

Wybrane zagadnienia eksploatacji układów hamulcowych współczesnych pojazdów szynowych

Wojciech SAWCZUK¹

Streszczenie

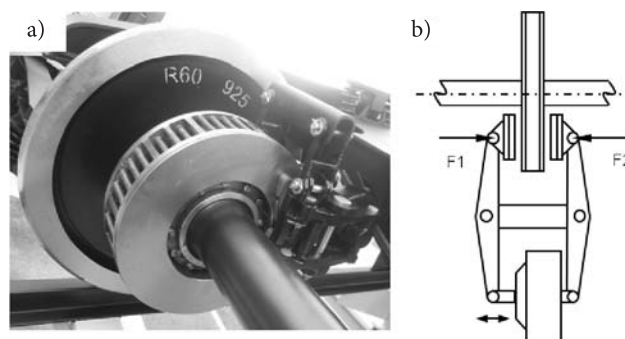
Ze względu na wiele zalet w stosunku do tradycyjnego powietrznego hamulca klockowego, hamulce tarczowe są coraz częściej stosowane w wagonach pasażerskich oraz w pojazdach trakcyjnych. Do podstawowych zalet tarczowych układów hamulcowych należy stabilny przebieg współczynnika tarcia okładzin ciernych o tarczę hamulcową w funkcji prędkości hamowania. Długotrwała eksploatacja tarczowych układów hamulcowych wykazała, że poza eksploatacyjnym zużyciem okładzin ciernych przy hamowaniach z dużych prędkości lub hamowaniach w krótkich odstępach czasu dochodzi do przyspieszonego zużycia powierzchni ciernej tarczy. Na powierzchni tarczy pojawiają się mikropęknięcia, które rozrastają się promieniowo przy kolejnych hamowaniach. Osobną grupą uszkodzeń są defekty występujące w mechanizmie dźwigniowym hamulca tarczowego, jednak są to przypadki losowe w stosunku do uszkodzeń pary ciernej tarcza-okładzina cierna.

Słowa kluczowe: hamulec tarczowy, eksploatacja, zużycie

1. Wprowadzenie

W pojazdach szynowych, w szczególności w pociągach towarowych, hamulcem ciernym odpowiedzialnym za zatrzymanie pociągu jest najczęściej hamulec klockowy. Przy większych prędkościach jazdy, np. dla pociągów pasażerskich powyżej 160 km/h oraz 120 km/h dla pociągów towarowych, podstawowym hamulcem staje się hamulec tarczowy. W elektrycznych zespołach trakcyjnych oraz lokomotywach, hamulec tarczowy współpracuje z hamulcem elektrodynamicznym, jednak ze względu na spadek siły hamującej hamulca ED w ostatniej fazie hamowania, włącza się hamulec cierny. Ten układ hamowania występuje w pojazdach wyposażonych w silniki trakcyjne, które w czasie hamowania pracują jak prądnice wytwarzające dodatkowy opór. W wagonach pasażerskich hamulec tarczowy jest jedynym podstawowym hamulcem, który niekiedy dodatkowo współpracuje z hamulcem szynowym uruchamianym w czasie hamowania nagle [3]. Zachowanie sprawności układu hamulcowego w procesie eksploatacji pojazdu, jest kontrolowane przez wiele zabiegów wykonywanych podczas przeglądu gwarancyjnego oraz przeglądów okresowych PO. Zgodnie z [2], po dwunastu miesiącach eksploatacji wykonywany jest przegląd roczny PR.

Podczas eksploatacji kolejowego tarczowego układu hamulcowego, oprócz zużycia elementów pary ciernej: tarcza hamulcowa – okładzina cierna, zużyciu ulegają również elementy układu dźwigniowego. Mimo, że intensywność zużycia elementów układu hamulcowego jest mniejsza niż elementów ciernych, to jako struktura szeregową poszczególnych zespołów hamulca tarczowego, stan mechanizmu dźwigniowego bezpośrednio wpływa na zużycie elementów pary ciernej. Na rysunku 1 przedstawiono ogólny widok kolejowego hamulca tarczowego oraz schemat zaciśku hamulcowego z tarczą.



Rys. 1. Mechanizm kolejowego tarczowego układu hamulcowego, a) widok ogólny, b) schemat [fot. autor]

¹ Dr inż.: Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Zakład Pojazdów Szynowych, Poznań; e-mail: wojciech.sawczuk@put.poznan.pl.

Osobną grupą prac wykonywanych podczas obsługi tarczowego układu hamulcowego jest m.in. kontrola kanałów wewnątrz tarcz hamulcowych, które mogą być zanieczyszczone podsypką lub innymi elementami znajdującymi się na torowisku kolejowym [5]. Tego typu przedmioty wpływają na dłuższe chłodzenie tarczy po hamowaniu.

W artykule przedstawiono przegląd różnych przypadków zużycia elementów tarczowego układu hamulcowego oraz problemy, jakie występują w czasie jego eksploatacji.

2. Synteza wiedzy na temat eksploatacji kolejowego hamulca tarczowego

Z powodu większych wymagań stawianych obiektom technicznym, w tym układom hamulcowym pod względem trwałości i niezawodności, ich większe zaawansowanie techniczne i technologiczne oraz wpływ na bezpieczeństwo użytkowników, osoby które zajmują się obsługą i naprawą układów hamulcowych muszą mieć dużo wiedzy na ten temat. Stan wiedzy na temat eksploatacji kolejowego układu hamulcowego, uzyskany z przeglądu literatury oraz własnych obser-

