

Czy potrafimy poradzić sobie z problemem pękających osi zestawów kołowych ?

1. Wstęp

Ponad dwa lata temu miała miejsce tragiczna w skutkach (ponad 30 ofiar śmiertelnych) katastrofa kolejowa w Viareggio. Przyczyną tego zdarzenia było pęknięcie osi w wagonie cysterny przewożącej gaz skroplony, a wykonanym (remontowanym?) w Polsce. Zdarzenie takiego wymiaru wzbudziło wiele emocji w wielu miejscach w całej Europie co jest zrozumiałe oraz zupełnie niespodziewanie w Zakładzie ULTRA we Wrocławiu. Otóż pierwsze doniesienia o tym zdarzeniu ujawniały szczegółowe informacje o miejscu wykonania nieszczęsnego wagonu, a Zakład ULTRA był tam dostawcą kompletu sprzętu i procedur do badań ultradźwiękowych. Stan niepewności a Zakładzie trwał dość długo i dopiero z informacji nieoficjalnych dowiedzieliśmy się że właściciel wagonu przed katastrofą wymienił w nim wózki. Wspomnienie tego zdarzenia jest nie do zatarcia i jest inspiracją do poszukiwań i przemyśleń. Tym bardziej że o jakimkolwiek zatarcu wspomnień w ogóle nie może być mowy bo **stale w Naszym Kraju wiele osi co roku ulega awarii**. W artykule poniżej przedstawimy z poziomu naszej wiedzy uzyskane informacje i oceny stanu aktualnego i sugerujemy może bardziej skoordynowane działania. Na wstępie stwierdzamy brak skoordynowanego działania na najbardziej podstawowej przyczynie istniejącego stanu rzeczy tj. na **wyjaśnieniu przyczyn technicznych awarii**. A nie koncertowaniu się wyłącznie na innych działaniach także istotnych ale drugorzędnych których oddziaływanie jest nie kompletne i z natury rzeczy mało skuteczne. (np. Normy) Ponadto przedstawiamy porządnie zrobione ustalenia UNIJNE w tym zakresie i stan oraz braki w ich realizacji u nas w Kraju.

2. Euro-Unia

Na szczeblu Unijnym podejmowane są aktualnie liczne inicjatywy aby zapobiec zdarzeniom jak w Viareggio. Sprawa właściwie jest przesądzona, bo Parlament Europejski wprowadził dyrektywę 2004/49/WE z 29 kwietnia 2004 roku oraz jej uzupełnienie w postaci dyrektywy 2008/110/WE z dnia 16 grudnia 2008. Dyrektywy te mają za zadanie wprowadzenie interoperacyjności kolei we wszystkich państwach członkowskich, a jednym z jej podstawowych celów jest zapewnienie na terenie tak całej Unii, jak i każdego kraju niezbędnego poziomu bezpieczeństwa. Dyrektywa ta, nie wnikając w niektóre szczegóły techniczne, dość precyzyjnie określa systemy krajowe, które to mają zapewnić minimum stanu bezpieczeństwa w krótkim czasie i nieco wolniej, ich unifikację.

Niestety aktualnie stan bezpieczeństwa w krajowym utrzymaniu ruchu kolei, w ograniczeniu do przyczyn awarii technicznych przedstawia się następująco:

- w eksploatacji kolejowych zestawów kołowych często występują pęknięcia osi,
- brak systemu gromadzącego wiarygodne informacje na temat tych awarii,
- w wyjątkowo opublikowanym komunikacie dotyczącym katastrofy w Viareggio (pismo Prezesa UTK NrTTN-512-129/JN/09) oraz załączonym zdjęciu brak jest: opisu fraktograficznego, ponadto wyników badań: materiałowych: wytrzymałościowych, strukturalnych, odporności materiału na pęknięcie, stanu zmęczenia materiału i innych,
- Nie ma też dokumentów o wykonanych badaniach w trakcie produkcji i dotychczasowej eksploatacji.

Brak tych informacji uniemożliwia ustalenie przyczyn awarii, a co za tym idzie wszystkie działania podjęte dla poprawienia stanu bezpieczeństwa są przypadkowe i mają ograniczony wpływ na poprawę tego stanu.

