ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2003
Seria: TRANSPORT z. 49 Nr kol. 1605

Jacek BUŁHAK
Marek ABRAMCZYK
Ewa BUCHALSKA

KOMPOZYTOWE WSTAWKI HAMULCOWE FR502 W TABORZE KOLEJOWYM JAKO ALTERNATYWA DLA WSTAWEK ŻELIWNYCH; BADANIA LABORATORYJNE I EKSPLOATACYJNE

Streszczenie. W artykule przedstawiono właściwości niskociernych kompozytowych wstawek hamulcowych FR502 opracowanych jako zamienniki wstawek żeliwnych. Porównano własności cierne obu typów wstawek, które bezpośrednio przekładają się na skuteczność hamowania. Opisano także wpływ wstawek kompozytowych na środowisko, ze szczególnym uwzględnieniem badań porównawczych emisji hałasu.

Przedstawiono również wnioski z badań eksploatacyjnych wstawek FR502 w elektrycznych zespołach trakcyjnych, zakończonych wynikiem pozytywnym.

COMPOSITE BRAKE SHOES FR 502 ON RAILWAY VEHICLE AS A SUBSTITUTE FOR CAST IRON SHOES: LABORATORY IN-SERVICE TEST

Summary. The article presents the properties of the low-friction composite brake blocks FR502. They were designed to be used in existing braking systems as a direct replacement of the cast iron blocks. The friction analysis for both types of blocks are presented. Further, their influence on environment, i.e. results of noise emission tests, is described.

Finally results of the in-service tests of the FR502 brake blocks on EMU trains are presented. The results are very satisfactory.

1. WSTĘP

W ostatnich latach w Unii Europejskiej duży nacisk kładzie się na ochronę środowiska i na aspekt ekologiczny urządzeń technicznych. Również w zakresie transportu szynowego podjęto prace mające na celu uczynienie go mniej uciążliwym dla środowiska i bardziej komfortowym dla podróżnych. Jednym z elementów uciążliwych, szczególnie dla bezpośredniego otoczenia linii kolejowych, jest hałas. Badania wykazały, że powodem jego

powstawania są między innymi hamulcowe wstawki żeliwne prowadzące w eksploatacji do poligonizacji kół, które w takim przypadku stają się źródłem hałasu. Związane z ciągłym rozwojem transportu kolejowego zwiększanie prędkości pociągów i częstotliwości kursów powoduje dalszy wzrost natężenia hałasu, zatem jego redukcja staje się jednym ze strategicznych celów kolei europejskich.

Zmniejszenie emisji hałasu poprzez likwidację przyczyny jego powstawania (poligonizacja kół) okazało się bardziej efektywne i mniej kosztowne niż budowa ścian dźwiękochłonnych przy torach. Z tego względu Zgromadzenie Generalne Wspólnoty Kolei Europejskich zleciło w Berlinie w dniu 16.12.1997 r. z inicjatywy kolei SBB i DB odpowiednie prace zmierzające do eliminacji i zastąpienia używanych do tej pory wstawek żeliwnych wstawkami kompozytowymi w transporcie kolejowym [1]. Uzupełniając ww. plan działania w celu redukcji hałasu, podkomitet 5T, obradujący w ramach Międzynarodowego Związku Kolei (UIC), zlecił Europejskiemu Instytutowi Badań Kolejnictwa (ERRI) stworzenie założeń technicznych stosowania wstawek z tworzywa sztucznego dla kolei zrzeszonych w UIC. Dla nowo budowanych wagonów przyjęto zastosowanie wstawek typu K o średnim współczynniku tarcia 0,25, natomiast w istniejących wagonach wykorzystując istniejące układy hamulcowe przyjęto, że będzie można dokonać zamiany żeliwnych wstawek hamulcowych na wstawki typu LL, o współczynniku tarcia zbliżonym do żeliwnego i zawierającym się w przedziale 0,08 – 0,12.

Firmy produkujące materiały cierne od wielu lat prowadzą badania nad opracowaniem kompozytowych wstawek hamulcowych. Uzyskane materiały kompozytowe różnych firm są stosowane, na razie w ograniczonym zakresie, w wagonach towarowych i pasażerskich taboru kolejowego Unii Europejskiej. Zaawansowane programy badawcze nad wdrożeniem wstawek kompozytowych typu K do międzynarodowego ruchu towarowego są prowadzone w Niemczech, Francji, Szwajcarii oraz w Skandynawii (eksploatacja w trudnych warunkach zimowych). Wstawki kompozytowe są ponadto powszechnie używane od wielu lat we Francji, w Rosji, Turcji, Egipcie, Indiach (np. w 2001 r. koleje indyjskie zakupiły 1,2 mln szt.) i w wielu innych krajach.