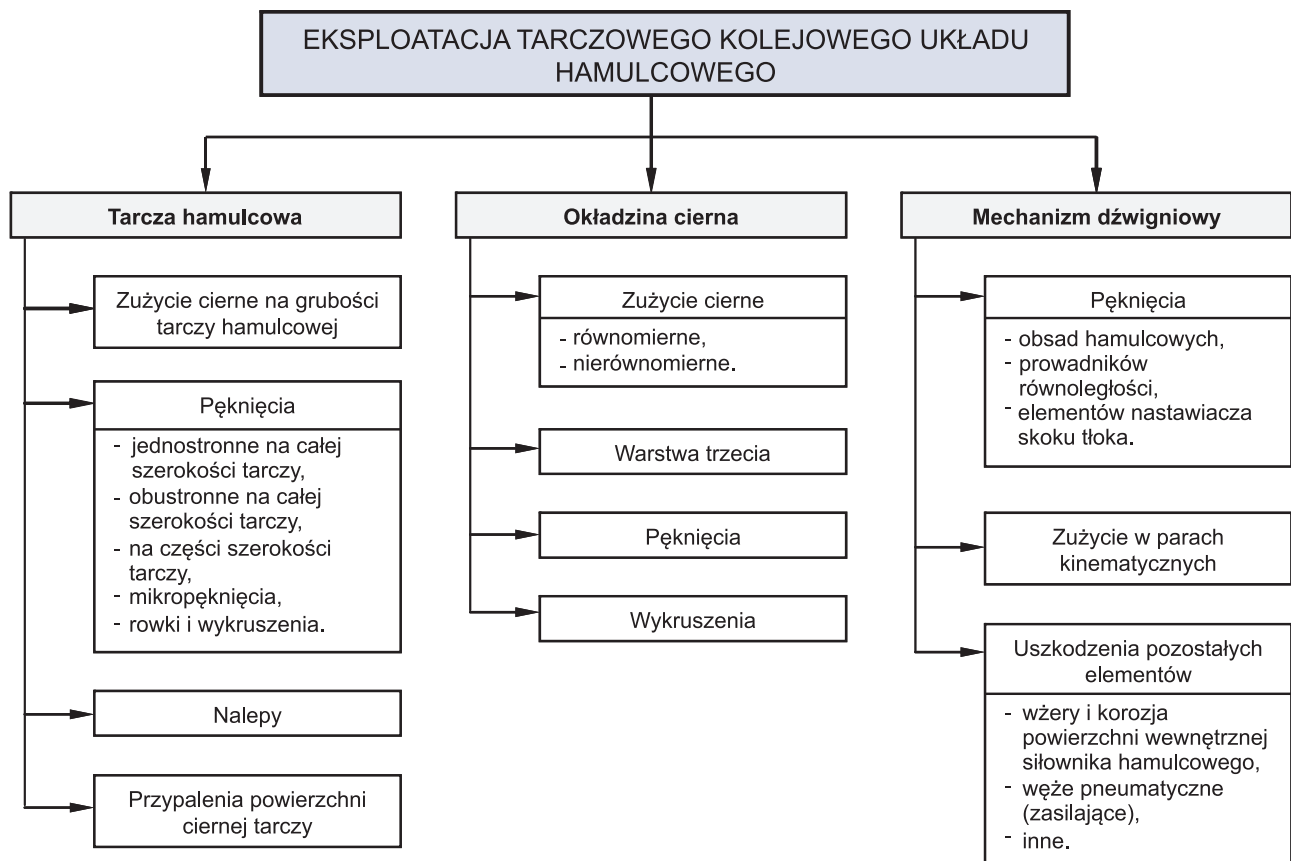
wacji i badań autora, syntetycznie przedstawiono na rysunku 2.

3. Uszkodzenia tarcz hamulcowych

Obecnie eksploatowane tarczowe układy hamulcowe w wagonach, elektrycznych zespołach trakcyjnych i lokomotywach mają różnorodną konstrukcję tarcz hamulcowych. Z tego względu tarcze hamulcowe dzieli się na tarcze z kanałami wentylującymi oraz tarcze pełne niewentylowane. Ze względu na sposób odprowadzenia ciepła stosuje się tarcze z wentylującymi łopatkami oraz tarcze z wentylującymi prętami o różnym przekroju, w zależności od rodzaju warunków pracy.

Poza normalnym (eksploatacyjnym) zużyciem ciernym powierzchni tarcz hamulcowych w wyniku tarcia suchego z okładziną cierną, na podstawie [5] pęknięcia występujące na powierzchniach roboczych tarczy hamulcowej podzielono na:

- pęknięcia jednostronne na całej szerokości pierścienia ciernego,
- pęknięcia obustronne na całej szerokości pierścienia ciernego,



