

Aspekty techniczno-metrologiczne nieniszczących badań eksploatacyjnych wybranych elementów urządzeń transportu linowego

Technical and metrological aspects of non-destructive tests of selected elements of rope transport installations



Jerzy Kwaśniewski

prof. dr hab. inż.

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Transportu Linowego

kwasniew@agh.edu.pl



Tomasz Krakowski

dr inż.

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Transportu Linowego

krakowsk@agh.edu.pl



Szymon Molski

dr inż.

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Transportu Linowego

molski@agh.edu.pl



Hubert Ruta

mgr inż.

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Transportu Linowego

ruta@agh.edu.pl



Jakub Szybowski

inż., student

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Transportu Linowego

szybowski.jakub@gmail.com

Streszczenie: W artykule zwrócono uwagę na aspekty techniczno-metrologiczne badań nieniszczących wybranych elementów kolei linowych i wyciągów narciarskich. Na przykładzie wprzęgieł kolei linowej omówiono możliwość typowania ich najbardziej wytężonych obszarów z zastosowaniem metody elementów skończonych. Omówiono aspekt usuwania warstwy wierzchniej materiału i ewentualnego przyrostu lub zaniku wskazań, zgodnie z normą PN-EN 10228-1. Zwrócono uwagę na ograniczenia czułości badań magnetyczno-proszkowych wykonywanych przez powłoki antykorozyjne.

Słowa kluczowe: Diagnostyka; Badania nieniszczące; Kolej linowe

Abstract: The paper highlights the engineering and metrological aspects of non-destructive testing of selected components of cableway installations and ski-lifts. The example of clamping systems in cableways is recalled and the main point raised is whether the areas subjected to highest stress could be identified by the FEM approach. Other issues include the aspects involved in removal of the outer layers of the materials to account for possible increment or decrement of readouts, in accordance with the standard PN-EN 10228-1 and limited sensitivity of magnetic powder tests done through anti-corrosion coating.

Keywords: Diagnostic; Non-destructive testing; Ropeways

Artykuł porusza problematykę związaną z aspektami techniczno-metrologicznymi badań nieniszczących wybranych elementów konstrukcyjnych kolei linowych KL i wyciągów narciarskich WN. Rozporządzenie Ministra Transportu z dnia 1 czerwca 2006 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego w zakresie projektowania, wytwarzania, eksploatacji, naprawy i modernizacji urządzeń transportu linowego (Dz. U. Nr 106, poz.717), eksploatowanych co najmniej 15 lat licząc od momentu pierwszego zainstalowania, narzuca na eksploatujących KL i WN obowiąz-

zek przeprowadzania nieniszczących badań (kontroli) specjalistycznych elementów poddanych procesowi zmęczenia w wyniku eksploatacji [1].

Biorąc powyższe pod uwagę w artykule omówiono aspekty związane z obszarami badań nieniszczących wybranych elementów konstrukcyjnych na przykładzie wprzęgła kolei linowej, aspekty związane z przyrostem lub zanikiem wskazań w wyniku zdejmowania warstwy wierzchniej materiału rodzimego (usuwanie wad wg. PN-EN 10228-1) [2] oraz aspekty związane z czułością badań MT elementów konstrukcyjnych przez po-

włoki antykorozyjne.

Omawiane zagadnienia są efektem wieloletnich doświadczeń, obserwacji, analiz warunków technicznych, specyfikacji i norm w obszarze badań NDT prowadzonych przez personel Laboratorium Badawczego Technicznych Środków Transportu i Materiałów przy Katedrze Transportu Linowego AGH w Krakowie (aktualna akredytacja PCA Nr AB 771).

Laboratorium posiada aparaturę i wykwalifikowany personel badawczy w zakresie metod NDT (MT2, PT2, UT2, MTR3) zgodnie z PN-EN ISO 9712:2012 - Badania nieniszczące - Kwalifikacja i



1. Akredytacja PCA Laboratorium Badawczego Technicznych Środków Transportu i Materiałów przy KTL AGH w Krakowie

certyfikacja personelu badań nieniszczących (wcześniej PN-EN 473) [3,4]. Laboratorium prowadzi badania objęte zakresem akredytacji wg. przyjętych zwalidowanych procedur badawczych oraz norm. Prowadzone są również inne badania o charakterze diagnostycznym i naukowo – badawczym poza zakresem akredytacji np.: badania z wykorzystaniem termowizji (kamera Flir P640).

