

Zużycie par ciernych hamulców w wybranych typach pojazdów szynowych

Piotr TOKAJ¹

Streszczenie

W artykule opisano badania, jakie muszą przejść wstawki hamulcowe kolejowych pojazdów szynowych wykonane z materiałów kompozytowych, aby zostały dopuszczone do eksploatacji w ruchu krajowym i międzynarodowym zgodnie z przepisami UIC (*Union Internationale des Chemins de fer*). Zestawiono wyniki badań zużycia różnych materiałów ciernych uzyskane podczas prób eksploatacyjnych z uwzględnieniem zużycia materiału ciernego i współpracującego z nim koła lub tarczy hamulcowej. Ze względu na swoje właściwości oraz niezamienność z dotychczas stosowanymi wstawkami żeliwnymi, szczegółowo opisano zjawiska występujące podczas eksploatacji wstawek hamulcowych typu K (o podwyższonym współczynniku tarcia).

Słowa kluczowe: pojazdy szynowe, pary cierne, wstawki hamulcowe

1. Historia stosowania materiałów ciernych w kolejnictwie

Pierwsze informacje o badaniach elementów ciernych hamulców pojazdów szynowych pochodzą z końca XIX wieku. W tym czasie w transporcie szynowym nastąpił szybki rozwój, co wywołało wiele problemów rozwiązywanych teoretycznie i doświadczalnie. W szczególności dotyczyły one hamowania i zatrzymywania pociągów. W początkowej fazie rozwoju pojazdów szynowych klocki hamulcowe (w obecnej nomenklaturze kolejowej nazywane wstawkami hamulcowymi) wykonywano z różnych gatunków drewna. Pierwsze próby z klockami hamulcowymi wykonanymi z metalu przeprowadzono dopiero w 1860 r. Prowadzono również badania na klockach wykonanych, np. ze skóry lub gutaperki (materiał, z którego obecnie wykonuje się piłeczki golfowe).

Ważny wkład w rozwój wstawek hamulcowych wnosili doświadczenia przeprowadzane w laboratorium w Grünewald pod Berlinem. Wykonywano je na stanowisku ze stałą prędkością obrotową elementów ciernych, badając wpływ nacisku, temperatury, wilgotności a nawet twardości wstawek na przebieg hamowania. Rozpoznano wtedy wiele zjawisk występujących podczas współpracy par ciernych, mających wpływ na eksploatację.

Prace badawcze nad uzyskaniem materiałów ciernych do produkcji wstawek hamulcowych do pewnego czasu prowadzono w różnych kierunkach, wykorzystując metal, tworzywa nieorganiczne i organiczne.

Prace nad otrzymaniem tworzyw metalowych dotyczyły głównie modyfikacji żeliwa jako materiału klasycznego i do-

tychczas używanego. Prace nad materiałami nieorganicznymi polegały na wykorzystaniu porcelany, bazaltu i betonu, jednak materiały te nie przyniosły pozytywnych wyników. Doświadczenia prowadzone nad uzyskaniem tworzyw na podstawie organicznej przyniosły najbardziej korzystne wyniki. W rezultacie tych badań obecnie można używać wstawek hamulcowych z materiałów kompozytowych podzielonych na trzy grupy:

- 1) wstawki LL o średnim współczynniku tarcia 0,10 do 0,15*,
- 2) wstawki L o średnim współczynniku tarcia 0,15 do 0,25*,
- 3) wstawki K o średnim współczynniku tarcia 0,25 do 0,30* (dotyczy również spieków).

* podział pod względem współczynnika tarcia na podstawie PN -EN 16452-08 Railway applications – Braking – Brake blocks [9].

1.1. Badania nad wstawkami organicznymi w Europie po 1945 r.

W 1958 roku w NRF (dawna Niemiecka Republika Federalna) rozpoczęto próby eksploatacyjne z tworzywem o nazwie Bremskerl KR3/Fe. Już wtedy zauważono, że wstawki z materiałów kompozytowych są mniej zużyte niż żeliwne, ale mają skłonność do nanoszenia metalu na powierzchnię cierną wstawki. Skłonnością tą charakteryzowały się również wstawki z materiałów innych firm: Beral BK 5/4 (firma obecnie wchodzi w skład korporacji Federal Mogul), Becorit A 362/20 (firma obecnie wchodzi w skład korporacji WABTEC), Breku 970 czy Jurid (obecnie Federal Mogul). Ówczesne wstawki hamulcowe wykonane z materiałów kompozytowych powodowały jednak trzykrotnie większe zużycie obręczy zestawów kołowych w porównaniu ze wstawkami żeliwnymi.