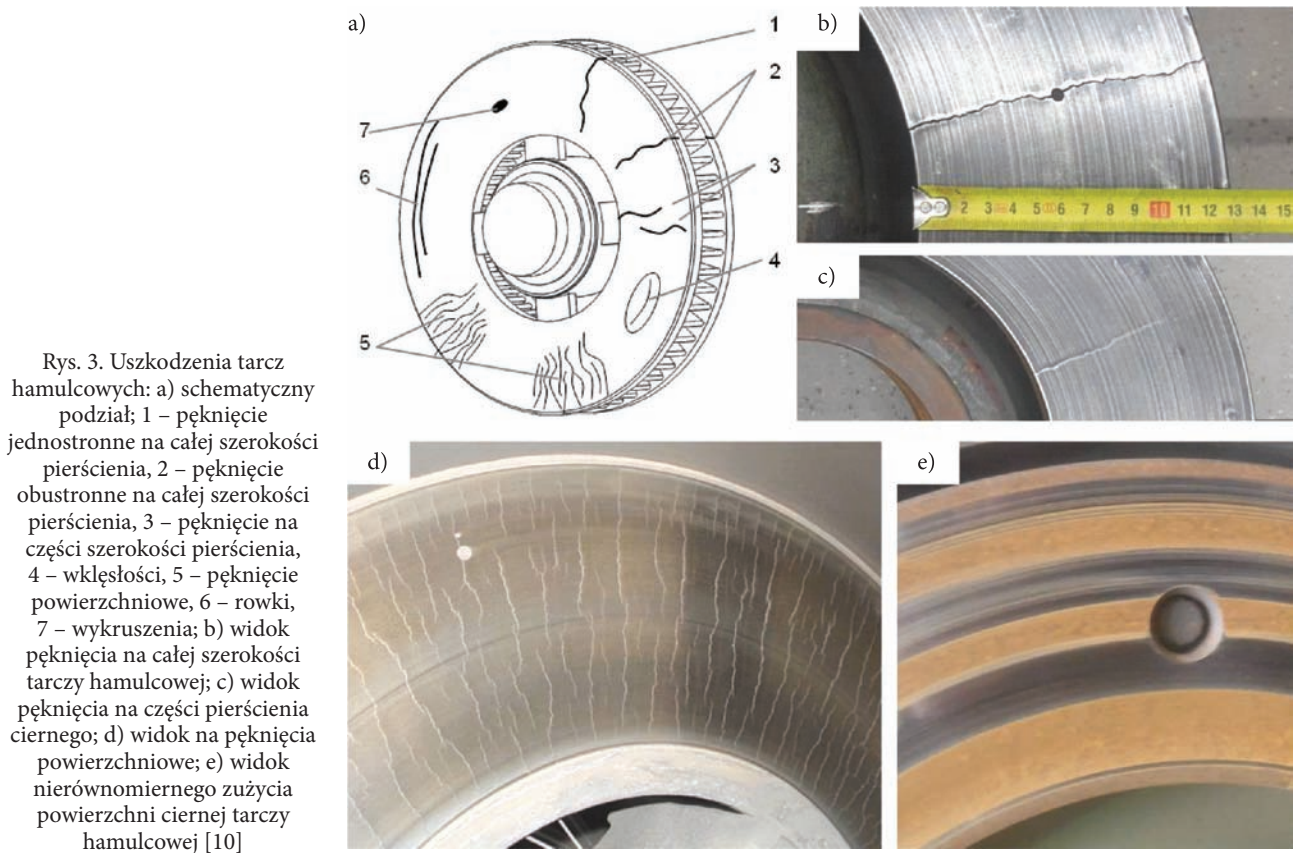
Rys. 2. Synteza wiedzy na temat kolejowego hamulca tarczowego [rys. autor]

- pęknięcia na części szerokości pierścienia ciernego,
- pęknięcia powierzchniowe (mikropęknięcia),
- wklęsłości (wklęsłe wyżłobienia powierzchni cierniej),
- rowki i wykruszenia materiału tarczy.

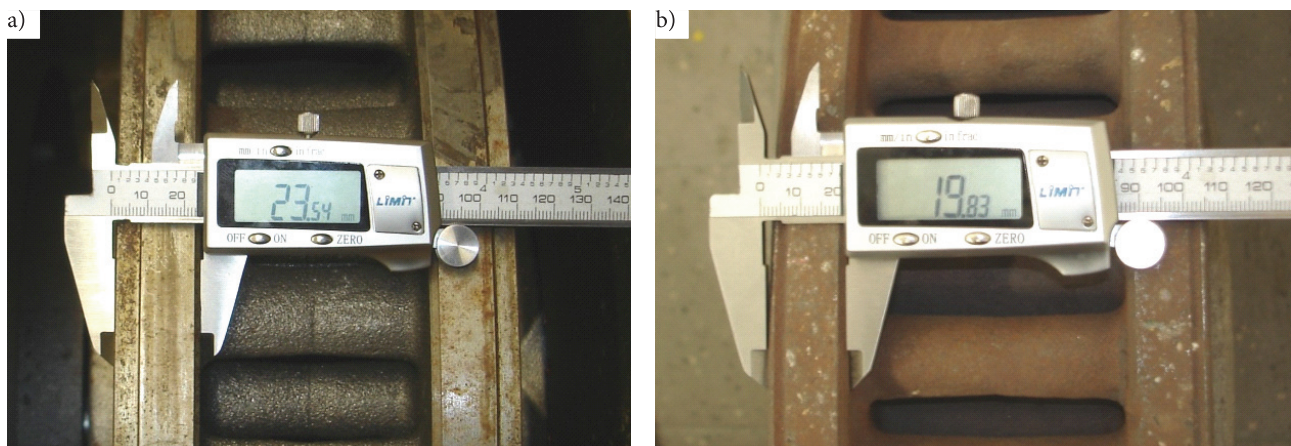
Na rysunku 3 przedstawiono podział uszkodzeń oraz widok najczęściej występujących pęknięć na powierzchni tarcz hamulowych.

Wieloletnia obserwacja tarcz hamulowych wykazała, że największą grupą uszkodzeń są pęknięcia

powierzchniowe (mikropęknięcia) występujące na powierzchni cierniej. To uszkodzenie występuje szybciej niż normalne zużycie ciernie tarczy hamulcowej w wyniku tarcia okładziny cierniej o tarczę hamulcową [6]. Pierścienie ciernie tarcz wentylowanych mają grubość 20 mm z naddatkiem około 4 mm na ich zużycie. Przy szerokości kanałów wentylacyjnych wynoszącej 70 mm, całkowita grubość tarczy zgodnie z [4] wynosi 110 mm bez uwzględnienia naddatków na zużycie (tarcze niewentylowane mają grubość 35-45 mm) [10]. Na rysunku 4 przedstawiono widok



