

Badania stanowiskowe tarczy hamulcowej

Informację opracował Jacek KUKULSKI¹

Streszczenie

Opisano badania tarczy hamulcowej produkcji Kovis Słowenia montowanej na kole, przeznaczonej dla pociągów regionalnych kolei szkockich. Przedstawiono również możliwości badawcze i parametry techniczne stanowiska Instytutu Kolejnictwa do badania par ciernych hamulca kolejowego.

Słowa kluczowe: transport kolejowy, tarcza hamulcowa, okładziny hamulcowe, stanowisko badawcze

1. Wstęp

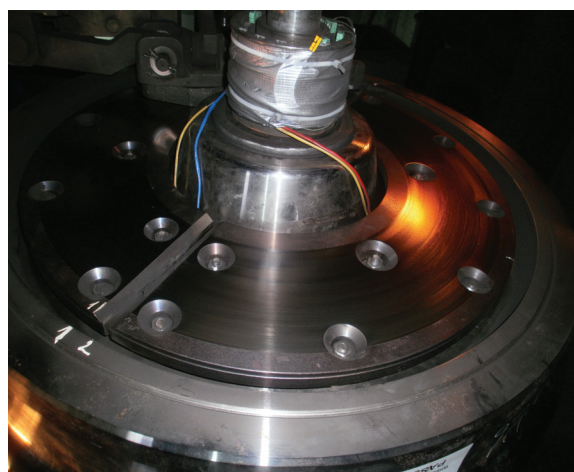
Oprócz układu biegowego, układ hamulcowy pojazdów kolejowych kolei konwencjonalnych, a także kolei dużych prędkości, jest najważniejszym systemem bezpieczeństwa i w stosunku do niego są stawiane najbardziej rygorystyczne wymagania i kryteria oceny. Aktami prawnymi zawierającymi wymagania dotyczące zarówno tarcz hamulcowych montowanych na osi (AMD), jak i montowanych na kole (WMD) są normy [1, 2].

Producenci tarcz hamulcowych do pojazdów kolejowych coraz częściej są zmuszeni do dobierania konstrukcji tarczy do określonych warunków pracy w eksploatacji. Wiąże się to m.in. z doбором materiału ciernego tak, aby współpraca pary cierniej tarcza – materiał cierny spełniały oczekiwania zarówno producenta taboru, jak i przyszłego właściciela pojazdów.

Wysokie wymagania powodują, że producent tarcz hamulcowych musi optymalizować swój produkt i poddawać badaniom stanowiskowym według coraz bardziej skomplikowanych specyfikacji badawczych. Oprócz standardowych programów badawczych według kart UIC [6, 7, 8], te specyfikacje zawierają niestandardowe programy badawcze o dużych mocach hamowania oraz profile linii kolejowych, na których badany obiekt będzie eksploatowany. Instytut Kolejnictwa ma stanowisko umożliwiające kompleksowe badanie tarcz hamulcowych według zadanych specyfikacji badawczych.

2. Badany obiekt

Badaniom poddano jedną tarczę hamulcową do prędkości $V_{max} = 200$ km/h produkcji Kovis Słowenia, przeznaczoną do pojazdów Turbostars (Class 170) kolei szkockich First ScotRail (FSR). Była to konstrukcja tarczy dzielonej, montowanej na kole (rys. 1).



Rys. 1. Tarcza montowana na kole [fot. J. Kukulski]

3. Stanowisko badawcze i aparatura pomiarowa

Stanowiskowe badania wykonano w Instytucie Kolejnictwa na specjalnym, bezwładnościowym stanowisku hamulcowym do badania par ciernych hamulców pojazdów szynowych. Stanowisko ma homologację Międzynarodowego Związku Kolei (UIC) dla uniwersalnych stanowisk hamulcowych kategorii D do prędkości maksymalnej 350 km/h [5]. Wykorzystywane jest do testów homologacyjnych według kart UIC [6, 7, 8] i norm europejskich dotyczących badań kół kolejowych [3] i tarcz hamulcowych [1, 2]. Konstrukcja stanowiska umożliwia badanie w naturalnej wielkości, odpowiadającej warunkom rzeczywistym par ciernych hamulców pneumatycznych kolejowych pojazdów szynowych do wagonów pasażerskich, towarowych, pociągów zespolonych dużych prędkości, zespołów trakcyjnych, lokomotyw i autobusów

¹ Dr inż.; Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Badań Taboru; e-mail: jkukulski@ikolej.pl.

szynowych. Na stanowisku można przeprowadzić symulację prędkości jazdy pojazdu szynowego do 420 km/h przy średnicy koła 890 mm. Przy większych średnicach koła, prędkości liniowe pojazdu mogą być znacznie wyższe. W 2009 r. były wykonywane badania stanowiskowe z użyciem tarczy hamulcowej montowanej na osi przy prędkości $V_{\max} = 500$ km/h. Na rysunku 2 przedstawiono stacjonarne stanowisko badawcze, jak też widok na mechaniczne masy zamachowe. Podstawowe parametry techniczne stanowiska przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Parametry techniczne bezwładnościowego stanowiska badawczego IK

Parametr	Wartość
Zakres prędkości pojazdu dla koła $\varnothing 890$ mm [km/h]	3,5÷420
Maksymalna prędkość obrotowa [obr./min]	2500
Moc silnika napędowego przy 1150 obr./min [kW]	536
Moment obrotowy w zakresie do 1150 obr./min [Nm]	445
Maksymalny moment hamowania [Nm]:	
• hamowanie do zatrzymania	3000 Nm
• hamowanie ciągłe	4450
Zakres momentów bezwładności mas z elektryczną symulacją [kgm ²]	150÷3000
Maksymalna symulowana masa przypadająca na parę cierną [t]	15
Zakres regulacji sumarycznej siły docisku szczęk hamulcowych [kN]	0÷100
Zakres pomiarowy temperatury tarczy hamulcowej (koła jezdne) [°C]	0÷1000



Rys. 2. Stacjonarne stanowisko badawcze: a) widok ogólny, b) mechaniczne masy zamachowe [fot. J. Kukulski]

4. Zakres badań i oceny tarczy hamulcowej firmy Kovis

Badania przeprowadzono na opisanym w rozdziale 3 stanowisku badawczym. Program badawczy obejmował kilka testów tribologicznych tarczy hamulcowej z okładzinami organicznymi.

