

BADANIA NDT WYKORZYSTYWANE W OCENIE STANU TECHNICZNEGO USTROJÓW NOŚNYCH UTB

Część 1

Kolejnym krokiem, który wykonywany jest w ramach ogólnie rozumianego pojęcia ресурсu, jest ocena stanu technicznego urządzenia, czyli badanie i ocena przeprowadzane wówczas, gdy urządzenie osiągnęło swój ресурс. Proces ten może obejmować całe urządzenie, jak również jego poszczególne elementy składowe, które osiągają swoje rezerwy w różnych odstępach czasu.



TOMASZ BORTH
Kierownik Działu Urządzeń
Transportu Bliskiego w Gliwicach
Urząd Dozoru Technicznego O/Katowice



ALEKSANDER BARANOWSKI
Starszy Specjalista ds. Badań
Materiałowych
Dział Badań Laboratoryjnych
Urząd Dozoru Technicznego O/Poznań

Jednym z elementów urządzenia technicznego, który może osiągnąć swój rezerwy, jest USTRÓJ NOŚNY. To właśnie on przenosi wszelkiego rodzaju obciążenia wywołane pracą całego urządzenia. Konstrukcja nośna powinna być zaprojektowana i wykonana odpowiednio do zadań, jakie ma spełniać w określonych warunkach eksploatacji, czyli w głównej mierze do przejęcia i przeniesienia na podpory wszystkich obciążeń występujących w trakcie eksploatacji. Niezawodność użytkową ma ta konstrukcja, która wykazuje niezbędne własności wytrzymałościowe, trwałość oraz sztywność, w okresie swojej zdolności użytkowej (rezerwy).

ETAP 1

– zapoznanie się z dokumentacją eksploatacyjną, konstrukcyjną i ogólnym stanem technicznym UTB

ETAP 2

– ocena wymiarowa konstrukcji

ETAP 3

– podstawowe badania NDT

ETAP 4*

– pozostałe badania NDT

ETAP 5

– interpretacja i udokumentowanie wyników badań

ETAP 6

– ewentualna naprawa (uzgodniona z UDT)

Rysunek 1. Etapy oceny konstrukcji nośnej UTB
(* do zapoznania się z pozostałymi metodami NDT zapraszamy w numerze 2/2021 biuletynu UDT)

OCENĘ STANU TECHNICZNEGO USTROJU NOŚNEGO MOŻNA PODZIELIĆ NA KILKA WAŻNYCH ETAPÓW

ETAP 1

Podstawowym, pierwszym, bez którego nie jest możliwe rzetelne wykonanie oceny, jest zapoznanie się z dokumentacją eksploatacyjną i konstrukcyjną urządzenia. Głównym tego powodem jest odmiennosc konstrukcji poszczególnych urządzeń, jak również różnorodność przyjętych wymagań wykonawczych. To właśnie dzięki znajomości konstrukcji urządzenia osoba kompetentna jest w stanie w sposób prawidłowy wytytować oraz wskazać odpowiednią metodykę prowadzenia oceny.

Nieodzownym elementem podejmowanych czynności związanych z oceną stanu technicznego powinny być **wstępne oględziny konstrukcji nośnej**. Osoba dokonująca oględzin weryfikuje konstrukcję pod kątem występowania zewnętrznych objawów uszkodzenia, czyli np. pęknięć powierzchniowych, odspojonych elementów itp. Czynność ta nie może być oczywiście traktowana jako badanie wizualne, natomiast pozwala na wyeliminowanie podstawowych defektów, zanim zostaną przeprowadzone kolejne czynności. Podczas oględzin konstrukcji nośnej należy zweryfikować poprawność połączeń rozłącznych, w tym miejsc dokręcenia śrub, oraz zweryfikować stan połączeń nitowanych.

W przypadku zauważenia miejsc skorodowanych należy – w ramach czynności związanych z oceną stanu technicznego ustroju nośnego – wykonać pomiar grubości elementów nośnych w miejscach występowania korozji oraz ocenę jej wpływu na wytrzymałość konstrukcji.

