

Andrzej HEŁKA, Adam MAŃKA

TECHNOLOGICZNO – EKSPLOATACYJNE ASPEKTY TRWAŁOŚCI KŁOCKÓW HAMULCOWYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono problemy związane z eksploatacją wstawek hamulcowych wykonanych z różnych materiałów pod kątem wpływu na ich trwałość. Omówiono niekorzystne zjawiska i ewentualne ich przyczyny występujące w trakcie eksploatacji wstawek hamulcowych oraz zasugerowano sposoby i rozwiązania zmierzające do eliminacji tych problemów.

COMPARISION OF CONSTRUCTION OF RAILWAY BRAKE SHOE

Summary. The paper present problems connected with exploitation of brake shoe made of different composites materials and cast iron. Showed also adverse phenomena and their reason occurring normal exploitation time of brake shoe. In this article was suggested solution for eliminating that problems.

1. WSTĘP

W trakcie eksploatacji kolejowych wstawek hamulcowych występują problemy, które mają wpływ na ich trwałość. Związane są one z okresem (wiekiem) eksploatowanego taboru oraz stosowanymi ówczennie rozwiązaniami konstrukcyjnymi, parametrami pracy układów hamulcowych, a także z wprowadzeniem nowych materiałów na wstawki hamulcowe.

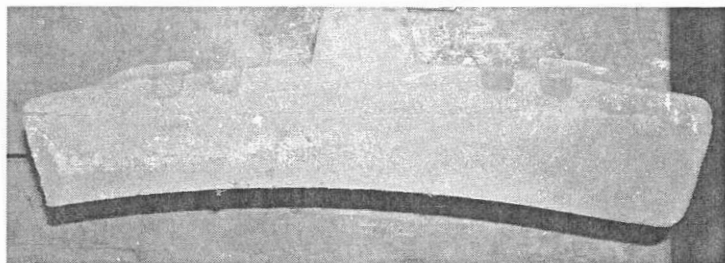
Ze względu na fakt szczególnego wpływu elementów układu hamulcowego na bezpieczeństwo w transporcie szynowym oraz interdyscyplinarny charakter zjawisk zachodzących w układzie koło – klocek hamulcowy w trakcie hamowania pojazdu (zjawiska mechaniczne, termiczne, trybologiczne, termodynamiczne oraz zjawiska akustyczne, drgania i iskrzenie elementów ciernych), Katedra Transportu Szynowego, Wydziału Transportu Politechniki Śląskiej w Katowicach prowadzi od wielu lat badania laboratoryjne, eksploatacyjne i numeryczne dotyczące układu wstawka hamulcowa - koło kolejowe.

W artykule zostały przedstawione wnioski wynikające z badań eksploatacyjnych różnych typów wstawek hamulcowych stosowanych obecnie na taborze kolejowym.

2. PROBLEMY WYSTĘPUJĄCE W TRAKCIE EKSPLOATACJI WSTAWEK HAMULCOWYCH

Problem eksploatacji starego taboru trakcyjnego ma obecnie coraz większy wpływ na trwałość i warunki eksploatacji wstawek hamulcowych. Powszechnym zjawiskiem są

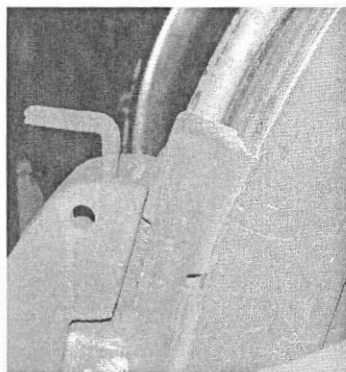
nierównomierne i częstokroć wadliwe formy zużywania się wstawek hamulcowych. Obserwuje się klinowe zużywanie się wstawek (rys. 1), co powoduje konieczność szybszej wymiany wstawki, a tym samym skraca czas eksploatacji.



