

Władysław Michnowski
Jarosław Mierzwa
Piotr Machała
Patryk Uchroński

Badanie kolejowych zestawów kołowych
Wersja 2/09.11
Piotr 04.10.2011

1. Wstęp

Dyrektywa 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 29 kwietnia 2004 roku oraz jej uzupełnienie w postaci dyrektywy 2008/110/WE z dnia 16 grudnia 2008 mają za zadanie wprowadzenie interoperacyjności kolei we wszystkich państwach członkowskich. Warunkiem jest zapewnienie na terenie tak całej Unii jak i każdego kraju niezbędnego poziomu bezpieczeństwa. Do realizacji tego celu ma służyć:

- a) powołanie „krajowej władzy dla regulacji i nadzoru bezpieczeństwa kolei”,
- b) powołanie „stale funkcjonującego podmiotu, niezależnego od podmiotów branży kolejowej” badającego przyczyny wypadków w zakresie bezpieczeństwa.
- c) „raporty z badań wypadków oraz wszelkie ustalenia i rekomendacje powinny być dostępne publicznie na szczeblu Wspólnoty”.

Termin wprowadzenia aktualnego etapu realizacji wspomnianych dyrektyw minął, 31.08.2011 Polska jest w gronie siedmiu krajów, które do tej pory nie wprowadziły jeszcze tych zaleceń (m.in. Niemcy, Wielka Brytania i Czechy).

2. Wprowadzenie

Realizacja **Interoperacyjności kolei** na obszarze Unii to zadanie wielowątkowe i bardzo różnicowe tematycznie, np. niektóre problemy organizacyjne i techniczne to miliardowe inwestycje realizowane w wieloletnim trybie czasowym. W tym kontekście sprawa stanu technicznego i badań eksploatowanego zbioru zestawów kołowych nie jest chyba traktowana należycie, a podjęte kroki usprawniające wydają się niewystarczające. Tym bardziej że tragiczna katastrofa w Vareggio dowiodła konieczności przyznania priorytetu w tym zakresie. Obecnie w Unii Europejskiej panuje system normatywny uznaniowy. W Polsce i prawdopodobnie w pozostałych krajach członkowskich nie ma jednolitego systemu norm lub procedur dotyczącej badań nieniszczących sprzętu kolejowego na etapie produkcji i eksploatacji. Efektem tego jest używanie przez zakłady wykonawcze i naprawcze taboru kolejowego według różnych dokumentów (np. w Polsce polskie normy branżowe z lat siedemdziesiątych, niemiecka instrukcja VPI 04, austriacki plan badań wg AAE). Wszystkie te normy są na zróżnicowanym poziomie technicznym i proceduralnym. W efekcie występują istotne różnice w uzyskanym poziomie bezpieczeństwa w zbiorze eksploatowanych zestawów kołowych i istnieje powszechna znajomość że :

- w eksploatacji kolejowych zestawach kołowych często występują pęknięcia osi,
- brak jakichkolwiek wiarygodnych informacji na ten temat,
- w wyjątkowo opublikowanym komunikacie dotyczącym katastrofy w Viareggio (pismo Prezesa UTK NrTTN-512-129/JN/09) oraz załączonym zdjęciu brak opisu farktograficznego, wyników badań materiałowych: wytrzymałościowych, strukturalnych, odporności na pękanie itd.

W przedstawionym stanie przygotowań do tworzenia polityki dla określenia minimalnych wymagań obowiązujących, w badaniach nieniszczących jak widać zrobiono nie wystarczająco, a nawet niewiele pomimo siedmiu lat od ustanowienia Dyrektywy 2004/49/WE oraz dwóch lat od katastrofy w Viareggio.

Brak takiej polityki przy częstych awariach indukuje podejścia nadmiarowe np. w normie DIN 27201-7 występuje określenie iż „jako obszar badania należy potraktować całą powierzchnię wału zestawu kołowego, przy czym główny punkt ciężkości należy położyć na przejścia przekrojów wału”.