W Polsce również zostały podjęte działania w kierunku opracowania wstawek kompozytowych typu K i LL. Badania podjęła firma Frenoplast, specjalizująca się do tej pory w produkcji kompozytowych okładzin ciernych do hamulców tarczowych pojazdów szynowych. Intensywne prace badawczo – rozwojowe zaowocowały uzyskaniem w 2002 r. świadectwa dopuszczenia do eksploatacji wydanego przez Główny Inspektorat Kolejnictwa na wstawki kompozytowe typu LL z materiału FR502. Niedawno zakończono z pozytywnym wynikiem 6-miesięczne badania eksploatacyjne wstawek na elektrycznych zespołach trakcyjnych EN57 i EN71 w Mazowieckim i Małopolskim Zakładzie Przewozów Regionalnych. Eksploatacja obserwowana trwa nadal i niedługo osiągnie okres jednego roku.

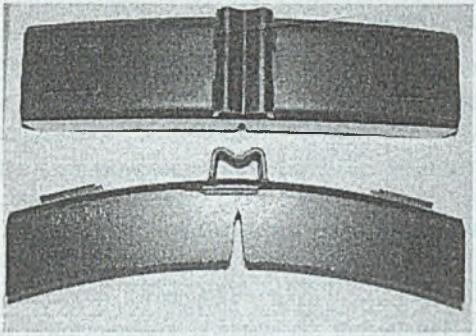
W 2002 r. firma wraz z Politechniką Śląską uzyskała grant celowy z Komitetu Badań Naukowych na opracowanie technologii i uruchomienie produkcji wstawek kompozytowych.

2. BADANIA LABORATORYJNE WSTAWEK KOMPOZYTOWYCH FR502

Wstawki kompozytowe FR502 są wstawkami typu „LL" o współczynniku tarcia zbliżonym do wstawek z żeliwa P10. Zostały zaprojektowane z myślą o zastąpieniu wstawek żeliwnych bez konieczności modyfikowania układu hamulcowego wózków pojazdów szynowych. Składają się one z metalowego zbrojenia, nadającego wstawce wytrzymałość mechaniczną, oraz z kompozytowego materiału ciernego. Wstawki występują w standardowych rozmiarach, tj. o długości 250, 320 i 350 mm i gabarytowo są zgodne z normą

ZN-94/PKP-3517-04 (fot.1). Materiał cierny wstawki stanowi kompozycję żywic syntetycznych, elastomerów, układu proszkowych modyfikatorów tarcia i wypełniaczy oraz włókien metalowych i mineralnych. Żywice i elastomery pełnią rolę sieci przestrzennej wiążącej pozostałe składniki kompozycji. Są nierozpuszczalne zarówno w wodzie, jak i rozpuszczalnikach organicznych, takich jak benzyna, aceton, oleje. Podobne żywice i elastomery są od kilkudziesięciu lat powszechnie stosowane w materiałach ciernych zarówno dla kolejnictwa, jak i przemysłu samochodowego oraz maszyn roboczych.

Wstawki nie zawierają azbestu, a produkty ich zużycia nie zawierają substancji toksycznych i są przyjazne dla środowiska.



Fot.1. Wstawka o długości 350 mm wykonana z materiału FR502
Phot.1. 350 mm brake shoe made of material FR 502

2.1. Własności fizykomechaniczne

Podstawowe własności fizykomechaniczne materiału FR502 przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Podstawowe parametry fizykomechaniczne materiału FR502

PARAMETR	WARTOŚĆ	JEDNOSTKA
Gęstość	2,2	g/cm^3
Moduł sprężystości	6000	N/mm^2
Twardość HRX	110	-
Wytrzymałość na ściskanie	110	N/mm^2
Wytrzymałość na ścinanie	28	N/mm^2
Wytrzymałość na zginanie	35	N/mm^2
Wytrzymałość na odrywanie metalowego zbrojenia	>60	N/cm^2

2.2. Własności cierne – porównanie ze wstawkami żeliwnymi

Tabela 2 przedstawia porównanie wartości średnich współczynników tarcia uzyskanych dla wstawek kompozytowych wykonanych z materiału FR502 oraz wstawek żeliwnych P10 wykonanych wg normy ZN-94/PKP-3517-04. Wyniki uzyskano na pełnowymiarowym stanowisku do badań ciernozużyciowych kolejowych par ciernych w skali 1:1. Wstawki

kompozytowe były badane w konfiguracji 2xBgu, natomiast wstawki żeliwne w konfiguracji 2xBg [2].

Rysunek 1 przedstawia wartości średniego współczynnika tarcia w funkcji prędkości początkowej hamowania, przy różnych obciążeniach osiowych (wagon towarowy próżny, załadowany) oraz przy różnych siłach nacisku wstawek na koło (20 kN i 50-60 kN). Rysunek 2 przedstawia wartości średniego współczynnika tarcia w funkcji siły nacisku wstawek na koło dla wagonu w stanie próżnym (5 t/oś) i załadowanym (22,5 t/oś), dla prędkości początkowej hamowań v_p = 120 km/h.