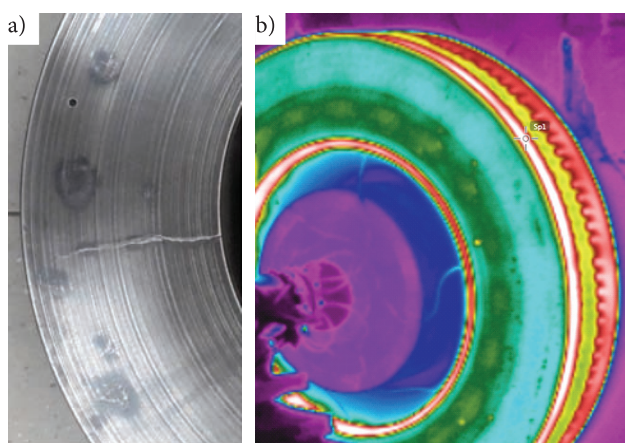
Rys. 3. Uszkodzenia tarcz hamulowych: a) schematyczny podział; 1 – pęknięcie jednostronne na całej szerokości pierścienia, 2 – pęknięcie obustronne na całej szerokości pierścienia, 3 – pęknięcie na części szerokości pierścienia, 4 – wklęsłości, 5 – pęknięcia powierzchniowe, 6 – rowki, 7 – wykruszenia; b) widok pęknięcia na całej szerokości tarczy hamulcowej; c) widok pęknięcia na części pierścienia ciernego; d) widok na pęknięcia powierzchniowe; e) widok nierównomiernego zużycia powierzchni cierniej tarczy hamulcowej [10]



Rys. 4. Widok wentylowanej tarczy hamulcowej, a) nowa, b) zużyta [fot. autor]

dwóch pierścieni ciernych (nowego i po pięcioletniej eksploatacji) z widocznym rowkiem pozwalającym wzrokowo określić zakres zużycia tarczy hamulcowej. Zjawisko powstawania pęknięć powierzchniowych jest związane z cyklicznym nagrzewaniem (w czasie hamowania) i chłodzeniem (jazda po hamowaniu) tarczy. W czasie nagrzewania, strefa przypowierzchniowa tarczy zwiększa swoją objętość, czemu przeciwdziała znajdująca się pod nią warstwa materiału o niższej temperaturze; wówczas w materiale tarczy pojawiają się naprężenia ściskające. W czasie ochładzania, strefa przypowierzchniowa kurczy się, a występujące naprężenia zmieniają znak na dodatni. Przy wielokrotnym powtarzaniu cyklu, wartość naprężeń rozciągających wzrasta i w chwili przekroczenia granicy wytrzymałości na rozciąganie materiału tarczy, pojawiają się pęknięcia powierzchniowe, rozrastające się przy kolejnych hamowaniach do większych nieciągłości o promieniowym przebiegu [8]. Ze względu na materiał większości tarcz wentylowanych, tj. żelwo szare lub sferoidalne, przy zastosowaniu okładzin z materiału organicznego, temperatura tarczy nie powinna przekraczać 400°C [9].

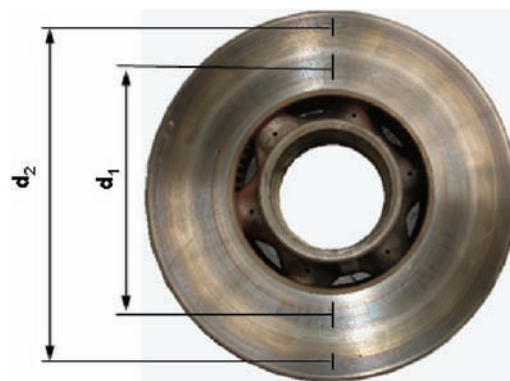
Osobną grupą uszkodzeń tarcz hamulcowych są nalepy (zgrzania) zużytego materiału ciernego na powierzchni roboczej, co przedstawia rysunek 5a). Przy hamowaniach z dużym naciskiem okładziny do tarczy pojawiają się gorące miejsca, tzw. *hot spots* (rys. 5b). To zjawisko jest niebezpieczne, gdyż przy częstym jego występowaniu dochodzi do zmian struktury metalograficznej tarczy. Badania twardości na nalepach tarczy hamulcowej wskazały wyższą wartość w stosunku do pozostałych powierzchni.



Rys. 5. Widok powierzchni ciernej tarczy hamulcowej: a) z nalepami, b) z *hot spots* po badaniu termowizyjnym [fot. autor]

Hamowania tarczy z niedrożnymi kanałami wentylacyjnymi mogą doprowadzić do zmian w strukturze materiału w wyniku silnego obciążenia cieplnego. Na powierzchni ciernej tarczy pojawiają się prze-

grzania w postaci jednego lub dwóch pierścieni przy średnicy wewnętrznej i średnicy zewnętrznej tarczy. Przebarwienia powierzchni cierniej obserwuje się już po kilku hamowaniach (rys. 6).



Rys. 6. Widok tarczy po serii hamowań z zasłoniętymi łopatkami wentylacyjnymi z widocznym przegrzaniem powierzchni w postaci dwóch pierścieni na średnicach tarczy $d_1 = 590$ mm i $d_2 = 460$ mm [fot. autor]

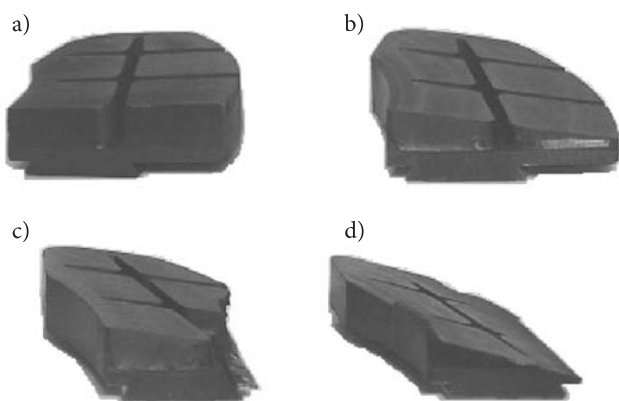
Na podstawie badań [7] stwierdzono, że niedrożne kanały wentylacyjne wewnątrz tarczy hamulcowej powodują przekroczenie temperatury tarczy powyżej 400°C i osiągają wartości w przedziale 404–417°C. Zgodnie z [7] żeliwne tarcze hamulcowe pojazdów szynowych w czasie hamowań nie powinny osiągać chwilowej temperatury ponad 400°C, ponieważ jest to powodem odkształcenia tarczy oraz rozkładu tworzywa organicznego okładziny cierniej.

