

Metoda monitoringu zużycia kół jezdnych tramwaju

Dla zapewnienia wysokiego poziomu sprawności technicznej tramwaju podczas eksploatacji należy mieć na uwadze, przede wszystkim, poziom intensywności zużycia kół jezdnych. Dla spełnienia tego zadania, koło musi mieć odpowiedni zarys zewnętrznej części wieńca koła - tak zwany profil toczny koła. W pracy przedstawiono metodykę monitorowania intensywności zużycia zestawu kołowego tramwaju, między innymi profilu tocznego koła.

1. WPROWADZENIE

Intensywność zużycia poszczególnych elementów i zespołów tramwaju uzależniona jest od wielu czynników eksploatacyjnych. Rzetelna analiza w tym zakresie bazuje na zbiorach danych uzyskiwanych podczas rutynowych przeglądów technicznych oraz podczas tradycyjnych pomiarów kontrolnych i badań diagnostycznych.

Elementem limitującym przebiegi międzynaprawcze wagonu tramwajowego są koła. Ich zużywanie powoduje konieczność reprofilacji i napraw różnego rodzaju, przywracających im pełną przydatność eksploatacyjną. Wprowadzenie systematycznej kontroli, obejmującej pomiary zużycia kół, jest bezwzględnie koniecznością.

Z kolei reprofilacja winna być przeprowadzana w taki sposób, aby nie powodowała zbyt szybkiego wyczerpywania zdolności eksploatacyjnej kół. Muszą one podlegać bieżącym, dokładnym oględzinom, natomiast w przypadku stwierdzenia uszkodzeń, ponadnormatywnego i normatywnego zużycia, skutecznym naprawom na niezbędnym poziomie. Dla zwiększenia przebiegów międzynaprawczych tramwaju, między kolejnymi reprofilacjami, wprowadzono monitoring zużycia kół.

2. BADANIA EKSPLOATACYJNE ZUŻYCIA KÓŁ JEZDNYCH

Badania eksploatacyjne zużycia przeprowadzono w MPK w Krakowie. Badaniami objęto eksploatowane typy tramwajów z uwzględnieniem rodzaju pojazdu, wpływu infrastruktury toru.

W badaniach uwzględniono pomiary następujących parametrów:

I) – opisujących zużycie obręczy (wieńca koła):

- ◆ O – grubość obręczy;
obręcze o grubości < 25 [mm] należy wymienić,

- ◆ Os – średnica obręczy;
zestaw kołowy należy wymienić lub poddać obróbce skrawaniem, jeżeli średnica kół będzie się różniła więcej niż :
 - 1 [mm] na jednym zestawie,
 - 2 mm na dwóch zestawach napędowych tego samego wagonu,
- ◆ Or – rozstaw wewnętrzny kół;
zestaw kołowy należy wymienić, jeżeli rozstaw kół zmieni się, w stosunku do wymiaru nominalnego, o więcej niż 15 [mm]

II) – opisujących zużycie obrzeża obręczy:

- ◆ Og – grubość obrzeża obręczy;
obrzeża o grubości < 9 [mm], mierzonej 10 [mm] nad powierzchnią toczną koła, należy poddać procesowi regeneracji przez przetoczenie lub napawanie i przetoczenie,
- ◆ Ow – wysokość obrzeża obręczy;
obrzeża o wysokości 14 [mm], mierzonej od powierzchni tocznej, grubości < 9 [mm] z tolerancją 2 [mm], mierzonej 10 [mm] nad powierzchnią toczną koła, należy poddać procesowi regeneracji przez przetoczenie lub napawanie i przetoczenie,
- ◆ Op – podcięcie obrzeża obręczy;
zmiana geometrycznego kształtu podstawy obrzeża spowodowana zużyciem wskutek współpracy koła z różnymi jakościowo i wymiarowo zużytymi szynami, szczególnie na torach o małych promieniach.

Z przeprowadzonych badań wynika, że zużycie poszczególnych kół w pojeździe jest zróżnicowane.

Uzależnione jest ono od położenia zestawu czy też koła w danym wagonie.

Na podstawie analizy wyników z przeprowadzonych pomiarów zużycia obręczy stwierdzono, że głównym problemem jest duża intensywność podcięcia obrzeża koła, szczególnie koła prowadzącego po wewnętrznej stronie łuku.

Jest to problem podstawowy w zakresie utrzymania i regeneracji kół. Ma on bezpośredni wpływ na zmianę cyklu międzynaaprawczego – tak ze względów ekonomicznych jak i czasowych.

