

Sylwester MARKUSIK, Czesław PYPNO, Maciej LISOWSKI

KLOCKI HAMULCOWE Z TWORZYW SZTUCZNYCH DO POJAZDÓW SZYNOWYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych i stanowiskowych bitumicznych materiałów ciernych na okładziny hamulcowe pojazdów szynowych. Nowa para cierna: bitumiczny klocek hamulcowy-stalowe koło wagonu, aby zapewnić jednakowe, jak w przypadku klocków żeliwnych, warunki hamowania pojazdów szynowych, musi wykazać się:

- stałym współczynnikiem tarcia w temperaturach pracy do $T=400^{\circ}\text{C}$,
- niską ścieralnością w różnych warunkach klimatycznych,
- niską ceną zbytu.

PLASTIC BRAKE BLOCKS FOR RAILWAY VEHICLES

Summary. In this article results of laboratory and operating studies with new bituminous frictional materials of brake blocks have been presented. New frictional pair: bituminous brake block – steel wagon wheel, in order to ensure equal braking conditions of rail vehicles such as in case cast iron blocks, must prove:

- constant coefficient of friction in temperatures of working up to $T=400\text{ C}$,
- low attrition in various climatic conditions, speeds of moving of wagon and immense pressure of frictional pair on surface,
- low selling price.

1. WSTĘP

Do najważniejszych parametrów urządzeń hamulcowych w pojazdach szynowych należą:

- stałość współczynnika tarcia pomiędzy klockiem hamulcowym a kołem jezdny,
- trwałość klocków i niezawodność hamowania w różnych, zwłaszcza ekstremalnych warunkach pracy hamulców,
- brak szkodliwego oddziaływania na środowisko.

Czynnym elementem hamulca w pojazdach szynowych, który wywołuje efekt hamowania, jest klocek, który współpracuje z powierzchnią toczną koła. W obecnie eksploatowanym tabo-rze kolejowym jako materiał na klocki hamulcowe stosuje się żeliwo szare o podwyższonej zawartości fosforu:

- żeliwo P10 z 1% fosforu,
- żeliwo P14 z 1,4% fosforu.

Stosowane jest również, zwłaszcza w wielu krajach Europy Zachodniej, żeliwo P30 (3% fosforu), tzw. Samson. Zwiększona zawartość fosforu jest korzystna przy mniejszych obciążeniach cieplnych hamulców, poprawia bowiem znacznie ich trwałość eksploatacyjną. Natomiast większa praca hamowania (duże prędkości, duże naciski kół jezdnych na szyny, znaczna częstotliwość hamowania), wymagają stosowania klocków hamulcowych z małą zawartością fosforu [3]. Z drugiej strony wszystkie wstawki klocków hamulcowych wykonane z żeliwa szarego ze zwiększoną zawartością fosforu cechują się poważną wadą, mianowicie iskrzą przy dużej intensywności hamowania, będąc przypuszczalną przyczyną pożarów obszarów leśnych. Także powstający w czasie ich ścierania pył fosforowy jest posądzany o szkodliwy wpływ na środowisko (brązowy kolor otoczenia torów kolejowych). Natomiast klocki hamulcowe z małą ilością fosforu wykazują się bardzo niską trwałością, którą najczęściej wyrażamy liczbą zahamowań układu hamulcowego (od 2000 do 7500 zahamowań do czasu ich wymiany).

Mając na uwadze wady obecnie stosowanych klocków żeliwnych, duże nadzieje należy pokładać w nowych materiałach ciernych. Próby zastosowania żywicznych materiałów ciernych na wykładziny hamulcowe spełzły jednak na niczym, nie tylko ze względu na niską trwałość i wytrzymałość cieplną tych wykładzin, ale przede wszystkim na zawartość w nich azbestu. Absolutny zakaz stosowania materiałów na bazie azbestu w Polsce (Dz.U. nr 113 z dnia 21.12.1994 r.), ale praktycznie również we wszystkich krajach europejskich nakazuje zwracanie uwagi na nowe materiały na wykładziny cierne. Są to materiały bezazbestowe, cechujące się niskim zużyciem oraz dużą odpornością na działanie wysokich temperatur.