Oględziny urządzenia powinny dostarczyć wstępnych informacji nie tylko na temat poziomu jakości wykonania urządzenia, ogólnego stanu technicznego i realnych warunków pracy, ale także innych, ważnych w kolejnych etapach aspektów, takich jak:

- a) możliwość dostępu do konstrukcji – np. wykorzystanie rusztowań, podestów, konieczności demontażu konstrukcji na poziomie roboczym;
- b) stan powłok antykorozyjnych – np. możliwość wykonania badań wizualnych bez oczyszczania, usunięcie ognisk korozji, piaskowanie konstrukcji, częściowe oczyszczenie konstrukcji;
- c) oświetlenie – np. natężenie oświetlenia, możliwość zastosowania przenośnych źródeł światła;
- d) rzeczywiste środowisko pracy – np. panujące temperatury, wilgotność, atmosfera wybuchowa, stężenie substancji szkodliwych;
- e) bezpieczne przeprowadzenie procesu oceny konstrukcji.



Rysunek 2. Ubytki korozyjne konstrukcji

ETAP 2

Kolejnym etapem jest ocena geometrii ustroju nośnego, która powinna opierać się na przeprowadzeniu pomiarów wygięć i odchyłek geometrii od wartości nominalnych. Wymagania dotyczące przyjętych kryteriów akceptacji muszą zostać wskazane przez osobę kompetentną. Osoba ta na etapie określania właściwych poziomów akceptacji powinna posilkować się dokumentacją eksploatacyjną urządzenia oraz normami przedmiotowymi.

ETAP 3 i 4 - wprowadzenie

Trzecim i czwartym etapem oceny stanu technicznego ustroju nośnego są badania nieniszczące (**NDT – ang. Non Destructive Testing**), które służą do wykrywania nieciągłości materiałowych, oceny właściwości materiałów i pomiarów wymiarów obiektów bez powodowania zmian ich właściwości użytkowych. Badania nieniszczące dotyczą urządzeń, które podlegają ocenie stanu technicznego po osiągnięciu resursu przez urządzenie (konstrukcję nośną). Dzięki przeprowadzeniu tych badań możliwe jest skontrolowanie całego, wyznaczonego przez osobę kompetentną obszaru będącego przedmiotem weryfikacji.

Z uwagi na charakter wykrywanych nieciągłości, metody badań nieniszczących (NDT) można podzielić na:

- a) metody powierzchniowe – pozwalające na wykrywanie nieciągłości występujących na powierzchni materiału;
- b) metody objętościowe – pozwalające na wykrywanie nieciągłości występujących wewnątrz materiału.

W ramach metod powierzchniowych możemy wyróżnić:

- a) badania wizualne,
- b) badania penetracyjne,
- c) badania magnetyczno-proszkowe,
- d) badania wiroprądowe.

W ramach metod objętościowych możemy wyróżnić:

- a) badania radiograficzne,
- b) badania ultradźwiękowe.

Przed omówieniem etapów 3 i 4 warto dodać, że w elementach konstrukcyjnych bardzo często występują **spiętrzenia odkształceń i naprężeń, które zmniejszają wytrzymałość zmęczeniową. W literaturze takie zjawisko określono jako efekt działania karbu.** Udowodniono, że najmniejbezpiecznym miejscem w konstrukcjach są właśnie karby, nazywane również koncentratorami naprężeń. W tych obszarach w trakcie obciążeń eksploatacyjnych mogą pojawiać się pęknięcia (lub mikro-pęknięcia), co w rezultacie może doprowadzić do zniszczenia elementu i awarii maszyny.

W mechanice pękania dokonano podziału tych nieciągłości na trzy podstawowe grupy:

- a) karby geometryczne,
- b) karby strukturalne,
- c) karby złożone, które uwzględniają jednocześnie geometrię i strukturę.

Karby geometryczne charakteryzują się tym, że w ich dniu występuje złożony stan naprężenia o wartościach zdecydowanie przekraczających naprężenia nominalne. Przykładem tego typu karbów są:

- a) gwinty,
- b) zmiana przekrojów,
- c) otwory.