Według wspomnianych dyrektyw poprawa stanu bezpieczeństwa ma odbywać się poprzez:

- a) powołanie „krajowej władzy dla regulacji i nadzoru bezpieczeństwa kolei”, (UTK)
- b) powołanie „stale funkcjonującego podmiotu, niezależnego od podmiotów branży kolejowej” badającego przyczyny wypadków w zakresie bezpieczeństwa (PKBWK)
- c) „Poważne wypadki kolejowe... należy badać... pod kątem bezpieczeństwa w celu uniknięcia ich powtarzania się, a wyniki badania publikować.
- d) „Raporty z badań oraz wszelkie ustalenia i rekomendacje powinny być dostępne publicznie na szczeblu Wspólnoty”.

Były dwa terminy realizacji wspomnianych dyrektyw, oba zostały już przekroczone. Polska jest w gronie siedmiu krajów, które do tej pory nie wprowadziły jeszcze wszystkich tych zaleceń (m.in. Niemcy, Wielka Brytania, Włochy, Czechy). Więcej na temat sytuacji w innych krajach Unii w rozdziale 4.

3. Pękające osie i poważne wypadki.

Proponujemy wśród wszystkich przyczyn wypadków kolejowych odróżnić wypadki techniczne, spowodowane np. pękniętymi osiami, kołami, szynami itd. od wszystkich innych przyczyn. W badaniach przyczyn tych dwóch różnych rodzajów wypadków chodzi o zupełnie inne ustalenia. W badaniach wypadków technicznych niezbędnym jest odtworzenie przebiegu wpływów procesów eksploatacyjnych na stan techniczny pojazdów, które doprowadziły do awarii. W pozostałych przypadkach to ustalenie wpływu na przyczyny wypadku czynników ludzkich, organizacyjnych, przestrzegania przepisów itd. Przykład Viareggio sugeruje, że wszystkie wypadki techniczne są wypadkami poważnymi, co powinno znaleźć miejsce w ustaleniach formalnych

Podmiot odpowiedzialny za badania przyczyn wypadków (PKBWK) powinien być wyposażony w odpowiednie zaplecze ludzkie – specjalistów potrafiących wykonać odpowiednie analizy techniczne, takie jak fraktografia, analizy wytrzymałościowe materiałowe, zmęczeniowe, badań nieniszczących itd.. System wymaga budowy od początku i powinien być wyposażony w komplet procedur postępowania, powinien zabezpieczać przed przekłamaniami stanów powypadkowych i zapewniać wiarygodne odpowiedzi na zbiór pytań dotyczących uchybień formalnych oraz o przyczynach technicznych wypadku. Powinien też uwzględniać uzasadnienie luk w procesie badań powypadkowych.

Przy czy podstawowym warunkiem przedstawionych poczyniń w zakresie poprawy bezpieczeństwa jest właściwa baza danych, która oprócz stale rosnącego i rozbudowywanego zbioru danych, powinna:

- mieć właściwe wyszukiwarki (kwerendy),
- zawierać statystyki,
- być w układach: szeregowych i równoległych ponadto zhierarchizowanych i co istotne zdublowanych. Ponadto powinna istnieć baza kontrolna pod wyłącznym nadzorem „Krajowej władzy”.

4. Normy i procedury

4.1. Normy techniczne

Przyjęty w Unii Europejskiej uznaniowy system normatywny ma związek z tym, że w Polsce, tak jak pewnie w kilku innych krajach członkowskich nie ma jednolitego systemu norm lub procedur dotyczącego badań nieniszczących sprzętu kolejowego na etapach eksploatacji i w pewnym stopniu produkcji. Efektem tego jest używanie przez zakłady wykonawcze i naprawcze taboru kolejowego różnych dokumentów (np. w Polsce: polskie normy branżowe z lat siedemdziesiątych, niemiecka instrukcja VPI 04, austriacki plan badań wg AAE i inne). Wszystkie te normy są na zróżnicowanym poziomie technicznym i proceduralnym. W efekcie istnieją różnice w uzyskiwanych poziomach bezpieczeństwa badanych zestawów kołowych. **Dla „krajowej władzy” najpilniejszym zadaniem jest ustalenie minimum wymogów np. w formie wymogów przedmiotowych lub poprzez podanie i akceptację (imprimatur) listy norm i procedur.**

4.2. Szkolenie i certyfikacja

Szkolenie personelu badań nieniszczących w sektorze utrzymania ruchu kolei w praktyce jest obligatoryjne, ponieważ odbiorcy urządzeń i audytorzy bezwzględnie wymagają stosownych certyfikatów.