Wydaje się że podejście to może przynieść spodziewany efekt zmniejszenia ilości awarii zestawów kołowych, ale istotnie zwiększa się zakres badania osi i w konsekwencji przedłuża czas badania co w praktyce powoduje konieczność albo bardzo drogiej pełnej automatyzacji albo przemyślanej „inteligentnej” mechanizacji badań. Istnieje więc zapotrzebowanie na opracowania sprzętu umożliwiającego szybkie, tanie i wiarygodne przeprowadzanie badań. Ogromna większość taboru kolejowego jest zaopatrzona w osie pełne. Jednak coraz to częściej pojawiają się także osie drażone.

3. Stanowisko (wzorcowe) do badań nieniszczących osi zestawów trakcyjnych z elementami linii remontowej

3.1 Badania

W kolejowych zestawach kołowych badaniom nieniszczącym podlegają oś zestawu i wieniec (koło). Pozostałe elementy tj. zespoły łożysk podlegają wymianie na nowe lub regenerowane. Badania te są badaniami porównawczymi z nacięciami wzorcowymi określonymi dla właściwego wzorca. Wzorce ściśle określone w normach/procedurach/instrukcjach są po wykonaniu certyfikowane (poświadczenie wykonania i zbadania wzorca).

3.1.1 Etapy badania osi

Badanie osi jest przeprowadzane najczęściej w następujących etapach:

- a) Przygotowanie wstępne zestawu – piaskowanie,
- b) metoda VT,
- c) metoda MT,
- d) przygotowanie do badań UT (toczenie stref przyłożenia głowic)
- e) badanie UT,
- f) wykończenie (toczenie bieżnika i czopów),
- g) ewentualny ultradźwiękowy pomiar naprężeń w wieńcu ,
- h) uzbrojenie w łożyska +malowanie.

Warunkiem przejścia osi do kolejnego etapu badań jest stwierdzenie, iż oś jest dobra na danym etapie. Wynik badania powoduje selekcję dobry/zły i jest dla każdej osi archiwizowany w bazie danych, która umożliwia automatyczny wydruk protokołu

badania.

3.1.2 **Badania UT osi**

Badania osi jak wspomniano przeprowadza się trzema metodami tj VT, MT, UT. Metoda UT jest tu metodą podstawową ze względu na wykrywalność nieciągłości skrośnych i powierzchniowych.

3.1.3 **Etapy badania osi metodą UT**

Generalnie badanie takie można podzielić na następujące etapy:

- **skalowanie głowicy ultradźwiękowej na zwykłym wzorcu.** Celem skalowania na zwykłym wzorcu (np. W1) jest określenie niektórych parametrów głowicy istotnych w badaniu. Najczęściej są to: pole martwe głowicy, geometryczne usytuowanie środka ultradźwiękowej głowicy, etc. Skalowane to nie przeprowadza się dla każdego badania, tylko w określonych odstępach czasu.
- **skalowanie na elemencie badanym.** Stosuje się najczęściej w przypadku badań wieńca i w niektórych badaniach osi np. przez wykorzystywanie echa dennego i jego korekcję
- **skalowanie głowicy na wzorcu kontrolnym.** To podstawowe skalowanie obejmujące przewidziane kroki (etapy) badania w których dobiera się różne: głowice, ich położenie na wzorcu i nastawy defektoskopu z przyjętej procedury. Zapisane nastawy są wykorzystywane w badaniu właściwym osi. Istotnym usprawnieniem jest tu możliwość zapisu nastawów w pamięci defektoskopu.
- **badanie właściwe.** W badaniu właściwym osi wykorzystuje się nastawy defektoskopu (wzmocnienie zasięg) uzyskane podczas skalowania.
- **dokumentowanie badania.** Badania każdej osi daną metodą kończy sporządzanie dokumentu. Zwartość , treść i formę, tego dokumentu określa przyjęta procedura. W dokumencie powinny się znaleźć dane które jednoznacznie identyfikują badaną oś, decyzja o zakwalifikowaniu elementu oraz zarejestrowane niezgodności (akceptowalne – oś dobra i nie akceptowalne – zła).

3.1.4 **Efektywność badań**

Zwiększenie efektywności badania możliwe jest poprzez pełną lub częściową automatyzację i mechanizację, a także poprzez usprawnienia np. wprowadzenie procedury-programu w defektoskopie. Procedura taka w połączeniu z bardzo prostym ręcznym przełącznikiem głowic przyspieszenia dość tanio proces badawczy i to dwu trzykrotnie.

