

# Badanie kolejowych osi drążonych

## Examination of drilled railway axles

### Streszczenie

W artykule przedstawiono metodę badania osi drążonych opracowaną przez firmę ULTRA. Konstrukcja tego typu osi narzuca podstawową metodę badania za pomocą głowicy 45 stopni umieszczonej wewnątrz otworu i przesuwanej wzdłuż osi. W tym rozwiązaniu oś jest badana jednocześnie dwoma głowicami zamocowanymi na dyszlu, który jest obracany i przesuwany wzdłuż osi. W trakcie badania przez cały czas jest identyfikowane położenie głowic (liniowe – wzdłuż osi oraz kątowe – na przekroju osi), co umożliwia precyzyjne określenie położenia ewentualnych wskazań, które są automatycznie rejestrowane. Położenie liniowe jest mierzone przez dodatkową głowicę ultradźwiękową, natomiast położenie kątowe – za pomocą inklinometru. W wyniku badania uzyskuje się mapę wskazań oraz mapę miejsc niezbadanych.

### Abstract

The examination method of drilled axles elaborated by ULTRA company is presented in the article. The construction of such axles imposes the basic method of examination – the 45 degree probes moved inside drilled hole. In presented solution, the axle is tested simultaneously with two probes fixed on the thrill that is rotated and moved along axle. All the time during examination the location of probes is monitored (linear – along the axle and angular – on axle section). It enables the precise location of indications that are automatically registered. The linear location is measured with extra ultrasonic probes, the angular location with inclinometer. The result of examination is the map of indications and not tested places.

### Wstęp

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

- powołanie „krajowej władzy dla regulacji i nadzoru bezpieczeństwa kolei”,
- powołanie „stałe funkcjonującego podmiotu, niezależnego od podmiotów branży kolejowej” badającego przyczyny wypadków w zakresie bezpieczeństwa,

– „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 tych zaleceń (m.in. Niemcy i Wielka Brytania).

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 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 różnicowanym poziomie technicznym i proceduralnym. W efekcie istnieją różnice w uzyskiwanych poziomach bezpieczeństwa sprzętu badanego.

Wprowadzenie zaleceń unijnych może korzystnie ograniczać europejski system uznaniowy sprzyjający chaotycznym wymogom badań w kierunku tworzenia polityki określającej minimalne wymagania dotyczące poziomu bezpieczeństwa. W przekonaniu autorów jest to bardzo istotne, a aktualnie istniejący stan bezpieczeństwa można opisać następująco:

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

Z przedstawionego stanu przygotowań do tworzenia polityki dla określenia minimalnych wymagań obowiązujących w badaniach nieniszczących 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 drążone.

## Badania osi pełnych

Badanie kolejowych osi pełnych jest procesem żmudnym i pracochłonnym. W zależności od normy lub procedury badanie wykonuje się nawet siedmioma głowicami przystawianymi w różnych miejscach z obu stron osi. Układ skaluje się na nacięciach wzorcowych wykonanych na wzorcu w miejscu najczęstszych uszkodzeń osi. Jedna oś w 100% może być badana nawet kilka godzin. Kolejnym bardzo dużym ograniczeniem tych badań jest konieczność demontażu zestawu kołowego, tak aby uzyskać dostęp do miejsc przyłożenia głowic.

Wydaje się, że najdoskonalszym narzędziem do badania osi pełnych jest automat. Badanie automatyczne pozwalałoby na szybkie badanie osi według ustalonej procedury. Oś ustawiona na obrotniku obraca się, a przystawione do niej głowice wykonują badanie. Następnie program komputerowy dokonuje rejestracji wskazań, a operator przeprowadza ich interpretację. Ponieważ przede wszystkim system mechaniczny takiego rozwiązania jest skomplikowany, automaty dla tych badań są drogie, a poniesione koszty szczególnie dla małych zakładów są nie do zamortyzowania. Istnieje możliwość prostego udoskonalenia badania ręcznego zmechanizowanego. Takie badanie półautomatyczne ma za zadanie przyspieszenie lub całkowite wyeliminowanie z badania czynności, które nie są samym badaniem. ZBM ULTRA proponuje więc badanie kolejowych osi pełnych z zastosowaniem przełącznika kanałów. Dzięki niemu jednym przyciskiem pilota można zmienić ustawienia defektoskopu i programu komputerowego. Skalowanie wykonuje się tylko raz, a jego wyniki zapisuje w pamięci układu pomiarowego. Później można się do tych ustawień łatwo odwoływać. Specjalny program komputerowy ma zapisane dowolne procedury badawcze. Po uruchomieniu prowadzi badacza przez kolejne etapy tej procedury. Osoba badająca naciskając przycisk na pilocie steruje programem po kolei wykonując wszystkie czynności. Program steruje przełącznikiem kanałów, dobierając głowicę do kroku procedury. Dzięki wyeliminowaniu z badania wielu czynności, badacz jest w stanie zaoszczędzić sporo czasu. Badanie półautomatyczne jest nieporównywalnie tańsze od badania automatycznego, a czas jego przeprowadzenia jest kilkukrotnie mniejszy niż czas badania ręcznego (szczegóły w [1]).