Obszary badań niszczących wybranych elementów konstrukcyjnych na przykładzie wpręgła kolei linowej

Nadrzędną istotą badań NDT jest ocena stanu technicznego obiektu oraz zapewnienie bezpieczeństwa jego dalszej eksploatacji. Nieodzownym elementem każdej z certyfikowanych metod niszczących wg. PN-EN ISO 9712 są również koszty związane m.in. z: czasem przeprowadzania badań, kosztem i zużyciem aparatury diagnostycznej oraz środków i materiałów badawczych, dostępnością obiektu itp. Podczas badań wybranej populacji elementów reprezentatywnych na obiekcie czynniki te nie odgrywają aż tak istotnej roli, ale w przypadkach badań całej populacji elementów np.: 200 sztuk wpręgla kolei linowej składających się np.: ze szczęki ruchomej, szczęki stałej, trzpienia dociskowego, pakietu i zasobnika sprężyn itp. znaczenie kosztów i czynników na nie wpływających zaczyna wzrastać. Pozostaje więc pytanie czy zawsze i w każdym przypadku zakres obszaru badań elementów konstrukcyjnych powinien obejmować 100% objętości

lub 100% powierzchni. Autorzy podają pod dyskusję propozycję typowania elementów do badań oraz zakresu ich obszaru na podstawie synergii otwartego katalogu proponowanych kryteriów tj.:

- Doświadczenia z badań podobnych / identycznych elementów konstrukcyjnych na innych obiektach technicznych
- Przeglądu dokumentacji i identyfikacji elementów najbardziej obciążonych oraz elementów o największej intensywności eksploatacji,
- Liczbie przepracowanych godzin
- Analizy wytrzymałościowej z wykorzystaniem Metody Elementów Skończonych (MES)
 - o Określenia obszarów spiętrzenia naprężeń i ich charakteru, określenie przekrojów niebezpiecznych,
 - o Walidacji poprawności doboru metody badawczej w zależności od charakteru naprężeń – powierzchniowe (VT/MT/PT) lub objętościowe (UT/RT)
- Wywiadu o warunkach eksploatacji i zarejestrowanych zdarzeniach awaryjnych u obsługi UTL (hałas, wibracje, uderzenia, przeciążenia itp.)
- Oceny wizualnej VT (korozja, wytarcia, odkształcenia itp.)

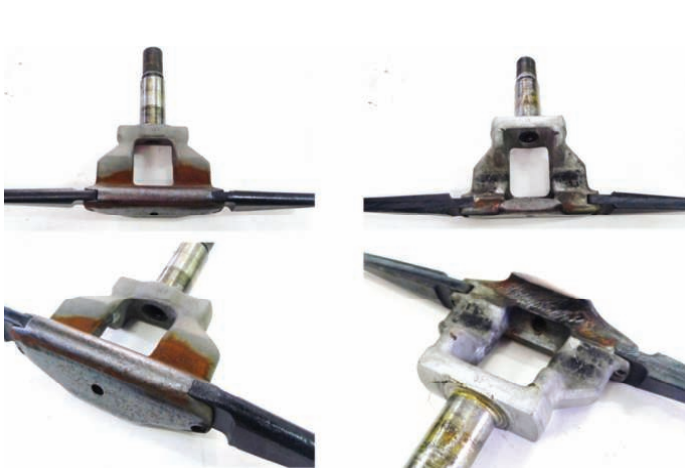
Analiza konstrukcji według wyżej wymienionych kryteriów prowadzi do wytypowania najbardziej wyęzonych obszarów badanego elementu, miejsc karbu geometrycznego oraz miejsc o intensywnych procesach eksploatacyjnych.

Prawdą jest, że wytrzymałościowe

analizy numeryczne z wykorzystaniem MES również wymagają czasu, doświadczenia oraz drogiego i zaawansowanego oprogramowania, a biorąc pod uwagę liczbę obiektów technicznych (UTL - kolei linowych i wyciągów narciarskich) w Polsce lub całej Europie dla których wymagane są badania NDT może to rodzić obawę o dodatkowy czas i koszty. Należy jednak zwrócić uwagę na dwa zasadnicze kontr aspekty. Pierwszym z nich jest fakt, że w przypadku Polski mamy do czynienia z trzema organami (instytucjami) zajmujących się badaniami specjalnymi UTL w ramach uznawalności i zaufania do wyników badań. Wszystkie trzy strony posiadają liczne doświadczenia i bogatą wiedzę w zakresie UTL. Drugim aspektem jest fakt, że na rynku europejskim jak i światowym istnieje zaledwie kilku znaczących producentów KL, którzy zdominowali rynek swoimi produktami m.in.: Doppelmayr Garaventa Group, LEITNER ropeways, TATRAPOMA itp. Biorąc pod uwagę, że znakomita większość tych urządzeń w ramach danego producenta ma ten sam sposób funkcjonowania, taką samą budowę strukturalną i materiałową, taki sam schemat obciążeń i utwierdzeń, liczba analiz MES koniecznych do przeprowadzenia (jako jeden z czynników służących typowaniu przekrojów i obszarów niebezpiecznych) jest mocno ograniczona. Różnice jakie mogą występować przy analizie konstrukcji to wartości obciążeń wynikające np: dla wpręgla KL z rodzaju pojazdu (krzesło / gondola), liczby pasażerów, maksymalnego kąta nachylenia liny między podporami itp. Wpłyne to co prawda na wartość