Rys. 1. Zużycie klinowe wstawki hamulcowej

Fig. 1. Wedge wear of brake shoe

Spotkać się także można ze zjawiskiem nieprawidłowego położenia wstawki w stosunku do zestawu kołowego, zejściem jej poza powierzchnię toczną zestawu kołowego, co skutkuje nieprawidłowym zużywaniem się wstawki, oraz przyspieszonym zużyciem powierzchni tocznej kół kolejowych w czasie eksploatacji (rys. 2).



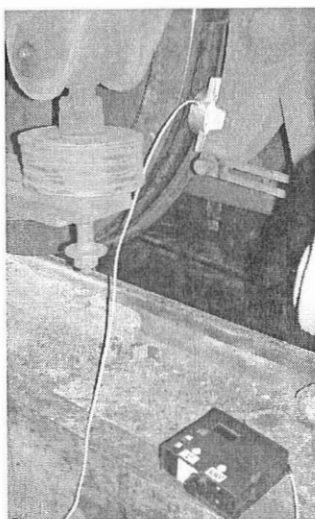
Rys. 2. Zejście wstawki hamulcowej z powierzchni tocznej koła

Fig. 2. Get off brake shoe from wheel tread

Problemem, z którym również można się spotykać w trakcie eksploatacji układów hamulcowych wyposażonych we wstawki hamulcowe, jest zjawisko nierównomiernego zużywania się wstawek dla tego samego zestawu kołowego, a nawet jednego koła. Skutkuje to tym, że wstawki zamontowane na tym samym kole zużywają się w różnym czasie, co powoduje konieczność ich wymiany. W przypadku tym rozkład nacisków powierzchniowych na koło jest nierównomierny w wyniku czego całkowita energia hamowania przypadająca na koło wytracana jest często w większości przez jedną wstawkę.

Powoduje to oprócz znacznego wzrostu naprężeń kontaktowych również zwiększonym przepływem ciepła. Gęstość strumienia ciepła generowana w tej wstawce jest kilkukrotnie większa niż w przypadku równomiernego rozkładu, co powoduje znaczny wzrost temperatur, wzrost obciążeń termicznych klocka i koła a co za tym idzie również zwiększone zużycie elementów pary ciernej.

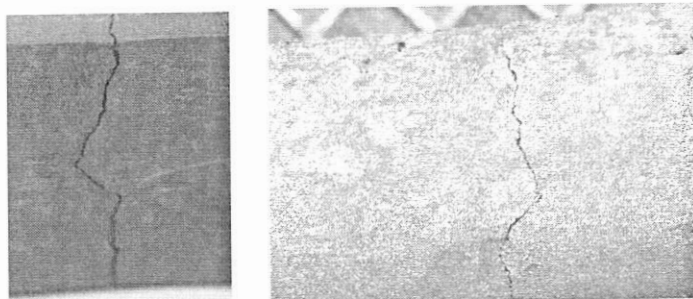
Opisane wyżej problemy wynikają z dużego stopnia zużycia i ze złej regulacji układów hamulcowych w pojazdach szynowych. Część tych negatywnych zjawisk jest eliminowanych na bieżąco w trakcie napraw bieżących czy też napraw przeprowadzanych w zakładach naprawczych. Podczas napraw niezależnie od ich zakresu (przynajmniej zgodnie z wiedzą autorów) nie jest wykonywana w sposób właściwy regulacja układów hamulcowych. Problem polega na tym, że nie są mierzone siły docisku poszczególnych wstawek na koła. Katedra Transportu Szynowego Politechniki Śląskiej w Katowicach przeprowadzała pomiary tych sił dla różnych pojazdów i stwierdzono, że różnice nacisku są znaczne. Pomiary dokonywano za pomocą przyrządu pomiarowego własnej konstrukcji (rys. 3). Taki stan układów hamulcowych prowadzi w eksploatacji do występowania opisanych wyżej nieprawidłowości, a tym samym do znacznego skrócenia trwałości i eksploatacji wstawek oraz kół kolejowych.