¹ Mgr inż.; Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Badań Taboru, Pracownia Hamulców w Krakowie; e-mail: ptokaj@ikolej.pl.

W 1956 roku firma z NRD (dawna Niemiecka Republika Demokratyczna) o nazwie Cosid (firma wchodzi obecnie w skład korporacji Knorr Bremse) rozpoczęła badania nad kolejowymi wstawkami hamulcowymi z materiałów kompozytowych. W 1966 roku firma Cosid wprowadziła do eksploatacji w ruchu pasażerskim wstawkę z tworzywa o nazwie Cosid BK-9-6. Wstawki te były czterokrotnie trwalsze od wstawek żeliwnych, jednak miały skłonność do specyficznego zużycia powierzchni tocznej koła polegającej na żłobieniu dwóch równoległych rowków w miejscu współpracy z krawędziami wstawki hamulcowej. Podobnie jak wstawki z NRF, miały skłonność do nanoszenia metalu na powierzchnię cierną wstawki, szczególnie widoczną w okresie zimowym.

W Polsce również prowadzono badania nad uzyskaniem wysokociernych tworzyw niemetalowych z przeznaczeniem na kolejowe wstawki hamulcowe. Na zlecenie COBiRTK, w Zakładach Chemicznych „Boryszew”, podjęto prace określające wpływ czynników technologiczno-produkcyjnych na właściwości wstawek hamulcowych z materiałów kompozytowych. W rezultacie uzyskano kilka gatunków tworzyw oznaczonych symbolami: AK, OK7, OK3, OK11, OK14 i OK17. W wyniku długotrwałych badań laboratoryjnych, stanowiskowych i poligonowych, do dalszych testów wytypowano dwa materiały oznaczone symbolami OK14 i OK17. Trwałość wstawek z tych materiałów była 2,5 razy większa od typowych wstawek żeliwnych (żeliwo P10). Uzyskano również większą skuteczność hamowania, jednak charakterystyka tarciovo-zużyciowa wstawek wykonanych z materiałów OK14 i OK17 w znacznym stopniu była uzależniona od warunków atmosferycznych. Ponadto, przy długotrwałym hamowaniu, występowało niekorzystne zjawisko nagrzewania się obręczy zestawów kołowych (warstwa zewnętrzna obręczy osiągała temperaturę około 600°C), co prowadziło do ich luzowania. W trakcie prób poligonowych, stwierdzono podczas hamowań wydzielanie nieprzyjemnego zapachu i powstawanie dymu. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że wytypowane wcześniej materiały nie spełniają wszystkich wymagań stawianych kolejowym wstawkom hamulcowym.

Po serii niepowodzeń, jak również zmian w przepisach i ograniczeń w stosowaniu niebezpiecznych materiałów (np. azbestu), w Polsce na pewien czas zaprzestano prac nad materiałami z tworzyw sztucznych stosowanych do produkcji wstawek hamulcowych w przemyśle kolejowym. Dopiero w latach 90-tych XX wieku powrócono do koncepcji wstawki hamulcowej z materiałów organicznych. Jedyną polską firmą, która rozpoczęła prace koncepcyjne i obecnie ma homologowany przez UIC materiał cierny (FR513), jest firma Frenoplast S.A.

1.2. Kompozytowe wstawki hamulcowe – stan obecny

Ze względu na tajemnice handlowe, dokładny skład chemiczny poszczególnych materiałów nie jest znany, jednak producenci są zobowiązani do określenia w DTR (Doku-

mentacja Techniczno-Ruchowa) składników materiałów na wstawki hamulcowe. Z reguły są to: termoutwardzalne żywice organiczne, kauczuki, modyfikatory tarcia oraz włókna metalowe i organiczne wzmacniające strukturę.

Jak wynika z rysu historycznego, pewne cechy wstawek hamulcowych z materiałów kompozytowych zauważono już w latach 50-tych XX wieku, m.in.:

- przegrzewanie powierzchni obręczy koła,
- nadmierne i charakterystyczne zużycie współpracującej z wstawką powierzchni tocznej koła,
- właściwości silnie uzależnione od warunków atmosferycznych,
- nanoszenie materiału metalowego na powierzchnię cierną wstawki (obecnie nazywane wtrąceniami metalicznymi).