Ponadto podstawowym czynnikiem mającym znaczny wpływ na stan bezpieczeństwa w utrzymaniu ruchu kolei jest szkolenie personelu we właściwym zakresie i na odpowiednim poziomie. Szkolenia w takich dziedzinach jak badania nieniszczące odbywać się powinny z uwzględnieniem specyfiki techniki kolejowej oraz szybko zmieniających się norm i procedur. Oznacza to, że programy szkoleń powinny być oparte i aktualizowane nie tylko w miarę zmieniających się uregulowań normatywnych, ale także w razie potrzeb wynikających z wprowadzania licznych, różnie sformułowanych procedur. Natomiast samo szkolenie powinno spełniać wszystkie wymogi Unijne dotyczące szkoleń personelu w danej branży opisane przez odpowiednie normy, np. EN-PN 473. Ponieważ badania nieniszczące elementów taboru kolejowego mają ogromny wpływ na stan bezpieczeństwa, „krajowa władza” powinna mieć wpływ na zakres i poziom przeprowadzanych szkoleń.

Szkolenia powinny być zakończone egzaminem i certyfikatem potwierdzającym kwalifikacje. Transportowy Dozór Techniczny poczynił daleko idące kroki mające na celu organizację certyfikacji personelu w zakresie badań nieniszczących w kolejnictwie z uwzględnieniem wszystkich wspomnianych warunków. TDT ma w zakresie swoich zainteresowań 4 metody NDT – UT, MT, VT i PT. Pierwsze certyfikaty UT2 zostały już wydane. Kursy zakończone egzaminem i certyfikacją przez TDT organizowane są w siedzibie firmy Lucchini Poland w Mińsku Mazowieckim. Transportowy Dozór Techniczny jest na końcowym etapie uzyskiwania akredytacji PCA.

5. Sytuacja w innych krajach UE.

W poszczególnych krajach Wspólnoty Europejskiej tworzą się stopniowo opisane wyżej instytucje, mające na celu zapewnienie wysokiego stanu bezpieczeństwa. Generalnie, w każdym kraju UE istnieje, lub w niedalekiej przyszłości będzie istniał, odpowiednik UTK i PKBWK. Pomędzy tymi instytucjami istnieją jednak spore różnice, a poszczególne kraje są na różnym etapie wprowadzania unijnych dyrektyw.

5.1. Wielka Brytania

Przykładowo, w Wielkiej Brytanii działają Office Of Rail Regulation (ORR – www.rail-reg.gov.uk, odpowiednik UTK) i Rail Accident Investigation Branch (RAIB – www.raib.gov.uk, odpowiednik PKBWK).

ORR spełnia funkcję niezależnego regulatora do spraw ekonomicznych i bezpieczeństwa brytyjskiej kolei powołanego przez ministra transportu.

RAIB prowadzi śledztwa mające na celu wyjaśnienie przyczyn wszystkich zdarzeń i wypadków kolejowych na terenie Wielkiej Brytanii. Ponadto RAIB w publikowanych

raportach zamieszcza wytyczne mające pomóc zainteresowanym podmiotom uniknąć podobnych zdarzeń w przyszłości. Pomimo bardzo szczegółowych analiz wypadków mających miejsce w przeciągu co najmniej ostatnich 5 lat autorzy tego artykułu nie natrafili na raport ze zdarzenia wywołanego pęknięciem osi. Wnioskować z tego można, iż albo w Wielkiej Brytanii osie nie pękają, lub skutki takich awarii nie były na tyle poważne, aby zainteresować RAIB. Jest to działanie niepełne w sensie podanym przez nas wyżej.

