

SKORUPKA Zbigniew¹
KAJKA Rafał²
WRÓBEL Tomasz³

BADANIA DROGOWE NOWEGO TYPU HAMULCA DO POJAZDU OPANCERZONEGO

Pojazdy opancerzone stanowią ważny element wyposażenia współczesnej armii. Niezawodność tych pojazdów stanowi o bezpieczeństwie przewożonych nimi ludzi i towarów. Ze względu na wysoką masę własną pojazdów opancerzonych problemem staje się zapewnienie optymalnie działających hamulców, zapewniających z jednej strony rozsądną drogę hamowania a z drugiej akceptowalne koszty wytworzenia i użytkowania. Proces doboru parametrów, projektowania oraz późniejszej weryfikacji gotowego wyrobu jest procesem trudnym i czasochłonnym. Niniejsza praca przedstawia badania drogowe będące uzupełnieniem przeprowadzonych wcześniej badań laboratoryjnych hamulca pojazdu opancerzonego, projektu wykonanego w Pracowni Podwozi Lotniczych ILOT.

ROAD TESTS OF ARMOURED VEHICLE NEW BRAKE TYPE

This paper contains a description of road tests made on newly constructed brake for heavy transport car. Tests were performed in order to compare data and prove laboratory tests results of mentioned car brake. Tests were made using real vehicle on existing road in order to achieve reliable base for result analysis.

1. WSTĘP

Pracownia Podwozi Lotniczych ILOT uczestniczyła w pracy polegającej na przeanalizowaniu i ewentualnym przeprojektowaniu układu hamulcowego użytego w pojeździe opancerzonym używanym przez siły zbrojne RP. W trakcie wykonywania misji bojowych zostało zauważone, że układ hamulcowy pojazdu nie jest wystarczająco wydajny oraz generuje wysokie zużycie okładzin ciernych. Specjaliści Pracowni Podwozi ILOT zajęli się tematem w sposób kompleksowy przeprowadzając analizę teoretyczną układu hamulcowego [1] a następnie przeprowadzając serie badań laboratoryjnych [2] mających na celu zbadanie istniejących hamulców oraz dobranie rozwiązania optymalizującego ich działanie.

^{1,2}Instytut Lotnictwa, Pracownia Podwozi Lotniczych, 02-256 Warszawa, al. Krakowska 110/114

Tel.: + 48 22 846 00 11 wew 219, Fax: + 48 22 846 37 52

E-mail: Zbigniew.SKORUPKA@ilot.edu.pl, Rafal.KAJKA@ilot.edu.pl

³AMZ-Kutno, 99-300 Kutno, ul. Skłęczkowska 18, tel.: +4824 357 99 00, E-mail: t.wrobel@amz.pl

W wyniku przeprowadzonych analiz teoretycznych oraz badań laboratoryjnych istniejącego hamulca stwierdzono, że stosowany podzespół jest zbyt mało wydajny jak na warunki pracy, którym jest poddany. Aby to rozwiązać należy zmienić hamulec na wydajniejszy co można przeprowadzić w dwojaki sposób:

1. Wymienić okładziny cierne na bardziej wydajne przy zachowaniu układu hamulcowego bez zmian
2. Przeprojektować układ hamulcowy w taki sposób aby spełniał wymagania konstrukcji z zachowaniem nadmiarowego marginesu, aby przy kolejnej iteracji wyposażenia pojazdu nie trzeba było przeprojektowywać hamulców ponownie.

Na początek została sprawdzona pierwsza droga jednak bez zadowalających wyników. Zużycie nowych okładzin ciernych zmniejszyło się znacznie jednakże nie korelowało ze skutecznością hamowania. Droga hamowania nie tylko nie skróciła się, ale wzrosła o 3%. W związku z niekorzystnymi wynikami badań postanowiono przekonstruować układ hamulcowy.

Przekonstruowanie polegało na zmianie zacisku hamulcowego bez potrzeby zmiany innych podzespołów i parametrów układu. Podstawowym kryterium było zapewnienie wystarczającej efektywności hamowania przy pozostawieniu niezmiennych ciśnień i wydatków istniejącego układu hamulcowego innymi słowy bez wymiany przewodów i pompy hamulcowej.

Zdecydowano się na zaprojektowanie zacisku trójtłokowego zastępującego istniejący dwutłokowy. Dzięki dodaniu dodatkowego tłoczka udało się zredukować drogę hamowania o 30% w stosunku do pierwotnego rozwiązania. Wynik ten został potwierdzony w badaniach stanowiskowych w laboratorium.