Mając na względzie wymienione cechy, komisja UIC zajmująca się problemami hamulców przedstawiła wytyczne stosowania wstawek z materiałów kompozytowych w pojazdach kolejowych. Najważniejsze wymagania dotyczące stosowania wstawek z materiałów kompozytowych typu K [14], LL [13] i kół monoblokowych [6, 7] są następujące:

- 1) wstawki z materiałów kompozytowych mogą być użyte jedynie do współpracy z kołami monoblokowymi (zgodnie z PN-EN 13979-1 [9] z wyjątkiem materiałów ER2, BV2, ER8 i ER9),
- 2) dla wstawek typu K zaleca się stosowanie kół o zmniejszonej grubości obrzeża (np. 30,5 mm),
- 3) wagony wyposażone we wstawki kompozytowe powinny być oznaczone zgodnie z wytycznymi karty UIC 545 [4] (wypisanie rodzaju i typu wstawki na pudle wagonu),
- 4) podczas hamowania pociągu z prędkości poniżej 50 km/h należy wcześniej uruchomić hamulec lub wdrożyć wyższy stopień hamowania,
- 5) w warunkach zimowych należy utrzymywać dodatnie temperatury par ciernych przez wykonanie co 10–15 min lub 20–30 km hamowań I-go stopnia,
- 6) w wagonach ze wstawkami kompozytowymi ze względu na niższy (w stosunku do wstawek żeliwnych) statyczny współczynnik tarcia, zaleca się uruchomienie hamulca ręcznego lub postojowego [11] w podwojonej liczbie wagonów niż w analogicznym pociągu z wstawkami żeliwnymi.

Wytyczne UIC dotyczące stosowania wstawek z materiałów kompozytowych znajdują się w katalogu uszkodzeń, w którym opisano wady najczęściej spotykane w eksploatacji oraz ich interpretacje. Katalog uszkodzeń jest rozwinięciem załącznika 9 do ogólnej umowy o użytkowaniu wagonów towarowych (AVV) [15].

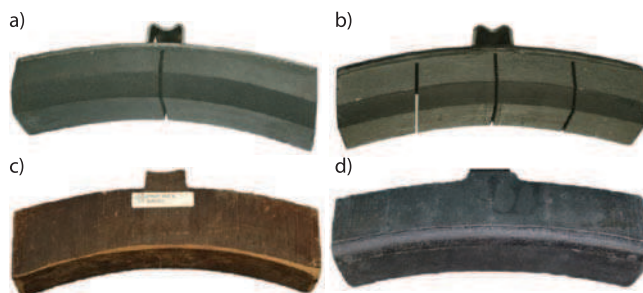
1.3. Badania dopuszczeniowe wstawek hamulcowych z materiałów kompozytowych

Wprowadzenie na rynek nowego, kompozytowego materiału wstawki hamulcowej wraz z uzyskaniem certyfika-

tów i dopuszczeń trwa około 5 lat i wymaga przeprowadzenia następujących prób i badań:

- badania stanowiskowe (według UIC 541-4) [2],
- badania ruchowe (według UIC 544-1) [3],
- badanie odporności na obciążenie cieplne (według wymagań TSI 4.2.4.3.3.) [12],
- próby zimowe na szlaku (według UIC 541-4) [2],
- próby eksploatacyjne (według UIC 541-4 i 541-00) [1, 2].

Aktualną listę wstawek hamulcowych z materiałów kompozytowych dopuszczonych do użytku w Europie publikuje na swoich stronach UIC (www.uic.org) i na tej podstawie ERA (*European Railway Agency*) przedstawia własną listę dopuszczonych wstawek [5]. Na rysunku 1 pokazano rodzaje wstawek hamulcowych.



Rys. 1. Rodzaje wstawek hamulcowych: a) Cofren C810, b) Frenoplast FR513, c) Cosid 804 UK, d) TVS AF 0003 [fot. P. Tokaj]

W tabelicy 1 przedstawiono fragment listy dopuszczonych wstawek z materiałów kompozytowych opublikowaną na stronie internetowej ERA (wyd. oryginalne).

