

Paweł Urbańczyk, Jacek Kukulski

Badania segmentowych wstawek hamulcowych na stanowisku Instytutu Kolejnictwa

Przedmiotem badań były nowego typu segmentowe żeliwne wstawki hamulcowe, których cechą charakterystyczną jest podział wstawki na nieparzystą liczbę segmentów ciernych połączonych stalową wtopką. Wstawki te opracowano, by zminimalizować skutki odkształceń cieplnych, w wyniku których dla klasycznych wstawek żeliwnych dochodzi do zwiększenia nacisków jednostkowych w strefie tarcia, co z kolei przyczynia się do przyspieszonego zużycia wstawek oraz obniżenia skuteczności hamulca.

Stanowisko badawcze

Badania segmentowych żeliwnych wstawek hamulcowych przeprowadzono na należącym do Instytutu Kolejnictwa stanowisku służącym do badań (w skali 1:1) par ciernych hamulców kolejowych. Od stycznia 2001 r. ma ono homologację UIC dla uniwersalnych stanowisk hamulcowych kategorii D, służących do badań hamulców tarczowych i klockowych, umożliwiających prowadzenie prób przy prędkościach do 350 km/h. Stanowisko przedstawione zostało na rysunku 2, a jego szczegółowy opis można znaleźć w pracach [4, 5].

Podstawowe parametry stanowiska

Moc silnika napędowego przy 1150 obr./min.	536 kW
Moment obrotowy w zakresie do 1150 obr./min.	4450 Nm
Zakres prędkości pojazdu (dla koła $\varnothing 890$ mm)	3,5–420 km/h
Maksymalny moment hamujący	
hamowanie do zatrzymania	30 000 Nm
hamowanie ciągłe	4450 Nm
Moment bezwł. mas z elektryczną symulacją	150–000 kgm ²
Maksymalna masa symulowana na parę cierną	15 t
Sumaryczna siła docisku szczęk hamulcowych	60 kN
Wydatek wody w natryskiwaczach ($\times 2$)	5–25 dm ³ /h
Prędkość powietrza wentylującego	0,5–28 m/s
Zakres pomiarowy momentu hamującego (w zależności od miejsca zabudowy czujnika siły)	± 12 (± 20) kNm
Zakres pomiarowy temperatury tarczy hamulcowej lub koła współpracującego ze wstawkami hamulcowymi	0–1000°C

Metodyka badań

Ponieważ obowiązujące przepisy nie precyzują programu stanowiskowych badań żeliwnych wstawek hamulcowych, więc program badań segmentowych wstawek hamulcowych oparto o opisane w karcie UIC 541-4 wymagania dotyczące badań wstawek kompozytowych o niskim współczynniku tarcia typu LL. Podczas badań wstawki współpracowały z kołem monoblokowym o średnicy 875 mm wykonanym z materiału typu ER7.



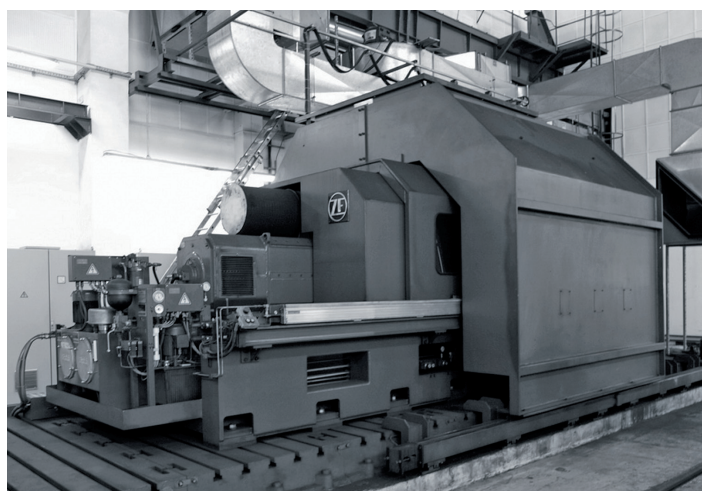
Rys. 1. Żeliwna segmentowa wstawka hamulcowa; szczegółowy opis konstrukcji wstawki segmentowej znajduje się w [1–3].

Pomiar temperatury koła prowadzono, zgodnie z wymaganiami dotyczącymi badań stanowiskowych, z wykorzystaniem trzech termopar zamontowanych pod powierzchnią koła oraz dodatkowo za pomocą trzech termopar zamontowanych w ślizgaczach stykających się z powierzchnią toczną koła (rys. 3).

