

Hubert LATOŚ

OCENA ZAPALNOŚCI ISKRZENIA PARY TRĄCEJ

Streszczenie. W artykule przedstawiono porównawczą ocenę zapalności iskrzenia ruchowej pary trącej. Dokonuje się tego na podstawie porównań liczby i wielkości śladów, jakie pozostawiają iskry na papierze rozpostartym prostopadle do ich ruchu. Podano przykład zastosowania tego sposobu do oceny względnej zapalności iskrzenia dwóch odmian wstawek klocków hamulcowych pojazdów szynowych.

FRICIONAL PAIR INFLAMMABILITY SPARKING ESTIMATION

Summary. The paper deals with comparative kinetic frictional pair inflammability sparking estimation. It has been done on the ground of comparisons the leaving numbers and tracks size sparks behind the perpendicular spread out paper to its motion. It has been also presented the application example that manner to inflammability sparking relative estimation with two modifications pad break shoe of rail-vehicles.

1. WPROWADZENIE

Iskrzenie może pojawić się podczas dynamicznego tarcia ślizgowego dwóch ciał stałych. W budowie i eksploatacji maszyn dotyczy to głównie par intensywnie trących, występujących w niektórych hamulcach ciernych oraz w niektórych sposobach kształtowania w stanie stałym, jak na przykład podczas szlifowania. Iskrzenie to może być zjawiskiem pozytywnym wykorzystywanym do identyfikacji stanu materiału lub procesu albo negatywnym, prowadzącym do zapłonu materiałów łatwopalnych znajdujących się w obszarze występowania iskier. Próby ograniczenia negatywnych aspektów iskrzenia, poprzez poszukiwanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych czy eksploatacyjnych lub nowych materiałów, wymuszały potrzebę oceny intensywności iskrzenia, z czym wiąże się ocena zapalności iskrzenia.

Istnieje wiele prób jakościowej i ilościowej oceny iskrzenia. Wiadomo, że warsztatowe zgrubne próby identyfikacji niektórych stali opierają się na analizie kształtu i intensywności iskier powstających podczas szlifowania określonego materiału. Stwierdzono w pracy [1], podczas fotografowania pojedynczych iskier, że można istotę tę także stosować do odlewniczych stopów Al naniesionych w postaci rozmazu na skorodowaną stal. W innej pracy, zakończonej wzorem użytkowym [2], intensywność iskrzenia wstawek klocków hamulcowych

pojazdów szynowych szacowano jakościowo według uniwersalnej skali stanów względnych od 0 do 9, chociaż celem była ocena zapalności iskrzenia. W pracy [5] próbowano ilościowo oceniać stan snopa iskiei powstających podczas szlifowania. Stosowano do tego kamerę video oraz komputerową analizę rejestrowanego obrazu. W istocie oceniano jednak fenomen świetlny związany z iskrzeniem, a nie zapalność powstających iskiei.

Celem prób i badań relacjonowanych w niniejszym artykule była ocena intensywności i zapalności iskrzenia w zastosowaniu do hamulców pojazdów szynowych, w których podczas hamowania wstawka klocka hamulcowego dociskana jest do bieżni koła tocznego pojazdu. Związane to było z wdrożeniem do produkcji w ZNTK Bydgoszcz SA. nowego, oryginalnego rozwiązania kształtu powierzchni czarnej wstawek klocków hamulcowych do pojazdów szynowych [6].

2. METODYKA I TECHNIKA BADAŃ

Badania doświadczalne prowadzono jako badania porównawcze dwóch odmian wstawek klocków hamulcowych, w dwóch etapach. W I etapie prób i badań stosowano próby modelowe i badania stanowiskowe w skali naturalnej, w II etapie tylko badania stanowiskowe.

W etapie I próbowano ustalić najlepsze warunki rejestracji fotograficznej iskrzenia wstawek klocków hamulcowych. Stosowano różne obiektywy, filmy i różne warunki ekspozycji. W etapie tym sprawdzono także przydatność videofilmowania iskrzenia do oceny intensywności iskrzenia.

W II etapie dla ustalonych w etapie I warunków ekspozycji powtarzano po 5× próby symulujące w skali naturalnej hamowania wagonów z pełnym obciążeniem, od 100 km/h, 120 km/h [3]. W czasie prób starano się za pomocą nie mniej niż 5 zdjęć zarejestrować największe iskrzenie w danej próbie. Jednocześnie w czasie prób określano zapalność iskrzenia poprzez położenie papieru w miejscu padania iskiei, zgodnie z rys.1, i określano skutki wywołane iskrzeniem. Po zatrzymaniu, ustalano liczbę zaczerwień i przepaleń papierów, na które padały iskry. Przypalenia oraz przepalenia, określane dla obydwu stron papieru, podzielono na trzy grupy w zależności od ich średnicy: do 1 mm, 1÷2 mm, ponad 2 mm. Następnie określano zwiększenie lub zmniejszenie zapalności iskiei wstawek ZNTK stosunku do zapalności iskiei dotychczasowych wstawek, według BN [7].

3. WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Celem ewentualnego różnicowania iskrzenia dogodnie jest zwiększyć czas ekspozycji fotograficznej, na przykład do 1 sekundy, przy wyłączonym oświetleniu miejscowym stanowiska badawczego. Pozwala to uwypuklić iskrzenie, gdyż każda zarejestrowana iskra wyobrażona jest przez świetlistą kreskę, bardziej dogodną do obserwacji od punktu. Videofilmowanie bez komputerowej analizy obrazu okazało się mało przydatne dla oceny stosunkowo małych różnic iskrzenia. Korzystniej analizę tę jest prowadzić na fotografiach. Wadą fotografii jest jednak to, że przeważnie rejestruje się tylko znikomo mały czas w stosunku do całego czasu iskrzenia podczas hamowania.

Do badań II etapu rejestrujących zapalność iskrzenia stosowano wstawki dwóch odmian: według BN i ZNTK. Wstawki były wykonane z jednego wytopu, o identycznym składzie chemicznym i strukturalnym. Podczas kolejnych hamowań występowało iskrzenie o różnym

natężeniu i to zarówno przy stosowaniu różnych, jak i jednakowych odmian wstawek. W etapie tym dokonywano także rejestracji fotograficznej, grupując zdjęcia w trzech grupach intensywności iskrzenia: próby z najmniejszym, średnim i największym iskrzeniem.

Wyniki ilościowe skutków iskrzenia dokonane na podstawie liczby i wielkości zaciemnień i wypaleń na papierach, na które padały iskry, zestawiono w tabl.1.

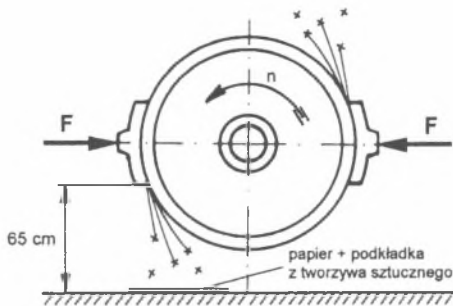
Tablica 1

Liczba nadpalonych lub wypalonych części na 5 papierach,
na które padały iskry podczas 5 prób
a) od strony padania iskier

Wstawki		Liczba śladów o średnicy			
		$\varnothing < 1$ mm	$\varnothing 1 \div 2$ mm	$\varnothing > 2$ mm	suma
ZNTK	suma	81	16	3	100
	rozstęp	49	4	3	54
	średnio	16,2	3,2	0,6	20
Wg BN	suma	174	31	20	225
	rozstęp	70	13	12	95
	średnio	34,8	6,2	4	45

b) od strony odwrotnej do padania iskier

Wstawki		Liczba śladów o średnicy			
		$\varnothing < 1$ mm	$\varnothing 1 \div 2$ mm	$\varnothing > 2$ mm	suma
ZNTK	suma	48	13	2	63
	rozstęp	31	5	2	38
	średnio	9,6	2,6	0,4	12,6
Wg BN	suma	105	27	17	149
	rozstęp	50	11	8	68
	średnio	21	5,4	3,4	29,8



Rys. 1. Usytuowanie papieru względem źródła iskrzenia

Fig.1. Paper location vs. sparking source

Liczbę przypaleń papieru liczone na stronie, na której padały iskry i oddzielnie na stronie odwrotnej. Ze względu na mniejsze rozstępy wyników korzystniej jest liczyć i mierzyć przypalenia i przepalenia na odwrotnej stronie papieru od tej, na którą padają iskry. Można wprowadzić względny wskaźnik zapalności iskrzenia jako iloraz liczby śladów wytwarzanych podczas iskrzenia różnych porównywanych wobec siebie par trących, na przykład:

$$\frac{\text{wstawki ZNTK}}{\text{wstawki BN}} \quad (1)$$

Iloraz ten (1), wyznaczony w tabl.2, wyraża obniżenie lub wzrost zapalności przy stosowaniu różnych odmian par trących. Z tablicy 2 wynika, że wstawki ZNTK wytwarzają ogólnie nie więcej niż 44% tych przypaleń papieru, które występują przy wstawkach według BN. Dużych przypaleń ($\varnothing > 2$ mm) jest nawet około 7 razy mniej przy stosowaniu wstawk z rowkami. Biorąc pod uwagę tylko zwęglenia papieru o największej średnicy $\varnothing > 2$ mm, można ocenić, iż zapalność iskrzenia wstawk ZNTK jest ponad 8x mniejsza. Zdarza się jednak, że udział w zapaleniu posiadają też zwęglenia mniejsze. Można zatem przyjąć średnią ważoną. Wagami dla poszczególnych średnic może być wartość średnicy lub powierzchni śladu zwęglenia. Z tabl.2 wyliczyć można wskaźnik dla średnic ważonych, który wynosi 0,34 i dla ważonych powierzchni śladu zwęglenie 0,25. Średnia ogólna wskaźników wynosi 0,29. Oznacza to, że zapalność iskrzenia wstawk ZNTK jest około 3,4 razy mniejsza od zapalności iskrzenia wstawk według BN.