Tablica 1

Lista dopuszczonych materiałów stawk hamulcowych publikowana przez ERA (stan na 23.07.2015)

L.p.	Producent	Typ	Konfiguracja	Zatwierdzone konfiguracje							Data ważności	
				Nom. średnica koła	V_{max}^* próżny	V_{max}^* ładowny	Min. siła docisku	Max siła docisku	Min. nacisk na oś	Max nacisk na oś	od	do
				[mm]	[km/]		[kN]		[t]	dd/mm/rr		
1	CoFren	C810 (organic ³⁾)	2xBg ²⁾	920	120	120	2,5	19,0	3,6	22,5	15/10/03	30/06/23
2	CoFren	C810 (organic)	2xBgu ²⁾	920	120	120	2,5	19,0	3,6	22,5	15/10/03	30/06/23
3	CoFren	C810 (organic)	1xBgu ¹⁾	920	120	120	5,0	38,0	3,6	22,5	01/03/11	28/02/21
4	CoFren	C333 (sintered ⁴⁾)	1xBgu ¹⁾	920	120	120	5,0	38,0	3,6	22,5	01/07/11	30/06/21
5	Federal Mogul	J816M (organic)	2xBg ²⁾	920	120	120	2,5	19,0	3,6	22,5	01/07/05	15/04/25
6	Federal Mogul	J816M (organic)	2xBgu ²⁾	920	120	120	2,5	19,0	3,6	22,5	01/07/05	15/04/25
7	CoFren	C810 (organic)	2xBg	840	120	100	5,5	14,5	7,5	17,5	01/08/11	31/07/21
8	CoFren	C810 (organic)	2xBg	840	120	100	8,7	12,2	7,5	18,0	01/02/12	31/01/22
9	Federal Mogul	J816M (organic)	2xBg	840-730	120	100	5,5	14,5	7,5	17,5	01/07/12	30/06/22
10	Frenoplast	FR 513 (organic)	2xBg ¹⁾	920	120	120	2,5	19,0	3,6	22,5	01/07/12	30/06/22
11	CoFren	C810 (organic)	1xBgu	840	120	100	6,0	25,0	4,5	20,0	01/01/13	31/12/22
12	CoFren	C810 (organic)	2xBg	760	120	100	10,1	10,1	9,25	16,0	01/02/13	31/01/23
13	Frenoplast	FR 513 (organic)	2xBg	840-730	120	100	5,5	14,5	7,5	17,5	01/05/13	30/04/23
14	CoFren	C333 (sintered)	1xBgu	840	120	100	6,0	25,0	4,5	20,0	01/07/13	30/06/23
15	Federal Mogul	J816M (organic)	2xBg	840-760	120	100	5,5	14,5	7,5	18,0	01/05/14	30/04/24
16	CoFren	C333 (sintered)	2xBg	920	120	100	2,5	19,0	3,6	22,5	01/07/14	30/06/24

c.d. Tablica 1

L.p.	Producent	Typ	Konfiguracja	Zatwierdzone konfiguracje							Data ważności	
				Nom. średnica koła	V_{max}^* próżny	V_{max}^* ładowny	Min. siła docisku	Max siła docisku	Min. nacisk na oś	Max nacisk na oś	od	do
				[mm]	[km/]		[kN]		[t]		dd/mm/rr	
17	Frenoplast	FR 513 (organic)	2xBg	840	120	100	2,5	18,0	3,6	20,0	01/11/14	31/10/24
18	Frenoplast	FR 513 (organic)	2xBg	760	120	100	2,5	17,0	3,6	18,0	01/11/14	31/10/24
19	CoFren	C810 (organic)	1xBgu	760	120	100	6,0	25,0	4,5	18,0	01/01/13	31/12/22
20	CoFren	C333 (sintered)	1xBgu	760	120	100	6,0	25,0	4,5	18,0	01/07/13	30/06/23
21	Becorit	K40 (organic)	2xBg ¹⁾	920	120	120	2,5	19,0	3,6	22,5	06/02/15	31/01/25
22	CoFren	C810 (organic)	2xBgu	920	120	100	4,5	16,5	5,8	25,0	29/05/15	05/05/25

¹⁾ Nie dopuszczony do hamowania w ruchu ss⁵.

²⁾ Dopuszczony do ruchu ss z maksymalnym naciskiem 20 t/oś.

³⁾ Wstawka z ko mpozytowego materiału organicznego.

⁴⁾ Wstawka z kompozytowego materiału spiekane.

⁵⁾ ss reżim ruchu gdzie V_{max} wagonu w stanie ładownym = 120 km/h.