Ponadto zalety takiego rozwiązania są następujące:

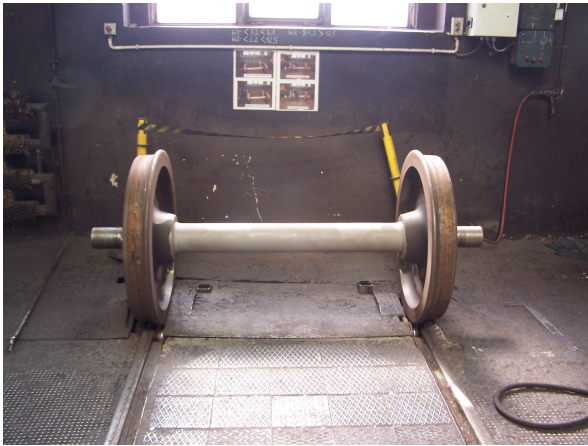
- **procedura** prowadzi badanie w kolejnych krokach tj kolejno dobiera nastawy defektoskopu do miejsca badana osi:
 - dla każdego kroku nastawy badania (głowica, zasięg wzmocnienie) są włączane zgodnie wcześniejszą (okresową) kalibracją na wzorcu,
 - wyświetlane są informacje: opis kroku, szkic wiązki, wyniki dobry/zły,
 - automatyzuje rejestracja wad,
 - archiwizacje wynik badania w komputerowej bazie danych,
 - automatyczne tworzenie raportów i statystyk na podstawie zapisów w bazie danych.
- **przełącznik głowic.** Jedną z cech badania osi jest konieczność użycia wielu głowic w badaniu. Przełącznik głowic ułatwia, i przyspiesza badanie oraz „oszczędza” wtyki.

3.1.5 Mechanizacja i automatyzacja.

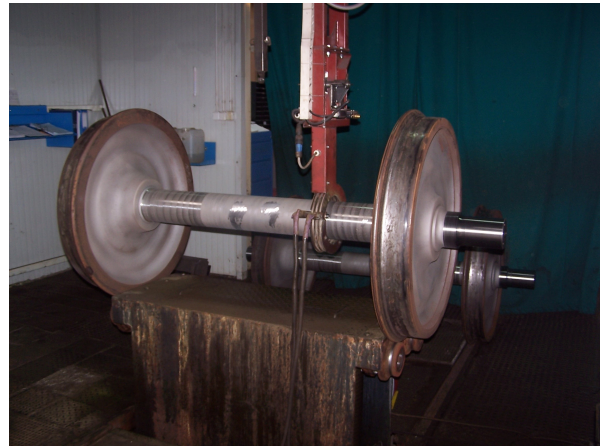
Mechanizacja zapewniająca ruch obrotowy oraz transport poziomy i pionowy to właściwie podstawowy współczesny standard stanowiska do badań zestawów kołowych, a brak takiej mechanizacji chyba by został zakwestionowany przy pierwszym audycie. Natomiast automatyzacja wykraczająca poza tę mechanizację niewątpliwie zwiększa efektywność badań i ich wiarygodność ale jest związana z niesłychanie wysokimi kosztami.

4. Przykład wzorcowego rozwiązania

Dla zilustrowania dobrze zorganizowanego stanowiska badania kolejowych zestawów kołowych przedstawiono poniżej kilka zdjęć.



Rys.1 **Stanowisko VT** - na obrotniku zestaw, widoczna plansza ocen nie widoczna instalacja oświetlenia.



Rys.2 **Stanowisko MT** - na obrotniku część środkowa osi badana metodą magnetyczno-proszkową mokrą.



Rys.4 Badanie UT - wydzielone stanowisko badań ultradźwiękowych zestawów kołowych

Przedstawione w artykule stanowisko wzorcowe do badania osi metodą manualną pokazuje jak za pomocą niedużych nakładów finansowych znacznie poprawić wydajność badań oraz zwiększyć wiarygodność. Poruszono również problemy związane z procesem certyfikacji w sektorze kolejowym w Polsce, które są podstawą działań mających na celu dostosowanie się do wymogów unijnych.