W czasie hamowań „na mokro” para cierna zraszana była wodą zgodnie z wymaganiami zawartymi w raporcie ERRI B126/RP18.

Podczas przeprowadzonych prób zadawanymi parametrami były:

- masa pojazdu przypadająca na parę cierną (dla hamowań do zatrzymania),
- siła nacisku wstawek hamulcowych (dla hamowań do zatrzymania),
- moment hamujący (dla hamowań ciągłych),
- początkowa prędkość hamowania,
- temperatura początkowa powierzchni tocznej koła,



Rys. 2. Stanowisko CNTK służące do badań par ciernych hamulców kolejowych

- wydatek wody zwilżającej parę cierną (dla hamowań na mokro),
- prędkość przepływu powietrza wentylującego parę cierną,
- liczba hamowań.

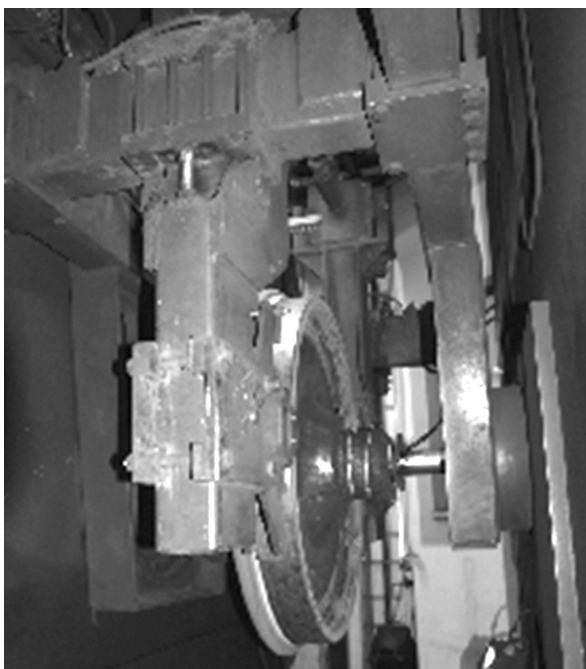


Rys. 3. Pomiar temperatury koła za pomocą termopar zamontowanych w ślizgaczach

Przebieg badań

Badania segmentowych żeliwnych wstawek hamulcowych przeprowadzone zostały na opisanym stanowisku badawczym CNTK w grudniu 2009 r. Komorę stanowiska badawczego, w której zamontowano badane wstawki, przedstawiono na rysunku 4.

Badania rozpoczęto od przeprowadzenia niezbędnych hamowań docierających, których celem było doprowadzenie wstawek hamulcowych do takiego stanu, aby powierzchnia ich styku z kołem wynosiła co najmniej 85% nominalnej powierzchni styku wstawek z kołem. Po dotarciu wstawek hamulcowych przeprowadzono wiele hamowań do zatrzymania (w warunkach na mokro i na sucho) oraz hamowania ciągłe ze stałą mocą hamowania. Dodatkowo wykonano próby odpowiadające hamowaniom na-



Rys. 4. Komora stanowiska do badań par ciernych

głym wagonu towarowego, przy czym parametry prób dobrano w taki sposób, by zasymulować hamowania jednego z przebadanych wcześniej przez CNTK wagonów wyposażonych w klasyczne wstawki żeliwne.

Po zakończeniu badań sprawdzono stan wstawek hamulcowych i koła z którym współpracowały. Stan powierzchni był dobry i nie wykazywał żadnych pęknięć i uszkodzeń.

Wyniki badań

Szczegółowo wyniki stanowiskowych badań żeliwnych segmentowych wstawek hamulcowych omówiono w oddzielnym artykule. Na wykresach porównano wyniki badań przeprowadzonych dla następujących rodzajów wstawek hamulcowych:

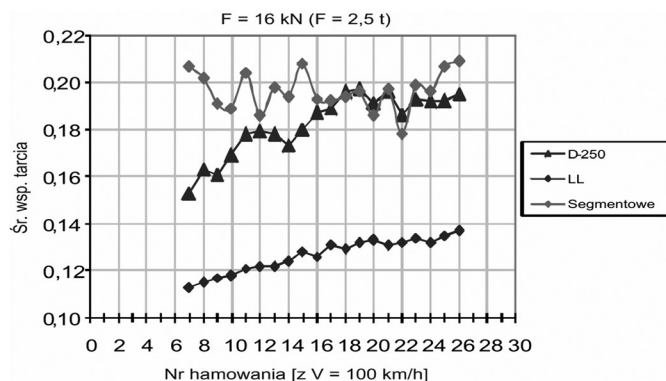
- segmentowe żeliwne wstawki hamulcowe,
- klasyczne żeliwne wstawki hamulcowe (D-250),
- wstawki hamulcowe kompozytowe typu LL.

