory, ...
- **nauka, sztuka i archeologia**
- **kontrola linii energetycznych, kontrola GIS**



Badania Nieniszczące i Diagnostyka
Agenda Wydawnicza SIMP
ul. Sabaly 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

CZŁONKOWIE REDAKCJI / MEMBERS OF THE BOARD
Jacek Grochowalski
Ryszard Łukaszk

REDAKTORZY DZIAŁOWI / SECTION EDITORS

METODOLOGIA BADAŃ / RESEARCH METHODOLOGY
Sławomir Mackiewicz, Marek Śliwowski

CERTYFIKACJA W BADANIACH / CERTIFICATION IN RESEARCH
Bogdan Piekarczyk

URZĄDZENIA I SYSTEMY BADAŃ
/ EQUIPMENT AND SYSTEMS FOR RESEARCH
Grzegorz Jezierski, Marek Lipnicki

PRAKTYKA PRZEMYSŁOWA BADAŃ
/ PRACTICE OF INDUSTRIAL RESEARCH
Krzysztof Dragan, Darek Wojdała

DIAGNOSTYKA / DIAGNOSTICS
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 Hoła, *Politechnika Wroclawska, Polska*

Prof. Jolanta Janczak-Rusch, *Empa, Switzerland*

Mgr Ryszard Jawor, *Ryszard Jawor Usługi NDT, Polska*

Dr Grzegorz Jezierski, *Politechnika Opolska, Polska*

Inż. Sławomir Józwiak, *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. Zinovy 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, *Instituto Superior Técnico, Portugal*

Prof. Maria Helena Robert, *University of Campinas, Brasil*

Dr hab. Maciej Roskosz, *Politechnika Śląska, Polska*

Prof. Krzysztof Schabowicz, *Politechnika Wroclawska, Polska*

Prof. Valentin R. Skalsky, *National Academy of Science of Ukraine, Ukraine*

Prof. Jacek Stania, *Łukasiewicz – Górnosłaski Instytut Technologiczny, Polska*

Prof. Jacek Szelażek, *IPPT PAN, 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*

Badania Nieniszczące i Diagnostyka

Nondestructive Testing and Diagnostics

NR 1-4/2023

ISSN 2451-4462 (ONLINE: 2543-7755)

VOLUMEN 8

SPIS TREŚCI

Adam Kondej, Dominik Kukla

Nieniszcząca ocena grubości przypowierzchniowej warstwy azotków w technicznych stopach żelaza metodą prądów wirowych* 12

Tomasz Katz

Modelowanie wykrywania wad kontaktowozmęczeniowych w szynach kolejowych metodą ultradźwiękową* 17

Piotr Bielawski

Diagnozowanie potencjału eksploatacyjnego zespołu maszyn* 25

Tomasz Gorzelańczyk, Krzysztof Schabowicz

Przegląd nowoczesnych metod nieniszczących wykorzystywanych do badania płyt włóknisto-cementowych* 30

Alireza Akhlaghi

Porosity measurement in CFRP* 37

Jerzy Kaszyński

Problematyka badań nieniszczących w budownictwie na krajowych konferencjach KKBN - przeżyjmy to jeszcze raz 40

Maciej Martyna, Roman Martyna

Możliwości i ograniczenia magnetycznej metody MRT badania stanu technicznego lin stalowych w czasie ich eksploatacji na urządzeniach dźwignicowych* 48

Mateusz Cybulski, Marek Lipnicki, Krzysztof Mroczek, Rafał Obląkowski

Badania ultradźwiękowe Phased Array złączów choinkowych stopiek łopat stopni L-0 po stronie turbiny i generatora w elektrowni jądrowej w Szwecji* 56

Bartosz Hyla, Michał Sobczak, Jakub Roemer

Badania nieniszczące materiałów kompozytowych metodą termografii laserowej* 62

Mateusz Napiórkowski, Mariusz Szóstak, Krzysztof Schabowicz

Nieniszczące, wizualne metody badań wykorzystujące wirtualną rzeczywistość w budownictwie – stan wiedzy* 67