Jak wynika z wykresów, wstawki żeliwne charakteryzują się znacznym spadkiem współczynnika tarcia wraz ze wzrostem prędkości początkowej hamowania: od 0,3 przy v_p = 30 km/h do 0,075 przy v_p = 120 km/h. Współczynnik tarcia zmienia się również w funkcji nacisku wstawek na koło (od 0,1 dla F = 20 kN do 0,075 dla F = 50 kN, przy v_p = 120 km/h) oraz ze wzrostem obciążenia osiowego (od 0,15 dla obciążenia 5 t na oś do 0,1 dla obciążenia 22,5 t na oś, przy v_p = 120 km/h i F = 20 kN). To sprawia, że skuteczność hamowania pojazdu w przypadku wstawek żeliwnych zmienia się wraz z warunkami hamowania.

Inaczej przedstawia się sytuacja w przypadku wstawek kompozytowych: średni współczynnik tarcia nieznacznie maleje w funkcji prędkości początkowej hamowania (od 0,2 dla v_p = 30 km/h do 0,12 dla v_p = 120 km/h) i jest stabilny w funkcji nacisku wstawek na koło i obciążenia osiowego (0,12 dla v_p = 120 km/h). To oznacza, że dla dużych obciążeń osiowych skuteczność hamowania dla wstawki kompozytowej przy dużych prędkościach początkowych hamowania będzie nieco większa, przy prędkości 70-90 km/h zbliżona, natomiast przy niższych prędkościach będzie mniejsza niż w przypadku wstawki żeliwnej. Dzięki temu, przy zachowaniu właściwej skuteczności hamowania pojazdu, jego zestawy kołowe będą miały mniejszą skłonność do blokowania się przed zatrzymaniem, co powszechnie występuje w układach ze wstawkami żeliwnymi. Ponadto, jak pokazują wykresy na rys. 1 i 2, wstawka kompozytowa w porównaniu ze wstawką żeliwną wykazuje mniejszą skuteczność hamulca przy niewielkich obciążeniach osiowych, tj. w stanach próżnych, w których w dotychczasowych pojazdach występuje blokowanie kół i powstawanie płaskich miejsc na kołach. Stabilność współczynnika tarcia materiału kompozytowego należy zatem uznać za zjawisko pozytywne.

Rys. 3 przedstawia porównanie przebiegu chwilowego współczynnika tarcia dla wstawek żeliwnych i kompozytowych w przypadku hamowania z prędkości 120 km/h. Jak wynika z wykresu, w przypadku dużego obciążenia osiowego przebiegi dla obu typów wstawek są stabilne i podobne do siebie do prędkości 20 km/h. Poniżej tej prędkości chwilowy współczynnik tarcia rośnie gwałtownie dla wstawki żeliwnej oraz w niewielkim stopniu dla wstawki kompozytowej. Podobnie rzecz się przedstawia dla małych obciążeń osiowych, przy czym wzrost chwilowego współczynnika tarcia dla wstawki żeliwnej rozpoczyna się już od prędkości 60 km/h. Potwierdza to fakt, że zestawy kołowe pojazdu hamowanego wstawkami kompozytowymi będą miały mniejszą skłonność do blokowania się przed zatrzymaniem.

2.3. Własności cierne w warunkach mokrych

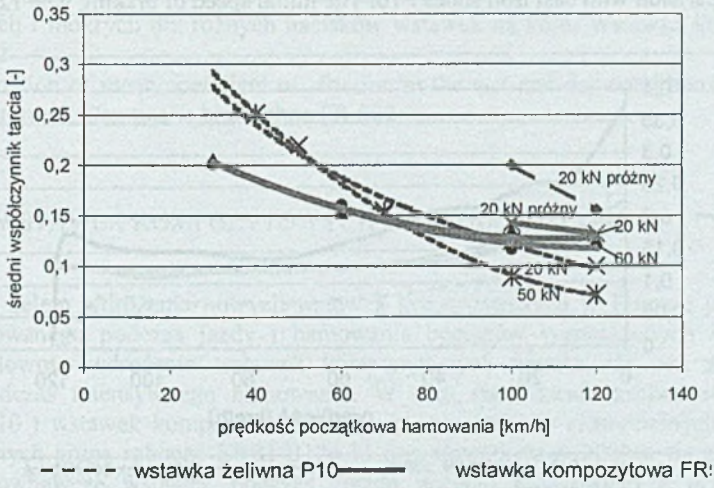
Rysunek 4 przedstawia porównanie wartości średniego współczynnika tarcia wstawek FR502 dla różnych prędkości początkowych hamowania oraz dla różnych nacisków wstawek na koło, uzyskanych dla hamowań w warunkach suchych oraz w warunkach mokrych. Wyniki uzyskano z badania na pełnowymiarowym stanowisku badawczym wg programu nr 2 Projektu kodeksu UIC 541-4 z 18.01.2001 [3]. Jak wynika z wykresu, średni współczynnik tarcia uzyskany w warunkach mokrych tylko nieznacznie zmienia się w stosunku do wartości uzyskanej w warunkach suchych. Nawet w warunkach najbardziej sprzyjających poślizgowi

wodnemu, tj. przy prędkości początkowej 60 km/h i przy bardzo małym nacisku wstawek na koło (12 kN) współczynnik tarcia w warunkach mokrych utrzymuje się powyżej wartości 0,1. Dla wyższych prędkości początkowych hamowania oraz dla większych wartości nacisku współczynniki tarcia na mokro i na sucho praktycznie nie różnią się między sobą.