2. Próby eksploatacyjne nowych materiałów ciernych

pozytywne zakończenie badań stanowiskowych, ruchowych i zimowych umożliwia wykonanie prób eksploatacyjnych, które potwierdzą przydatność nowych materiałów ciernych w codziennym użytkowaniu. Mogą to być wstawki hamulcowe, okładziny cierne, tarcze hamulcowe, koła o nowym profilu lub wykonane z nowych materiałów. Załącznik G Karty UIC 541-00 [1] określa elementy układu hamulcowego, czas trwania prób, oraz dodatkowe badania, które należy wykonać. Ważne jest, aby próby eksploatacyjne były prowadzone przynajmniej podczas jednej zimy (niezależnie od prób zimowych na szlaku). W niniejszym rozdziale zestawiono wyniki prób eksploatacyjnych:

- wstawek typu K i żeliwnych oraz kół z nimi współpracujących,
- okładzin ciernych i tarcz hamulcowych w wagonie pasażerskim,
- okładzin ciernych i tarcz dzielonych w pojeździe aglomeracyjnym.

2.1. Porównanie zużycia wstawek typu K ze wstawkami żeliwnymi w wagonach towarowych

W związku z obowiązującymi umowami o poufności prowadzonych badań, wyniki przedstawiono w systemie niejawnym – omawianych materiałów nie wymieniono z nazwy i oznaczono następującymi symbolami:

- wstawka żeliwna – P10,
 - wstawka z materiału kompozytowego typu K – A, B, C.
- W tablicach i na wykresach przedstawiono zużycie liniowe przeliczone na 1 tys. km. Wymiar nowych wstawek wynosił: 320×80×60 mm, a średnica nominalna koła 920 mm (koło wykonane z materiału ER7). Próby eksploatacyjne prowadzono na torach PKP PLK S.A. z wagonami towarowymi czteroosiowymi przy prędkościach rozkładowych. Średni dystans przebyty przez wagony wynosił 120 tys. km. W tablicy 2 porównano zużycie wstawek z żeliwa P10 i wstawek typu K.

Tablica 2

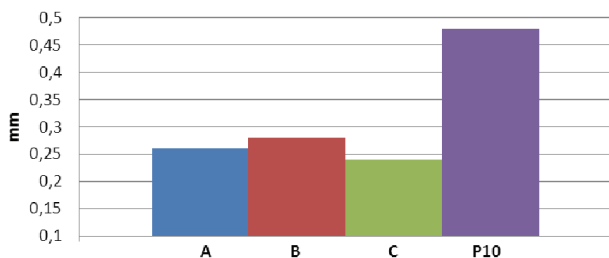
Zużycie trzech materiałów kompozytowych typu K i żeliwa P10

Materiał cierny	A	B	C	P10
Zużycie wstawki hamulcowej na 1 tys. km [mm]	0,26	0,24	0,28	0,48
Zużycie kół na 1 tys. km [mm]	0,06	0,07	0,08	0,02

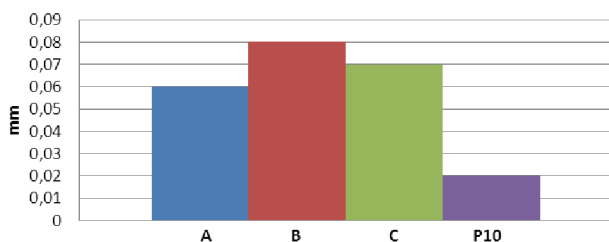
[Opracowanie własne]

Na rysunku 2 w sposób graficzny przedstawiono porównanie zużycia wstawek typu K i wstawek żeliwnych na 1 tys. kilometrów. Rysunek 3 przedstawia porównanie zużycia kół współpracujących ze wstawkami typu K i wstawkami żeliwnymi w wagonach towarowych.

Długoletnie próby eksploatacyjne prowadzone na wagonach towarowych potwierdziły dwukrotnie mniejsze zużycie wstawek typu K w porównaniu ze wstawkami z żeliwa P10, jednak wstawki hamulcowe z materiałów kompozytowych powodują większe zużycia koła.