Pierwsza grupa testów dotyczyła symulacji przejazdu pociągu na linii kolejowej z London St. Pancras – Bedford. Zaprogramowano profil linii z parametrami dotyczącymi:

- prędkości jazdy i hamowania,
- miejsc i czasu postoju na przystankach i stacjach kolejowych,
- zakładanej masy hamującej pociągu,
- siły docisku okładzin do tarczy hamulcowej.

W tablicy 2 przedstawiono podstawowe parametry pierwszej grupy testów realizowanych podczas badań stanowiskowych tarczy hamulcowej firmy Kovis.

Tablica 2

Parametry pierwszej grupy testów

Nr cyklu hamowania	Prędkości początkowe hamowania [km/h]	Siła hamowania [kN]	Masa hamująca przypadająca na parę cierną [kg]
1	80-177	24,0	5973
2		37,7	6810
3		41,5	7647
4		37,7	6810
5		37,7	6810
6		49,75	7647

Druga grupa testów dotyczyła symulacji hamowań do zatrzymania z parametrami przedstawionymi w tablicy 3. Badania te były realizowane w warunkach suchych oraz na mokro przez zraszanie z określonym wydatkiem wody powierzchni tarczy hamulcowej.

Tablica 3

Parametry drugiej grupy testów

Hamowania	Warunki	Prędkości [km/h]	Siła hamowania [kN]
(H1-H5) x 3	Na sucho	32, 64, 96, 128, 160	34
(H1-H5) x 3	Na sucho	32, 64, 96, 128, 160	41,5
(H1-H5) x 3	Na sucho	32, 64, 96, 128, 160	40,9
(H1-H5) x 3	Na sucho	32, 64, 96, 128, 160	49,75
H1-H5	Na mokro	32, 64, 96, 128, 160	34; 41,5; 40,9; 49,75

Badania były wykonywane dla koła o średnicy 840 mm, z użyciem organicznych okładzin hamulcowych. W trakcie badań rejestrowano następujące parametry wymagane w specyfikacji badawczej:

- moment uzyskania 95% nominalnej łącznej siły nacisku okładzin,
- prędkość kątową i obrotową koła,
- prędkość liniową dla zadanej średnicy koła,
- drogę hamowania,
- czas hamowania,
- ciśnienie w cylindrze hamulcowym,
- łączną siłę nacisku okładzin hamulcowych,
- moment hamujący,
- symulowaną masę hamowania,
- temperaturę w sześciu punktach powierzchni ciernej tarczy i ich chwilową wartość średnią,
- chwilowy współczynnik tarcia,
- prędkość przepływu powietrza wentylującego parę cierną.

Na podstawie pomierzonych parametrów oraz parametrów zadanych w programie badawczym obliczono wielkości wykorzystane do analizy wyników badań. Dodatkowo w trakcie badań wykonywano pomiary masowego zużycia okładzin hamulcowych i pomiar profilu zużycia tarczy.

5. Podsumowanie

Przedstawiono badania tarczy hamulcowej firmy Kovis, zrealizowane na stanowisku pomiarowym Instytutu Kolejnictwa. Opiszano program badań oraz testy tribologiczne, którym poddano tarczę hamulcową. Ze względu na poufność wyników nie zamieszczono wartości mierzonych parametrów. Na przykładzie badania tarczy hamulcowej zaprezentowano parametry techniczne uniwersalnego stanowiska hamulcowego eksploatowanego w Instytucie Kolejnictwa.

Bibliografia

1. EN 14535-1: Railway applications – Brake discs for railway rolling stock – Part 1: Brake discs pressed or shrunk onto the axle or drive shaft, dimensions and quality requirements, 2011.
2. EN 14535-3: Railway application – Brake discs for railway rolling stock – Part 3: Brake discs, performance of the disc and the friction couple, classification, 2012.
3. PN-EN 13979-1+A2:2011: Kolejnictwo – Zestawy kołowe i wózki – Koła monoblokowe – Procedura dopuszczenia – Część 1: Koła kute i walcowane.
4. prEN 16452: Railway applications – Braking – Brake blocks, 2012.
5. Report B 126/RP 18: Dynamometers for international approval of friction materials. Requirements.
6. UIC 510-5: Technical approval of monobloc wheels – Application document for standard EN 13979-1.
7. UIC 541-3: Brakes – Disc brakes and their application – General conditions for the approval of brake pads. 7th edition, January 2010.
8. UIC 541-4: Brakes – Brakes with composite brake blocks – General conditions for certification of composite brake blocks – 4th edition, January 2010.

Informację opracowano na podstawie pracy pt. „Badania stanowiska tarczy hamulcowej montowanej na kole produkcji Kovis Słowenia”; autor: dr inż. Jacek Kukulski, Laboratorium Badań Taboru IK, 2014.