

OCENA STANU TECHNICZNEGO URZĄDZEŃ TRANSPORTU BLISKIEGO

CZĘŚĆ 5



TOMASZ BORTH

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



KRZYSZTOF DĘBSKI

Ekspert Urządzeń
Transportu Bliskiego
Urząd Dozoru Technicznego
O/Łódź



WOJCIECH CZAPLA

Ekspert Urządzeń
Transportu Bliskiego
Urząd Dozoru Technicznego
O/Bydgoszcz



ZBIGNIEW PILARZ

Główny Specjalista Urządzeń
Transportu Bliskiego
Urząd Dozoru Technicznego
O/Katowice

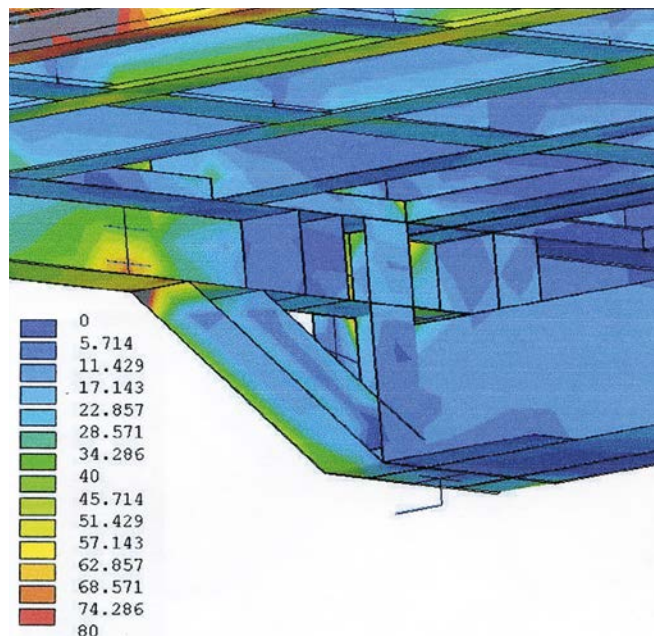
Rok temu cykl artykułów rozpoczęliśmy od zdefiniowania pojęcia RESURSU wpisującego się w problematykę wieku i zdatości użytkowej eksploatowanych urządzeń. W momencie osiągnięcia przez urządzenie resursu pomocna jest OCENA STANU TECHNICZNEGO URZĄDZENIA. Przeprowadzone w jej ramach czynności pozwalają zakwalifikować urządzenie do ewentualnego remontu, modernizacji, wymiany lub w skrajnym przypadku do złomowania.

Kolejne opracowania dotyczyły poszczególnych etapów oceny stanu technicznego ustrojów nośnych urządzeń transportu bliskiego. Omówione zostały w tych ramach, możliwe do przeprowadzenia oceny, metody badań nieniszczących. Podkreślono, że proces oceny zawsze powinien rozpocząć się od zapoznania osoby kompetentnej z dokumentacją eksploatacyjną, konstrukcyjną i ogólnym stanem technicznym urządzenia. Złożoność i różnorodność stosowanych konstrukcji może wymuszać indywidualne podejście do każdego urządzenia. Dopiero zebranie informacji o rodzajach obciążeń, postaci konstrukcyjnej, rodzaju materiałów czy zastosowanych połączeniach i środowisku pracy pozwala na określenie zakresu wykonywanych badań, pomiarów czy doboru technik pomiarowo-badawczych, jak również ewentualny dobór osób, które będą współpracować ze sobą w całym procesie.

W tej części cyklu artykułów omówiona zostanie metoda wspierająca wybór miejsc do badań NDT oraz inne elementy oceny stanu technicznego, takie jak korozja, odkształcenia trwałe czy miejsca koncentracji naprężeń.

TYPOWANIE MIEJSC DO BADAŃ – MES

W przypadku typowania miejsc do badań NDT można z powodzeniem posłużyć się metodą elementów skończonych (MES). Dzięki wprowadzeniu do programu MES rzeczywistego modelu analizowanego elementu i obciążeniu go właściwymi siłami uzyskamy wyniki prezentujące rozkład naprężeń ze wskazanymi najbardziej obciążonymi węzłami. To właśnie na te miejsca należy w pierwszej kolejności zwrócić uwagę w procesie oceny stanu technicznego ustrojów nośnych.