Rys. 2. Porównanie zużycia wstawek typu K i żeliwnych w wagonach towarowych [opracowanie własne]



Rys. 3. Porównanie zużycia kół współpracujących ze wstawkami typu K i wstawkami żeliwnymi w wagonach towarowych [opracowanie własne]

2.2. Porównanie zużycia okładzin ciernych i tarcz hamulcowych w wagonie pasażerskim w ruchu dalekobieżnym

W przypadku okładzin ciernych i współpracujących z nimi tarcz hamulcowych w wagonie pasażerskim, porównano zużycie dwóch materiałów o powierzchni 200 cm² z tarczami hamulcowymi niedzielonymi z żeliwa szarego po przejechaniu 140 tys. km. Średnie zużycie liniowe dla okładzin i tarcz hamulcowych przeliczono na 100 tys. km. W tabelicy 3 przedstawiono porównanie zużycia dwóch materiałów w wagonie pasażerskim.

Tablica 3
Zużycie dwóch materiałów okładzin ciernych w wagonach do ruchu dalekobieżnego

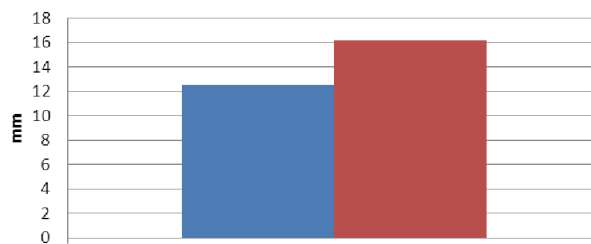
Materiał cierny	A	B
Zużycie okładziny cierniej na 100 tys. km [mm]	12,5	16,17
Zużycie tarczy hamulcowej na 100 tys. km [mm]	0,274	0,903

[Opracowanie własne]

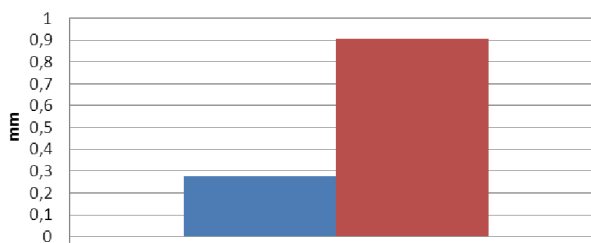
Na rysunkach 4 i 5 porównano stopień zużycia dwóch materiałów ciernych i tarcz hamulcowych w wagonie pasażerskim.

Badania eksploatacyjne prowadzone na wagonach pasażerskich eksploatowanych w ruchu dalekobieżnym (dzienny przebieg wagonów około 1000 km), wyraźnie różnicują zużycie materiałów ciernych i tarcz hamulco-

wych w zależności od materiału okładziny. Wagon w ruchu dalekobieżnym charakteryzuje się małą liczbą hamowań, ale hamowania te są bardziej intensywne. Podczas badań w tym samym wagonie, okładzina cierna wykonana z materiału A (rys. 4 i 5) wyraźnie mniej zużywała się, jednocześnie ponad trzykrotnie mniej zużywając tarczę hamulcową.



Rys. 4. Porównanie zużycia dwóch materiałów w wagonie pasażerskim [opracowanie własne]



Rys. 5. Porównanie zużycia tarcz hamulcowych niedzielonych współpracujących z dwoma materiałami ciernymi w wagonie pasażerskim [opracowanie własne]

2.3. Porównanie zużycia okładzin ciernych i tarcz hamulcowych w pojazdach aglomeracyjnych

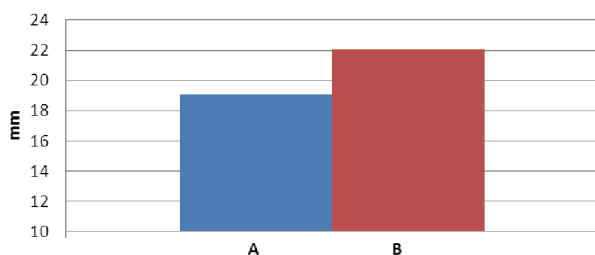
W badaniach okładzin ciernych i współpracujących z nimi tarcz hamulcowych w pojazdach aglomeracyjnych, porównano zużycie dwóch materiałów o powierzchni 200 cm² z tarczami hamulcowymi dzielonymi i niedzielonymi po przejechaniu 500 tys. km. Średnie zużycie liniowe dla okładzin i tarcz hamulcowych przeliczono na 100 tys. km. W tabelicy 4 porównano stopień zużycia okładzin ciernych w pojeździe aglomeracyjnym.