5.2. Niemcy

Z kolei w Niemczech odpowiednikiem UTK jest Eisenbahn-Bundesamt (EBA, www.eisenbahn-bundesamt.de), a PKBWK Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (EBU, www.eisenbahn-unfalluntersuchung.de).

Na stronie internetowej EBU znajdziemy dokładne analizy najpoważniejszych wypadków. Ponadto co roku przygotowujemy jest raport w którym znajdują się lakoniczne analizy wszystkich zdarzeń kolejowych, również te dotyczące urwanych osi (np. wykolejenie pociągu 5 marca 2010 na stacji Herlasgrün). Dochodzenia dotyczące zdarzeń spowodowanych przez pęknięte osie w 2010 roku nie zostały jeszcze przez EBU zakończone i nie jest wiadome, jak szczegółowy będzie ich raport końcowy i jak wiele informacji pomagających uniknąć tego typu awarii w przyszłości będzie zawierał. Tym niemniej znikoma ilość ujawnionych zdarzeń (3 w roku 2011) oznacza małą ilość pęknięć lub nie zakwalifikowanie ich do zdarzeń poważnych.

5.3. Pozostałe kraje UE

Instytucje mające spełniać wymagania dyrektywy 2004/49/WE mają też inne kraje wspólnoty, np. takie jak Francja (L'Établissement public de sécurité ferroviaire – EPSF, www.securite-ferroviaire.fr), Irlandia (Railway Accident Investigation Unit – RAIU, www.raiu.ie) czy Włochy (Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie – ANSF, www.ansf.it). Na stronach tych instytucji nie znajdziemy jednak satysfakcjonujących odpowiedzi na problemy przedstawione w tym artykule.

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

Badania ultradźwiękowe osi kolejowych są żmudne i czasochłonne. Ciągłe zdarzające się wypadki spowodowane ich urwaniem powodują jednak zwiększone wymagania dotyczące częstości i dokładności badań, co jest równoznaczne z ich wydłużeniem. Najtańsze są badania uproszczone, bez demontażu zestawu kołowego (badania głowicami od czoła osi). Badania te niegdyś powszechne stopniowo są wycofywane i chyba można stwierdzić, że współcześnie są one powszechne tylko w Polsce. Na drugim biegunie leżą badania w pełni zautomatyzowane. Są one jednak bardzo drogie. Pomiędzy tymi dwoma podejściami są badania częściowo zmechanizowane, uwiarygodniające badanie, a jednocześnie oszczędzające czas i bardziej ekonomiczne.

6.1. Badania

W kolejowych zestawach kołowych badaniom nieniszczącym podlegają oś zestawu i wieniec koła. Badania te są badaniami porównawczymi z nacięciami wzorcowymi określonymi dla właściwego wzorca związanego z danym typem osi lub koła. Wzorce ściśle określone w normach/procedurach/instrukcjach są po wykonaniu certyfikowane (poświadczenie wykonania i zbadania wzorca).

6.2. Etapy badania osi

Badanie osi jest przeprowadzane najczęściej w następujących etapach:

- a) Przygotowanie wstępne zestawu – piaskowanie,

- b) metoda VT i/lub PT,
- c) metoda MT,
- d) przygotowanie do badań UT,
- e) badanie UT,
- f) ewentualny ultradźwiękowy pomiar naprężeń w wieńcu.

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.

6.3. Badania UT osi

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

6.4. Etapy badania osi metodą UT

Generalnie badanie takie można podzielić na następujące etapy:

- **skalowanie głowicy ultradźwiękowej na zwykłym wzorcu (np. W1).** Celem skalowania na zwykłym wzorcu jest określenie okresowe parametrów głowicy.
- **skalowanie na elemencie badanym.** Stosuje się najczęściej w przypadku badań wieńca i w niektórych badaniach osi np. przez wykorzystywanie echa dennego dla wprowadzenia korekcji nastawień.
- **skalowanie głowicy na wzorcu kontrolnym.** Wzorzec kontrolny określa norma lub procedura, na ogół na osi identycznej z badaną wykonywane są nacięcia, na których wykonuje się skalowanie. Badanie wykonuje się metodą porównawczą – ewentualne wskazania osi badanej porównuje się z uzyskanymi na wzorcu kontrolnym. Wzorzec kontrolny powinien być certyfikowany przez osobę do tego uprawnioną
- **badanie właściwe.** W badaniu właściwym osi wykorzystuje się nastawy defektoskopu (wzmocnienie zasięg) uzyskane podczas skalowania na wzorcu kontrolnym.
- **dokumentowanie badania.** Badanie każdej osi daną metodą kończy się sporządzaniem dokumentu. Zwartość, treść i formę, tego dokumentu określa przyjęta procedura. W dokumencie powinny znaleźć się dane, które jednoznacznie identyfikują badaną oś, decyzja o zakwalifikowaniu elementu oraz zarejestrowane niezgodności (akceptowalne – oś dobra i nie akceptowalne – zła).

6.5. Efektywność badań

Pełna automatyzacja badań jest rozwiązaniem najbardziej pożądanym, ale w chwili obecnej kształtuje się ona zdecydowanie najdrożej. Czasem tak drogo, że wiele firm na tą automatyzację nie stać. Podwyższenie efektywności badań z równoczesnym obniżeniem kosztów jest możliwe poprzez właściwą mechanizację, a także przez dość proste usprawnienia.

Poniżej podajemy przykład procedury zapewniającej efektywność z równoczesnym niewielkim kosztem. Rozwiązanie to zostało opracowane przez Zakład Badań Materiałów ULTRA.

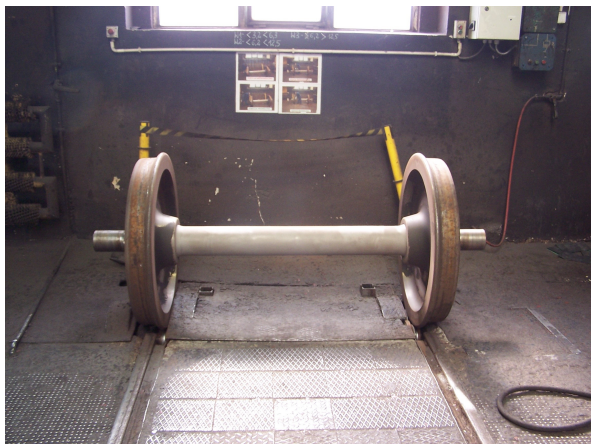
- **procedura** prowadzi badanie w kolejnych krokach tj kolejno dobiera nastawy defektoskopu do miejsca badana osi:
 - dla każdego kroku nastawy badania (głowica, zasięg wzmocnienie) są włączane zgodnie wcześniejszą (okresową) kalibracją na wzorcu,
 - wyświetlane są informacje: opis kroku, szkic wiązki, wyniki dobry/zły,
 - automatyzuje rejestracja wad,
 - archiwizację 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.

6.6. Mechanizacja i automatyzacja.

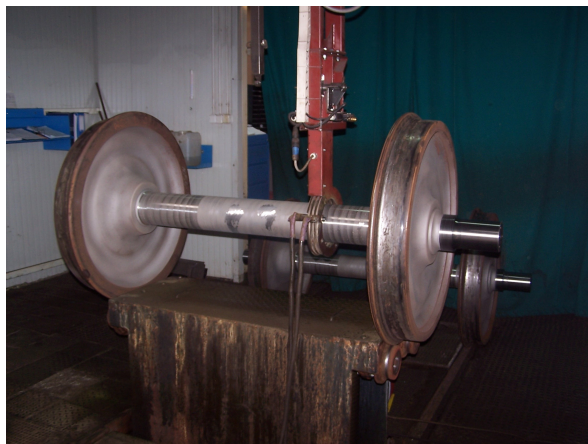
Mechanizacja zapewniająca ruch obrotowy oraz transport poziomy i pionowy to właściwie podstawowy współczesny standard stanowiska do badań zestawów kołowych, a brak takiej mechanizacji chyba by został zakwestionowany przy pierwszym audycie.