4. Uszkodzenia okładzin ciernych

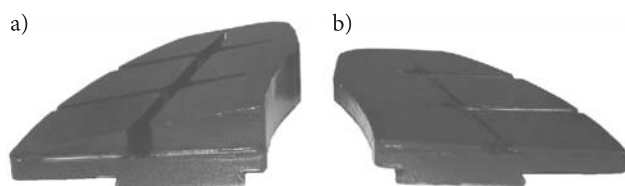
W czasie eksploatacji okładzin, obserwuje się różne ich ułożenie względem tarczy hamulcowej, co później wpływa na postać ich zużycia. Na rysunku 7 przedstawiono różne postacie zużycia okładzin ciernych. Zgodnie z wymogami producentów okładzin (organicznych i ze spieków metalicznych), przy grubości wynoszącej 24 lub 35 mm, minimalna grubość, przy której okładzinę należy wymienić wynosi 5 mm [9].

Nierównomierny rozkład nacisków może powodować większe zużycie okładziny na obwodzie wewnętrznym lub, co częściej występuje, na obwodzie zewnętrznym (rys. 7b). W niektórych przypadkach stwierdzono wyrwanie fragmentu okładziny (rys. 7c). Z informacji uzyskanych podczas napraw tarczowych układów hamulcowych wynika, że uszkodzenie regulatora skoku tłoka jest najczęstszą przyczyną niepoprawnej pracy układu hamulcowego i przyspieszonego zużycia okładzin. Poza regulatorem skoku tłoka, luzy na połączeniach sworzniowych mechanizmu dźwigniowego również wpływają na nierównomierne zużycie powierzchni cierniej okładzin. Na rysunku 8

przedstawiono widok zużytej równomiernie okładziny, przy której przewodnik równoległości nie miał żadnych luzów oraz nierównomiernie zużytej okładziny współpracującej z przewodnikiem z luzem około 1 mm w miejscu połączenia z obsadą hamulcową.



Rys. 7. Zużycie okładziny w wyniku nierównomiernego rozkładu nacisków: a) okładzina zużyta równomiernie zarówno na promieniu zewnętrznym jak i wewnętrznym, b) intensywniejsze zużycie na promieniu zewnętrznym, c) ubytek fragmentu materiału okładziny, d) całkowite zużycie (ubytek) materiału okładziny na promieniu zewnętrznym [fot. autor]

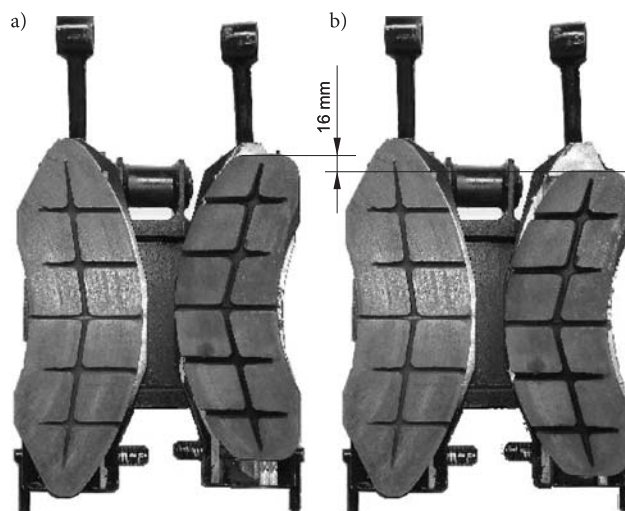


Rys. 8. Widok okładziny cierniej po badaniach zużycia okładzin: a) zamontowanej na układzie dźwigniowym z zużytym przewodnikiem równoległości (luz około 1 mm), b) zmontowanej na układzie dźwigniowym z nowym przewodnikiem równoległości [fot. autor]

Innym przypadkiem uszkodzenia okładzin ciernych jest ich wyrwanie z części zbrojonej blachą w miejscu łączenia z obsadą hamulcową. Zgodnie z wymaganiami UIC [9], okładziny hamulca kolejowego są wyposażone w zaczep o przekroju trapezowym współpracujący z wyfrezowanym rowkiem o tym samym przekroju w obsadzie hamulcowej. Ze względu na średnicę tarczy, stosuje się okładziny typu 175 lub 200 (jest to powierzchnia okładzin w cm^2), które wsuwa się w rowki obsad hamulcowych.

Do okładziny typu 200 obsada hamulca (imak) ma wyfrezowany rowek o długości 320 mm, natomiast do okładziny typu 175 rowek ma długość 304 mm. W przypadku zamocowania okładziny typu 175 w obsadę przystosowaną do okładziny typu 200, okładziny w czasie hamowania w zależności od kierunku obrotu tarczy, są gwałtownie przesuwane do góry lub do dołu rowka w obsadzie hamulcowej, a następnie uderzają