3. STANOWISKO DO MONITOROWANIA ZUŻYCIA KÓŁ

Koncepcja stanowiska diagnostycznego do monitorowania intensywności zużycia zestawów kołowych tramwaju, wynika bezpośrednio z potrzeb użytkownika - MPK Kraków oraz możliwości technicznych.

Obecnie pomiary te są wykonywane ręcznie tradycyjnymi metodami, w oparciu o przyrządy typu suwmiarka, sprawdzian, bądź zbliżonymi, skonstruowanymi do konkretnych zastosowań.

Spośród podstawowych wymiarów kół sprawdzanych na bieżąco należy wymienić:

- rozstaw punktów przyporu,
- grubość i wysokość obrzeża,
- średnicę koła, (w nowych, niskopodłogowych tramwajach podejście tradycyjnie stosowanymi przyrządami okazało się niewykonalne),
- grubość obręczy.

Należy wziąć pod uwagę fakt, że przekroczenie pewnych tolerancji wymiarowych na kole, zestawie kołowym lub w wózku, skutkować będzie przyspieszonym zużyciem, a

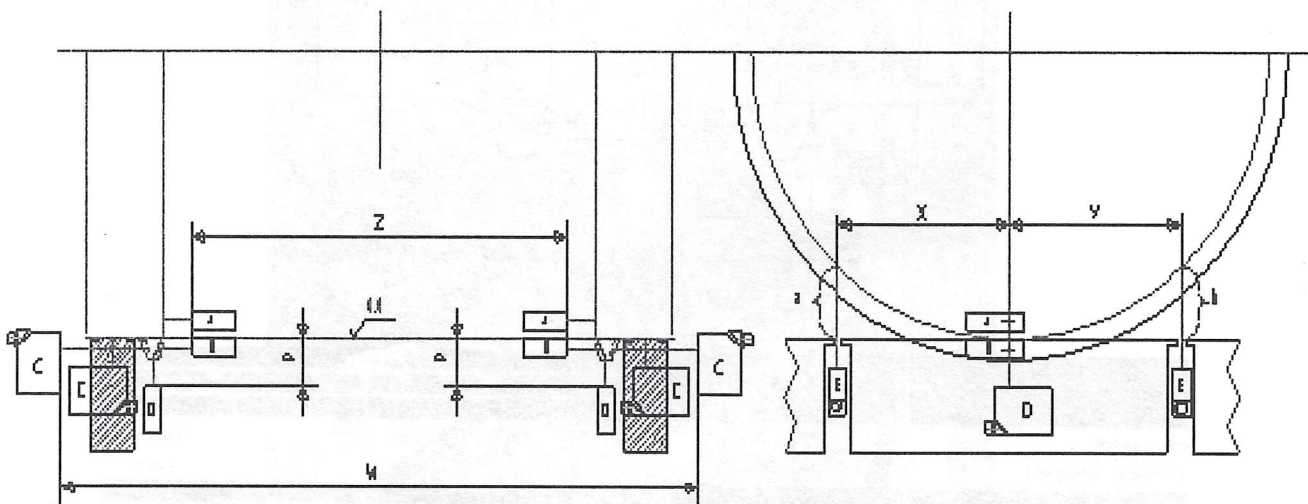
w konsekwencji większym nakładem pracy i zwiłokrotnionymi nakładami finansowymi. Dotyczy to, na przykład, czynności wymiany obręczy w celu odtworzenia wymaganych konstrukcyjnie zgodności wymiarowych kół w danym zestawie kołowym lub w wózku tramwaju.

Nowa koncepcja stanowiska do monitorowania intensywności zużycia zestawów kołowych tramwaju, uwzględni system wykrywający obecność pojazdu. Pomiar dokonywany jest za pomocą odpowiednio rozmieszczonych czujników laserowych.

Na rys.1 przedstawiono ogólny schemat nowej koncepcji monitorowania stopnia zużycia kół tocznych tramwaju z uwzględnieniem rozmieszczenia laserów na stanowisku oraz ich wzajemne zależności:

- lasery A - służą do pomiaru rzeczywistego rozstawu osi oraz do określenia pozycji zestawu względem przyrządu pomiarowego,
- lasery B - służą do pomiaru zużycia wewnętrznej strony obrzeża,
- lasery C - służą do pomiaru zużycia zewnętrznej strony obrzeża,
- lasery D - służą do pomiaru wysokości obrzeża oraz określają kiedy oś zestawu znajduje się w płaszczyźnie pomiaru,
- lasery E - służą do pomiaru średnicy tocznej koła,
- wartość Z - rozstaw pomiędzy laserami A i laserami B,
- wartość W - rozstaw laserów C,
- wartość X - odległość lasera E od płaszczyzny pomiaru,
- wartość Y - odległość lasera E od płaszczyzny pomiaru,
- wartość P - odległość lasera D od poziomu 0.