7. Przykład wzorcowego rozwiązania

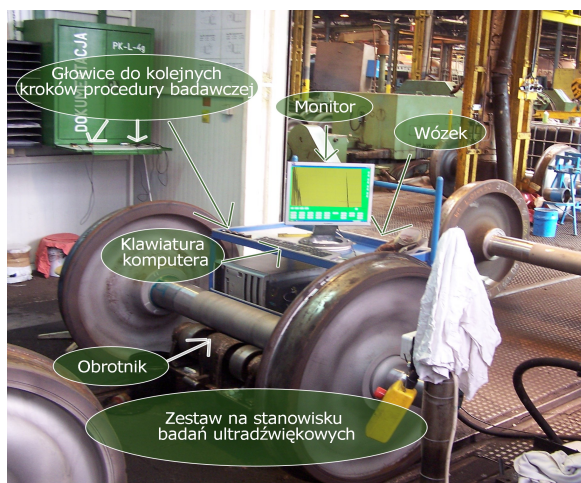
Dla zilustrowania dobrze zorganizowanego stanowiska badania kolejowych zestawów kołowych przedstawiono poniżej kilka zdjęć.



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 moką.



Rys.3 Badanie UT - ultradźwiękowe badanie zestawu



Rys.4 Badanie UT - wydzielone stanowisko ultradźwiękowych badań 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.