5. Osie drążone

Kolejowe osie drążone posiadają otwór na całej długości osi, najczęściej o średnicy 60 lub 90 mm. Nie wpływa on jednak na osłabienie wytrzymałości osi. Osie drążone są coraz bardziej popularne, duża część nowych zestawów kołowych jest właśnie w nie wyposażona. Otwór pozwala na badanie ultradźwiękowe takiej osi bez demontażu całego zestawu. Badanie osi drążonej wykonuje się na całej objętości materiału, głowicami wprowadzanymi do tego otworu. Ponieważ jest to miejsce trudno dostępne konieczne jest wykonywanie badań specjalnie przeznaczonym do tego układem. Więcej na temat badania osi drążonych w rozdziale 6.

6. Badania osi drążonych

Badanie kolejowych osi drążonych przeprowadza się dwoma głowicami o częstotliwości 2 Mhz i kącie wprowadzania wiązki 45° skierowanymi przeciwbieżnie.

Pewnymi problemami podczas badania kolejowych osi drążonych jest:

- a) **poprawna identyfikacja wskazań chwilowego miejsca badania** jest możliwa poprzez zewnętrzne pomiary odległości i kąta obrotu, ale znacznie wygodniej i precyzyjniej jest użyć rozwiązań konstrukcyjnych z układem identyfikacji położenia UIP. Na przykład sprzęt Zakładu ULTRA w którym głowice badawcze są usytuowane przegubowo na końcu dyszla. Ponadto posługuje się on trzecią głowicą wewnątrz osi. Cała objętość otworu osi pomiędzy korkiem na końcu osi, a głowicami zostaje zalana olejem. W korku usytuowana jest trzecia głowica normalna o częstotliwości 1 MHz,

która pracując metodą echa określa położenie głowic badawczych wzdłuż osi. Ponadto zastosowany inklinometr określa położenie katowe głowic mierzone np. na godzinie 3 lub 11 itd. Operator ręcznie ustala położenie głowic na wybranej odległości i wykonuje ruch obrotowo zwrotny $\pm 180^\circ$. Jeśli od wybranego punktu przesunie wzdłuż osi dyszel z głowicami np. o 5 mm to po wykonaniu ruchu obrotowego ma zbadany następny przekrój osi. Operator na ekranie podzielonego na części może równocześnie obserwować :

- wskazania ewentualnych ech od dwóch głowic pomiarowych,
- wzdłużny przekrój schematu osi na którym ma zaznaczone obydwie chwilowe punkty aktualnie badane oraz poprzez zróżnicowanie szarości długość zbadaną i do zbadania, ponadto kontrole ustawiania skoku wzdłużnego,
- aktualny przekrój poprzeczny osi i położenie obydwu chwilowymi punktów badania w położeniu katowym.

- b) **konieczność pewnego kontaktu** głowicy z osią,
Zalanie osi olejem jest skutecznym, najlepszym z możliwych kontakt głowic z osią.
- c) **wskazania od miejsca zmiany średnicy** osi mogące wprowadzać pomyłki.
Wskazania od miejsca zmiany średnicy osi różnią się od wskazań wad tym, że występują na całym obwodzie osi, jeśli dokonamy obrotu o 360° .

7. Kolejne oferowane usprawnienia układu to:

System przesuwu wzdłużnego hydrauliczny napędzany pompą ręczną, a jeden cykl odpowiada wepchnięciu lub wyciągnięciu głowic pomiarowych dowolną wartością.

Dalszym ułatwieniem jest zastosowanie elektrozaworów i napędu elektrycznego. Po naciśnięciu przycisku system hydrauliczny wsuwa lub wysuwa dyszel o stałą wartość, zależną od nastawnych ilości skoku pompy.

Na życzenie układ automatycznego obracania dyszla z głowicami.

8. We wszystkich wersjach rejestracja

Układ cyfrowy urządzenia rejestruje i archiwizuje wynik badania wszystkich badanych punktów osi. Pozwala to w dowolnym czasie odtworzyć wszystkie informacje całego procesu badań danej osi.

9. Zastosowania

Urządzenie do badań osi drążonych uruchomiono i wykorzystywane jest m.in. w zakładach Depas w Wilnie, a jako pomoc dydaktyczna służy w ośrodku szkoleniowym w firmie Lucchini Polska w Mińsku Mazowieckim.