Tabela 2

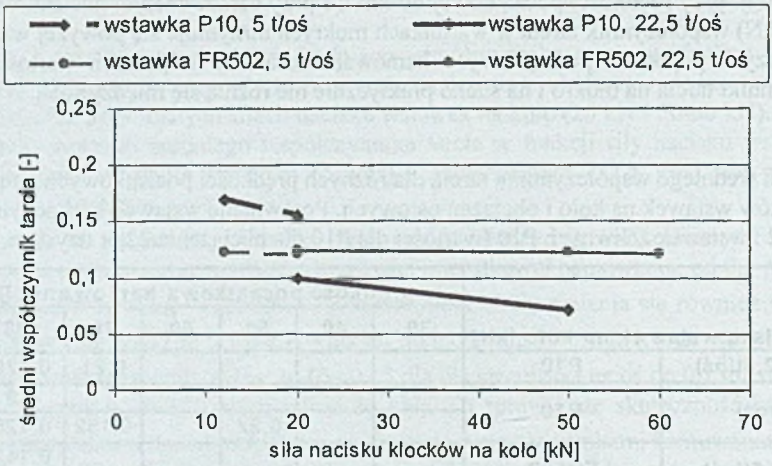
Wartości średniego współczynnika tarcia dla różnych prędkości początkowych hamowania, nacisków wstawek na koło i obciążeń osiowych. Porównanie wstawek kompozytowych FR502 i wstawek żeliwnych P10 (wartości dla P10 dla obciążenia 22,5t uzyskano z [2])

siła nacisku wstawek na koło [kN]		prędkość początkowa hamowania [km/h]						
		30	40	50	60	70	100	120
10 kN (22,5t/oś)	P10					0,21	0,179	0,15
20kN (5t/oś)	P10						0,2	0,155
				0,22		0,152	0,125	0,1
20kN (22,5t/oś)	FR502						0,143	0,132
		0,2055			0,153		0,135	0,125
40 kN (22,5t/oś)	P10		0,209	0,151			0,107	0,082
50 kN (22,5t/oś)	P10		0,251			0,154	0,09	0,072
60 kN (22,5t/oś)	FR502	0,201			0,161		0,117	0,121
100 kN (22,5t/oś)	FR502	0,2			0,143		0,117	0,108



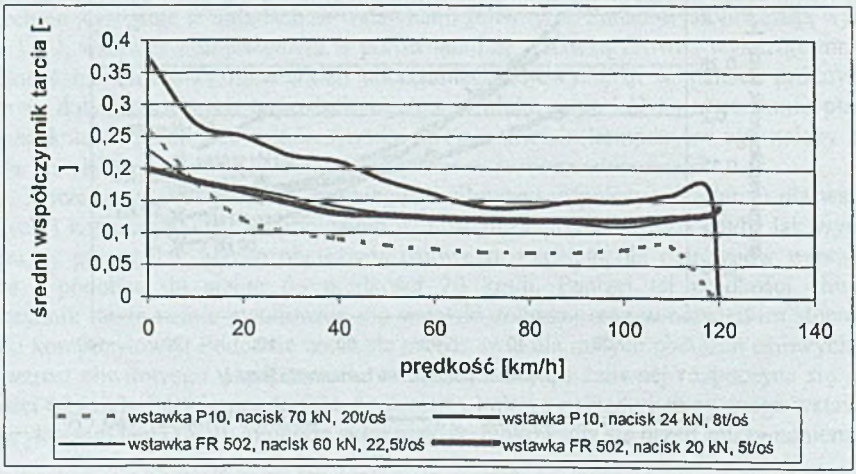
Rys.1. Porównanie średniego współczynnika tarcia w funkcji prędkości początkowej hamowania dla wstawek z materiału kompozytowego FR502 oraz dla wstawek z żeliwa P10, dla wagonu w stanie próżnym (5t na oś) i załadowanym (22,5t na oś)). Siła nacisku wstawek na koło 20, 50 i 60 kN

Fig.1. The mean coeficient of friction as a function of initial speed of braking for the empty-loaded freight car (5t per axle) and load freight car (22,5t per axle). Composite shoes FR 502 in comparision with cast iron shoes P10. Mean thrust 20,50 i 60kN