Większość karbów geometrycznych powstaje w wyniku umieszczenia dodatkowych elementów wyposażenia konstrukcji, jak na przykład osłon, wsporników, mocowania napędów itp., dlatego bardzo trudno wyeliminować wszystkie karby geometryczne w konstrukcji. Należy uwzględnić ich wpływ oraz zminimalizować skutki ich oddziaływania na konstrukcję.

Karby strukturalne to nieciągłości umiejscowione w poprzecznym przekroju elementu, powstałe wskutek zmian w strukturze materiału. Karbami tego typu mogą być wtrącenia niemetaliczne, metaliczne czy zmiany wielkości ziarna w wyniku przeprowadzonych obróbek cieplnych i chemicznych materiału. W karbach bardzo często występują naprężenia własne pochodzące z procesów technologicznych. Te naprężenia zwykle nazywane są naprężeniami resztkowymi lub naprężeniami własnymi.

Karby złożone uwzględniają jednocześnie geometrię oraz strukturę i są najczęściej spotykanymi w konstrukcjach czy w elementach maszyn typami karbów. Doskonałym przykładem takiego karbu mogą być połączenia spawane, w których występuje złożony stan naprężeń. W następstwie powstają strefy koncentracji naprężeń – to w nich najczęściej dochodzi do pęknięcia zmęczeniowego.

Znajomość konstrukcji elementów nośnych urządzenia, tematyki związanej z mechaniką pękania i wpływem karbów na wytrzymałość i trwałość konstrukcji, a także oględziny konstrukcji powinny być podstawowymi założeniami badawczymi.

Na wiarygodność wyników badań nieniszczących wpływają elementy związane z:

- wyborem odpowiednich miejsc konstrukcji do badania,
- wyborem właściwej metody badania,

- sposobem przeprowadzenia badania,
- kompetencjami / biegłością personelu badawczego,
- kompetencją laboratorium badawczego,
- nadzorem metrologicznym (wzorcowanie, sprawdzenia),
- warunkami środowiskowymi,
- zastosowaną metodą i wybranym wyposażeniem pomiarowym.

Badania urządzeń objętych dozorem technicznym powinny być wykonywane przez PERSONEL KWALIFIKOWANY I CERTYFIKOWANY zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 9712:2012 „Badania nieniszczące – Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących”.

Personel wykonujący badania nieniszczące powinien posiadać odpowiednie kompetencje w poszczególnych metodach badawczych.

Metoda NDT	Symbol
Badania emisją akustyczną	AT
Badania prądami wirowymi	ET
Badania termograficzne w podczerwieni	TT
Badania szczelności	LT
Badanie magnetyczne	MT
Badania penetracyjne	PT
Badania radiograficzne	RT
Badania tensometryczne	ST
Badania ultradźwiękowe	UT
Badania wizualne	VT