Tab. 1. Właściwości materiałowe przyjęte do analiz numerycznych MES - Materiał 34CrMo4 (DIN)

Właściwość	Wartość	Jednostka
Współczynnik sprężystości	210 000	MPa
Współczynnik Poissona	0.28	n.d.
Współczynnik naprężenia ścinającego	79 000	MPa
Masa właściwa	7 800	kg/m ³
Wytrzymałość na rozciąganie	800	MPa
Wytrzymałość na ściskanie	800	MPa
Granica plastyczności	590,59	MPa
Współczynnik rozszerzalności cieplnej	1.1e-005	/K
Współczynnik przewodzenia ciepła	14	W/(m K)
Ciepło właściwe	440	J/(kg K)



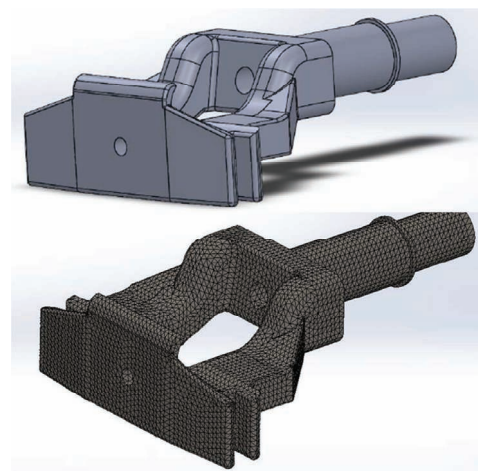
2. Szczęka stała wprzęgła nierozłącznego 2 osobowej KL firmy Doppelmayr

obliczonych lokalnie naprężeń w konstrukcji, natomiast z punktu widzenia badań NDT najistotniejsze są obszary koncentracji naprężeń i ich charakteru (powierzchniowego lub objętościowego), które dla danej geometrii konstrukcji i schematu obciążeń powinny być analogiczne bez względu na wartości obciążeń wejściowych.

W artykule zaprezentowano wybrane wyniki przykładowej numerycznej analizy wytrzymałościowej szczęki stałej wprzęgła nierozłącznego (rys. 2) dwuosobowej kolei linowej firmy Doppelmayr. Obliczenia wykonano w dwóch niezależnych środowiskach obliczeniowych tj. SolidWorks oraz ANSYS Workbench. Przyjęto właściwości materiałowe odpowiadające mate-

riałowi zastosowanemu w rzeczywistym obiekcie - materiał 34CrMo4 wg. DIN (Tabela 1).

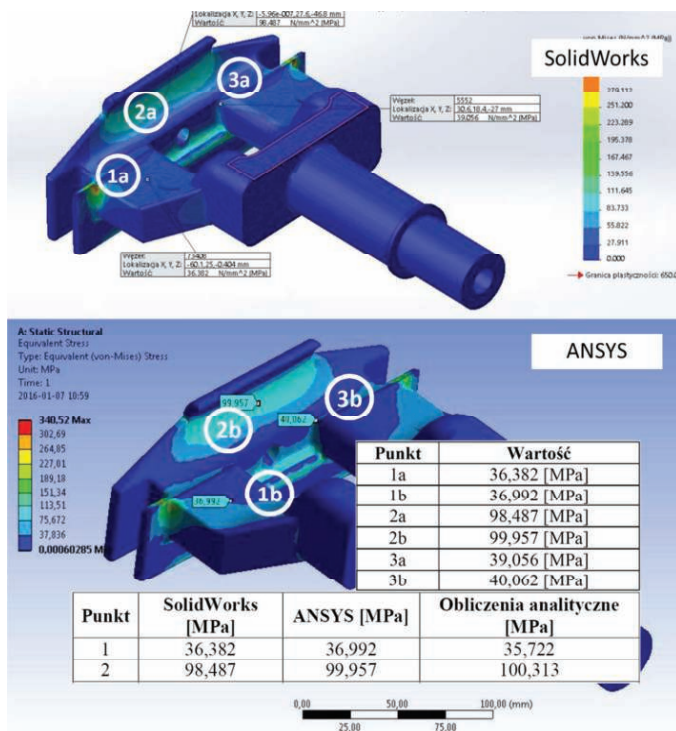
Opracowano model bryłowy 3D wg. rzeczywistej inwentaryzacji wymiarowej wprzęgła oraz poddano go dyskretyzacji (rys. 3). Model obciążono zgodnie z warunkami panującymi na KL – obciążenie od strony głowicy zawiesia pojazdu oraz obciążenie działające na język szczęki stałej pochodzące od pakietu sprężyn talerzowych przekazywane przez sworznię, szczękę ruchomą i linę. Wybrane wyniki analiz numerycznych dotyczące naprężeń zredukowanych wg. Hipotezy Hubera–Misesa zostały zaprezentowane na rysunkach nr 4–6. Wyniki obliczeń numerycznych pozostają w zgodności