Rys. 9. Rozkład naprężeń w podłodze kabiny dźwigu

STREFY KONCENTRACJI NAPRĘŻEŃ – PĘKNIĘCIA ZMĘCZENIOWE

Należy również zwrócić uwagę na strefy koncentracji naprężeń, w których najczęściej dochodzi do pęknięć zmęczeniowych. Przykładowymi miejscami wymagającymi szczegółowej weryfikacji są:

- miejsca w obrębie mocowania siłowników,
- miejsca w obrębie mocowania masztu do ramy wózka,
- miejsca w obrębie mocowania czopów rolek masztu,
- miejsca zmian przekrojów elementów konstrukcyjnych,
- miejsca krzyżowania się spoin,
- miejsca wykonanych napraw i modernizacji z zastosowaniem spawania,
- mocowanie stężeń, wsporników, zastrzałów itp.,
- mocowanie elementów wyposażenia, które z uwagi na sposób mocowania oraz masę, mogą mieć wpływ na powstawanie pęknięć.

OGŁĘDZINY – MIEJSCA SKORODOWANE

Kolejną kwestią wymagającą szczególnej uwagi podczas oględzin, są miejsca skorodowane. W razie zauważenia takich obszarów należy, w ramach czynności związanych z oceną stanu technicznego ustroju nośnego, wykonać pomiar grubości elementów nośnych w miejscach występowania korozji i ocenić jej wpływ na wytrzymałość konstrukcji.

W przypadku urządzeń pracujących na wolnym powietrzu, w których konstrukcja dźwigara ma profil zamknięty, konieczne jest dokonanie pomiarów grubości w wytypowanych miejscach celem sprawdzenia, czy pomimo braku ognisk korozji zewnętrznej ubytki nie występują wewnątrz profilu.



Rys. 10. Ubytki korozyjne konstrukcji

UWAGA!

Warto zauważyć, że w przypadku ustrojów nośnych niektórych podestów czy wyciągów towarowych stosowanym materiałem są bardzo często stopy aluminium.

Popularność tych materiałów wynika z ich właściwości, takich jak relatywnie niska masa, duża wytrzymałość, plastyczność umożliwiającą szeroką obróbkę, a przede wszystkim doskonała odporność na korozję.

Korzystne cechy stopów aluminium sprawiają, że w wielu sytuacjach zaczynają być one traktowane jako alternatywny dla stali materiał konstrukcyjny, z którego wykonuje się zasadniczą konstrukcję nośną.



Rys. 11. Przykład aluminiowej konstrukcji nośnej toru jezdnych wyciągu towarowego

Niestety stopy aluminium mają wady, które często przyczyniają się do powstawania pęknięć w trakcie eksploatacji urządzeń. Podstawowym problemem jest ich **trudna spawalność**. Wynika ona z:

- dużego powinowactwa aluminium do tlenu i powstawania trudno topliwego,
- wysokiej przewodności cieplnej,
- dużej rozszerzalności stopów aluminium,
- dużego skurczu odlewniczego (przyczyna odkształceń i naprężeń spawalniczych),
- znaczących spadków wytrzymałości w temperaturach spawania,
- utruty w czasie spawania pierwiastków stopowych, takich jak magnez, cynk czy lit.

Podczas rozpatrywania konstrukcji aluminiowych z punktu widzenia oceny stanu technicznego urządzeń, nie można zapomnieć o bardzo istotnej własności stopów aluminium (w szczególności stopów przerabianych plastycznie). W tego typu stopach może dochodzić do **korozji międzykrystalicznej i naprężeniowej**.

POMIARY – ODKSZTAŁCENIA TRWAŁE

Ocena stanu technicznego urządzeń nośnych obejmuje również wykonanie odpowiednich pomiarów. Powinna opierać się na przeprowadzeniu pomiarów w obrębie głównych elementów nośnych oraz weryfikacji **trwałych odkształceń elementów**.

- Wymagania dotyczące przyjętych kryteriów akceptacji muszą zostać wskazane przez osobę kompetentną. Osoba ta, na etapie określania właściwych poziomów akceptacji, powinna posiłkować się dokumentacją eksploatacyjną urządzenia oraz normami przedmiotowymi.
- Na rynku istnieją urządzenia, które wytwarzane były w różnych latach. Kluczowe znaczenie ma zidentyfikowanie wymagań, według których należy weryfikować urządzenie nośne, z uwzględnieniem wymagań obowiązujących w momencie wytworzenia danego urządzenia.



Rys. 12. Deformacja dźwigara suwnicy

Podczas oceniania stanu technicznego urządzeń nośnych żurawi czy suwnic wytwarzanych przed rokiem 1993 pomocne może być sięgnięcie po wówczas obowiązujące normy przedmiotowe związane z procesem wytwarzania urządzeń. Wskazywały one szczegółowe wymagania stawiane urządzeniom nośnym w zakresie dopuszczalnych odchyłek wykonania.