Tabela 1. Rodzaje i symbole badań NDT

Stopnie kwalifikacji personelu do wykonywania badań NDT		
1 stopień	2 stopień	3 stopień
<p>Osoba certyfikowana na 1. stopień posiada kompetencje do wykonywania NDT pod nadzorem personelu 2. lub 3. stopnia, zgodnie z pisemnymi instrukcjami.</p> <p>W zakresie kompetencji określonej certyfikatem personel 1. stopnia może być upoważniony przez pracodawcę, aby wykonywać następujące czynności zgodnie z instrukcjami NDT:</p> <ol style="list-style-type: none"> nastawianie aparatury NDT; wykonywanie badań; zapisywanie wyników badań i klasyfikowanie na podstawie pisemnych kryteriów; protokołowanie wyników badań. <p>Personel 1. stopnia nie powinien być odpowiedzialny za wybór stosowanej metody lub techniki badania ani za interpretację wyników badań.</p>	<p>Osoba certyfikowana na 2. stopień posiada kompetencje do wykonywania NDT zgodnie z procedurami NDT. W zakresie kompetencji określonej certyfikatem personel 2. stopnia może być upoważniony przez pracodawcę do:</p> <ol style="list-style-type: none"> doboru techniki NDT dla stosowanej metody badania; określania ograniczeń w stosowaniu metody badania; przenoszenia wymagań kodeksów, norm, specyfikacji i procedur do instrukcji NDT dostosowanych do rzeczywistych warunków pracy; nastawiania i sprawdzania ustawień aparatury; wykonywania i nadzorowania badań; interpretacji i oceny wyników zgodnie z obowiązującymi normami, kodeksami, specyfikacjami lub procedurami; wykonywania i nadzorowania wszystkich obowiązków dla personelu 2. stopnia i niższych; wprowadzania wytycznych dla personelu 2. stopnia lub niższego; protokołowania wyników NDT. 	<p>Osoba certyfikowana na 3. stopień posiada kompetencje do wykonywania i kierowania działaniami w ramach NDT, w których jest certyfikowana. W zakresie kompetencji określonej w certyfikacie personel 3. stopnia może być upoważniony przez pracodawcę do:</p> <ol style="list-style-type: none"> przejęcia pełnej odpowiedzialności za laboratorium badawcze i personel; ustalania, przeglądu poprawności redakcyjnej i technicznej oraz zatwierdzania instrukcji i procedur NDT; interpretowania norm, kodeksów, specyfikacji, procedur i instrukcji NDT; wprowadzania do stosowania szczególnych metod badania, procedur i instrukcji; wykonywania i nadzorowania wszystkich obowiązków personelu wszystkich stopni; ustalania wytycznych dla personelu NDT na wszystkich stopniach.

Tabela 2. Zakres kompetencji personelu NDT

WYPOSAŻENIE POMIAROWO-BADAWCZE (WPB) powinno podlegać weryfikacji, być monitorowane, sprawdzane i wzorcowane zgodnie z odpowiednio przyjętym programem postępowania.

Badania należy prowadzić w **WARUNKACH ŚRODOWISKOWYCH** określonych w odpowiednich dokumentach odniesienia. Warunki środowiskowe powinny być monitorowane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących”. W przypadku odstępstw od wymagań normy przedmiotowej należy przerwać badania lub przeprowadzić proces walidacji.

Jednym z głównych czynników mających wpływ na wiarygodność uzyskanych wyników jest **DOBÓR PRAWIDŁOWEJ METODY PRZEPROWADZANIA BADAŃ**. Niestety nie dysponujemy jedną metodą badań, która miałaby zastosowanie do wszystkich urządzeń, materiałów, rodzajów oraz wielkości złączy. W związku z tym przede wszystkim to do osoby kompetentnej należy dobór właściwej metodologii badań dla danego obiektu badanego. Badania wizualne określane są jako badania obarczone bardzo dużym błędem. Wielkość niezgodności, które oko ludzkie może zauważyć, jest nieporównywalnie większa od niezgodności, które wykrywane są innymi metodami. Z zasady można przyjąć, że uzupełnienie badań VT inną, dokładniejszą metodą badawczą wydaje się niezbędne.