Mateusz Wróbel, Maciej Szwed

Fitness for service dla urządzeń ciśnieniowych – doświadczenia UDT* 72

Maciej Szwed, Tomasz Jakubowski, Michał Targoński

Detekcja pęcherzy wodorowych metodami ultradźwiękowymi TOFD, TULA i Phased Array* 80

Karol Kaczmarek

Wymagania normy PN-EN ISO 9712 dla egzaminu praktycznego w sektorach przemysłowych* 88

Marcin Lewandowski, Jakub Rozbicki, Hanna Smach, Piotr Karwat,

Arkadiusz Szczurek, Jolanta Sala, Alicja Bera

Modelowe rozwiązania skanerów UTPA do badań spawów dla wież wiatrowych, sekcji płaskich oraz konstrukcji wielkogabarytowych on-shore/off-shore* 97

Jakub Spytek, Kajetan Dziedzic, Łukasz Ambroziński, Łukasz Pieczonka

Obrazowanie wad w strukturach cienkościennych z wykorzystaniem ultradźwiękowych fal przewodzonych* 101

Streszczenia artykułów zgłoszonych na 50. KKBN 105

Bogusław Ładecki, Joanna Augustyn-Nadzieja

Problemy pęknięcia zmęczeniowego wału wirnika wentylatora ze stali C45* 120

Informacje BNID - **Wspomnienie o plk. dr. inż. Romanie OSTROWSKIM** 124

Informacje dla Autorów i Czytelników 125

* Artykuł recenzowany

PATRONAT I STAŁA WSPÓŁPRACA
PATRONAGE AND PERMANENT COOPERATION



PTBNiDT

Bogusław Ładecki*, Joanna Augustyn-Nadzieja
AGH w Krakowie

Problemy pęknięcia zmęczeniowego wału wirnika wentylatora ze stali C45

Problems of fatigue cracking of the fan rotor shaft made of C45 steel

STRESZCZENIE

W referacie omówiono przypadek przedwczesnego wystąpienia pęknięcia zmęczeniowego wału wykonanego ze stali gatunku C45. Przeprowadzone badania wizualne, metalograficzne i pomiary twardości, wykazały występowanie błędów w obróbce termicznej elementu, które nie zostały stwierdzone poprzez wykonanie odpowiednich badań diagnostycznych wału.

Słowa kluczowe: płyty włóknisto-cementowe; badania nieniszczące; ultradźwięki; emisja akustyczna; SEM

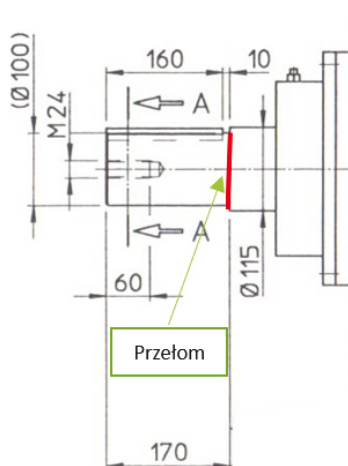
ABSTRACT

The paper discusses the case of premature fatigue crack occurrence of a shaft made of steel grade C45. Visual, metallographic and hardness tests carried out showed the occurrence of errors in the heat treatment of the element, which were not found by performing appropriate shaft diagnostic tests.

Keywords: fibre-cement boards; non-destructive methods; ultrasounds; acoustic emission; SEM

1. Wstęp

Stal gatunku C45 to stal niestopowa do ulepszenia cieplnego i normalizowana, charakteryzująca się dużą wytrzymałością i ciągliwością. Ze względu na swoje właściwości, stal ta jest wykorzystywana do produkcji średnio obciążonych i odporniejszych na ścieranie części maszyn takich jak osie, wały korbowe, mimośrodowe oraz uzębione, wrzeciona, walce, wirniki pomp itp. W pracy analizie poddano wał wirnika wentylatora, który po relatywnie krótkim okresie eksploatacji wynoszącym ok. 10 lat doznał pęknięcia na wskroś w obszarze karbu zilustrowanym na rys. 1.