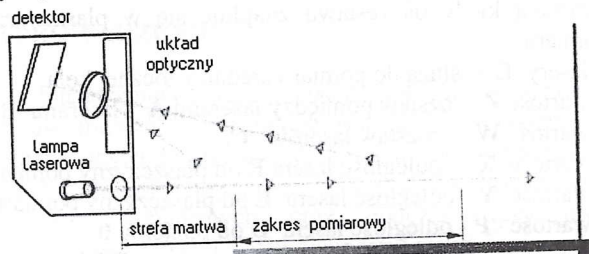
Czujniki laserowe dokonują serii pomiarów koła, z których uzyskane wartości są przesyłane do komputera PC.



Rys.1. Schemat rozmieszczenia laserów na stanowisku:

Po wstępnym oczyszczeniu powierzchni obręczy, dokonywany jest automatyczny pomiar grubości i wysokości obrzeża oraz średnicy koła bez bezpośredniego udziału pracownika. Zastosowana procedura pomiaru pozwala na uzyskanie danych dotyczących odległości pomiędzy powierzchniami wewnętrznymi obręczy, jak również punktami przyporu kół znajdujących się na tej samej osi. Urządzenie jest wyposażone w system do wykrywania obecności pojazdu. Zastosowany system aktywuje pracę układu pomiarowego wraz z jednoczesną jego identyfikacją. Efekt taki pojawi się w wyniku oddziaływania wiązki laserowej - skupionej na kole tocznym tramwaju podczas jego przejazdu po torze z zamontowanym urządzeniem diagnostycznym. Sam pomiar dokonywany jest za pomocą czujników laserowych o wysokiej czułości i w czasie realizacji pomiarów poniżej 10 milisekund.

Zasada realizacji optycznego pomiaru laserem oparta jest na układzie trójkąta. Laser lokuje mały jasny punkt na obiekcie. Odbiornik czujnika wykrywa pozycję kątową tego punktu. Kąt zmienia się wraz z odległością obiektu. Czujnik na podstawie zmierzonego kąta oblicza mierzoną odległość, (rys.2).



Rys.2. Schemat poglądowy dokonywania pomiaru odległości

Czujniki te wraz ze zintegrowanymi mikrosterownikami, dostarczają precyzyjnych sygnałów wyjściowych, które są proporcjonalne do mierzonej odległości. Wewnętrzna analiza sygnałów umożliwia czujnikom dokładną pracę na większości powierzchni, niezależnie od ich koloru. Dzięki małemu, widocznemu punktowi laserowemu czujnik może być łatwo i dokładnie pozycjonowany.

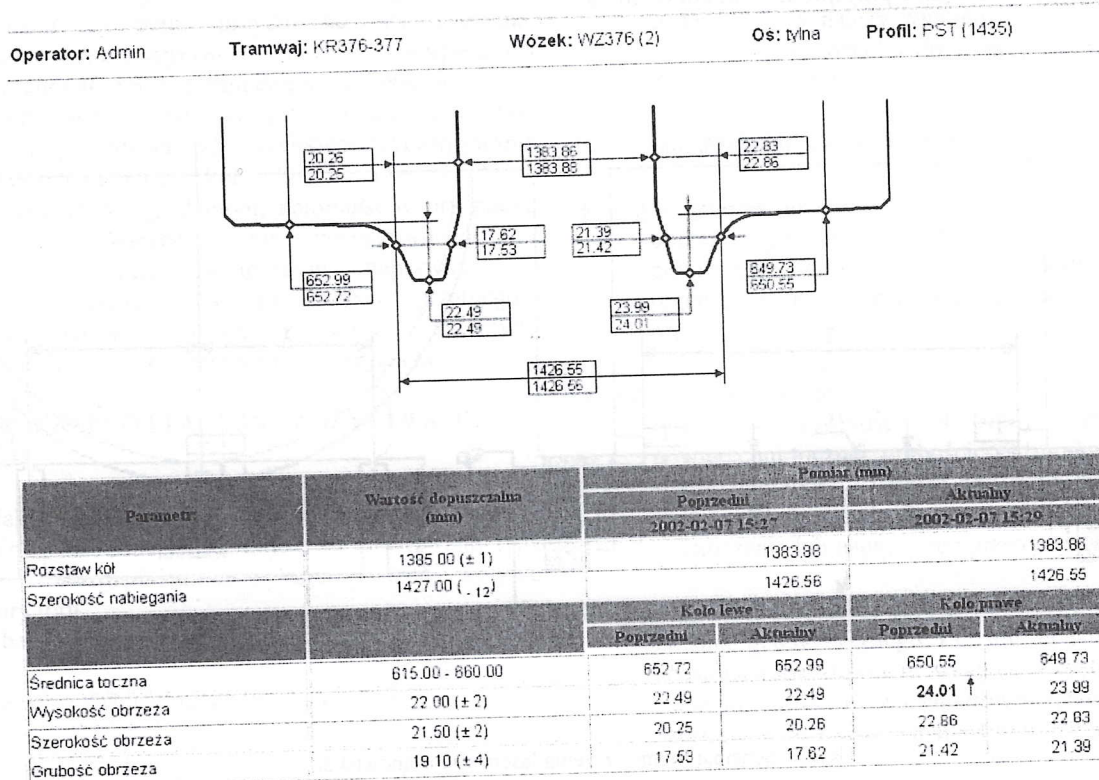
4. WIZUALIZACJA WYNIKÓW POMIARU.