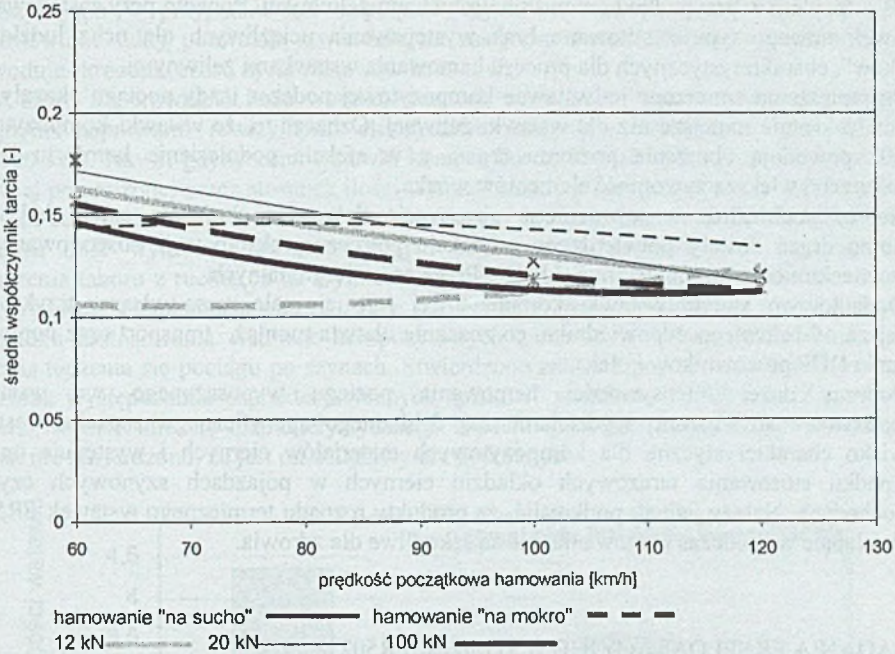
Rys. 2. Porównanie średniego współczynnika tarcia w funkcji siły nacisku wstawek na koło dla wagonu w stanie próżnym (5 t/oś) i załadowanym (22,5 t/oś) dla wstawek z materiału kompozytowego FR502 oraz dla wstawek z żeliwa P10. Prędkość początkowa hamowania $v_p = 120$ km/h

Fig. 2. Mean coeficient of friction as a function of meat thrust for the empty-loaded freight car (5t per axle) and load freight car (22,5t per axle). Composite shoes FR 502 in comparision with cast iron shoes P10. The initial speed of braking $v_p = 120$ km/h



Rys.3. Porównanie przebiegu chwilowego współczynnika tarcia dla wstawek żeliwnych i kompozytowych dla hamowania z prędkości 120 km/h

Fig.3. Instant friction coeficient in the braking from 120 km/h. Composite shoes FR 502 in comparision with cast iron shoes P10



Rys. 4. Porównanie wartości średniego współczynnika tarcia dla hamowań w warunkach suchych i mokrych dla różnych nacisków wstawek na koło. Wstawka kompozytowa FR502

Fig. 4. Comparision of mean coeficient of friction in the wet and dry conditions for various mean thrusts. Composite brake shoe FR 502

3. WPŁYW WSTAWEK KOMPOZYTOWYCH NA ŚRODOWISKO

Głównym celem wdrożenia nowych wstawek kompozytowych w Europie jest redukcja hałasu emitowanego podczas jazdy i hamowania pociągów wyposażonych we wstawki żeliwne. Celowość wdrożenia wstawek kompozytowych wynika również z braku ich iskrzenia podczas intensywnego hamowania. W celu sprawdzenia zachowania wstawek żeliwnych P10 i wstawek kompozytowych paru producentów w ekstremalnych warunkach eksploatacyjnych grupa robocza ERRI B126.13 przeprowadziła w 2000 r. na zlecenie UIC badania porównawcze wstawek podczas zjazdu pociągu towarowego z przełęczy Św. Gottharda i Tauern [4]. Analiza wyników wykazała, że stan wstawek kompozytowych i kół po badaniach był zadowalający. Wstawki kompozytowe wytrzymywały nawet ekstremalne hamowania i nie powodowały pierścieni ognia jak hamulce ze wstawkami żeliwnymi. Poziom hałasu podczas hamowań mierzony w odległości 7,5 m od środka toru i 1,2 m nad powierzchnią toczną szyny był średnio o 16 dB niższy dla wstawek kompozytowych w porównaniu ze wstawkami żeliwnymi.

W Polsce badania porównawcze emisji hałasu przy zastosowaniu dwóch rodzajów wstawek zostały wykonane w 2001 r. przez Politechnikę Śląską [5]. Próby przeprowadzono na elektrycznych zespołach trakcyjnych EN57 podczas hamowania z różnych prędkości, przy czym poziom hałasu był mierzony w odległości 7 cm od wstawki. Okazało się, że średni

poziom hałasu w przypadku hamowania wstawkami kompozytowymi FR502 jest średnio o 10dB niższy niż w przypadku hamowania wstawkami żeliwnymi. Ponadto przy zastosowaniu wstawek nowego typu zanotowano brak występowania uciążliwych dla ucha ludzkiego „pisków", charakterystycznych dla procesu hamowania wstawkami żeliwnymi.

Przyspieszenia zmierzone na wstawce kompozytowej podczas jazdy pociągu okazały się nawet 15-krotnie mniejsze niż dla wstawki żeliwnej. Oznacza to, że wstawki kompozytowe FR502 powodują obniżenie poziomu drgań, a w efekcie podniesienie komfortu jazdy podróżnych i większą żywotność elementów wózka.

Należy podkreślić, że wymienione obserwacje dotyczące obniżenia emisji hałasu i poziomu drgań zostały potwierdzone w trakcie półrocznej eksploatacji obserwowanej w Mazowieckim oraz Małopolskim Zakładzie Przewozów Regionalnych.