Tablica 4
Zestawienie zużycia dwóch materiałów okładzin ciernych w wagonach do ruchu aglomeracyjnego

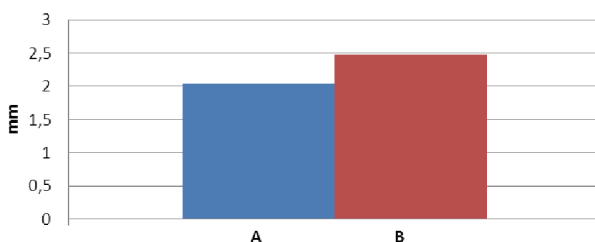
Materiał cierny	A	B
Zużycie okładziny cierniej na 100 tys. km [mm]	19,05	22,06
Zużycie tarczy hamulcowej na 100 tys. km [mm]	2,033	2,481

[Opracowanie własne]

Na rysunkach 6 i 7 porównano zużycie okładzin ciernych i tarcz hamulcowych w pojeździe aglomeracyjnym. W porównaniu z wagonem pasażerskim (tabl. 3), pary ciernie w pojazdach aglomeracyjnych zużywają się szybciej ze względu na charakter pracy. Hamowania odbywają się z mniejszej prędkości, ale jest ich znacznie więcej.



Rys. 6. Porównanie zużycia dwóch materiałów w pojeździe aglomeracyjnym [opracowanie własne]



Rys. 7. Porównanie zużycia tarcz hamulcowych współpracujących z dwoma materiałami ciernymi w pojeździe aglomeracyjnym [opracowanie własne]

3. Typowe uszkodzenia par ciernych

3.1. Wstawka hamulcowa współpracująca z kołem

Najczęściej występujące uszkodzenia par ciernych w pojazdach wyposażonych w hamulec klockowy opisano w [10, 14, 15]. Uszkodzenia te spowodowane są głównie błędami w obsłudze. Może to być jazda z zakręconym hamulcem ręcznym / postojowym lub niewyluzowanie składu po zmianie lokomotyw. Tych błędów można uniknąć przez szkolenia pracowników obsługi, w szczególności przy wprowadzaniu do eksploatacji wagonów ze skomplikowanym układem hamulcowym.

Jednym ze sposobów zabezpieczenia wagonu przed jazdą z zakręconym hamulcem ręcznym / postojowym jest uzbrojenie go w system ostrzegania za pomocą sygnału dźwiękowego. Na rysunkach 8 i 9 przedstawiono uszkodzenia powierzchni toczonej kół po niewłaściwej eksploatacji – koła należy poddać pomiarom geometrycznym i naprężeń własnych zgodnie z PN-EN 15315 [8], ponieważ przegrzanie zestawu kołowego może spowodować pęknięcie wieńca koła.



Rys. 8. Nalep powstały podczas jazdy z zahamowanym hamulcem postojowym [fot. P. Tokaj]



Rys. 9. Przegrzany zestaw kołowy z wyżłobieniami powstałymi podczas jazdy z zahamowanym hamulcem ręcznym [fot. P. Tokaj]

3.2. Okładzina cierna współpracująca z tarczą hamulcową

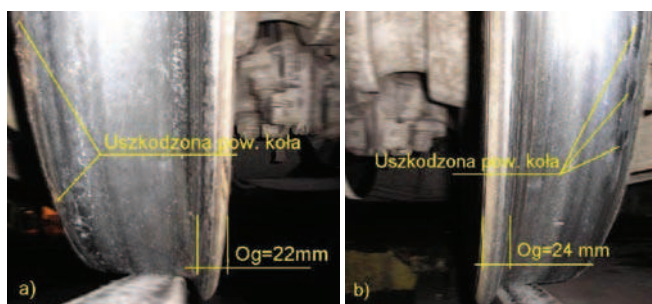
W hamulcu tarczowym często dochodzi do uszkodzeń zamków mocujących okładziny ciernie w obsadach hamulcowych, co skutkuje wypadaniem okładzin ciernych i dochodzi do bezpośredniej współpracy obsady z tarczą hamulcową. W nowych pojazdach stosuje się specjalne sworznie zabezpieczające przed samoczynnym otwarciem zamka.

W pojazdach aglomeracyjnych poruszających się w trudnych warunkach w ruchu wahadłowym (duże pochyleńia i łuki o małych promieniach) dochodzi do podcinania obrzeży kół. Problem ten częściowo rozwiązuje obracanie pojazdów i smarowanie obrzeży. Na rysunku 10 przedstawiono przykładowe uszkodzenie obsady hamulcowej po wypadnięciu okładzin hamulcowych.