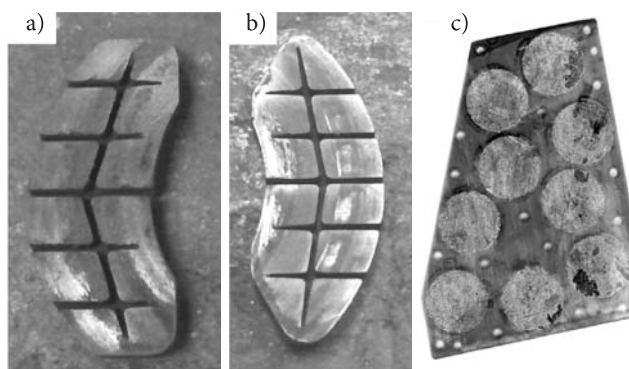
o powierzchnie końca lub początku rowka o przekroju trapezowym. Przy wielokrotnym hamowaniu i uderzaniu okładzin o powierzchnie ograniczające wycięcie do montażu okładzin, po przekroczeniu granicy wytrzymałości materiału okładziny w wyniku ścinania, część okładziny pozostaje w rowku, a druga oderwana część trafia na torowisko. Wówczas wskutek braku okładziny, regulator skoku tłoka przybliży obsadę do tarczy, celem utrzymania stałej wartości luzu między okładzinami i tarczą w stanie odhamowanym. Na rysunku 9 przedstawiono widok mechanizmu dźwigniowego hamulca tarczowego z obsadami, do których celowo wsunięto okładziny typu 200 (lewa obsada zarówno na rysunku 9a i 9b) oraz okładziny typu 175 (prawa obsada również na rysunku 9a i 9b). W przypadku zamocowania okładzin typu 175 w obsadach przystosowanych tylko do okładzin typu 200, krótsze okładziny typu 175 mają możliwość pionowych przemieszczeń o 16 mm w czasie kolejnych hamowań. Cykliczne uderzanie okładzin o zakończenie wyfrezowanego rowka utrzymującego okładziny w obsadzie w czasie hamowania może spowodować wyrwanie materiału ciernego z blachy usztywniającej.



Rys. 9. Widok okładzin ciernych zamocowanych w obsadach hamulcowych, z lewej strony poprawnie dobrane okładziny typu 200 do obsady, z prawej strony niewłaściwie dobrane okładziny typu 175 do obsady hamulcowej okładzin typu 200: a) okładziny typu 175 zajmują górne położenie w prowadnicy obsady (imaka), b) okładziny typu 175 zajmują dolne położenie w prowadnicy obsady (imaka) [9]

Hamulec tarczowy w stosunku do hamulca klockowego daje pełną możliwość takiego doboru materiału na parę cierną, aby otrzymać przebieg współczynnika tarcia zbliżony do przebiegu współczynnika przyczepności kół do szyn. W konsekwencji otrzymuje się charakterystykę o płaskim przebiegu, zarówno dla okładzin z tworzywa organicznego, jak i ze spieków metalicznych. Okładziny zwłaszcza z materiału

organicznego wykazują pewne wady, gdyż w czasie hamowania utrzymują stały rozkład nacisków na tarczy hamulcowej tak długo, jak ich twardość oraz moduł elastyczności (ściskania) będą utrzymane poniżej pewnej wartości dopuszczalnej. Okładzina z tworzywa organicznego zachowuje swoje właściwości mechaniczne, fizykalne oraz cierno-techniczne do średniej temperatury 400°C, natomiast okładziny ze spieków metalicznych do temperatury 550°C. Po przekroczeniu tych wartości następuje przyspieszone zużycie, a na powierzchni okładziny pojawiają się wykruszenia, których część jest usuwana, a część przyklejana do powierzchni okładziny jako mieszanina z produktami zużycia materiału tarczy hamulcowej, tworząc tzw. warstwę trzecią (rys. 10).

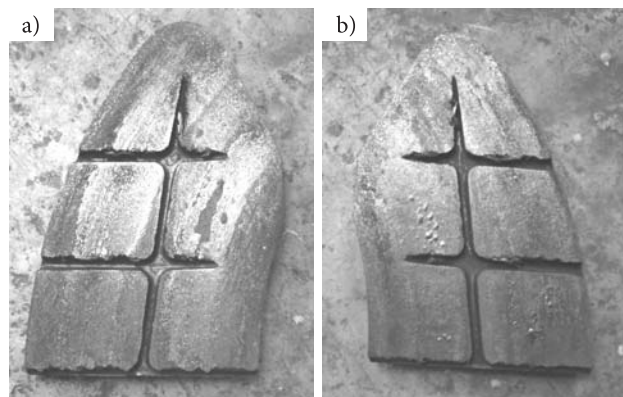


Rys. 10. Widok okładzin ciernych z warstwą trzecią: a) okładziny organiczne typu 175, b) okładziny organiczne typu 200, c) okładzina ze spieków metalicznych [8]

Tworzenie się warstwy trzeciej w postaci nalepów na okładzinach ciernych wpływa na zakłócenie procesu hamowania i w konsekwencji powoduje wahania chwilowego współczynnika tarcia w czasie hamowania. Zbieranie się produktów zużycia materiału ciernego i tarczy na powierzchni okładzin ciernych również wpływa na zmiany w rozkładzie nacisków okładzin do tarczy hamulcowej. W kolejnych hamowaniach warstwa trzecia na okładzinach jest usuwana z powierzchni okładzin ciernych, co powoduje, że wartość chwilowego i średniego współczynnika tarcia powraca do poziomu przed tworzeniem się nalepów. Proces tworzenia i odrywania warstwy trzeciej z powierzchni okładzin powtarza się cyklicznie.

Innym przykładem zużycia okładzin jest odrywanie się fragmentów w szczególności na krawędziach przy rowkach dylatacyjnych oraz na krawędziach tworzących promień zewnętrzny okładzin ciernych, co przedstawia rysunek 11. W wielu przypadkach jest to spowodowane powtarzającymi się hamowaniami z dużymi naciskami. Wykruszanie fragmentu materiału ciernego, jak również jego rozwarstwienie, występuje przy dłuższej jeździe pociągu z zablokowanym jednym

z mechanizmów dźwigniowych hamulca. Taka sytuacja ma miejsce m.in. w przypadku zgiętych węży pneumatycznych zasilających cylinder hamulcowy. Zgięte przewody pneumatyczne zasilające cylinder hamulcowy wydłużają czas napełniania i opróżniania cylindrów hamulcowych. W szczególności długie czasy opróżniania siłowników hamulcowych powodują dłuższą jazdę pociągu z włączonym hamulcem.