Rozwiązaniem technicznym ułatwiającym badanie ultradźwiękowe całej objętości osi nawet bez jej demontażu jest zastosowanie osi drążonych. Pozwala ono również na ujednoczenie procedur badań.

## Osie drążone

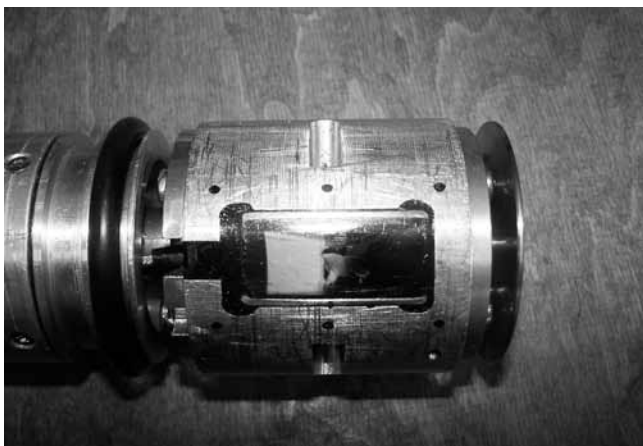
Kolejowe osie drążone posiadają otwór na całej długości osi, najczęściej o średnicy 60 lub 90 mm. Nie wpływa on jednak na osłabienie wytrzymałości osi. Osie drążone są coraz częściej stosowane, a duża część nowych zestawów kołowych jest właśnie w nie wyposażona. Otwór pozwala na badanie ultradźwiękowe 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.

## Badania osi drążonych

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

Pewnymi problemami podczas badania kolejowych osi drążonych jest:

- poprawna identyfikacja wskazań chwilowego miejsca badania. Jest ona możliwa poprzez zewnętrzne pomiary odległości i kąta obrotu, ale znacznie wygodniej i precyzyjniej jest użyć rozwiązań konstrukcyjnych z układem identyfikacji położenia UIP. Na przykład w sprzęcie Zakładu ULTRA 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 komputera podzielonego na części może równocześnie obserwować [2]:
- wskazania ewentualnych ech od dwóch głowic pomiarowych,
- wzdłużny przekrój schematu osi na którym ma zaznaczone obydwa chwilowe punkty aktualnie



Rys. 1. Zespół głowic do badania osi drążonych  
Fig. 1. The head unit for drilled axle testing



Rys. 2. Zobrazowanie położenia głowic w programie badawczym  
Fig. 2. Heads position visualization on the software

badane oraz poprzez zróżnicowanie szarości długość zbadaną i do zbadania, ponadto kontroler ustawiania skoku wzdłużnego (rys. 2),

- aktualny przekrój poprzeczny osi i chwilowe położenie obydwu punktów badania w położeniu katowym (rys. 2).
- konieczność pewnego kontaktu głowicy z osią. Zalanie osi olejem jest skutecznym, najlepszym z możliwych kontaktem głowic z osią.
- 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°. Ponadto pomaga porównanie wskazań przeciwbieżnych głowic.

## Usprawnienia układu

Na kolejne usprawnienia układu badawczego składają się:

- system przesuwu wzdłużnego hydrauliczny napędzany pompą ręczną, a jeden cykl odpowiada wepchnięciu lub wyciągnięciu głowic pomiarowych o dowolną wartość,
- zastosowanie elektrozaworów i napędu elektrycznego. Po naciśnięciu przycisku system hydrauliczny wsuwa lub wysuwa dyszel o stałą wartość, zależną od nastawnych ilości skoków pompy,
- układ automatycznego obracania dyszla z głowicami (opcja dodatkowa).

## Rejestracja wyników badania

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 i umożliwia automatyczną ocenę, prowadzenie bazy danych i wydruki.

## Zastosowania

Urządzenie go 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.

## Literatura

- [1] <http://ultra.wroclaw.pl/?doc=certyfikacje/osiepelne/&lang=pl>
- [2] <http://ultra.wroclaw.pl/?doc=certyfikacje/osiedrazone/&lang=pl>