Szczegóły dotyczące wyników badań klasycznych wstawek żeliwnych zamieszczono w pracy [6]. Na rysunku 5 porównano wartości współczynników tarcia wstawek segmentowych, klasycznych żeliwnych i kompozytowych typu LL dla prób symulujących hamowanie z prędkości 100 km/h wagonu próżnego w normalnych warunkach (na sucho). Analiza wyników prowadzi do wniosku, że wstawki segmentowe w porównaniu z klasycznymi żeliwnymi charakteryzują się stabilniejszym rozkładem wartości współczynników tarcia, przy czym współczynniki te mają wartości nieco wyższe od wstawek klasycznych.

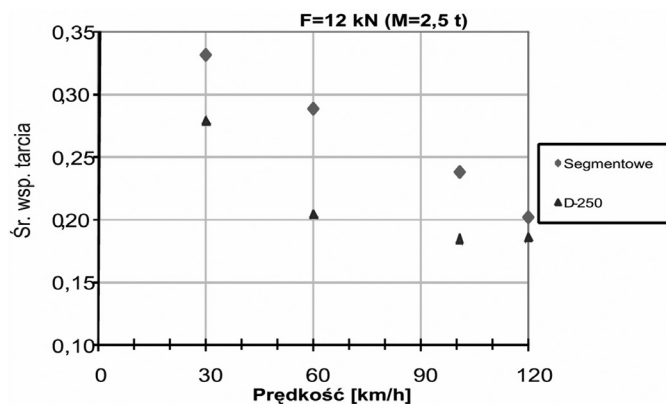
Na rysunku 6 przedstawiono wartości współczynników tarcia wstawek segmentowych i klasycznych żeliwnych dla prób symulujących hamowania wagonu próżnego w normalnych warunkach (na sucho) przy początkowych prędkościach hamowania 30, 60, 100 i 120 km/h. Jak można zauważyć wartości współczynników tarcia dla wstawek segmentowych są wyższe przy wszystkich badanych prędkościach początkowych hamowania.

Na rysunku 7 przedstawiono wartości współczynników tarcia wstawek segmentowych i klasycznych żeliwnych dla prób symulujących hamowania wagonu próżnego w warunkach na mokro (para cierna zraszana wodą) przy początkowych prędkościach hamowania 30, 60 i 100 km/h. Wartości współczynników tarcia dla wstawek segmentowych i klasycznych są niemal identyczne, ponadto nieznacznie różnią się od wartości w analogicznych hamowaniach na sucho.

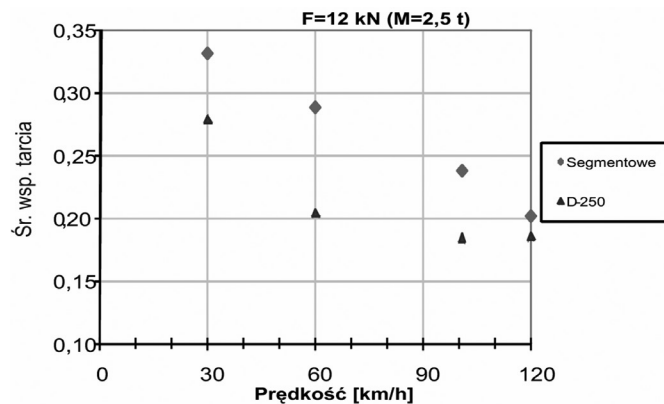
Na rysunku 8 przedstawiono wartości współczynników tarcia wstawek segmentowych, klasycznych żeliwnych i kompozyto-



Rys. 5. Porównanie wartości współczynników tarcia trzech rodzajów wstawek hamulcowych; hamowanie wagonu próżnego z prędkości 100 km/h w warunkach na sucho



Rys. 6. Zależność współczynnika tarcia od prędkości początkowej hamowania dla segmentowych i klasycznych wstawek hamulcowych; hamowania wagonu próżnego na sucho



Rys. 7. Zależność współczynnika tarcia od prędkości początkowej hamowania dla dwóch rodzajów wstawek hamulcowych; hamowanie wagonu próżnego na mokro