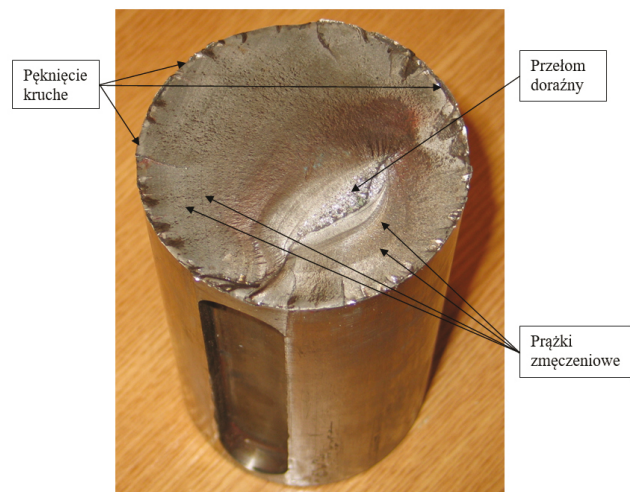


Rys. 1. Uszkodzony zmęczeniowo wał z zaznaczonym miejscem pęknięcia.

Fig. 1. Fatigue-damaged shaft with marked place of cracking.

Odlamany fragment czopa wału pokazano na rys. 2 [1], na którym zaobserwować można obszar inicjacji pęknięcia w postaci kruchego pęknięcia na całym obwodzie czopa, prążki zmęczeniowe oraz przełom doraźny ciągliwy [2,3].

Badania wizualne urwanego czopa wału ujawniły występowanie trzech skupisk licznych defektów powierzchniowych o kształcie półkulistym w obszarze rowka wpustowego [1] – rys. 3.



Rys. 2. Oderwany fragment wału z widocznym przełomem zmęczeniowym.

Fig. 2. A broken fragment- of the shaft with a visible fatigue fracture.

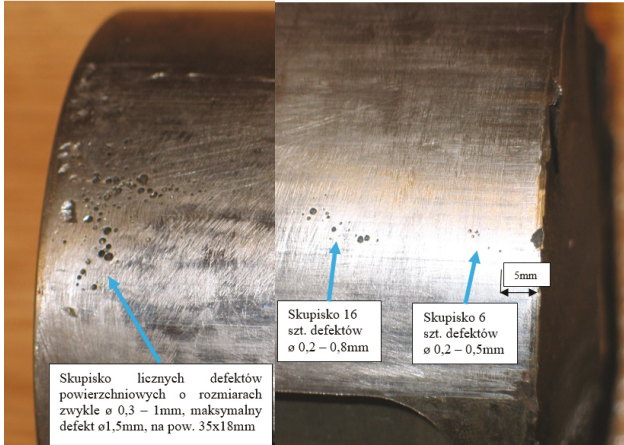
*Autor korespondencyjny.

E-mail: boglad@agh.edu.pl

Tab. 1. Skład chemiczny stali.

Tab. 1. Chemical composition of steel.

	Pierwiastek chemiczny, % mas.						Wynik analizy [1]
	C	Mn	Si	S	P	Fe	
Własna analiza	0,407	0,582	0,318	0,0257	0,0306	reszta	C45 Śr. z 3 pom.



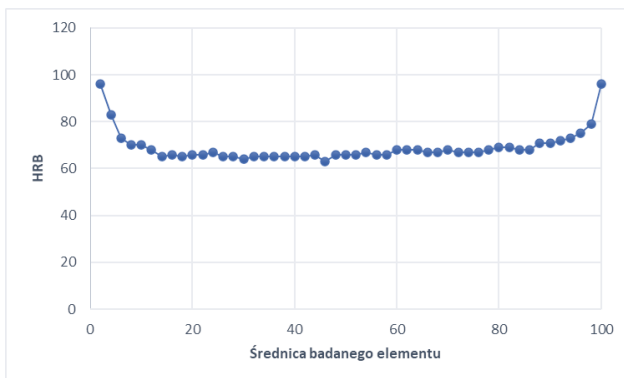
Rys. 3. Czop wału z trzema skupiskami defektów powierzchniowych.