Tabela 8. Przykłady tolerancji części i podzespołów stalowego urządzenia nośnego żurawia wg PN-M-45535

Lp.	Określenie odchyłki	Rysunek	Dopuszczalna wielkość odchyłki
1	2	3	4
1	Falistość pasów między przeponami dźwigarów skrzynkowych lub blachownicowych: a) bez usztywnień podłużnych b) przy stosowaniu usztywnień podłużnych		g;1) g; g; g;
2	Pochylenie półek pasów w dźwigarach: a) skrzynkowych b) blachownicowych		dla a) dla b)
3	Wygięcie miejscowe pojedynczego elementu		
4	Odchyłka wymiarów siatki kratownicowej		
5	Strzałka wygięcia pręta między węzłami ustroju kratowego		
1) Decyduje warunek najmniejszej dopuszczalnej odchyłki			

UWAGA!

W przedstawionych powyżej przykładach wymiary odnoszą się do urządzeń nośnych obciążonych wyłącznie masą własną. Jeżeli konstrukcja nośna jest obciążona dodatkowo masą np. wciągarka lub wciągarki oraz wyposażenia, podczas oceny wyników pomiaru należy uwzględnić wynikające z tego poprawki i odnotować je w dokumentacji pomiarowej.

POMIARY ODKSZTAŁCALNOŚCI KONSTRUKCJI

W przypadku kiedy jest to możliwe do wykonania oraz istotne z punktu widzenia wytrzymałości ustroju nośnego, kolejny etap powinien obejmować wykonanie pomiaru odkształcalności konstrukcji nośnej.

Pomiar powinien przebiegać w następujący sposób:

- ustawić mechanizm podnoszenia (wciągnik, wciągarka, wodzak) w najmniej korzystnym punkcie ustroju nośnego,
 - dokonać pomiaru ugięcia konstrukcji (dźwigara, wysięgnika) w tym położeniu,
 - obciążyć ustrój nośny udźwigniem maksymalnym dopuszczalnym,
 - po ustaniu drgań własnych ustroju nośnego dokonać pomiaru ugięcia konstrukcji w tych samych punktach pomiarowych,
 - odciążyć ustrój nośny poprzez opuszczenie na dół ładunku,
 - po ustaniu drgań własnych ustroju nośnego dokonać pomiaru ugięcia w tych samych punktach pomiarowych.
- Badanie kończy się pozytywnie, kiedy po odciążeniu ustrój nośny urządzenia powraca do położenia początkowego.

Jeżeli badane urządzenie zostało wytworzone zgodnie z innymi specyfikacjami technicznymi, do prowadzenia oceny wymiarowej konstrukcji należy wykorzystywać wskazane przez wytwórcę specyfikacje techniczne.

Poniżej przedstawiono przykładowe odchyłki przyjmowane przez normy przedmiotowe dotyczące konstrukcji spawanych (PN-EN ISO 13920 „Spawalnictwo. Tolerancje ogólne dotyczące konstrukcji spawanych. Wymiary liniowe i kąty. Kształt i położenie”). W przypadku braku zaleceń wytwórcy co do tolerancji wymiarów elementów spawanych, zaleca się przyjęcie klas B lub C według tabeli 9 i 10 oraz F lub G według tabeli 11.

Tabela 9. Tolerancje wymiarów liniowych

Klasa tolerancji	Zakres wymiarów nominalnych [mm]										
	2 ÷ 30	Powyżej 30 ÷ 120	Powyżej 120 ÷ 400	Powyżej 400 ÷ 1000	Powyżej 1000 ÷ 2000	Powyżej 2000 ÷ 4000	Powyżej 4000 ÷ 8000	Powyżej 8000 ÷ 12000	Powyżej 12000 ÷ 16000	Powyżej 16000 ÷ 20000	Powyżej 20000
Tolerancje [mm]											
A	± 1	± 1	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7	± 8	± 9
B		± 2	± 2	± 3	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16
C		± 3	± 4	± 6	± 8	± 11	± 14	± 18	± 21	± 24	± 27
D		± 4	± 7	± 9	± 12	± 16	± 21	± 27	± 32	± 36	± 40

Tabela 10. Tolerancje wymiarów kątowych

Klasa tolerancji	Zakres wymiarów nominalnych „l” [mm] (długość krótszego ramienia)		
	do 400	Powyżej 400 ÷ 1000	Powyżej 1000
Tolerancje Δ α (w stopniach i minutach)			
A	± 20'	± 15'	± 10'
B	± 45'	± 30'	± 20'
C	± 1°	± 45'	± 30'
D	± 1° 30'	± 1° 30'	± 1°
Wyliczone i zaokrąglone tolerancje „t” [mm/m] ¹⁾			
A	± 6	± 4,5	± 3
B	± 13	± 9	± 6
C	± 18	± 13	± 9
D	± 26	± 22	± 18

¹⁾ Wartość w mm/m jest równa wartości tangensa kąta i odpowiada tolerancji ogólnej. Dla wyliczenia odpowiedniej wartości tolerancji wartość „t” mnoży się przez długość krótszego ramienia „l” wyrażoną w m.