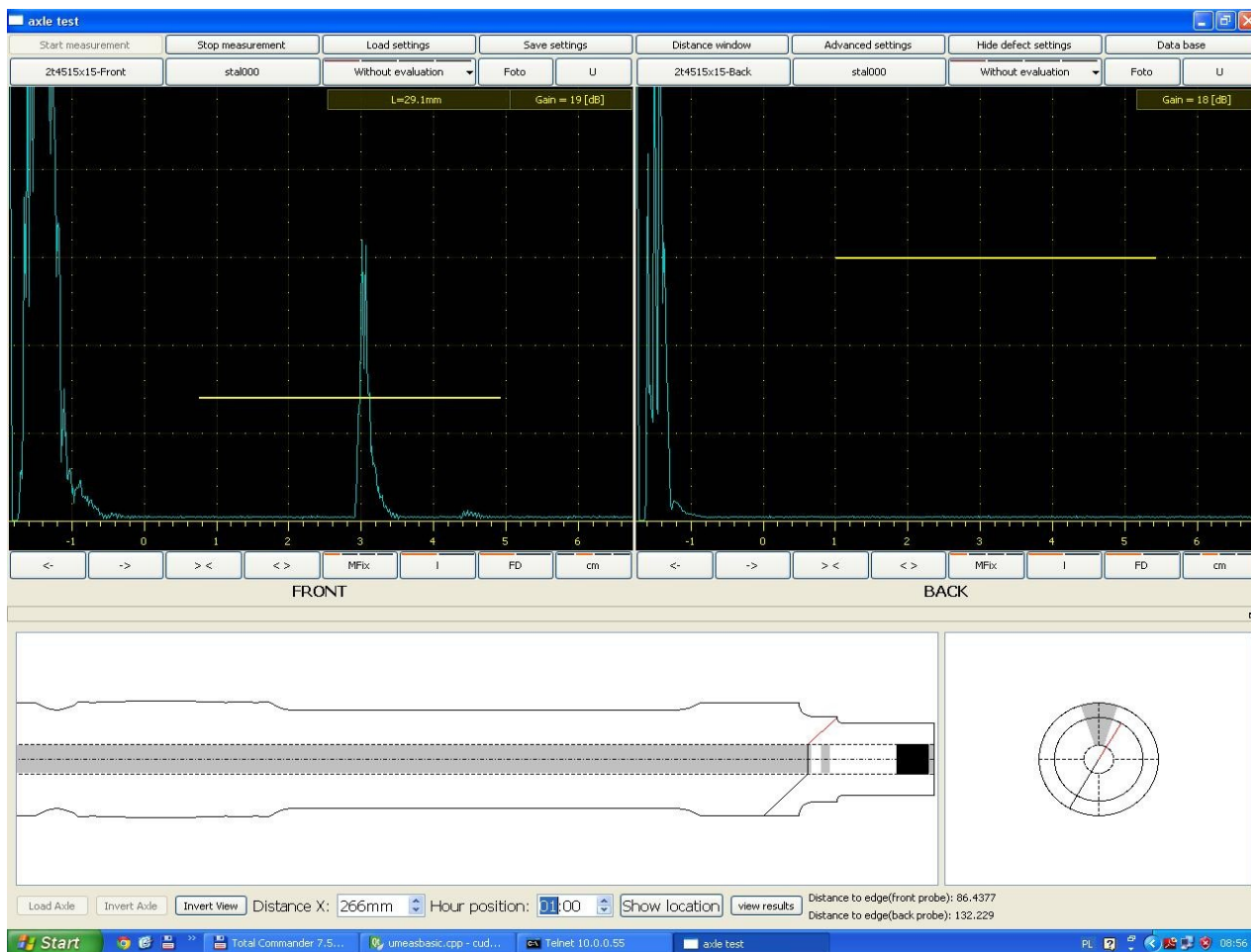
8. Osie drążone

Kolejowe osie drążone posiadają otwór na całej długości osi, najczęściej o średnicy 35, 60 lub 90 mm. Osie drążone są coraz bardziej popularne, są specjalnie zaprojektowane do zapewnienia dostępu do badań nieniszczących bez konieczności demontażu zestawu kołowego. Badanie osi drążonej wykonuje się na całej objętości materiału, głowicami wprowadzanymi do tego otworu. Metoda badań jest względnie nowa i wymaga użycia specjalistycznego sprzętu. Wydaje się, że niezbędne jest użycie sprzętu z system identyfikacji położenia głowic i pożądanym jest, aby system notował wynik badania każdego punktu objętości materiału osi.

9. Badania osi drążonych

Badanie osi drążonych opisano na przykładzie badań według normy DIN27014 sprzętem zaprojektowanym i wykonanym przez Zakład Badań Materiałów ULTRA. Zestaw zawiera trzy układy – badający, określający położenie i przesuwu z obrotem.

- Układ badawczy składa się z dwóch głowic o częstotliwości 2 Mhz i kącie wprowadzania wiązki 45° skierowanymi przeciwbieżnie.
- Określenie położenia składa się z dwóch niezależnych podsystemów – położenia wzdłużnego i położenia obwodowego. Położenie wzdłużne określane jest dzięki trzeciej głowicy ultradźwiękowej (normalnej) umieszczonej w korku wewnątrz osi. Położenie obwodowe określane jest dzięki zastosowaniu inklinometru. Wypełnienie otworu pomiędzy korkiem, a głowicami olejem zapewnia (bardzo dobre) sprzężenie akustyczne.
- System przesuwu wzdłużnego jest systemem hydraulicznym napędzanym pompą ręczną lub elektryczną, a jeden cykl odpowiada wepchnięciu lub wyciągnięciu głowic pomiarowych o dowolną wartość. Najprostszym systemem obrotowym układu głowic jest system ręczny, a jego ulepszeniem jest system elektryczny.



Rys. 5. Widok ekranu komputera podczas badania osi drążonych.

Operator na ekranie podzielonego na części może równocześnie obserwować :

- wskazania ewentualnych ech od dwóch głowic pomiarowych (na ekranie głowicy FRONT widać wskazanie od zmiany przekroju osi),
- wzdłużny przekrój schematu osi na którym zaznaczone są chwilowe położenia obydwu głowic badawczych 45° ,
- w aktualnym przekroju wzdłużnym osi położenia chwilowe punktów badania są na godzina 1 (FRONT) i 7 (BACK).

10. Rejestracja wyników

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. Wynikiem końcowym jest graficzne przedstawienie na dowolnie wybranych przekrojach osi we współrzędnych walcowych wszystkich uzyskanych wskazań. Ponadto ostateczny wynik badania to osć dobra lub osć zła.

11. 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.



Rys. 6. Stanowisko szkoleniowe do badania kolejowych osi drążonych.

Więcej informacji:

www.ultra.wroclaw.pl - Zakład Badań Materiałów ULTRA,

www.tdt.pl - TDT,

www.ndt.lucchini.pl - Lucchini Polska