Dodatkowym atutem wstawki kompozytowej jest jej mała masa własna, trzykrotnie mniejsza od żeliwnego odpowiednika, co znacznie ułatwia montaż, transport oraz poprawia warunki BHP pracowników kolei.

Podczas dużej intensywności hamowania pociągu wyposażonego we wstawki kompozytowe stwierdzono wydzielanie się delikatnego specyficznego zapachu. Jest to zjawisko charakterystyczne dla kompozytowych materiałów ciernych i występuje np. w przypadku stosowania tarczowych okładzin ciernych w pojazdach szynowych czy w samochodach. Należy jednak podkreślić, że produkty rozpadu termicznego wstawek FR502, wydzielające się podczas hamowania, nie są szkodliwe dla zdrowia.

4. BADANIA EKSPLOATACYJNE WSTAWEK FR502

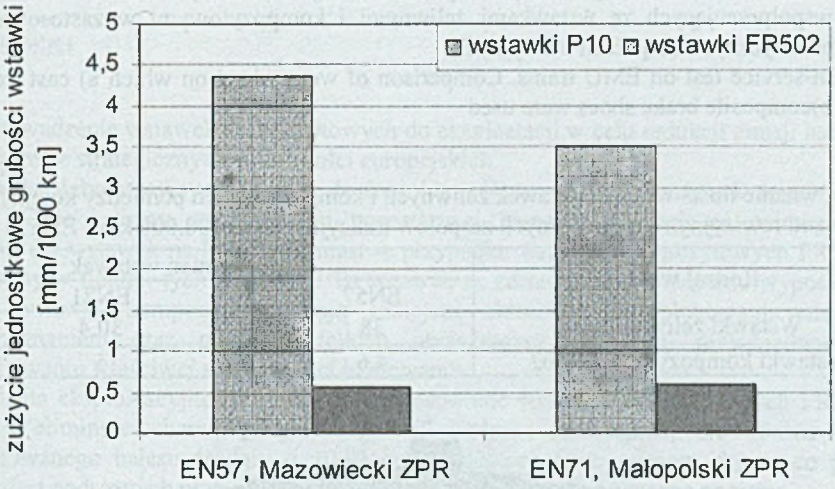
Badania eksploatacyjne kompozytowych wstawek hamulcowych wykonanych z materiału FR502 zostały przeprowadzone na elektrycznych zespołach trakcyjnych serii EN57 oraz EN71. Badania składały się z dwóch etapów: prób ruchowych oraz długookresowej eksploatacji obserwowanej. W trakcie prób ruchowych przeprowadzonych przez Politechnikę Śląską wykonano pomiar skuteczności hamowania oraz wspomniany wcześniej pomiar emisji hałasu i poziomu drgań. Próby potwierdziły, że zastosowanie kompozytowych wstawek hamulcowych w elektrycznych zespołach trakcyjnych pozwala zachować procent ciężaru hamującego na wymaganym poziomie [5].

Eksploatacja obserwowana odbyła się jednocześnie w dwóch ośrodkach. Skład złożony z dwóch zespołów trakcyjnych EN57 był eksploatowany w Mazowieckim Zakładzie Przewozów Regionalnych, przy czym jeden zespół był wyposażony we wstawki kompozytowe a drugi w żeliwne. Czterowagonowy zespół serii EN71, całkowicie wyposażony we wstawki kompozytowe, był eksploatowany jako pojedynczy przez Małopolski Zakład Przewozów Regionalnych. W obu przypadkach obserwacje trwały pół roku i objęły swym zasięgiem warunki letnie i zimowe, w trakcie których wystąpiły duże opady śniegu. Obserwacja obu składów jest kontynuowana.

Rysunek 5 przedstawia porównanie liniowego zużycia jednostkowego wstawek żeliwnych P10 i kompozytowych FR502, zmierzonego podczas eksploatacji obserwowanej elektrycznych zespołów trakcyjnych EN57 i EN71. Z wykresu wynika, że zużycie wstawek kompozytowych było od 5,6 do 7,8 razy mniejsze niż wstawek żeliwnych. Jednocześnie nie zaobserwowano nadmiernego zużycia zestawów kołowych w przypadku zastosowania nowego rodzaju wstawek, wręcz przeciwnie, koła zużywały się w mniejszym stopniu (rys. 6). W trakcie eksploatacji nie stwierdzono wykruszeń materiału ciernego wstawek, wtrąceń metalicznych na powierzchni ciernej ani innych negatywnych zjawisk (fot. 2). Również na kołach współpracujących ze wstawkami kompozytowymi nie stwierdzono żadnych