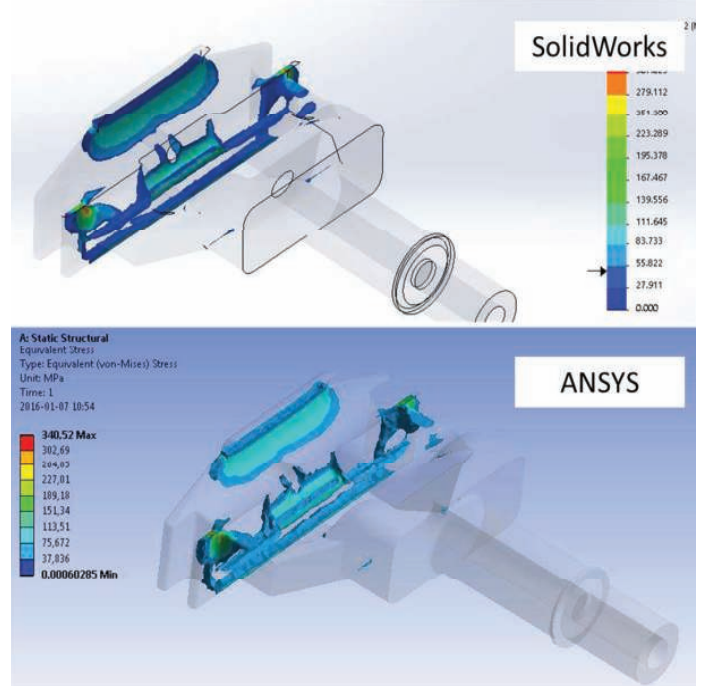
3. Model bryłowy 3D oraz model dyskretny analizowanej konstrukcji

między obydwoma niezależnymi systemami liczącymi (SolidWorks i ANSYS).

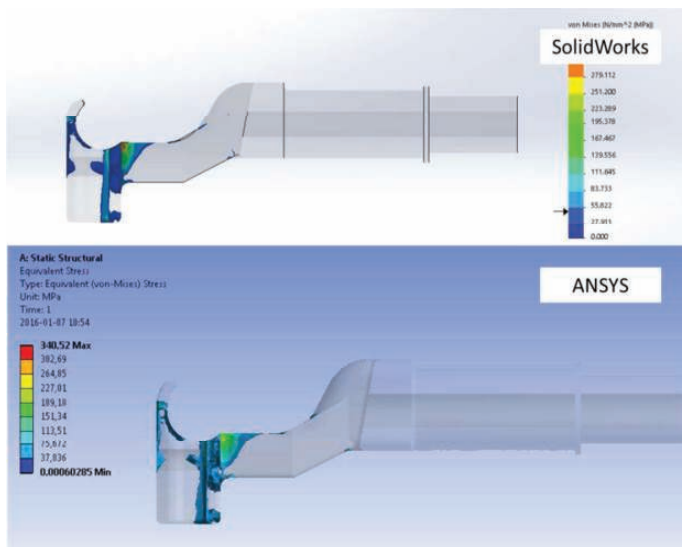
Dodatkowo dla dwóch zidentyfikowanych na podstawie koncentracji naprężeń przekrojów niebezpiecznych przeprowadzono obliczenia analityczne, również potwierdzające poprawność wykonanych obliczeń numerycznych. Wykresy izo – objętości (rys. 5-6) obrazują te obszary analizowanej konstrukcji w której wartości naprężeń przekroczyły wartość 50 MPa. Widać tu wyraźnie powierzchniowy i podpowierzchniowy charakter koncentracji naprężeń, co dodatkowo potwierdza poprawność doboru metody badań MT (magnetyczno – proszkowych) dla tego typu konstrukcji - odkuwki.