Ogólnie można stwierdzić, że:

- większość materiałów ciernych produkowanych przez firmy europejskie i homologowanych przez UIC nie zawiera azbestu,
- okładziny z proszków spiekanych oraz bitumiczne rozpowszechniane są aktualnie na kolejach SNCF, DB i FS (wyprzedzając aktualne przepisy międzynarodowe),
- hamulec klockowy z żeliwa szarego osiąga granice stosowania przy prędkościach 160 km/h w ruchu pasażerskim i prędkościach 100 km/h w ruchu towarowym, co zmusza do poszukiwań innych materiałów ciernych.

2. BITUMICZNE MATERIAŁY CIERNE NA KLOCKI HAMULCOWE

Współczesne kompozyty z przeznaczeniem na okładziny cierne, z których można wykonać wstawkę hamulcową, zasadniczo zawierają trzy grupy materiałów:

- składniki włókniste,
- wypełniacze i modyfikatory,
- środki wiążące.

2.1. Materiały cierne firmy GAMBIT w Lubawce

Do szczegółowych badań wytypowano materiały cierne wyprodukowane w Przedsiębiorstwie GAMBIT w Lubawce k/ Kamiennej Góry. Są to materiały cierne na bazie włókien aramidowych (KEVLAR) o nazwie Gambit GC. Wstawki hamulcowe z tego materiału mogą być prasowane w dowolne kształty, a następnie łączone z bazą metalową wkładki metodą nitowania bądź klejenia. Podstawowe parametry techniczne materiału Gambit GC uzyskane z badań laboratoryjnych prowadzonych przy prędkości $v = 7$ m/s są następujące [1]:

- średni współczynnik tarcia (na sucho) $\mu = 0,40$,
- zużycie po 90 min pracy 0,40 mm,
- temperatura stosowania [C]:
 - a) ciągła praca 250 C,
 - b) praca chwilowa 350 C.
- nacisk maksymalny $p_{max} = 30$ daN/cm² (3 Mpa)

Konstrukcję kompletnego klocka z materiałem ciernym Gambit GC przedstawiono na rysunku 1.

W skład materiału ciernego Gambit GC, który poddano badaniom, wchodzi następujące składniki:

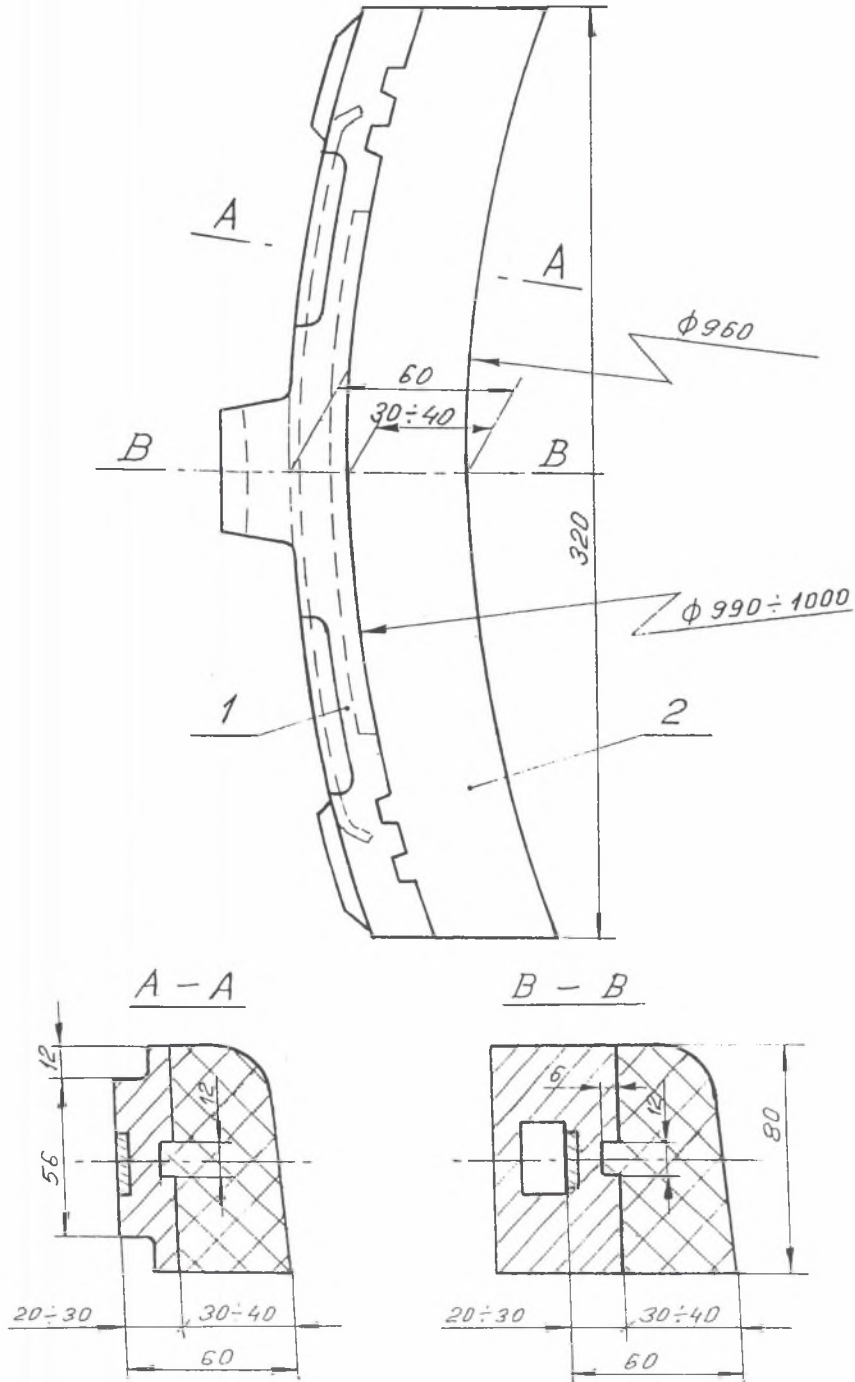
- a) włókna mineralne (aramidowe) ~ 40%,
- b) wypełniacze sypkie ~ 30%,
- c) lepiszcze ~ 15%,
- d) środki sieciujące ~ 5%,
- e) inne wypełniacze ~ 10%.

2.2. Wyniki badań laboratoryjnych

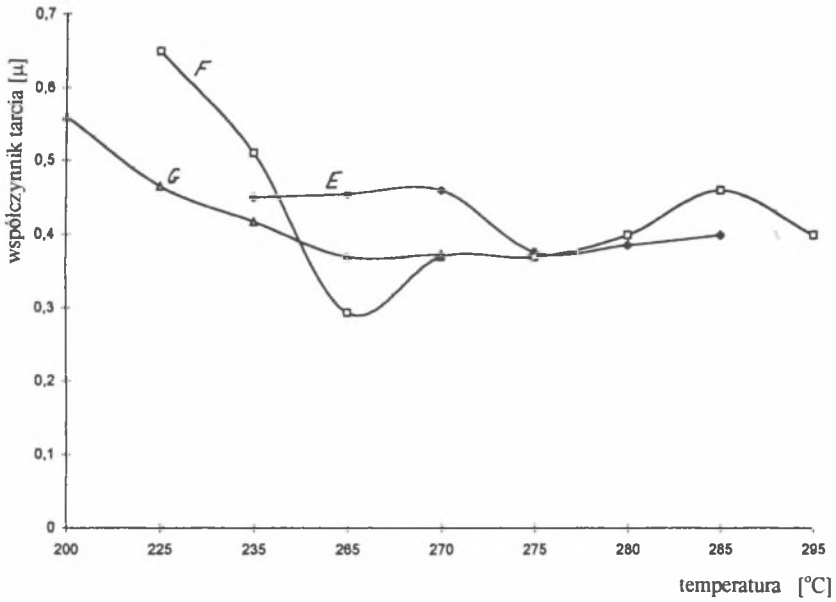
Badania laboratoryjne przeprowadzono na małych próbkach wyciętych z materiału ciernego firmy GAMBIT GC. Badania wykonano w Instytucie Transportu Politechniki Śląskiej oraz u producenta materiału – w Przedsiębiorstwie GAMBIT.