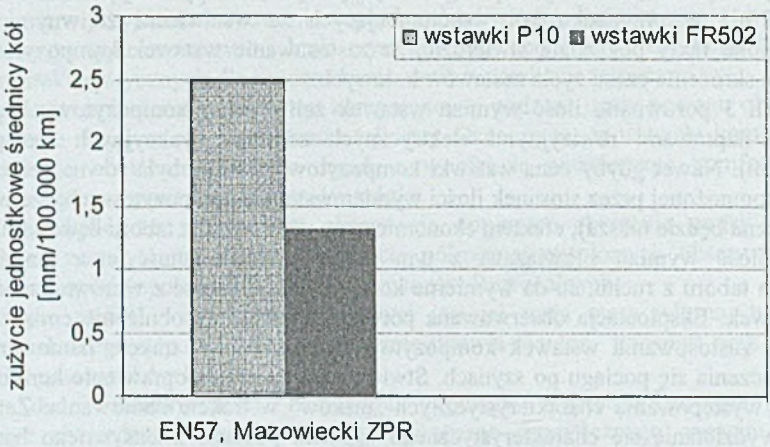
negatywnych zjawisk, takich jak: przegrzania, pęknięcia, nalepy i wykruszenia w stopniu większym niż w przypadku kół współpracujących ze wstawkami żeliwnymi (fot. 3). Przedstawione fakty pozwalają stwierdzić, że zastosowanie wstawek kompozytowych nie spowoduje skrócenia czasu życia zestawów kołowych.

W tabeli 3 porównano ilość wymian wstawek żeliwnych i kompozytowych pomiędzy kolejnymi naprawami rewizyjnymi elektrycznych zespołów trakcyjnych (po przebiegu 400.000 km). Nawet gdyby cena wstawki kompozytowej FR502 była równa cenie wstawki żeliwnej pomnożonej przez stosunek ilości wymian wstawek kompozytowych i żeliwnych (w praktyce cena będzie niższa), efektem ekonomicznym użytkownika taboru będzie kilkakrotnie mniejsza ilość wymian i związana z tym niższa pracochłonność oraz mniejszy czas wyłączenia taboru z ruchu, co da wymierne korzyści ekonomiczne z wprowadzenia nowego typu wstawek. Eksploatacja obserwowana potwierdziła znaczne obniżenie emisji hałasu w przypadku zastosowania wstawek kompozytowych zarówno w trakcie hamowania, jak i podczas toczenia się pociągu po szynach. Stwierdzono znaczne poprawienie komfortu jazdy oraz brak występowania charakterystycznych „pisków" w trakcie hamowania. Zanotowano również wydzielanie się charakterystycznego zapachu podczas intensywnego hamowania, jednak nie stwierdzono, że jest on uciążliwy dla podróżnych.



Rys. 5. Porównanie liniowego zużycia jednostkowego wstawek żeliwnych i kompozytowych w zastosowaniu w elektrycznych zespołach trakcyjnych

Fig. 5. Wear of cast iron shoes and composite shoes in application on EMU trains duringin-service



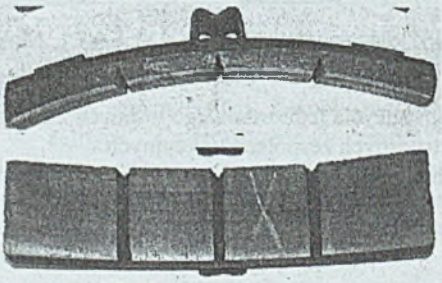
Rys.6. Porównanie liniowego zużycia jednostkowego średnicy zestawów kołowych współpracujących ze wstawkami żeliwnymi i kompozytowymi w zastosowaniu w elektrycznych zespołach trakcyjnych

Fig.6. In-service test on EMU trains. Comparison of wear wheel on which a) cast iron and b)composite brake shoes were used

Tabela 3

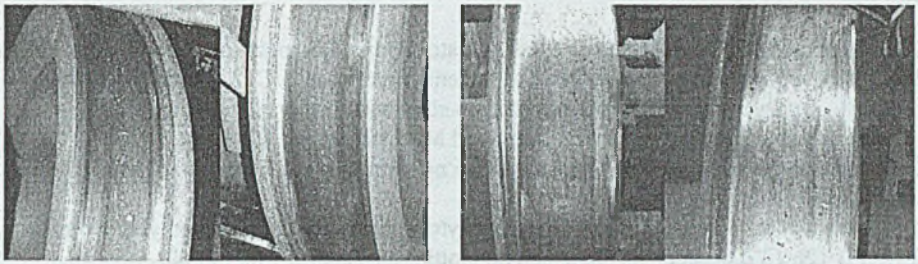
Porównanie ilości wymian wstawek żeliwnych i kompozytowych pomiędzy kolejnymi naprawami rewizyjnymi elektrycznych zespołów trakcyjnych (co 400.000 km). EN57 i EN71

Rodzaj wstawek	Ilość wymian wstawek	
	EN57	EN71
Wstawki żeliwne P10	38	30,4
Wstawki kompozytowe FR502	4,6	5



Fot. 2. Wstawki kompozytowe FR502 po eksploatacji obserwowanej w elektrycznych zespołach trakcyjnych

Phot. 2. Composite brake shoes FR 502 after in-service test on EMU trains



Fot. 3. Powierzchnia toczna zestawów kołowych po współpracy ze wstawkami kompozytowymi FR502 (na lewo) i żeliwnymi P10 (na prawo) w trakcie eksploatacji obserwowanej w elektrycznych zespołach trakcyjnych