4. Wyniki naprężeń zredukowanych



5. Wyniki naprężeń zredukowanych – wykres izo-objętości powyżej 50MPa



6. Wyniki naprężeń zredukowanych – wykres izo-objętości powyżej 50MPa



7. Wyniki badań magnetyczno-proszkowych wprzęgła

Mechaniczne usuwanie wskazań wg PN-EN 10228-1

Przeprowadzone analizy omówione w poprzednim punkcie artykułu wykazują iż uszkodzenia powstające w wprzęgłach mają głównie charakter powierzchniowy lub podpowierzchniowy a do ich badania zaleca się wykorzystanie metody magnetyczno – proszkowej. Jednym z etapów badania z wykorzystaniem tej metody powinno być usunięcie warstwy wierzchniej materiału badanego elementu. Działanie to ma na celu poprawę jakości powierzchni, eliminację przypadków uznania za wskazanie wszelkiego rodzaju rys, zadrapań i innych powierzchniowych uszkodzeń eksploatacyjnych, określenie przystość lub zanikania wskazań w głąb badanego materiału lub ewentualne usuwanie wad. Norma PN-EN 10228-1 Badania nieniszczące odkuwek stalowych Część 1: Badania magnetyczno – proszkowe zaleca: „Wskazania, które nie spełniają kryteriów akceptacji należy uznać za wady. Po usunięciu wad

należy przeprowadzić ponownie badanie magnetyczno-proszkowe. Wady należy usunąć szlifowaniem i obróbką mechaniczną, pod warunkiem że wymiary odkuwki pozostaną w granicy tolerancji. Szlifowanie mające usunąć wadę należy wykonać w kierunku prostopadłym do niej i tak, aby powstające wgłębienie miało łagodne przejście do powierzchni.”

Na rysunku 8 przedstawiono przypadek w którym wskazanie po zdjęciu warstwy wierzchniej zwiększyło się, rysunki 9 i 10 przedstawiają przypadki zanikania wskazania wraz ze zdejmowaniem warstwy wierzchniej materiału. W wielu przypadkach następuje usunięcie występujących wcześniej wskazań.

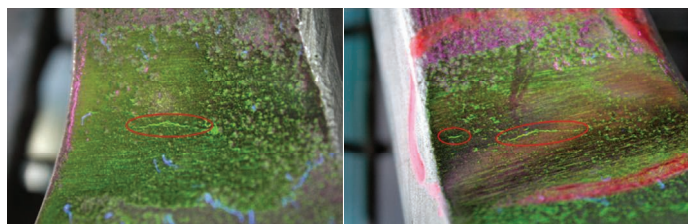
W związku z powyższym powstaje pytanie odnośnie granic tolerancji wymiarowych badanych elementów. Dokumentacja badanych kolei linowych, a w szczególności wyciągów narciarskich w większości przypadków nie zawiera informacji na temat tolerancji wymiarowej badanych elementów. Zdjęcie warstwy wierzchniej w miejscach występowania wskazań

często powoduje usunięcie wady, i brak wskazań w powtórnym badaniu. Z punktu widzenia eksploatującego obiektu działanie to jest porządne gdyż może ograniczyć liczbę elementów wycofanych z eksploatacji ze względu na nie spełnienie narzuconych kryteriów akceptacji.

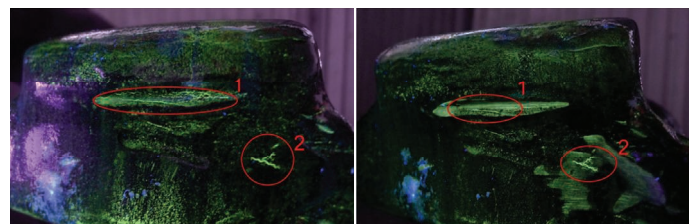
W przypadku wprzęgieł ocena wskazań przeprowadzana jest w oparciu o 4 klasy jakości wg PN-EN 10228-1 [2]. Norma zastrzega iż „Klasy nie stosuje się do obszarów na których przewidziano naddatek na obróbkę większy niż 1 mm na stronę”. W związku z tym można założyć iż w przypadku braku informacji w dokumentacji szlifowanie na głębokość maksymalnie 1 mm jest dopuszczalne.