Wykonano następujące badania:

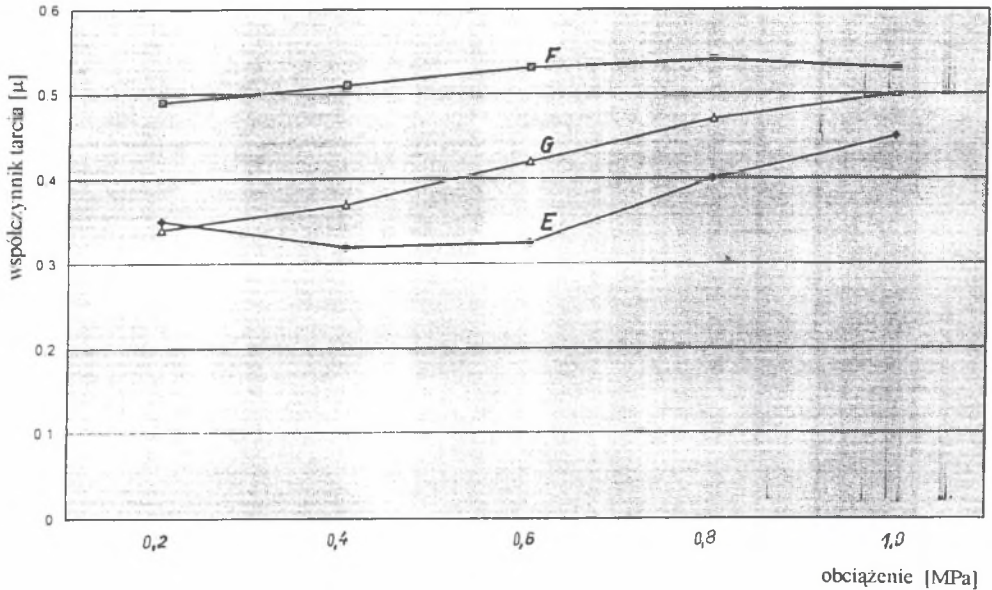
- 1) badania współczynnika tarcia i ścieralności metodą Schoppera,
 - 2) badania zużycia na maszynie trybologicznej – tester T-05,
 - 3) badania współczynnika tarcia oraz zużycia mikropróbek na maszynie – tester T-01M,
 - 4) wyznaczenie współczynnika tarcia i zużycia liniowego u producenta wykładzin na aparacie C. Ranzi-CUNA.
- ad 1) Współczynnik tarcia badano w temperaturze otoczenia oraz w temperaturach podwyższonych na próbkach materiału ciernego o średnicy 16 mm i grubości 6 mm. Przeciwpóbką był pierścień stalowy o średnicy 50 mm i grubości 15 mm, obracający się z prędkością 350 obr/min. Pomiar odporności na ścieranie przeprowadzono za pomocą aparatu Schoppera-Schlobacha typu APGi.
- ad 2) Na testerze T-05 badano skojarzenie materiałów typu rolka-klockek. Badania prowadzono przy prędkości obrotowej wrzeciona 20 obr/s, co daje średnią prędkość liniową 2,2 m/s. Droga tarcia wynosiła 100 m, zaś nacisk 1 MPa. Mierzono siłę tarcia i temperaturę próbki.



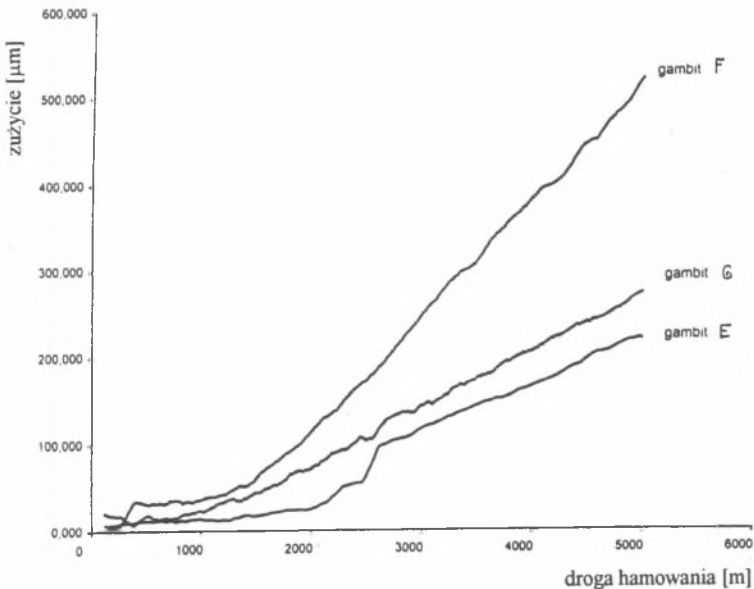
Rys. 1. Konstrukcja klocka z materiałem ciemnym Gambit GC
 Fig. 1. Construction of brake block with frictional material Gambit GC