Rys. 3. Urządzenie do pomiaru sił nacisku pomiędzy powierzchnią koła i wstawką
Fig. 3. Equipment for pressure force measure between wheel tread and brake shoe

3. PROBLEMY EKSPLOATACYJNE ZWIĄZANE ZE WSTAWKAMI ŻELIWNymi

Na kolejach polskich eksploatowane są nadal w większości pojazdów wstawki hamulcowe żeliwne. Stosowane są różne rozwiązania konstrukcyjne tych wstawek. Polegają one głównie na rozmieszczeniu w różny sposób odpowiednich dylatacji, których podstawowym celem jest ograniczenie występowania iskrzenia podczas hamowania. Jednakże zastosowanie dylatacji skutkuje występowaniem pęknięć (rys. 4).

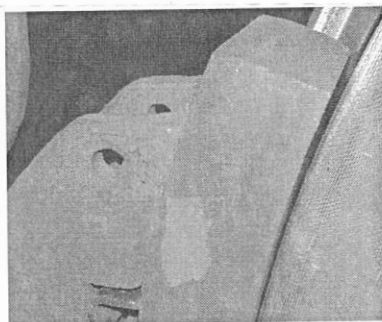


Rys. 4. Pęknięcia żeliwnych wstawek hamulcowych
Fig. 4. Fracture of cast iron brake shoe

Częstym zjawiskiem obserwowanym w trakcie eksploatacji jest również pękanie wstawek hamulcowych w dylatacjami. Pękanie to spowodowane jest najczęściej powstającymi w trakcie intensywnego hamowania znacznymi naprężeniami cieplnymi oraz korbami wynikającymi z geometrii dylatacji. Powstający wówczas stan obciążeń cieplnych i mechanicznych powoduje niekorzystny rozkład naprężeń rozciągających w sąsiedztwie otworów.

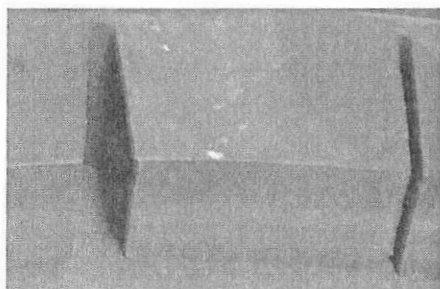
4. PROBLEMY EKSPLOATACYJNE ZWIĄZANE ZE WSTAWKAMI KOMPOZYTOWYMI

W trakcie eksploatacji wstawek kompozytowych oprócz problemów wynikających z funkcjonowania układu hamulcowego mogą występować problemy związane z niedopasowaniem promieni powierzchni ciernej wstawki i powierzchni tocznej koła (rys. 5). W przypadku niewielkiej powierzchni tarcia wstawki narażone są na występowanie dużych nacisków i naprężeń cieplnych. Dlatego w przypadku założenia nowej wstawki i dużego niedopasowania promieni mogą czasami wystąpić pęknięcia wstawek. Jednakże o ile w przypadku materiału żeliwnego pęknięcia takie prowadzą do destrukcji wstawki, o tyle w przypadku wstawek kompozytowych pęknięcia te powstają jedynie w warstwie kontaktu i nie wykazują propagacji w głąb wstawki. Jednocześnie wymagania normatywne UIC zezwalają na występowanie tego rodzaju wad dla wstawek kompozytowych.



Rys. 5. Wstawka hamulcowa nie przylegająca całkowicie do powierzchni tocznej koła
Fig. 5. Brake shoe which not adhere whole to wheel tread