Na rysunku 11 przedstawiono koło pojazdu aglomeracyjnego po wykolejeniu, którego przyczyną było przekroczenie minimalnej grubości obrzeża.



Rys. 10. Obsada hamulcowa bezpośrednio współpracująca z tarczą hamulcową (po wypadnięciu okładzin ciernych) [fot. P.Tokaj]



Rys. 11. Pojazd aglomeracyjny po wykolejeniu, którego przyczyną było przekroczenie minimalnej grubości obrzeża: a) koło lewe, b) koło prawe [fot. P.Tokaj]

4. Podsumowanie i wnioski

Wyniki opisane w artykule zebrano podczas prób eksploatacyjnych, na różnych typach pojazdów szynowych i materiałów ciernych, prowadzonych w Pracowni Hamulców Instytutu Kolejnictwa w Krakowie. Uzyskane wyniki mają duże znaczenie dla producentów par ciernych hamulca, w pracach nad optymalizacją zużycia tych materiałów (LCC – *Life Cycle Costs* – koszt cyklu eksploatacji). Przewoźnikom i producentom taboru kolejowego służą do sprawdzenia możliwości eksploatacyjnych pojazdów a doświadczenie zdobyte podczas tych prób przekazywane jest przez Instytut Kolejnictwa podczas szkoleń organizowanych dla przemysłu.

Należy pamiętać o przestrzeganiu obowiązujących przepisów dotyczących hamulca (obsługa i eksploatacja) pojazdów szynowych, a w szczególności stosowania odpowiednich materiałów ciernych zgodnie z ich przeznaczeniem.

Bibliografia

1. Karta UIC 541-00: Hamulce – Przyznawanie znaku jakości UIC dla elementów konstrukcyjnych pojazdów szynowych, Wyd. 6, marzec 2015 r. (ang.).
2. Karta UIC 541-4: Hamulec. Hamulce klockowe z wstawkami z tworzyw sztucznych, Wyd. 4, grudzień 2010 (ang.).
3. Karta UIC 544-1: Hamulce – Skuteczność hamowania, Wyd. 6, październik 2014 (ang.).
4. Karta UIC 545: Hamulce – Napisy, znaki i opisy, Wyd. 8, marzec 2007 (ang.).
5. List of fully UIC approved composite brake blocks for international transport, European Railway Agency, 01.08.2015 r. (ang.).
6. PN-EN 13260+A1:2011: Kolejnictwo – Zestawy kołowe i wózki – Zestawy kołowe – Wymagania dotyczące wyrobu.
7. PN-EN 13979-1+A2:2011 – Kolejnictwo – Zestawy kołowe i wózki – Koła monoblokowe – Procedura dopuszczenia – Część 1: Koła kute i walcowane.
8. PN-EN 15313:2016-05: Kolejnictwo – Wymagania eksploatacyjne dotyczące obsługi zestawów kołowych – Utrzymanie zestawów kołowych pojazdów w eksploatacji i wyłączonych z eksploatacji.
9. PN-EN 16452:2015-08: Kolejnictwo – Hamowanie – Wstawki hamulcowe.
10. PN-EN15315: Kolejnictwo – Wymagania eksploatacyjne dotyczące obsługi zestawów kołowych – Utrzymanie zestawów kołowych pojazdów w eksploatacji i wyłączonych z eksploatacji.
11. PN-K-88177: 1998 Tabor kolejowy – Hamulec. Wymagania i metody badań wraz ze zmianą Az1:2002.
12. Rozporządzenie Komisji (UE) NR 321/2013 z dnia 13 marca 2013 r. dotyczące technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor – wagony towarowe” systemu kolei w Unii Europejskiej i uchylające decyzję 1006/861/WE Dz.Urz. UE Nr L 104 z 12 kwietnia 2013 r.
13. UIC – Zagadnienie 5-110: Redukcja hałasu. Zastosowanie wstawek z materiałów kompozytowych w wagonach. Wytyczne dla kompozytowych (LL) wstawek hamulcowych, Wydanie 10, (ang.).
14. UIC – Zagadnienie 5-110 (ex 04.04.501): Redukcja hałasu. Zastosowanie wstawek z materiałów kompozytowych w wagonach towarowych. Wytyczne konstrukcyjne V BKS (K), Wydanie 9, (ang.).
15. Załącznik 9 do ogólnej umowy o użytkowaniu wagonów towarowych AVV. Warunki oględzin (rewizji) technicznych wagonów towarowych dla przejścia UIC 2006.