Rys. 2. Zależność współczynnika tarcia od temperatury
Fig 2. Frictional coefficient vs. temperature



Rys. 3. Zależność współczynnika tarcia od obciążenia
Fig 3. Frictional coefficient vs. load



Rys. 4. Zależność zużycia klocka od drogi hamowania

Fig 4. Wear of brake block vs. braking distance

ad 3) Na testerze T-01M badano skojarzenie materiałów typu trzpień – tarcza. Trzpień z materiału ciernego współpracował z obracającą się tarczą stalową. Wielkościami zadawanymi w badaniach były: prędkość obrotowa przeciwpółki, liczba obrotów (droga tarcia), nacisk na próbkę. Mierzono: siłę tarcia (znając nacisk określamy współczynnik tarcia), zmianę długości próbki, temperaturę okolic węzła tarcia i zużycie masowe próbki.

ad 4) Do badań zastosowano aparat C.Ranzi-CUNA, pracujący na zasadzie stałego momentu tarcia i przystosowany do odtwarzania hamowania ciągłego. Badania przeprowadzono przy trzech różnych prędkościach poślizgu próbki po bębnie. Tarcie próbki odbywa się po bębnie żeliwnym.

Charakterystyki materiałów ciernych uzyskane w badaniach stanowiskowych przedstawiają rysunki 2, 3, 4.