Fig. 3. Shaft journal with three clusters of surface defects.

2. Analiza składu chemicznego i pomiary twardości

Przeprowadzona analiza wykazała (Tab. I), że pod względem składu chemicznego rozważana stal zgodnie z normą [4] odpowiada gatunkowi C45.

Pomiary twardości wykonano na płycie płasko-równoległej wyciętej w pobliżu przelomu czopa. Wyniki pomiarów twardości zestawiono na rys. 4. Wskazują one, że przy powierzchni wału twardość wynosi 98 HRB, by na głębokości ok. 7 mm spaść do wartości 653 HRB. Taki rozkład twardości świadczy, że wał został powierzchniowo obrabiony cieplnie.



Rys. 4. Wyniki pomiarów twardości HRB na przekroju poprzecznym czopa [mm].

Fig. 4. Results of HRB hardness measurements on the cross-section of the journal [mm].

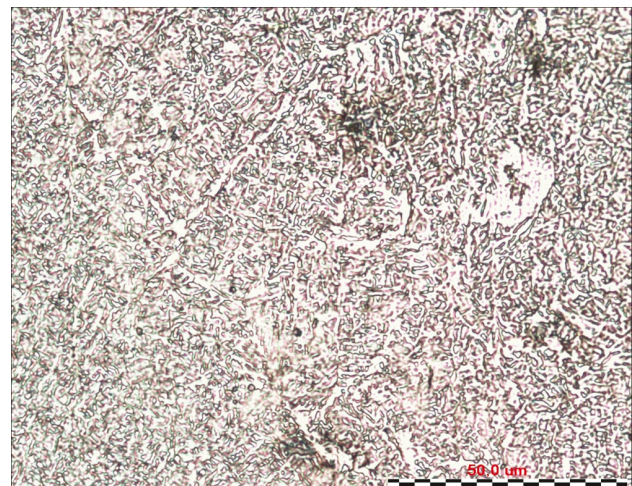
3. Badania metalograficzne

Dla próbki pobranej w obszarze pęknięcia w pobliżu powierzchni zewnętrznej czopa wału zaobserwowano występowanie na całym przekroju znacznej ilości wtrąceń niemetalicznych, głównie krzemianów usytuowanych równoległe do osi wału, jak również kulistych wtrąceń tlenkowych – rys. 5. Badania mikroskopowe wykonane w pobliżu brzegu próbki wskazały obecność mikrostruktury



Rys. 5. Wtrącenia krzemianowe równoległe do osi wału oraz kuliste wtrącenia tlenkowe. Zgład nietrawiony (obiektyw10).

Fig. 5. Silicate inclusions parallel to the shaft axis and spherical oxide inclusions. Undigested death (10x lens).

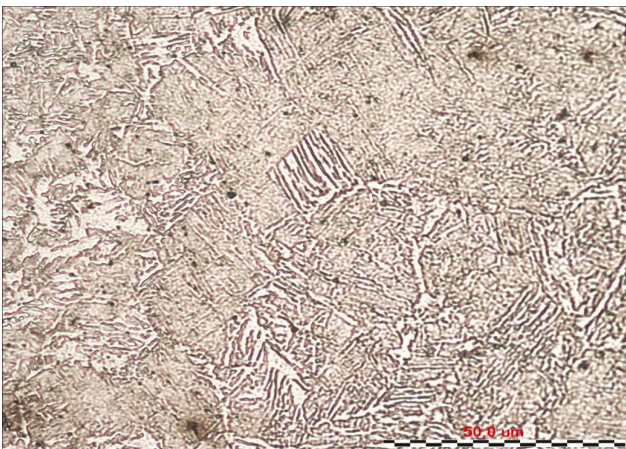


Rys. 6. Mikrostruktura bainitu górnego od brzegu próbki.