Tablica 2

Zapalność iskier wytwarzanych podczas symulacji hamowania wagonów z pełnym obciążeniem od 100 km/h, wstawkami BN i ZNTK, według liczby i średnicy śladów palenia

Wstawki	Średnia liczba śladów od strony:							
	padania iskier				odwrotnej do padania iskier			
	$\varnothing < 1$ mm	$\varnothing 1+2$ mm	$\varnothing > 2$ mm	suma	$\varnothing < 1$ mm	$\varnothing 1+2$ mm	$\varnothing > 2$ mm	suma
ZNTK	16,2	3,2	0,6	20	9,6	2,6	0,4	12,6
Wg BN	34,8	6,2	4	45	21	5,4	3,4	29,8
$\frac{\text{ZNTK}}{\text{BN}}$	0,46	0,52	0,15	0,44	0,46	0,48	0,12	0,42
Iskrzenie wstawk ZNTK Bydgoszcz S.A. wykazywało mniejszą zapalność w stosunku do wstawk według BN o					2,2×	1,9×	8,3×	2,4×

4. WNIOSKI

Przeprowadzone badania oraz ich analiza z uwzględnieniem literatury upoważniają do wysunięcia niżej sprecyzowanych wniosków:

1. Sposób ilościowego pomiaru zapalności iskier poprzez ocenę skutków zarzenia się iskier na papierze, z uwzględnieniem średnicy śladów zarzenia i ich ilości, jest wystarczający do różnicowania różnych odmian par tarcia z punktu widzenia zapalności wytwarzanych z nich iskier podczas tarcia suchego.

2. Sposób wykonywania zdjęć o czasie ekspozycji 1 sekunda, przy ograniczeniu stanowiskowego oświetlenia sztucznego jest wystarczająco dobry do rejestracji i różnicowania intensywności iskrzenia podczas modelowych i stanowiskowych badań hamowania różnymi odmianami wstawek klocków hamulcowych pojazdów szynowych.
3. Celowymi są dalsze badania techniki oceny iskier i iskrzenia. Badania winny określić sposób doboru odmiany papieru do określonych badań oraz zapalność pojedynczych iskier.
4. Celowymi są badania z zobiektywizowanym uruchamianiem seryjnym migawki, szczególnie przy większych prędkościach i naciskach. Pozwoliłoby to na bardziej porównywalną ocenę iskrzenia, pod warunkiem że interwał czasowy byłby dostatecznie mały.

Literatura

1. Dudyk M., Ciućka T., Pezda J., Wasilewski P.: Iskrzenie stopów aluminium. Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji Komisji Budowy Maszyn PAN – Oddział w Poznaniu, vol. 18, nr spec., Poznań 1998.
2. Gebrauchsmuster U1, G 91 14 265.2, DE. Zgłosz. 1991.11.15. Opubl. 1992.04.02. Int.Cl.5: C09 3/14 i inne. Asbestfreier Reibbelag. Rütgers Pagid AG, 4300 Essen, DE.
3. Kaluba M.: Sprawozdanie z badań porównawczych dwu rodzajów wstawek klocków hamulcowych (wykonanych wg konstrukcji ZNTK-Bydgoszcz i wg PN-92/K-88151). Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Pojazdów Szynowych w Poznaniu, nr pracy SB-2055. Poznań, marzec 1998 (praca niepublikowana).
4. Latoś H. i inni: Badanie nad rozwojem konstrukcji wstawek klocków hamulcowych, Zadanie 2: Badania nad optymalizacją przekroju poprzecznego rowków wstawek klocków hamulcowych. Praca nr PUNT 1/1998, wykonana przez Przedsiębiorstwo Usług Naukowo-Technicznych Hubert Latoś, na zlecenie ZNTK Bydgoszcz S.A.. Bydgoszcz, 1998 (praca niepublikowana).
5. Rajmohan B., Radhakrishnan V.: On the Possibility of Process Monitoring in Grinding by Spark Intensity Measurements. Transactions of the ASME, vol.116, 1994.
6. Wstawki klocków hamulcowych pojazdów szynowych produkcji ZNTK Bydgoszcz S.A. według patentu nr 170619, PL .Zgłosz. P-298032 z 1993.03.09, opubl.1994.09.19 w BUP 19/94. Udzielony patent ogłoszono 1997.01.31 w WUP 01/97. IntCl⁶: B61H 5/00. Kłoczek hamulcowy zwłaszcza do taboru kolejowego. ZNTK Bydgoszcz S.A., PL. Twórcy: H. Latoś, A. Kaszowski, Z. Duszyński, W. Ostrowski. PL.
7. Wstawki klocków hamulcowych pojazdów szynowych według BN-90/3517-62.

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

Abstract

Sparking can appear during kinetic friction of two solid bodies working in difficult conditions such as brakes of rail vehicles. The paper deals with comparative kinetic frictional pair inflammability sparking estimation. It has been done on the ground of comparisons the leaving numbers and tracks size sparks behind the perpendicular spread out paper to its motion. It has been also presented the application example that manner to inflammability sparking relative estimation with two modifications pad break shoe of rail-vehicles.