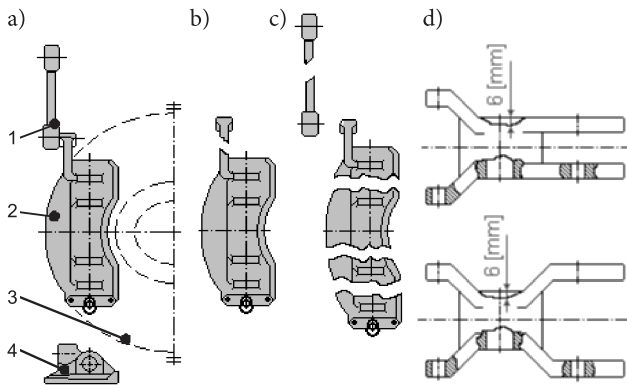
Rys. 11. Widok okładzin ciernych z wykruszeniami: a) okładziny typu 200 L, b) okładziny typu 200 P [fot. autor]

5. Uszkodzenia mechanizmów dźwigniowych hamulca

Do najczęstszych uszkodzeń powstałych na skutek normalnego zużycia, zalicza się przekroczenie wymiarów dopuszczalnych połączeń sworzniowych [1] łączących dźwignie oczkowe prawe i lewe z obsadami hamulcowymi (imakami), z dźwignią środkową oraz połączenia sworzniowe łączące obsadę z prowadnikiem równoległości. Również w znacznym stopniu zużywa się powierzchnia wewnętrzna cylindra hamulcowego. Ze względu na charakter pracy siłownika (sprężanie i rozprężanie powietrza w czasie hamowania), dochodzi do nagrzewania i ochładzania powietrza, czemu towarzyszy skraplanie się wody na ściankach cylindra. W dłuższej eksploatacji woda zbiera się na dnie siłownika powodując korozję i wżery. Pierwszymi objawami zużycia cylindra jest powolny spadek ciśnienia, nie zawsze widoczny przez obsługę pociągu. Naprawa cylindra najczęściej polega na jego przetoczeniu.

Inną grupą uszkodzeń jest zużycie elementów nastawiacza skoku tłoka. Jest to najbardziej złożony zespół w układzie dźwigniowym hamulca tarczowego. Często należy wymieniać wrzeciono i nakrętki nastawnika przekładni, które wykazują duży stopień wytarcia gwintu trapezowego. Wymianie również podlegają węże oraz elementy gumowe, jak osłony harmonijkowe. W wagonach intensywniej eksplo-

atowanych następuje znaczne wytarcie obu dźwigni oczkowych, dochodzące w skrajnych przypadkach do 6 mm w miejscach zaznaczonych na rysunku 12 [1].

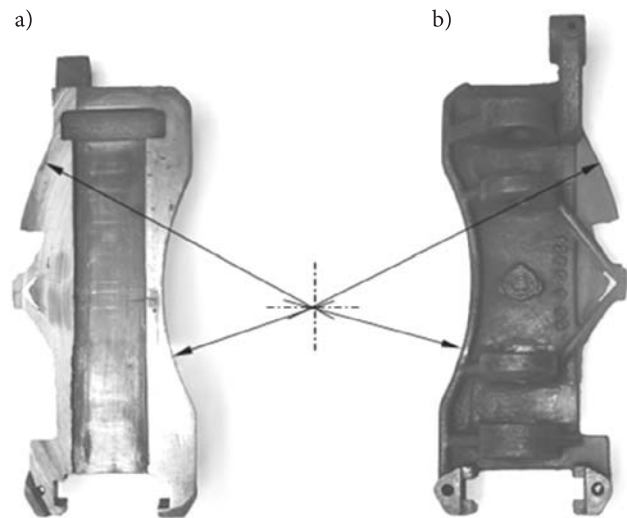


Rys. 12. Uszkodzenia w układzie dźwigniowym hamulca tarczowego; a) schemat pary ciernej hamulca tarczowego, 1 – przewód równoległości, 2 – obsada hamulcowa, 3 – tarcza hamulcowa, 4 – widok z góry na obsadę hamulcowa; b) obsada z pękniętym uchem mocującym przewód równoległości, c) pęknięty przewód równoległości oraz obsada hamulcowa, d) miejsca zużycia dźwigni oczkowych w miejscu łączenia z dźwignią środkową [1]

Do grupy uszkodzeń wynikających prawdopodobnie z samej konstrukcji opisanej jednostki hamulca tarczowego, należy zaliczyć nagminne pęknięcie nadlewów pod przewód równoległości (tzw. wieszak) w oprawie okładziny, co przedstawia rysunek 12b). Wielokrotnie zaobserwowano pęknięcie opraw okładziny (imaków okładziny) w miejscu zaznaczonym na rysunku. Pęknięcie to jest widoczne dopiero po wyjęciu okładziny z oprawy [1]. Również do tej grupy należy zaliczyć pęknięcia przewodów równoległości (rys. 12c).

W czasie eksploatacji tarczowych układów dźwigniowych obserwuje się wytarcia powierzchni czołowej obsady okładziny ciernej, powstające z dwóch powodów. Pierwszym powodem jest zaniechanie, podczas przeglądu instalacji hamulcowej, wymiany zużytych okładzin ciernych na nowe po przekroczeniu wymiaru granicznego wynoszącego 5 mm. Następuje wtedy bardzo szybki proces niszczący imak okładziny, w niektórych przypadkach występuje tarcie samej oprawy o tarczę hamulcową, co powoduje niszczenie imaków i mechanizmu zaciskowego. Przykład tego uszkodzenia przedstawia rysunek 13. Podczas przeglądów wykonanych na wagonach w czasie około 6 miesięcy, na 374 przeglądów zarejestrowano 11 przypadków wymiany uszkodzonych obsad okładzin w wyniku ich tarcia o tarcze hamulcowe. W przypadku całkowitego zużycia okładzin, najpierw następuje tarcie obsady okładziny na promieniu zewnętrznym, o czym świadczy największy ubytek masy, a następnie przepalenie powierzchni w wyniku

tarcia imaka o tarczę hamulcową. Drugi powód niszczenia obsad hamulcowych przez ich tarcie o tarczę hamulcową to założenie okładzin ciernych typu 175 do obsad przystosowanych pod okładziny typu 200. W czasie hamowania, okładziny uderzają o powierzchnię ograniczającą wyfrezowany rowek obsady i przy wielokrotnym hamowaniu następuje oderwanie materiału ciernego od blachy wzmacniającej.