Metoda badań	Zasady wykrywania nieciągłości	Zastosowanie	Ograniczenia	Zalety	Materiały badane	Rodzaje wykrywanych nieciągłości
Badania wizualne	Obserwacje okiem nieuzbrojonym, za pomocą lup oraz urządzeń do zdalnej obserwacji, endoskopów (boroskopów i fiberoskopów)	Wykrywanie nieciągłości na dostępnych i niedostępnych powierzchniach	Wykrywanie jedynie nieciągłości powierzchniowych, brak możliwości wykrywania nieciągłości zaciśniętych	Prostota i niski koszt prowadzenia badań wizualnych, możliwość obserwacji powierzchni trudno dostępnych, przy małych średnicach sond endoskopowych	Wszelkie materiały	Wszystkie nieciągłości powierzchniowe, np. pęknięcia, wżery korozyjne
Metoda penetracyjna	Wnikanie cieczy – penetran-tów barwnych i fluorescencyjnych – do nieciągłości, stosowanie wywoływaczy i (ewentualnie) emulgatorów	Wykrywanie nieciągłości powierzchniowych	Wykrywanie tylko nieciągłości powierzchniowych otwartych, powierzchnia obiektów nie może być zbyt chropowata	Prostota i niski koszt prowadzenia badań, możliwość kontroli w jednej operacji obiektów o skomplikowanym kształcie	Wszelkie metale i ich stopy, niemetale	Pęknięcia produkcyjne i pęknięcia eksploatacyjne
Metoda magnetyczno-proszkowa	Magnesowanie obiektów stałym, przemiennym lub impulsowym polem magnetycznym, wykrywanie strumienia rozproszenia magnetycznego, proszki magnetyczne i przetworniki indukcyjnościowe	Wykrywanie nieciągłości powierzchniowych i podpowierzchniowych z obiektów materiałów ferromagnetycznych	Brak możliwości zastosowania do badania metali nieferromagnetycznych i niemetali, obecność powłok znacząco zmniejsza czułość metody	Prostota prowadzenia badań, duża szybkość badania w porównaniu z metodą penetracyjną i wiropłdową	Stale ferromagnetyczne, nikiel, kobalt	Wykrywanie nieciągłości powierzchniowych, pęknięć i nieciągłości podpowierzchniowych, np. pęcherzy, pustek, wtrąceń niemetalicznych (do głębokości kilku milimetrów, przy założeniu bardzo dobrego stanu powierzchni)
Metoda prądów wirowych	Umieszczanie obiektów w obszarze oddziaływania zmiennego w czasie pola magnetycznego wytwarzanego przez przetworniki indukcyjnościowe oraz późniejsze przetwarzanie sygnałów przetworników	Wykrywanie nieciągłości powierzchniowych i podpowierzchniowych	Brak możliwości zastosowania do badania materiałów nieprzewodzących prądu elektrycznego	Metoda łatwa do automatyzacji, możliwość wykonywania badań na powierzchni pokrytej powłokami, duża czułość wykrywania wad	Materiały przewodzące prąd elektryczny	Wykrywanie nieciągłości wychodzących na powierzchnię obiektów, pęknięć, zawałców, wtrąceń, łusek, ubytków korozyjnych, niezgodności spawalniczych

Tabela 3. Porównanie metod powierzchniowych

Metoda badań	Zasady wykrywania nieciągłości	Zastosowanie	Ograniczenia	Zalety	Materiały badane	Rodzaje wykrywanych nieciągłości
Metoda radiograficzna	Wprowadzenie promieniowania X lub γ , otrzymanie obrazu „cienia” w kierunku rozchodzenia się promieniowania, rejestracja na błonach radiograficznych i rejestracja komputerowa – w systemach radiografii czasu rzeczywistego	Wykrywanie nieciągłości wprowadzanych w procesach wytwarzania i podczas eksploatacji obiektów, badania i diagnostyka złączy spawanych oraz odlewów	Możliwość wykrywania nieciągłości wewnętrznych i powierzchniowych korzystnie zorientowanych względem kierunku rozchodzenia się promieniowania, czułość wykrywania nieciągłości ograniczona do wielkości zwykle 0,5÷2% grubości obiektów, ograniczona grubość obiektów, niebezpieczeństwo narażenia personelu i środowiska na napromieniowanie, ograniczona wykrywalność wad płaskich typu pęknięcie	Wizualna ocena obrazów nieciągłości, zobrazenia nieciągłości w widoku zgodnym z kierunkiem promieniowania – na radiogramach	Wszelkie metale i ich stopy, niemetale, żywność, wykrywanie obcych obiektów w zapakowanych obiektach, promieniowanie X lub γ jest tym silniej tłumione, im większa jest gęstość materiału	Wykrywanie nieciągłości przestrzennych, pęcherzy, pozostałości jamy skurczowej oraz nieciągłości płaskich, pęknięć skurczowych, wtrąceń, braków przetopu – w złączach spawanych, wykrywanie nieciągłości odlewów, pęcherzy, pęknięć skurczowych, wykrywanie i ocena zmian grubości obiektów oraz powłok
Metoda ultradźwiękowa	Wprowadzenie fal ultradźwiękowych, fale są odbijane przez nieciągłości, uginane i rozpraszane na krawędziach nieciągłości	Wykrywanie – w zależności od rodzaju fal – nieciągłości wewnętrznych i powierzchniowych, pomiary grubości, wykrywanie braku przyczepności w połączeniach klejonych, połączenia nitowane, badanie właściwości materiałów, np. pomiar naprężeń własnych	Możliwość wykrywania nieciągłości korzystnie zorientowanych względem wiązki fal, czułość badań ograniczona przy chropowatej powierzchni obiektów	Możliwość wykrywania nieciągłości o średnicy porównywalnej lub większej od długości fali, możliwość pomiaru grubości obiektów przy dostępie jednostronnym	Wszystkie metale i ich stopy, niemetale	Wykrywanie nieciągłości płaskich oraz przestrzennych, pęknięcia wewnętrzne i powierzchniowe, wtrącenia i pozostałości jamy usadowej, rozwarstwienia w obiektach walcowanych i ciągnionych, pęknięcia odkuwek, nieciągłości odlewów, niezgodności złączy spawanych, pęknięcia, przyklejenia, braki przetopu, wtrącenia, pęcherze