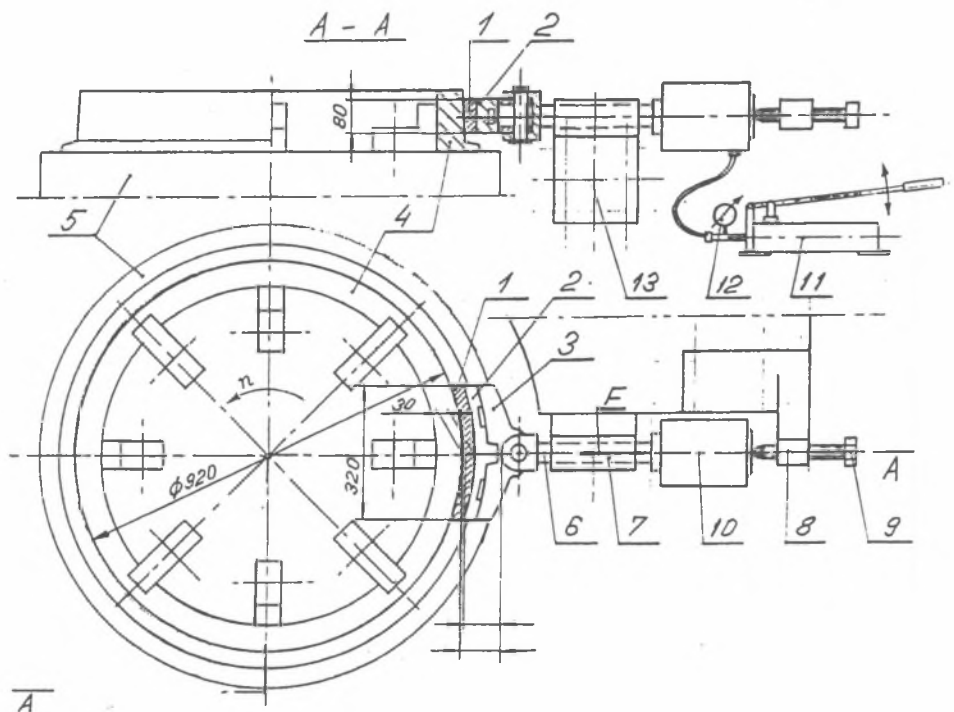
2.3. Wyniki badań stanowiskowych

Badania przeprowadzone na naturalnej wielkości klockach i obręczy koła kolejowego miały potwierdzić poprawność wstępnie wytypowanego i przyjętego po badaniach laboratoryjnych gatunku materiału ciernego z Przedsiębiorstwa GAMBIT. Miały one w szczególności za zadanie:

- sprawdzenie jakości połączenia klejonego pomiędzy żeliwną wstawką a wykładziną cierną w warunkach rzeczywistych obciążeń wstawkę oraz temperatury na powierzchni ciernej,
- określenie temperatury powierzchni ciernych w rzeczywistych warunkach hamowania,
- oszacowanie zużycia liniowego wykładzin w trakcie hamowania,
- ostateczny wybór wykładziny cierniej do dalszych badań wstawkę hamulcowych w warunkach eksploatacyjnych.

Badania procesu hamowania należało prowadzić z zachowaniem warunków odpowiadających naturalnemu przebiegowi hamowań, jaki występuje w pociągach np. towarowych. Wykonywano je na specjalnym stanowisku badawczym, które umożliwia symulację rzeczywistych warunków hamowania. Rysunek 5 przedstawia ogólny schemat tego stanowiska.

Badania miały charakter porównawczy, to znaczy poszczególne obserwowane procesy hamowania na różnych typach wstawek były przeprowadzane przy tych samych lub zbliżonych wartościach prędkości i naciskach jednostkowych.



Rys. 5. Schemat stanowiska pomiarowego

Fig. 5. Scheme of research machine

3. WNIOSKI

Na podstawie dotychczasowych badań wstawek hamulcowych dla pojazdów szynowych z wykładzinami ciernymi z tworzywa sztucznego można przyjąć następujące wnioski:

- bazowa wstawka hamulcowa powinna być wykonana z żeliwa sferoidalnego Zs50007, natomiast materiał cierny z tworzywa „Gambit” GC-E,
- połączenie wykładziny cierniej z bazową wstawką żeliwną należy wykonać klejem Chester Metal Super SHT lub klejem przenoszącym obciążenia w temperaturach powyżej 300°C.

Literatura

1. Sprawozdanie z pracy naukowo-badawczej wykonanej w ramach projektu celowego „Wdrożenie proekologicznych materiałów ciernych o wysokiej skuteczności hamowania i trwałości do pojazdów szynowych”. Zadanie nr 1 i 5. Materiał niepublikowany.
2. Markusik S., Sitarz M.: Proekologiczne materiały cierne o wysokiej trwałości i skuteczności hamowania dla pojazdów szynowych. Mat. Międz. Konf. Naukowej „Transport'97” Ostrawa – Katowice 1997.
3. Orlik A.: Zużycie i trwałość hamulcowych wstawek ciernych. Trakcja i Wagony 1990, nr 7.

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

Abstract

Brake blocks, which are currently used in braking systems, are made of phosphoric cast iron. Their characteristic features are: low durability, noisiness during braking, contamination of environment with cast iron wastes, moreover, they may result in fire caused by sparking (phosphorus). A new construction of brake insert for rail vehicles has been created in Poland. It can considerably limit the above-mentioned disadvantages because; bituminous material based on aramid is frictional stuff in it. New frictional pair: bituminous brake block – steel wagon wheel, in order to ensure equal braking conditions of rail vehicles such as in case cast iron blocks, must prove:

- constant coefficient of friction in temperatures of working up to $T=400\text{ C}$;
- low attrition in various climatic conditions, speeds of moving of wagon and immense pressure of frictional pair on surface;
- low selling price.

In the suggested article, there will be results of laboratory and operating studies with new bituminous frictional materials of brake blocks in rail vehicles.

Uwaga: Artykuł jest sponsorowany przez Komitet Badań Naukowych, nr projektu 2146/C.T08-7/98.