Rys. 13. Uszkodzona obsada okładziny ciernej typu 175; a) widok od strony wyfrezowanego rowka, b) widok od strony zamocowania do dźwigni przycylindrowej; r_w – promień wewnętrzny, r_z – promień zewnętrzny [fot. autor]

6. Podsumowanie

Ze wszystkich wymienionych uszkodzeń tarczowego układu hamulcowego, uszkodzenia tarcz hamulcowych stanowią najliczniejszą grupę. Do najczęściej występujących uszkodzeń tarczy hamulcowej zalicza się pęknięcia powierzchniowe, które przy kolejnych hamowaniach rozrastają się promieniowo po całej powierzchni tarczy. W czasie przeglądu międzypociągowego lub międzywagonowego, jest możliwa naprawa elementów układu dźwigniowego hamulca przez regenerację lub wymianę na nową. Naprawa samych tarcz hamulcowych w warunkach zaplecza technicznego do obsługi pojazdów szynowych przewoźnika kolejowego lub tramwajowego jest niemożliwa. W każdym przypadku konieczny jest demontaż zestawu kołowego z wózka w celu przetoczenia na tokarce bramowej powierzchni ciernej tarczy hamulcowej. Przy wymianie tarczy hamulcowej dodatkowo dochodzi operacja wyciskania jednego z kół z osi zestawu kołowego w celu demontażu tarczy hamulcowej. Badania zużycia okładzin ciernych w planowym ruchu pasażerskim na kilku wybranych liniach wykazały, że przekroczone wartości wymiarów granicznego zużycia połączeń

sworzniowych mechanizmu dźwigniowego mogą powodować przyspieszone i nierównomierne zużycie okładzin ciernych. Luzy w połączeniach tuleja – sworzeń mechanizmu dźwigniowego, w szczególności na prowadnikach równoległości, mogą powodować krótszy nawet o 40% czas eksploatacji okładzin ciernych.

Projekt jest finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, program LIDER V, umowa nr LIDER/022/359/L-5/13/NCBR/2014.

Literatura

1. Gruszewski M.: *Wybrane zagadnienia eksploatacji hamulca tarczowego*. Technika transportu szynowego 6-7/1995, s. 84-86;
2. Instrukcja o utrzymaniu wagonów pasażerskich Bw-1, PKP Intercity S.A., Warszawa 2008, s. 21;
3. Piechowiak T.: *Hamulce pojazdów szynowych*, Wyd.: Politechniki Poznańskiej, 2012;
4. Polska Norma PN-EN 14535-1, Kolejnictwo – tarcze hamulcowe kolejowych pojazdów szynowych – Część 1: Tarcze hamulcowe włączane lub mocowane skurczowo na osiach zestawów tocznych lub napędnych, wymiary i wymagania dotyczące jakości, Warszawa 2006, s. 17;
5. Rail Consult Gesellschaft für Verkehrsberatung mbH, *Wagon osobowy Z1 02, układ jezdny-tom2*. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, s. 156-172;
6. Saumweber E.: *Auslegung und Leistungsgrenzen von Scheibenbremsen*. ZEV-Glas. Ann. 112 (1988) Nr 4 April, s. 139-143;
7. Sawczuk W.: *The Research on Railway Disc Brake with Closed Ventilation Canals of the Brake Disc*. Proc of 8-th European Conference of Young Research and Science Workers in Transport and Telecommunications, 22-24 June 2009, s. 259-262.
8. Sorochtej M.: *Kształtowanie jakości zespołu ciernego hamulca tarczowego*. Przegląd Kolejowy 1/94, s. 27-31;
9. UIC 541-3: *Hamulec tarczowy i okładziny hamulcowe, warunki dopuszczenia okładzin ciernych*, 6. Wydanie, listopad 2006, s. 31.
10. www.trainweb.org/tgvpages/images/maintain/bogilvsg.jpg.

Selected Issues Operation of Modern Brake Systems of Railway Vehicles

Summary

Disc brakes, because of numerous advantages in comparison to a traditional air block brake, are more and more often utilized in passenger carriages and other railway vehicles. Stable and constant (in the whole speed range) coefficient of friction μ , of amount: $\mu=0,35$ is a basic advantage of disc brake systems [9]. Long exploitation of disc brake systems, excluding wear of the friction pads showed that with braking at a very high speed or braking in short time periods, faster wear of friction surface occurs. Micro heat cracks appear on the disc surface, which enlarge radially at consecutive brakings.

Keywords: brake disc, exploitation, wear

Избранные вопросы по эксплуатации дисковых тормозов современных единиц подвижного состава

Резюме

Дисковые тормоза, из-за ряда преимуществ по сравнению с обычным вакуумным механическим тормозом, все чаще употребляются в пассажирских вагонах и тяговых подвижных единицах. К основным преимуществам тормозных систем принадлежит стабильный уровень коэффициента трения фрикционных накладок о тормозный диск в функции скорости торможения [10]. Долгосрочная эксплуатация дисковых систем вне эксплуатационного износа показала, что во время торможения в коротких интервалах наступает ускоренный износ поверхности трения диска. На поверхности диска возникают микротрещины, которые растут радиально во время следующих торможений. Отдельную группу повреждений представляют дефекты рычажного механизма, однако это случайные ситуации по сравнению с повреждениями фрикционной пары диск – фрикционная накладка.

Ключевые слова: дисковые тормоза, эксплуатация, износ