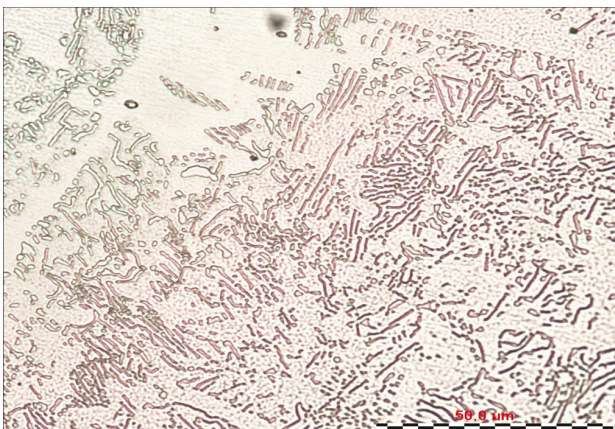
Widoczny ferryt po granicach ziarn (obiektyw 50). Trawiono nital.

Fig. 6. Microstructure of the bainite upper from the edge of the sample. Visible ferrite along the grain boundaries (50x lens). Etched with nital

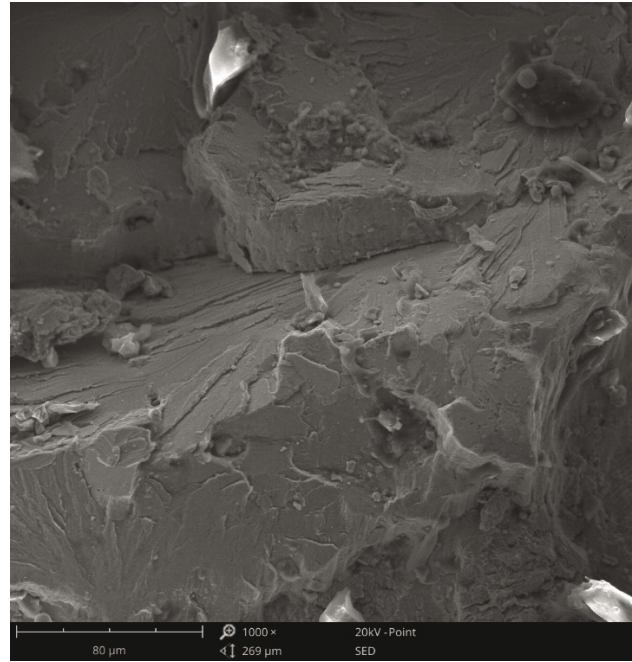
bainitu górnego - rys. 6, który charakteryzuje się słabą odpornością na pękanie, słabą ciągliwością oraz ma niskie własności wytrzymałościowe [5-8]. Bainit ten powstaje po schłodzeniu poniżej temperatury 550C. Na głębokości ok. 2 mm zaobserwowano występowanie mikrostruktury Widmanstattena - rys. 7, która charakteryzuje się małą odpornością na pękanie, natomiast w odległości ok. 12 mm od powierzchni mikrostrukturę ferrytyczno-perlityczną z perlitem ziarnistym charakterystycznym dla stanu zmęczzonego - rys. 8. Badania fraktograficzne za pomocą SEM wskazały występowanie kruchego przełomu międzykrystalicznego od powierzchni zewnętrznej - rys. 9. Za strefą tą zaobserwowano przełom zmęczeniowy z wyraźnymi liniami zatrzymań czoła pęknięcia - rys. 2, natomiast w odległości ok. 12 mm od powierzchni czopa wału przełom ciągliwy zmęczeniowy - rys. 10.



Rys. 7. Mikrostruktura w odległości ok. 2 mm od powierzchni. Widoczna struktura Widmanstattena - ferryt i perlit w układzie iglastym (obiektyw 50). Trawiono nitałem.
Fig. 7. Microstructure at a distance of approx. 2 mm from the surface. Visible Widmanstatten structure – ferrite and perlite in an acicular system (50x lens). Etched with nital.