Tabela 4. Porównanie metod objętościowych

Podstawowymi, prowadzonymi w ramach oceny ustroju nośnego, badaniami są **BADANIA WIZUALNE (VT – ang. Visual Testing)**, które pozwalają na wykrywanie nieciągłości powierzchniowych danego obiektu. Za pomocą nieuzbrojonego oka lub przyrządów optycznych o powiększeniach dochodzących do 20x wykrywane są pęknięcia, zniekształcenia, zażużlenia, zmiany korozyjne i erozyjne materiałów. W badaniach wizualnych wymagane jest, aby kąt obserwacji wynosił min. 30°, a odległość między okiem obserwatora a przedmiotem nie powinna być większa niż 600 mm dla badań połączeń spawanych. Do badań można wykorzystać zarówno światło naturalne, jak i sztuczne białe. Natężenie światła powinno wynosić min. 500 lx, przy czym według norm europejskich za wystarczającą wartość dla badań połączeń spawanych przyjmuje się 350 lx.

Do podstawowego wyposażenia badawczego w tej metodzie należą:

- | | |
|--|--|
| a) suwmiarka, | i) sprawdziany, np. do pomiaru kształtu suwmiarki, |
| b) źródło światła białego, | j) giętkie (fiberoskopy), |
| c) przymiar liniowy, światła (luksomierz), | k) lupy, |
| d) miernik natężenia | l) wideoendoskopy, |
| e) spoinomierz, | m) lusterko, |
| f) endoskopy, | n) aparat fotograficzny. |
| g) szczelinomierz, | |
| h) sztywne (boroskopy), | |

Badania wizualne dzielimy na:

- | |
|---|
| a) badanie wizualne bezpośrednie, czyli takie, w którym ścieżka optyczna od oka obserwatora do badanego obszaru nie jest przerywana (np. badanie bez wspomagania, badanie z zastosowaniem lusterka, soczewki, endoskopy); |
| b) badanie wizualne zdalne, czyli takie, w którym dochodzi do przerywania ścieżki optycznej od oka obserwatora do badanego obszaru (np. badanie z zastosowaniem wideosystemów, fotografii, robotów). |



Rysunek 3. Pęknięcie materiału rodzimego



Rysunek 4. Pęknięcie materiału rodzimego masztu wózka jezdniowego podnośnikowego z mechanicznym napędem podnoszenia

Poprzednie etapy oceny stanu technicznego powinny dostarczyć osobie kompetentnej wiele informacji na temat stanu technicznego urządzenia, jego historii eksploatacji i ewentualnych uszkodzeń. Oprócz dotychczas omówionych aspektów należy wskazać na kolejny, który powinien zostać wzięty pod uwagę przy typowaniu miejsc do badania VT.