Wykonywanie badań elementów konstrukcyjnych przez powłoki antykorozyjne

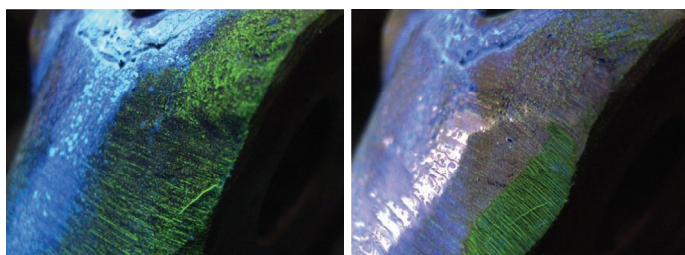
Jednym z elementów podawanych badaniom specjalnym UTL są podpory i ich elementy, a przed wszystkim połączenia spawane i SWC (strefa wpływu ciepła). Struktury te najczy-



8. Wskazanie o długości 7mm (przed szlifowaniem), wskazania o długości 2mm i 12mm zakwalifikowane jako wskazanie związane o długości 22mm (po szlifowaniu)



9. Wskazania o długości ok. 28,4 mm (oznacz. nr 1) oraz 6,8 mm i 3,8 mm (oznaczone nr 2) przed zdjęciem warstwy wierzchniej materiału, wskazania o długości ok. 18,4 mm (oznaczone nr 1) oraz 5,7 mm i 3,3 mm (oznacz. nr 2) po zdjęciu warstwy wierzchniej materiału



10. Wskazanie o długości 5,7mm (przed szlifowaniem)/5,2mm (po szlifowaniu)



11. Kalibracja przyrządu do pomiaru grubości powłoki antykorozyjnej (po lewej wzorzec, po prawej wzorzec + folia dystansowa o grubości $49,5 \pm 1 \mu\text{m}$)

ściej posiadają fabryczne zabezpieczenia antykorozyjne w postaci warstwy cynku lub innych powłok lakierniczych. Rodzi to pewne ograniczenie co do możliwości zastosowania metody magnetyczno-proszkowej MT bez ingerencji w warstwę antykorozyjną. Norma PN-EN ISO 9934-1:2015-11 -Badania nieniszczące - Badania magnetyczne proszkowe - Część 1: Zasady ogólne, informuje odnośnie przygotowania powierzchni do badań „(...) Powłoki nieferromagnetyczne o grubości do około $50 \mu\text{m}$, takie jak nieprzerwane, ściśle przylegające powłoki malarski, zwykle nie zmniejszają czułości, z jaką wykrywano są nieciągłości. Powłoki grubsze zmniejszają czułość. W takich przypadkach czułość należy sprawdzić. (...)» [5]

W procesie cynkowania ogniowego otrzymuje się powłoki o grubości średnio od 70 do 150 mikrometrów (rys. 12-13). Grubość ta wystarcza, aby chronić stal przed korozją przez dziesięciolecia. Średnia trwałość powłoki cynkowej wynosi 30-50 lat. Grubość powłoki cynkowej mierzy się po wcześniejszym skalibrowaniu urządzenia

pomiarowego (rys. 11) w mikrometrach lub podaje się masę powłoki w g/m^2 . Minimalne grubości powłok, zalecane zależnie od grubości materiału, z którego wykonane są cynkowane elementy określa norma PN-EN ISO 1461 [6].

Zgodnie z PN-EN ISO 1461 grubość miejscowa powłoki cynku (wartość minimalna) wynosi [6]:

- $45 \mu\text{m}$ dla materiału o grubości do 1,5 mm
- $55 \mu\text{m}$ dla materiału o grubości od 1,5 do 3 mm
- $70 \mu\text{m}$ dla materiału o grubości od 3 do 6 mm

W miarę upływu lat grubość warstwy ocynku ulega częściowej degradacji. W tabeli 2 zamieszczono wartości ubytków ocynku w zależności od kategorii korozyjności środowiska. Dla podpór kolei linowych można przyjąć kategorię od C2 do C4 [7].

Warto zatem pokusić się o pomiar warstwy ocynku w kontekście zapisów w normie dotyczącej badań magnetyczno-proszkowych MT gdzie stwier-

dza się, iż dla grubości do 50 mikrometrów (wg ISO 9934) można prowadzić badania przez warstwę ochronną ściśle przylegającą do powierzchni. Dla grubszych warstw może ulec zmianie czułość metody MT. Nie powodowało by to konieczności usuwania warstwy ochronnej, co zapewni antykorozyjność powierzchni zabezpieczonej pierwotnie przez producenta podpory. Wieloletnie doświadczenia wykazały, iż średnie wartości ocynku mieszczą się w granicach 50 do 150 mikrometrów. Dla 30 letnich i starszych obiektów ta wartość jest często poniżej 50 mikrometrów.