Dane, po przetworzeniu, w przyjaznej dla operatora formie, mogą być wydrukowane lub zapisane w bazie danych oraz wykorzystane do analizy statystycznej. Istnieje także możliwość przesyłania danych bezpośrednio do komputera podłączonego do tokarki podtorowej.

Na rys.3 umieszczone są prostokątne ramki, zawierające wartości z badania poprzedniego i aktualnego. Wartości z poprzedniego badania wyświetlane są w kolorze niebieskim, a wyniki aktualne wyświetlane są w kolorze czarnym.

W ramach uwidocznione są następujące wartości:

- rozstaw kół,
- szerokość nabiegania,
- oddzielnie dla lewego i prawego koła:
 - szerokość obrzeża,
 - grubość obrzeża,
 - wysokość obrzeża,
 - średnica koła tocznego.



Rys.3. Schemat wizualizacji wyników pomiaru zestawu kołowego

System komputerowy informuje nas jakie parametry, dotyczące danej osi, zostały zmierzone podczas pomiaru i przedstawia je w postaci tabeli oraz charakterystycznych wymiarów.

Wartości dotyczące badania poprzedniego możliwe są do wyświetlenia jedynie po przeprowadzeniu badania. W przypadku wywołania wizualizacji wyników z modułu administracji danymi, wyświetlone będą tylko aktualne wyniki pomiarów.

5. WNIOSKI

Wyniki monitoringu uzyskane podczas badań eksploatacyjnych – testowych, na stanowisku prototypowym w MPK S.A. w Krakowie, pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków szczegółowych:

- wybrana idea monitoringu zużycia kół umożliwia archiwizowanie danych,
- utworzona baza danych zużycia kół pozwala na prognozowanie trwałości kół tocznych tramwaju ze względu na zużycie mierzone na:
 - średnicy obręczy,
 - wysokości obrzeża,
 - grubości obrzeża,
 - szerokości obrzeża,
 - rozstawie punktów przyporu,
 - rozstawie kół,

- ocena intensywności zużycia poszczególnych kół daje podstawy do indywidualnej korekty cyklu międzynaprawczego koła lub zestawu kołowego w zależności od usytuowania w wózku wagonu czy też wózka w tramwaju.

Pomiary testowe zużycia kół tocznych tramwaju na stanowisku PZK, zainstalowanym w zajezdni tramwajowej w Nowej Hucie, wykazały słuszność przyjętej idei monitoringu. Pomiary te zrealizowano przy pomocy czujników laserowych i ze wspomaganiami komputerowym. Słuszność przyjętej idei pomiarów została pozytywnie zweryfikowana w badaniach eksploatacyjnych.

Na rys.4. widoczny jest tramwaj przy wjeździe na stanowisko diagnostyczne typu PZK.

6. LITERATURA

- [1] Jurga S., *piec p.: wpływ warunków eksploatacji na zużycie i trwałość kół tramwaju*. Wyd ITE Radom, „Problemy eksploatacji”, kwartalnik 1'2002(44), ISSN 1232-9312, s. 111-120.
- [2] Jurga S.: *Metoda monitoringu zużycia kół jezdnych pojazdów szynowych*. Praca dys. Politechnika krakowska, Kraków, 2002 r.
- [3] Koltech: *Badania eksploatacyjne-testowe, monitoring zużycia obręczy koła. Metodyka monitoringu. Pomiary testowe na stanowisku diagnostycznym*. Praca nie publikowana, Racibórz, 2002 r



Rys.4. Tramwaj podczas pomiaru na stanowisku diagnostycznym typu PZK