Phot.3. Wheels after in-service test on EMU trains (cast iron shoes (right) and composite brake shoes (left) were used)

5. WNIOSKI

1. Wprowadzenie wstawek kompozytowych do eksploatacji w celu redukcji emisji hałasu jest jednym ze strategicznych celów kolei europejskich.
2. Z badań laboratoryjnych wynika, że średni współczynnik tarcia wstawek żeliwnych P10 jest silnie zależny od prędkości początkowej hamowania, obciążeń osiowych oraz nacisków wstawek na koło, natomiast w przypadku wstawek kompozytowych FR502 jest stabilny w funkcji tych wielkości. To sprawia, że zestawy kołowe pojazdu wyposażonego we wstawki kompozytowe mają mniejszą skłonność do blokowania się przed zatrzymaniem oraz przy niewielkich obciążeniach osiowych, przy jednoczesnym zachowaniu właściwej skuteczności hamowania.
3. Badania eksploatacyjne dowiodły, że zastosowanie wstawek kompozytowych FR502 nie tylko eliminuje charakterystyczne „piski" podczas hamowania, ale obniża poziom emitowanego hałasu średnio o 10dB oraz znacznie obniża poziom drgań, co podnosi komfort podróżnych oraz osób przebywających w pobliżu hamującego pociągu.
4. Zastosowanie wstawek FR502 w elektrycznych zespołach trakcyjnych nie powoduje zmiany procentu ciężaru hamującego zespołu.
5. Zużycie wstawek kompozytowych zmierzone podczas półrocznej eksploatacji obserwowanej na elektrycznych zespołach trakcyjnych okazało się średnio 7-krotnie mniejsze niż wstawek żeliwnych, przy czym nie stwierdzono nadmiernego zużywania się zestawów kołowych ani innych negatywnych zjawisk. Na tej podstawie można stwierdzić, że kolej osiągnie wymierne korzyści ekonomiczne z wprowadzenia nowego typu wstawek.
6. W trakcie dużej intensywności hamowania pociągami wyposażonymi we wstawki kompozytowe stwierdzono wydzielanie się delikatnego specyficznego zapachu. Produkty rozkładu termicznego materiału FR502 nie są jednak szkodliwe dla zdrowia, a podczas eksploatacji obserwowanej nie odebrano sygnałów, że zapach jest uciążliwy dla podróżnych.

Literatura

1. Zagadnienie UIC 5T53. Redukcja hałasu. Zastosowanie kompozytowych wstawek klocków hamulcowych. Materiały robocze na posiedzenie komitetu C5/C12, wrzesień 2000 r.
2. Latoś H., Duszyński Z.: Badania modelowe i stanowiskowe wstawek klocków hamulcowych z ZNTK Bydgoszcz , Przegląd Mechaniczny, 2/1996.
3. Projekt kodeksu UIC 541-4. Programy badań na stanowiskach ciernych. ERRI B126.13, 18.01.2001.
4. Badania eksploatacyjne żeliwnych i kompozytowych wstawek hamulcowych. Notatka ERRI B 126.13 o próbach na spadkach na Gotthard i Tauern. 14.04.2000.
5. Sitarz M., Hełka A., Piec P., Zając G.: Badania eksploatacyjne żeliwnych i kompozytowych wstawek hamulcowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Transport, z. 43, Gliwice 2001.
6. Bułhak J., Abramczyk M., Buchalska E.: Kompozytowe wstawki hamulcowe w taborze kolejowym jako ekonomiczna i przyjazna środowisku alternatywa dla wstawek żeliwnych. Technika Transportu Szynowego nr 7-8, 2003.
7. Kodeks UIC 541-4 VE, wydanie 2., 1.10.1990. Hamulce z okładzinami klocków hamulcowych wykonanymi z materiałów kompozytowych.
8. Norma zakładowa ZN-94/PKP-3517-04. Tabor kolejowy. Wstawki klocków hamulcowych bez obrzeża.

Recenzent: Dr hab. inż. Marek Sitarz
Prof. Politechniki Śląskiej

Autorzy:
Dr inż. Jacek Bułhak – Frenoplast, Główny Specjalista ds. Badań
Dr inż. Marek Abramczyk – Frenoplast, Główny Specjalista ds. Rozwoju
Dr inż. Ewa Buchalska – Frenoplast, Główny Technolog

Abstract

Reduction of noise emitted by railway vehicles is a very important issue nowadays. One of the main sources of the noise is a cast iron brake block which causes wheel poligonisation. Replacing the cast iron brake block by a synthetic one seems to be less expensive than construction of sound-absorbing screens, therefore it has became one of the strategic objectives of European railways.

The article presents the properties of the low-friction composite brake blocks FR502. They were designed to be used in existing braking systems as a direct replacement of the cast iron blocks. The friction analysis for both types of blocks are presented. Further, their influence on environment, i.e. results of noise emission tests, is described.

Finally results of the in-service tests of the FR502 brake blocks on EMU trains are presented. The results are very satisfactory.