Grubość powłoki cynkowej należy mierzyć za pomocą grubościomierza magnetycznego zgodnie z PN-EN ISO 1461 „Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową - Wymagania i metody badań” [6]. Pomiar należy wykonać w

Tab. 2. Kategorie korozyjności atmosfery i przykłady typowych środowisk.

Kategoria korozyjności	Ubytki $\mu\text{m}/\text{rok}$	Przykłady środowisk typowych dla klimatu umiarkowanego (tylko informacyjnie)	
		Na zewnątrz	Wewnątrz
C1 bardzo mała	<0,1	-	Ogrzewane budynki z czystą atmosferą, np. biura, sklepy, szkoły, hotele.
C2 mała	>0,1 do 0,7	Atmosfery w małym stopniu zanieczyszczone. Głównie tereny wiejskie.	Budynki nie ogrzewane, w których może mieć miejsce kondensacja, np. magazyny, hale sportowe.
C3 średnia	>0,7 do 2,1	Atmosfery miejskie i przemysłowe, średnie zanieczyszczenie tlenem siarki (IV). Obszary przybrzeżne o małym zasoleniu.	Pomieszczenia produkcyjne o dużej wilgotności i pewnym zanieczyszczeniu powietrza, np. zakłady spożywcze, pralnie, browary, młeczarnie.
C4 duża	>2,1 do 4,2	Obszary przemysłowe i obszary przybrzeżne o średnim zasoleniu.	Zakłady chemiczne, pływalnie, stocznie remontowe statków i łodzi.
C5-I bardzo duża (przemysłowa)	>4,2 do 8,4	Obszary przemysłowe o dużej wilgotności i agresywnej atmosferze.	Budowle lub obszary z prawie ciągłą kondensacją i dużym zanieczyszczeniem.
C5-M bardzo duża (morska)	>4,2 do 8,4	Obszary przybrzeżne i oddalone od brzegu w głąb morza o dużym zasoleniu	Budowle lub obszary z prawie ciągłą kondensacją i dużym zanieczyszczeniem.



12. Przykładowe pomiary na głowicy podpory w materiale rodzimym

minimum trzech miejscach rozmieszczonych możliwie równomiernie na całej powierzchni wyrobu. Dla ustalenia grubości powłoki w jednym miejscu należy dokonać co najmniej 5 pomiarów na powierzchni ok. 10 cm², a średnia arytmetyczna pomiarów stanowi grubość miejscową powłoki. Średnia arytmetyczna tak zmierzonych grubości miejscowych stanowi średnią wartość grubości powłoki na badanym przedmiocie [8]. Na rysunku 13 zaprezentowano przykładowe pomiary ocynku w materiale rodzimym, na spoinie oraz w strefie obszaru magnesowania. Jest to o tyle istotne, że podczas badań MT strumień magnetyczny z jarzma musi swobodnie dostać się do badanego materiału, a ewentualne pole rozproszenia od nieciągłości musi przedostać się na powierzchnie poprzez warstwę antykorozyjną tworząc na niej wskazanie z proszku magnetycznego.

Norma PN-EN ISO 17638 Badanie nieniszczące spoin - Badanie magnetyczno-proszkowe [10] (wcześniej PN-EN 1290) podaje że wymiar drogi prądu i strumienia magnetycznego w badanym materiale powinien być większy lub równy sumie: szerokości spoiny, strefy wpływu ciepła SWC oraz dodatkowo odległości 50mm. Dodatkowa odległość 50mm wynika z faktu, iż w odległości ok 25mm od każdego z nabiegunków jarzma magnesującego występuje zbyt silne pole magnetyczne mogące powodować zaburzenie wykrywalności ewentualnych nieciągłości. Prawidłowe natężenie pola magnetycznego w badanym obszarze powinno zawierać się w zakresie 2-6 kA/m.[9,10]

