

**V Scientific Conference organized by
Railway Institute
and
Warsaw University of Technology - Faculty of Transport**

ADVANCED RAIL TECHNOLOGIES

**THE NEWEST TECHNOLOGY
IN RAIL TRANSPORT**



Warsaw 2016

**TEMPERATURE FIELD ANALYSIS OF BRAKE DISCS FOR HIGH SPEED TRAIN
USING INFRARED TECHNOLOGY****Robert Konowrocki², Witold Groll¹, Jacek Kukulski¹, Sławomir Walczak¹**¹ Railway Institute, ²Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences**e-mail:** rkonow@ippt.pan.pl, wgroll@ikolej.pl, jkukulski@ikolej.pl, swalczak@ikolej.pl*Keywords: high speed train braking, infrared technology, hot spotting, hot banding, brake disc, heat transfer***Introduction**

Thermoelastic instabilities are typically observed in frictional systems, which transform large quantity of kinetic energy into thermal energy. To this group we can include a high speed train brake system. This brake systems exposed to thermoelastic instabilities show a characteristic temperature distribution on break disc surface that can lead to local material change [1,2], vibrations of the braking system element [3] coefficient of friction fluctuations [4,5]. When reaching a critical sliding velocity, experiments show a nonhomogeneous and often periodic temperature distribution on the sliding surface, e.g. [1,2,5]. The mechanism of the phenomenon is caused by the interaction of heat generation and thermal expansion. A local rise in surface temperature results in a thermal expansion of the material nearby. Such a region of elevated temperature therefore is slightly higher than the surrounding topography and therefore carries a dominating part of the frictional load. A following rise in heat can destabilize the process [2]. Two basic forms of thermoelastic instabilities can be commonly observed such as hot spots and hot bands [5].

Considered the research problem

In this presentation, the temperature field analysis of a steel and cast iron brake discs of a railway brake system are presented. The experimental investigation were obtained on a special test stand to investigation of a railway brake system using the infrared technology. There is shown a comparison process of the formation of hot bands and hot spots in the brake discs made from different materials.

Conclusions

In this article is presented use of the infrared technology to testing braking process of the high speed train brake systems. The study shown the influence of the effects thermoelastic instability to changes material properties in considered brake discs.

Literature

1. Graf M. and Ostermeyer G.-P.: *Hot bands and hot spots: some direct solutions of continuous thermoelastic systems with friction*, Phys. Mesomech., 15 (5-6), 2012: 306–315.
2. Kao T., Richmond J.W. and Douarre A.: *Brake disc hot spotting and thermal judder: an experimental and finite element study*, Int. J. Vehicle Des. 23, 2000: 276–296.
3. Konowrocki R., Bogacz R., *Numerical analysis of vibration in a brake system for high speed train*, *Vibrations in Physical Systems*, ISSN: 0860-6897, Vol.25, 2012: 235-240.
4. Konowrocki R., Kukulski J., Walczak S. and Groll W., *Distribution of thermal energy in parts of the braking system for high-speed trains*, *Proceeding of Railway Vehicles Conference*, ISSN: 0138-0370, Vol.2, supplement on CD, 2014: 1-14 (in Polish).
5. Panier S., Dufrenoy P. and Weichert D., *An experimental investigation of hot spots in railway disc brakes*, *Wear*, 2004; 256: 764–773.

**ANALIZA PÓL TEMPERATUR W DYSKACH HAMULCOWYCH POJAZDÓW
KOLEI DUŻEJ PRĘDKOŚCI PRZY UŻYCIU TECHNIKI TERMOWIZYJNEJ****Robert Konowrocki², Witold Groll¹, Jacek Kukulski¹, Sławomir Walczak¹,**¹ Instytut Kolejnictwa, ² Instytut Podstawowych Problemów Techniki, PAN

e-mail: rkonow@ippt.pan.pl, wgroll@ikolej.pl, jkukulski@ikolej.pl, swalczak@ikolej.pl

*Słowa kluczowe: kolejowe układy hamulcowe, gorące obszary, podczerwień, tarcze hamulcowe***Wprowadzenie**

Termoelastyczne zaburzenia można zwykle obserwować w systemach tarciovych przekształcających dużą ilość energii kinetycznej w energię cieplną, przykładem mogą być układy hamulcowe i sprzęgła. Jedną z tych grup są tarczowe systemy hamulcowe pociągów dużej prędkości. Układy te narażone są na termosprężystą niestabilność, wykazują charakterystyczny rozkład temperatury na powierzchniach tarcz hamulcowych, które mogą prowadzić do lokalnych zmiany własności materiału [1,2], drgania elementu układu hamulcowego [3] oraz wahań współczynnika tarcia [4,5]. Badania eksperymentalne wykazują, że gdy osiągnięcie krytycznej prędkości poślizgu wywołuje niejednorodny i często okresowy rozkład temperatury na powierzchni ślizgowej pary ciernej [1,2,5]. Mechanizm tego zjawiska spowodowany jest przez wzajemne oddziaływanie energii cieplnej i rozszerzalności cieplnej materiału pary ciernej. Lokalny wzrost temperatury powierzchni tarczy powoduje rozszerzalności cieplną materiału w tym obszarze. Takie lokalne podwyższenie temperatury jest więc nieco wyższe od otaczającego, a tym samym prowadzi do dominujących oddziaływań sił tarcia. Następnym takim wzrostu temperatury jest destabilizacja proces hamowania [2]. Zjawisko to może wywołać dwie podstawowe formy niestabilności, są to gorące punkty oraz gorące obszary widoczne na powierzchniach ciernych tarcz hamulcowych [5].

Problem badawczy i metoda badawcza

W pracy zaprezentowano analizy pól temperatury w stalowej i żeliwnej tarczy hamulcowej, stosowanej w kolejowych układach hamulcowych. Badania eksperymentalne przeprowadzono na specjalistycznym, homologowanym stanowisku do badania układu hamulcowego zlokalizowanym w Instytucie Kolejnictwa. Podczas badań użyto technologii podczerwieni do pomiarów. W pracy zilustrowano proces powstawania gorących pasm i punktów.

Podsumowanie

W tym artykule przedstawiono wykorzystanie technologii podczerwieni do badania procesu hamowania układów hamulcowych pociągów dużych prędkości. Otrzymane wyniki wykazały wpływ niestabilności termosprężystej na zmiany właściwości materiałowych powierzchni badanych tarcz hamulcowych.

Bibliografia

1. Graf M., Ostermeyer G.-P.: *Hot bands and hot spots: some direct solutions of continuous thermoelastic systems with friction*, Phys. Mesomech., 15 (5-6), 2012: 306–315.
2. Kao T., Richmond J.W., Douarre A.: *Brake disc hot spotting and thermal judder: an experimental and finite element study*, Int. J. Vehicle Des. 23, 2000: 276–296.
3. Konowrocki R., Bogacz R.: *Numerical analysis of vibration in a brake system for high speed train*, Vibrations in Physical Systems, ISSN: 0860-6897, Vol.25, 2012: 235-240.
4. Konowrocki R., Kukulski J., Walczak S., Groll W.: *Dystrybucja energii cieplnej w elementach układu hamulcowego pojazdów dużych prędkości*, Pojazdy Szynowe, ISSN: 0138-0370, Vol.2, Suplement na płycie CD, 2014: 1-14.
5. Panier S., Dufrenoy P. and Weichert D.: *An experimental investigation of hot spots in railway disc brakes*, Wear, 256, 2004: 764–773.