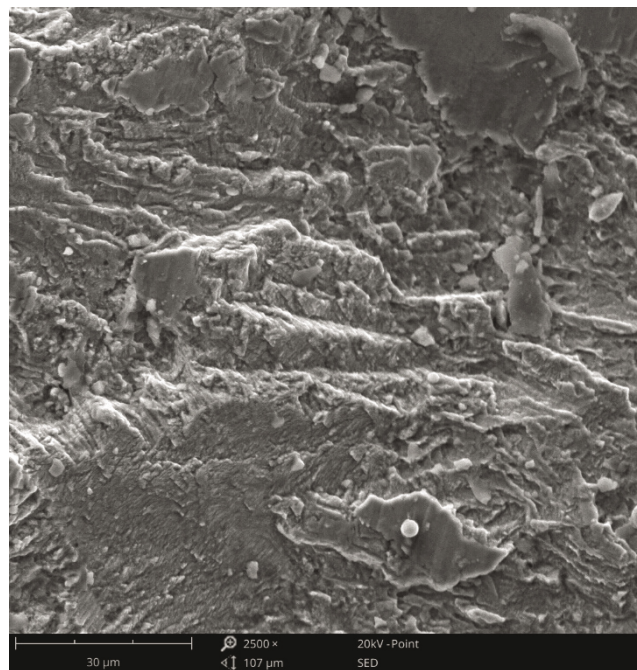


Rys. 8. Mikrostruktura w odległości ok. 12 mm od powierzchni. Widoczna mikrostruktura ferrytyczno-perlityczna z cementytem zesferoidyzowanym (obiektyw 50). Trawiono nitałem.
Fig. 8. Microstructure at a distance of approx. 12 mm from the surface. Visible ferritic-pearlitic microstructure with spheroidized cementite (50x lens). Etched with nital.



Rys. 9. Obraz SEM przełomu blisko powierzchni zewnętrznej wału z widocznym pęknięciem międzykrystalicznym (pow. 1000x).

Fig. 9. SEM image of a fracture close to the outer surface of the shaft with a visible intergranular crack (1000x lens)



Rys. 10. Obraz SEM przełomu w odległości ok. 12mm od powierzchni zewnętrznej wału z widocznym przełomem ciągliwym zmęczeniowym (pow. 2500x).

Fig. 10. SEM image of a fracture close to the outer surface of the shaft with a visible ductile fatigue fracture (2500x lens)

4. Podsumowanie

Wał wirnika wentylatora wykonano ze stali węglowej gatunku C45 przeznaczonej do ulepszenia cieplnego (hartowanie, odpuszczanie). Po takiej obróbce cieplnej, tj. hartowaniu na martenzyt i niskim odpuszczaniu, na powierzchni można uzyskać twardość do 54HRC. Efekt wykonanej obróbki cieplnej rozważanego wału widoczny jest na rys. 4. Przeprowadzone pomiary twardości wykazały, że w pobliżu powierzchni twardość wynosi ok. 98 HRB, co w przybliżeniu odpowiada twardości ok. 20 HRC [9].

Badania wykonane za pomocą mikroskopu świetlnego wykazały obecność mikrostruktury bainitu górnego (rys. 6), który charakteryzuje się słabą odpornością na pękanie, słabą ciągliwością, oraz ma niskie własności wytrzymałościowe. Bainit ten powstaje po schłodzeniu poniżej temperatury 550C. Na całym przekroju wału stwierdzono występowanie licznych wtrąceń niemetalicznych (rys. 5). Na głębokości ok. 2 mm zaobserwowano mikrostrukturę Widmanstattena (rys. 7), która charakteryzuje się małą odpornością na pękanie, natomiast w odległości ok 12 mm od powierzchni mikrostrukturę ferrytyczno-perlityczną z perlitem ziarnistym (rys. 8) charakterystyczną dla stanu zmiekkzonego.

Badania fraktograficzne za pomocą SEM wykazały występowanie od powierzchni zewnętrznej kruchego przełomu międzykrystalicznego (rys. 9) oraz transkrystalicznego. Za tą strefą zaobserwowano przełom zmęczeniowy z wyraźnymi liniami zatrzymań czoła pęknięcia (rys. 2 i 10).