Podsumowanie

Prawidłowe wykonanie badań nieniszczących wymaga przeanalizowania wielu czynników związanych między innymi ze sposobem pracy i warunkami eksploatacji badanego urządzenia, a także uzyskanymi wynikami oraz odpowiednio przyjętą procedurą przeprowadzenia badań. W artykule zwrócono uwagę na wybrane aspekty techniczno-metrologiczne badań nie-

niszczących. Na przykładzie wprzęgieł kolei linowej poddano pod dyskusję możliwość typowania - wykorzystując analizę numeryczną MES - najbardziej wyťažonych obszarów badanych elementów. Zwrócono uwagę na możliwość usunięcia uzyskanych wskazań poprzez szlifowanie badanej powierzchni i wiążące się z tym ograniczenia związane z tolerancją wymiarową poszczególnych elementów. Omówiono również konieczność odpowiedniego przygotowania elementów do badań eksploatacyjnych, zwracając uwagę na problem usunięcia warstw niemagnetycznych wpływających na czułość badań magnetyczno - proszkowych, a jednocześnie zabezpieczających strukturę przed warunkami korozyjnymi w kolejnych latach eksploatacji. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Rozporządzenie Ministra Transportu z dnia 1 czerwca 2006 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego w zakresie projektowania, wytwarzania, eksploatacji, naprawy i modernizacji urządzeń transportu linowego (Dz. U. Nr 106, poz.717)
- [2] PN-EN 10228-1 Badania nieniszczące oduwek stalowych - Część 1: Badanie magnetyczno-proszkowe
- [3] PN-EN ISO 9712 Badania nieniszczące - Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących
- [4] PN-EN 473 Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących - Zasady ogólne
- [5] PN-EN ISO 9934-1 Badania nieniszczące - Badania magnetyczne proszkowe - Część 1: Zasady ogólne
- [6] PN-EN ISO 1461 Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową - Wymagania i metody badań
- [7] PN-EN ISO 12944-2 Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 2: Klasyfikacja środowisk

- [8] Materiały firmy FAM Cynkowanie Ogniove S.A. <http://famgk.pl/wp-content/uploads/2015/06/WTO-Cynkowni-02-2015.pdf>
- [9] PN-EN 1290 Badania nieniszczące złączy spawanych - Badania magnetyczno-proszkowe złączy spawanych
- [10] PN-EN ISO 17638 Badanie nieniszczące spoin - Badanie magnetyczno-proszkowe

Będzie więcej niskowejściowych tramwajów w Krakowie

InfoTram.pl, 13.01.2017

W piątek MPK Kraków chce zwiększyć liczbę pojazdów niskowejściowych w swoim parku taborowym. Przewoźnik właśnie rozpoczął proces wyposażania tramwajów GT8S w człony niskopodłogowe. Rozpisane zamówienia obejmuje wykonanie i dostawę części środkowej niskopodłogowej (środkowego członu niskopodłogowego) do wagonów tramwajowego typu GT8S. Zamówienie podstawowe – to wykonanie i dostawa 6 sztuk środkowych członów niskopodłogowych, zaś zamówienie opcjonalne – wykonanie i dostawa nie więcej niż 14 sztuk środkowych członów niskopodłogowych. Wszystkie prace mają zostać zrealizowane w ciągu 24 miesięcy. Pierwszy człon powinien być dostarczony w terminie max trzech miesięcy od dnia zawarcia umowy, a pozostałe pięć w ciągu kolejnych pięciu miesięcy, w miesięcznych odstępach. O skorzystaniu z opcji MPK poinformuje do końca sierpnia 2017 roku. Tu człony byłyby dostarczane cyklicznie, jedna sztuka co jeden miesiąc od daty pisemnej informacji o udzieleniu zamówienia opcjonalnego.

Kraków. Tramwaj na Górkę Narodową za 250 mln zł

Piotr Ogórek, Gazeta Krakowska, 29.11.2016

Tyle wynosi najtańsza oferta w przetargu na linię tramwajową z Krowodrzy Górki na Górkę Narodową. Zgłoszono w sumie pięć ofert. Najdroższa opiewa na 360 mln zł. To i tak taniej, niż szacowali urzędnicy (...). Nowe torowisko ma mieć 4,5 km, a towarzysząca mu jezdnia 4,9 km długości. Trasa będzie przebiegać od istniejącej pętli, przez Prądnik Biały i ul. Pachońskiego do projektowanej pętli końcowej Górka Narodowa. Tam powstanie też parking park and ride na 256 miejsc. Kolejny jest planowany przy pętli Krowodrza Górka (97 miejsc) i w rejonie ul. Pachońskiego (112 miejsc). Po wyłonieniu wykonawcy, ten będzie musiał wykonać projekt inwestycji, a następnie uzyskać niezbędne pozwolenia. Budowa powinna ruszyć pod koniec przyszłego roku. Jej zakończenie planowane jest na rok 2020 (...).