10. Kwalifikacja i certyfikacja personelu

Obecnie w Polsce istnieją dwie normy dotyczące certyfikacji. Norma PN-EN 473 dotyczy kwalifikacji i certyfikacji personelu badań nieniszczących. W normie przedstawiono (miejscami nawet szczegółowego) etapy procesu certyfikacji personelu na stopień 1, 2 i 3 w różnych metodach badań nieniszczących. Norma zawiera m.in. wymagania stawiane jednostkom certyfikującym, warunki ubiegania

się o certyfikację (szkolenia, praktyka), ogólne wymogi egzaminu kwalifikacyjnego, warunki powtórnej certyfikacji.

Druga norma PN-EN 17024 zawiera ogólny spis wymagań stawianych jednostkom certyfikującym osoby (min. dotyczące prowadzenia dokumentacji, personelu jednostki certyfikującej, itd).

10.1 Aktualne poczynania

„Po tragicznym wypadku w Viareggio, Europejska Agencja Kolejowa (), krajowe urzędy ds. bezpieczeństwa transportu kolejowego (NSA) oraz Wspólny Komitet Sektora Kolejowych Przewozów Towarowych zdecydowały o podjęciu przez Zespół Zadaniowy ERA Task Force działań na rzecz opracowania ogólnoeuropejskich, ujednoczonych kryteriów oraz natychmiastowego wdrożenia średnioterminowych działań na rzecz dalszego podniesienia poziomu bezpieczeństwa kolei.” (cytat z dokumentu) :

Dnia 30 lipca br. Wspólna Grupa Sektorowa dla Zespołu Zadaniowego ERA Task Force do spraw utrzymania wagonów/osi (zwana w skrócie JSG) opublikowała raport dotyczący Europejskiego Programu Działań mającego na celu uniknięcie powtórzenia się sytuacji z Viareggio. Program składa się z 3 części ():

- inspekcja wizualna osi wagonów towarowych (EVIC) ,
- nieniszczące badania wyrywkowe osi (zwany w skrócie SPI V2),
- wprowadzenie jednolitego obowiązkowego rejestru osi wagonów towarowych.

Udział (dobrowolny) w programie zadeklarowało wiele firm z Polski i Europy. Pierwsza część programu jest już wdrażana (przeprowadzono szkolenia, wydano podręcznik wdrażania w wielu językach), druga część wystartowała w maju, natomiast są problemy z wdrożeniem trzeciej części. Należy podkreślić iż program obejmuje głównie działania organizacyjne w celu poniesienia bezpieczeństwa na kolei.

Podkreślone słowa tj. badania wyrywkowe osi budzą sprzeciw, ponieważ byłoby to działanie zupełnie nieskuteczne i bardzo odległe od konieczności wyselekcjonowania ze zbiorów eksploatowanych **wszystkich osi niebezpiecznych**. Autorzy mają nadzieję że jest to nieporozumienie.

10.2 Stan przygotowań do certyfikacji personelu w sektorze kolejowym w Polsce.

Z inicjatywy Transportowego Dozoru Technicznego () podjęto kroki w celu szkoleniowa oraz certyfikacji w sektorze kolejowym operatorów badań nieniszczących zgodnie z normami PN-EN 17024 i PN-EN 473. Szkolenie obejmuje metody VT MT i UT. Szkolenia już zostały uruchomione w siedzibie firmy Lucchini Poland w Mińsku Mazowiecki. Odbył się już również pierwszy egzamin, co zapoczątkowało proces certyfikacji personelu w sektorze utrzymania ruchu kolei w Polsce.

LITERATURA:

1. <http://wiadomosci.wp.pl/kat,1356,title,To-glownie-polskie-wagony-wybuchly-we-Wloszech,wid,11269639,wiadomosc.html>
2. <http://www.vpihamburg.de>
3. http://europa.eu/agencies/community_agencies/era/index_pl.htm
4. EVIC – Program badań wyrywkowych, Podręcznik wdrażania V2.0

5. <http://www.igt1.pl/aktualnosci/inspekcja-wizualna-osi-wagonow-towarowych-ewic-obowiazkowa-dla-wszystkich-uczestnikow-avv-juz-od-1-grudnia-2010r,29/>
6. <http://www.tdt.pl>