Jako podstawową przyczynę wystąpienia pęknięcia wału, wskazać można błędy w procesie technologicznym obróbki cieplnej powierzchniowej (hartowanie i odpuszczanie), polegające na powstaniu kruchej struktury bainitu górnego w zewnętrznej warstwie powierzchni wału o zbyt małej twardości, a co za tym idzie zbyt niskiej wytrzymałości. Wskutek powyższego podczas eksploatacji elementu nastąpiła inicjacja pęknięcia, poprzez powstanie kruchego pęknięcia obwodowego w obszarze koncentracji naprężeń związanym z karbem geometrycznym (rys. 1), w warstwie powierzchniowej o grubości ok. 5 – 7 mm. Pęknięcie to rozwinęło się dalej jako pęknięcie zmęczeniowe ciągłe propagujące na wskroś elementu. Stwierdzone występowanie na powierzchni czopa wału skupisk defektów (rys. 3) związane jest prawdopodobnie ze występowaniem wtrąceń niemetalicznych, często o kształcie kulistych wtrąceń tlenkowych (rys. 5).

Pomimo, że zastosowana stal w pełni spełnia wymagania konstrukcyjne przedmiotowego wału, brak przeprowadzenia poprawnie zaplanowanych badań odbiorczych, polegających na etapie wykonania elementu na przeprowadzeniu kontroli jakości wykonania obróbki termicznej np. poprzez wykonanie pomiarów twardości, w połączeniu z badaniami nieniszczącymi, było przyczyną przedwczesnego wystąpienia uszkodzenia zmęczeniowego wału oraz poważnej awarii.

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

5. Literatura

- [1] B. Ładecki, J. Augustyn-Nadzieja, T. Skowronek: Analiza przyczyn pęknięcia wału wirnika wentylatora. AGH, KPiEM, praca nie publikowana, Kraków 2023.
- [2] N. E. Dowling: Mechanical Behavior of Materials. Engineering Methods for Deformation, Fracture, and Fatigue. Printice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, 1999.
- [3] J. Schijve: Fatigue of Structures and Materials. Springer Science + Business Media B.V., Amsterdam 2009.
- [4] PN-EN 10083-2:2008 (Stale do ulepszenia cieplnego - Część 2: Warunki techniczne dostawy stali niestopowych).
- [5] K. Przybyłowicz: Metaloznawstwo WNT Warszawa 1999.
- [6] O. Hajizad, A. Kumar, Z. Li., R. H. Petrov, J. Sietsma and R. Dollevoet: "Influence of Microstructure on Mechanical Properties of Bainitic Steels in Railway Applications" Metals 2019, 9(7), 778; <https://doi.org/10.3390/met9070778>
- [7] F. B. Pickering: Structure-Property Relationships in Steels. Material Science and Technology; Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim, Germany, 2006; pp. 43–81.
- [8] Krauss G.: 4 - Physical metallurgy of steels: An overview, Automotive Steels Design, Metallurgy, Processing and Applications 2017, pp. 95-111. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100638-2.00004-3>.
- [9] PN-93/H-04357: Stal i staliwo. Tablice porównawcze twardości.



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 ponad stu publikacji naukowo-badawczych, zajmuje się problemami wytrzymałości, zmęczenia, oraz badań nieniszczących materiałów i konstrukcji.



Dr inż. Joanna Augustyn-Nadzieja, adiunkt Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, pracownik Wydziału Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej. Autorka ponad 100 publikacji naukowych, promotor naukowy ponad 90 prac i projektów dyplomowych. Z ogromną satysfakcją i przyjemnością pełni rolę Tutora akademickiego. Konsultant i ekspert prac dla przemysłu z zakresu materiałoznawstwa. Od strony naukowej interesuje się materiałami Co-Cr otrzymanymi techniką druku 3D, stosowanymi w protetyce dentystycznej. Od 2020 roku pełni funkcję Pełnomocnika Rektora ds. Kół Naukowych; pod swoją opieką ma ponad 60 kół naukowych działających na Akademii Górniczo-Hutniczej.