Tabela 11. Tolerancje prostoliniowości, płaskości i równoległości

Zakres wymiarów nominalnych „l” [mm] (w odniesieniu do dłuższej powierzchni)										
Klasa tolerancji	30 ÷ 120	120 ÷ 400	400 ÷ 1000	1000 ÷ 2000	2000 ÷ 4000	4000 ÷ 8000	8000 ÷ 12000	12000 ÷ 16000	16000 ÷ 20000	powyżej 20000
	Tolerancja „t” w [mm]									
E	0,1	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8
F	1	1,5	3	4,5	6	8	10	12	14	16
G	1,5	3	5,5	9	11	16	20	22	25	25
H	2,5	5	9	14	18	26	32	36	40	40

W końcowych etapach procesu oceny stanu technicznego urządzeń nośnych transportu bliskiego pozostaje zebranie uzyskanych wyników, określenie niepewności pomiarów i prawidłowa ich interpretacja oraz to, co najważniejsze, czyli wyciągnięcie właściwych wniosków.

PODSUMOWANIE

Ocena stanu technicznego urządzeń nośnych UTB nie jest procesem szybkim ani łatwym.

- Na każdym etapie osoba odpowiedzialna za daną część prowadzonych działań musi w sposób rozważny wybierać właściwą metodologię sprawdzeń, pomiarów oraz badań.
- Ze względu na bardzo często występujący brak dokumentów źródłowych dotyczących procesu wytwarzania i przyjętych na tym etapie wymagań odniesienia osoba kompetentna w dużej mierze musi opierać się na swoim doświadczeniu oraz wiedzy inżynierskiej.
- To osoba oceniająca ma decydujący głos, jeśli chodzi o zakres, rodzaj i sposób prowadzenia procesu.
- Od tych wielu elementów zależy dalsza bezpieczna eksploatacja urządzenia lub wykonanie jego ewentualnej naprawy.

Działania związanych z oceną stanu technicznego urządzeń nośnych nie ułatwia różnorodność konstrukcji oraz stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych. Ich znajomość oraz znajomość metod wytwarzania urządzeń umożliwiają pełniejsze poznanie ewentualnych zagrożeń, które należy brać pod uwagę na wszystkich etapach oceny stanu technicznego urządzeń nośnych.

Reasumując ocena stanu technicznego nie opiera się jedynie na określeniu stanu konstrukcji stalowej, lecz również elementów z nią bezpośrednio powiązanych.

- Należy pamiętać o wszelkiego rodzaju połączeniach nierozłącznych oraz rozłącznych.
- Zebranie przez osobę kompetentną wszystkich dowodów z przeprowadzonych działań jest kluczowe do podjęcia prawidłowej decyzji co do dalszych losów urządzenia.
- Nieodzownym elementem całości procesu jest rzetelna, właściwa i rzeczowa współpraca wszystkich osób biorących w nim udział.

- Dopiero to może zaowocować prawidłowym określeniem stanu technicznego urządzenia, co w sposób bezpośredni przekłada się na bezpieczeństwo eksploatacji urządzeń.

UWAGA!

Nie można zapominać, o tym, że w wyniku przeprowadzenia oceny stanu technicznego może zaistnieć konieczność podjęcia działań naprawczych.

Sposób postępowania podczas wykonywania naprawy urządzenia technicznego opisany jest w przepisach o dozorcze technicznem.

Na początku cyklu artykułów nadmieniliśmy, że niejednokrotnie w przypadku szacowania rezerwy i przeprowadzania późniejszych działań w ramach oceny stanu technicznego urządzenia, eksploatujący staną przed wyborem ekonomicznym.

Może się okazać, że czynności, które należy przeprowadzić po osiągnięciu przez urządzenie rezerwy, są na tyle kosztowne, że ekonomicznie remont kapitalny urządzenia staje się nieopłacalny.

Cykl artykułów dotyczących rezerwy oraz oceny stanu technicznego UTB pełni rolę wskazania najważniejszych elementów całości procesu. Celem zgłębienia tematu zapraszamy do zapoznania się z opublikowanymi na stronie internetowej UDT opracowaniami dotyczącymi przedstawionych zagadnień związanych z poszczególnymi urządzeniami podlegającymi dozorcze technicznemu.

W takich przypadkach bardziej wartościowe dla bezpieczeństwa, jak również zapewnienia ciągłości procesu produkcji będzie zastąpienie urządzenia nowym.