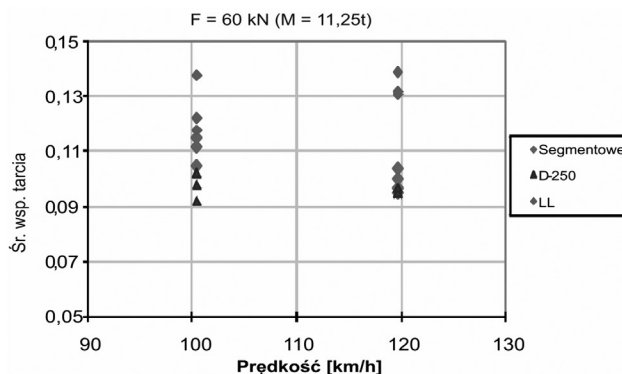
wych typu LL dla prób symulujących hamowania wagonu ładownego w warunkach „na mokro” (para cierna zraszana wodą) przy początkowych prędkościach hamowania 100 i 120 km/h. Wartości współczynników tarcia dla wstawek segmentowych i klasycznych żeliwnych są zbliżone.

Na rysunku 9 zamieszczono wykres obrazujący przebieg chwilowej wartości współczynników tarcia wstawek segmentowych i klasycznych wstawek żeliwnych podczas próby długotrwałego hamowania ciągłego z mocą 45 kW/koło. Nie ma istotnych różnic między przebiegami dla obydwu rodzajów wstawek.

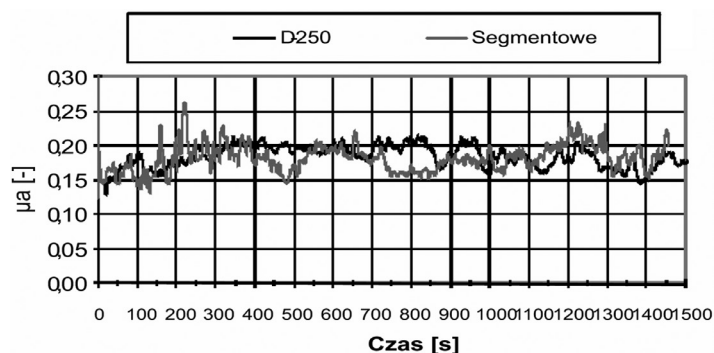
Wnioski

Przeprowadzone na stanowisku badawczym CNTK badania segmentowych żeliwnych wstawek hamulcowych wykazały, że:

- zachowanie wstawek segmentowych podczas hamowania jest prawidłowe i zgodne z przyjętymi założeniami,
- wartości średniego współczynnika tarcia wstawka–koło w większości przypadków są wyższe dla wstawek segmentowych.



Rys. 8. Zależność współczynnika tarcia od prędkości początkowej hamowania dla trzech rodzajów wstawek hamulcowych; hamowanie wagonu ładownego na mokro



Rys. 9. Porównanie chwilowych wartości współczynnika tarcia dla wstawek segmentowych i klasycznych żeliwnych podczas próby hamowania ciągłego z mocą 45 kW/koło (symulacja zjazdu z przełęczy św. Gotarda)

Literatura

- [1] Bogacz R., Dzuła S., Urbańczyk P.: *Wstawka hamulcowa*. Zgłoszenie patentowe nr P-356758, 2002.
- [2] Dzuła S., Urbańczyk P.: *Wstawka hamulcowa nowej konstrukcji*. Problemy eksploatacji 2/2003 (49), Radom.
- [3] Dzuła S., Urbańczyk P.: *Segmentowa wstawka hamulcowa*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej nr 1605, seria Transport, z. 49, Gliwice 2003.
- [4] Chudzikiewicz A., Garlikowski P., Mitek P., Osiak A., Szczepański J.: *Badania homologacyjne stanowiska do oceny par ciernych hamulców*. XIV Konferencja Naukowa Pojazdy Szynowe, Kraków–Arlamów, 2000.
- [5] Osiak A.: *Stanowisko badawcze par ciernych hamulców w PKP – Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa w Warszawie*. Konferencja Jubileuszowa – 50 lat Pracy Naukowo-Dydaktycznej prof. dr hab. inż. Jana Brosia. Kraków–Zakopane 1997.
- [6] Urbańczyk P.: *Badania nowego typu wstawek hamulcowych – Etap I: Badania porównawcze klasycznych wstawek żeliwnych*. XVII Konferencja Naukowa „Pojazdy Szynowe”. Kazimierz Dolny 2006.

mgr inż. Paweł Urbańczyk
 Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa,
 Laboratorium Badań Taboru, Pracownia Hamulców
 dr inż. Jacek Kukulski, Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa,
 Laboratorium Badań Taboru, Pracownia Badań Stanowiskowych