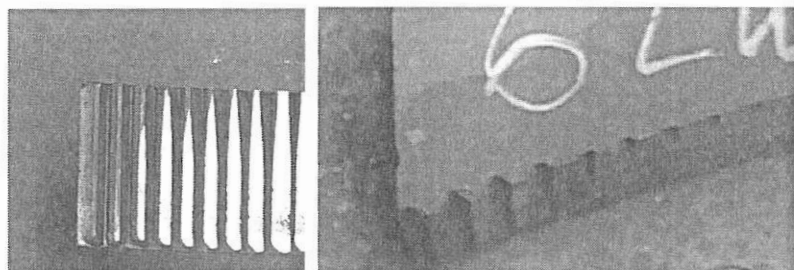
Można je jednak ograniczać na kilka sposobów. Po pierwsze, wykonuje się dylatacje, które pozwalają lepiej dopasować się wstawce do powierzchni tocznej koła (rys. 6). Materiał kompozytowy, z którego wykonywane są wstawki, połączony jest ze zbrojeniem metalowym, umożliwiając i zapewniając elastyczność takiej wstawki. Poprzez wykonanie takich dylatacji zmniejsza się ilość pęknięć w porównaniu ze wstawką jednorodną, która jest stosunkowo sztywna.



Rys. 6. Przykładowe dylatacje we wstawce kompozytowej
Fig. 6. Example of dilatation gap in composite brake shoe

Newralgicznym momentem dla wstawek hamulcowych jest etap docierania się ich powierzchni ciernej. Innym sposobem na zmniejszenie problemów związanych ze współpracą wstawek kompozytowych z kołami zestawów kołowych w początkowym okresie ich eksploatacji jest specjalne ukształtowanie powierzchni ciernej wstawki poprzez wykonanie specjalnych płytkich wyłobień (rys. 7). Dzięki takiemu rozwiązaniu zaobserwowano, że dla takich wstawek występuje szybsze dopasowanie się ich powierzchni ciernych w przypadku mocno i nietypowo zużytych powierzchni ciernych zestawów kołowych.

W miarę szybkie i poprawne dopasowanie się powierzchni ciernych wstawek hamulcowych do powierzchni tocznej zestawów kołowych jest też istotne z punktu widzenia samego procesu hamowania. Większa powierzchnia tarcia powoduje większą skuteczność hamowania, a tym samym krótszą drogę hamowania.



Rys. 7. Rowki na powierzchni ciernej wstawek hamulcowych
Fig. 7. Groove on the frictional surface of brake shoe

5. WNIOSKI

Poprawna eksploatacja wstawek hamulcowych wymaga spełnienia określonych wymogów zarówno w odniesieniu do samych wstawek hamulcowych, jak i całego układu hamulcowego pojazdu. Konieczna wydaje się odpowiednia regulacja i kontrola układów hamulcowych pod kątem rozkładu sił, szczególnie podczas ich naprawy. Konstrukcja wstawek hamulcowych powinna być tak dobrana, aby umożliwić prawidłową ich eksploatację w całym okresie jej użytkowania, także w przypadku pracy w niewłaściwych i niesprzyjających warunkach. Etap projektowania wstawek hamulcowych z dylatacjami powinien uwzględniać analizę zjawisk termicznych, mechanicznych oraz akustycznych w warunkach zbliżonych do warunków eksploatacyjnych.

Literatura

1. Grant celowy nr 6T120782001C/5667, pt.: Opracowanie technologii i uruchomienie produkcji nowych wstawek kompozytowych klocka hamulcowego dla polskiego i zagranicznego taboru kolejowego.
2. Helka A.: Przegląd konstrukcji nie iskrzących żeliwnych wstawek klocków hamulcowych, Międzynarodowe spotkanie doktorantów Pardubice 13 – 14 luty 2001. Publikacja w materiałach konferencji, CD ROM.
3. Karta UIC 541-4.
4. Sitarz M., Helka A., Piec P., Zając G.: Badania eksploatacyjne żeliwnych i kompozytowych wstawek hamulcowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Seria: Transport z. 43. Gliwice 2001.
5. Mańka A., Helka A., Bułhak J.: Kompozytowe wstawki hamulcowe – modelowanie, badania, eksploatacja, Miesięcznik Przegląd Komunikacyjny nr 11, 2004.

Recenzent: Dr hab. inż. Paweł Piec
Profesor Politechniki Krakowskiej