ETAP 4

Zapraszamy do szczegółowego zapoznania się, z pozostałymi metodami badań nieniszczących do oceny stanu technicznego ustrojów nośnych UTB. W kolejnym artykule, z cyklu bezpieczeństwa urządzeń transportu bliskiego, omówimy pozostałe metody badań nieniszczących stanowiących niezbędny element oceny stanu technicznego konstrukcji nośnych w aspekcie RESURSU. Przedstawimy m.in. podstawowe zasady, wyposażenie i warunki badań powierzchniowych (metody: penetracyjna, magnetyczno-proszkowa oraz prądów wirowych) oraz objętościowych (metody: radiograficzna, ultradźwiękowa, w tym Phased Array).

**ETAP 5 I 6
PROTOKOŁY Z BADAŃ**

W oparciu o zapisy norm każdorazowe przeprowadzenie badań musi kończyć się powstaniem **protokołu**. Zaleca się, aby protokół spełniał zasadę identyfikowalności, a więc żeby zawierał odniesienia do punktów pomiarowych – w postaci dokładnego opisu, rysunku czy zdjęcia. Normy przedmiotowe w dokładny sposób określają zawartość protokołów po przeprowadzeniu badań.

Jednakże każdorazowo protokół z badań złączy spawanych powinien zawierać w szczególności:

- a) identyfikację podmiotu przeprowadzającego badanie,
- b) identyfikację badanego elementu,
- c) materiał,
- d) rodzaj złącza,
- e) grubość materiału,
- f) kryteria odbioru,
- g) niezgodności spawalnicze przekraczające kryteria odbioru i ich lokalizację,
- h) zakres badań z odesłaniem do rysunków (w razie potrzeby),
- i) przyrządy zastosowane podczas badań (numery świadectw wzorcowania),
- j) wyniki badań w oparciu o kryteria odbioru,
- k) imię i nazwisko osoby przeprowadzającej badania (właściwe uprawnienia, numer certyfikatu),
- l) inne wymagane informacje zgodnie z normami przedmiotowymi dotyczącymi zastosowanej metody.

Ze względu na różnorodność konstrukcji urządzeń transportu bliskiego, jak również stosowanych materiałów do ich wytworzenia trudno jest ogólnie określić, jaką metodę badań należy stosować dla wszystkich urządzeń. Wskazanie miejsc, wybór odpowiedniej metody oraz poziomów akceptacji stosowanych podczas prowadzenia badań spoczywa na osobie kompetentnej.

Złożoność działań związanych z oceną stanu technicznego wymaga, aby były one wykonywane przez osobę, która jest w stanie zapewnić prawidłowość wykonania czynności w ramach tego procesu.

Powinna to być osoba kompetentna w wielu dziedzinach. Wybór osoby kompetentnej ma kluczowe znaczenie z punktu widzenia bezpieczeństwa eksploatacji UTB, rzetelności prowadzonego procesu, wiarygodności wyników oraz odpowiedniości dokumentacji będącej wynikiem oceny stanu technicznego.

Proces oceny stanu technicznego konstrukcji nośnej jest czynnością mającą na celu ocenę przydatności konstrukcji urządzenia oraz zakwalifikowanie jego poszczególnych elementów do dalszej eksploatacji lub ewentualnie naprawy, modernizacji, wymiany czy też złomowania.

W ramach oceny stanu technicznego konstrukcji nośnych UTB wskazane jest, aby osoba kompetentna uwzględniła informacje związane z:

- a) przepisami prawa, normami i innymi dokumentami technicznymi (instrukcje eksploatacji, konserwacji, katalogi części zamiennych, literatura branżowa itp.);
- b) rodzajami stosowanych materiałów konstrukcyjnych (struktura, własności mechaniczne, fizyczne i chemiczne, starzenie się materiałów, odporność na kruche pękanie itp.);
- c) projektowaniem konstrukcji nośnych (znajomość spotykanych typów konstrukcji, budowa poszczególnych elementów nośnych itp.);
- d) obliczeniami wytrzymałościowymi (metody obliczeń, rozkład widma obciążeń w elementach nośnych, wpływ karbów, obliczanie węzłów konstrukcyjnych itp.);

e) połączeniami nierozłącznymi (spawanie i nitowanie, podstawowa wiedza z zakresu spawalnictwa, wpływ spawania na własności i wytrzymałość materiałów, ocena poziomów jakości spoin itp.);

f) połączeniami rozłącznymi (rodzaje połączeń, połączenia pasowane, sprężane, wytrzymałość i obliczenia połączeń rozłącznych itp.);

g) pomiarami, diagnostyką i metodami badań NDT (posiadane przyrządy kontrolno-pomiarowe i umiejętność posługiwania się nimi, prawidłowa interpretacja wyników, sposób dokumentowania itp.);

h) wykonywaniem dokumentacji z badań i ekspertyz (sposób dokumentowania wykonanych czynności, poziom dokładności i wiarygodności dokumentacji, protokoły z badań i wyniki pomiarów itp.).

Zarówno złożoność procesu oceny stanu technicznego, jak i konieczność posiadania inżynierskiej wiedzy w wielu dziedzinach powodują, że całościowa ocena stanu technicznego powinna być wykonywana przez zespół osób o różnych kwalifikacjach, posiadających wiedzę z wielu dziedzin, pracujących pod nadzorem jednej osoby koordynującej cały proces. Wymaganie to wynika również z faktu, że wykonywanie pewnych czynności związanych z procesem oceny stanu technicznego ustroju nośnego może być przeprowadzane jedynie przez osoby posiadające stosowne **zaświadczenia kwalifikacyjne, certyfikaty czy uprawnienia** określone innymi przepisami.

Wyżej opisane wytyczne dotyczące osoby kompetentnej bazują nie tylko na doświadczeniu inżynierów pracujących w UDT, ale również na dokumentach normatywnych stosowanych zarówno w Europie, jak i na świecie. Warto w tym miejscu wspomnieć serię norm **ISO 9927 „Cranes – Inspections”**, które opisują nie tylko proces inspekcji dźwignic w całym okresie ich eksploatacji, ale także wymagania dla osób kompetentnych na poszczególnych etapach badań. Podział ten obrazuje hierarchię wymaganej niezbędnej wiedzy dla poszczególnych osób zajmujących się eksploatacją dźwignic. W normie tej poświęcono osobny załącznik na określenie osób kompetentnych i przewidziano przeprowadzanie oceny stanu technicznego urządzenia pod nadzorem inżyniera eksperta, zdefiniowanego jako **inżyniera posiadającego doświadczenie w projektowaniu, konstruowaniu i konserwacji dźwignic, posiadającego wiedzę z zakresu regulacji prawnych i norm, dysponującego niezbędnym wyposażeniem pomiarowo badawczym do wykonania inspekcji. Dodatkowo inżynier ekspert to inżynier, który jest w stanie ocenić bezpieczeństwo dźwignicy i zdecydować, jakie czynności należy wykonać, by zapewnić bezpieczną eksploatację.**

Cytowana powyżej definicja zaczerpnięta została z normy dotyczącej dźwignic, jednakże dzięki kompletnemu określeniu wymagań stawianych osobom kompetentnym powinna być wykorzystywana również w odniesieniu do innych urządzeń transportu bliskiego, nawet tych, które nie są dźwignicami. Reasumując, wybór osoby kompetentnej, który jest jednym z pierwszych etapów całego procesu, ma kluczowy wpływ na wszystkie pozostałe działania. ■

W kolejnej części cyklu tematycznego poznają Państwo szczegółowo ETAP 4 oceny stanu ustroju nośnego urządzeń transportu bliskiego w określaniu RESURSU. Szczegółowo zostaną opisane metody objętościowe i powierzchniowe badań nieniszczących. Zapraszamy do kolejnego numeru biuletynu „INSPEKTOR – Technika i bezpieczeństwo”.