Po zakończeniu badań laboratoryjnych kolejnym etapem było przebadanie nowego rozwiązania na pojeździe w warunkach drogowych.

2. BADANIA PROTOTYPU UKŁADU HAMULCOWEGO NA POJEŹDZIE.

2.1 Przygotowanie pojazdu do badań

Badania drogowe przeprowadzone zostały w Kutnie w siedzibie firmy AMZ. Przygotowano obiekt badań, zainstalowano aparaturę pomiarową oraz sprawdzono działanie układu pomiarowego i hamulcowego. Zainstalowano oprzyrządowanie pomiarowo-rejestrujące:

- ciśnienie p_h [bar],
- przyspieszenie n_{z2} [g] - poziome,
- przyspieszenie n_{z1} [g] - pionowe.

Ponadto pośrednio z uzyskanych wyników pomiarów określano:

- fazę rozpędzania
- prędkość początku hamownia
- drogę hamowania
- czas hamowania
- energię hamownia

Zidentyfikowano niezbędne parametry badanego obiektu takie jak:

- Typ pojazdu: DZIK wersja medyczna tzw. Sanitarka, ta wersja pojazdu została użyta ze względu na rozmiar i układ wnętrza pojazdu pozwalający na swobodne zainstalowanie układów pomiarowych i rejestracyjnych,
- Ciśnienie w oponach,
- Masa pojazdu: 5716 [kg],



Rys.1. Czujniki i aparatura pomiarowa wewnątrz pojazdu.

Przy pomocy wąg najazdowych przeprowadzono ważenie pojazdu oraz określenie położenia środka ciężkości poprzez zmierzenie nacisków na poszczególne osie pojazdu.

Sumaryczna zmierzona masa pojazdu wynosiła 5716[kg].

Przy wykorzystaniu stanowiska do badań statycznych hamulców wykonano identyfikację wzorcowych parametrów hamowania stanowiących odniesienie do późniejszych wyników.

Tab. 2. Przykładowy pomiar z badania stanowiskowego starego zacisku dwutłokowego.

L.P.	Oś	Siła na kole lewym [N]	Siła na kole prawym [N]
1	przednia	9620	7430
2	tylna	10160	9750
3	tylna postojowy	4600	2210



Rys.2. Pojazd na stanowisku diagnostycznym.

Po przeprowadzeniu wstępnych badań charakterystyk obiektu przy użyciu stanowiska pomiarowego, przystąpiono do badań na drodze z nawierzchnią asfaltową.

W celu weryfikacji oprzyrządowania pomiarowego zamontowano tzw. piąte koło aby zweryfikować na podstawie niezależnej rejestracji drogę hamowania oraz prędkość początku hamowania. Po przeprowadzeniu serii hamowań weryfikujących zdemontowano piąte koło i pozostawiono jedynie oprzyrządowanie pomiarowe ILOT.



Rys.3. Piąte koło – pomiar drogi hamowania oraz prędkości początku hamowania

Po przeprowadzeniu wszystkich czynności przygotowawczych przystąpiono do wykonywania właściwych badań drogowych pojazdu.

2.2 Badania drogowe.

Przeprowadzono 6 hamowań z oryginalnym układem hamulcowym. Prędkość początku hamowania ustalana była na ok. 60km/h. Hamownia odbywały się na prostym, suchym, asfaltowym odcinku jezdni o długości ok. 600m. Hamowania przeprowadzono w celu zebrania danych niezbędnych do późniejszej analizy wydajności nowego hamulca

W kolejnym etapie zainstalowano nowy układ hamulcowy na przedniej osi. Wykonano badania momentów hamowania na stanowisku z rolkami na układzie niedotartym.



Rys. 4. Nowy hamulec trójrolkowy zamontowany na pojeździe

Tab. 3. Pomiar z rolek dla hamulca trójrolkowego

L.P.	Oś	Siła na kole lewym [N]	Siła na kole prawym [N]
1	przednia	5820	5940
2	tylna	7960	8280
3	tylna postojowy	2110	1760

Wykonano dodatkowo badania siły nacisku na pedał hamulca w funkcji ciśnienia hamowania w konfiguracji bez wspomagania podciśnieniowego oraz ze wspomaganiem.

Tab. 4. Pomiar siły na pedale hamulca

L.P.	Ciśnienie [MPa]	Siła na pedale hamulca [daN]	
		Bez wspomagania	Ze wspomaganiem
1	2	37,0	4,5
2	4	65,0	10,0
3	6	91,0	12,7
4	8	96,0	19,0
5	10	-	23,0
6	12	-	36,0
7	14	-	54,0
8	16	-	80,0

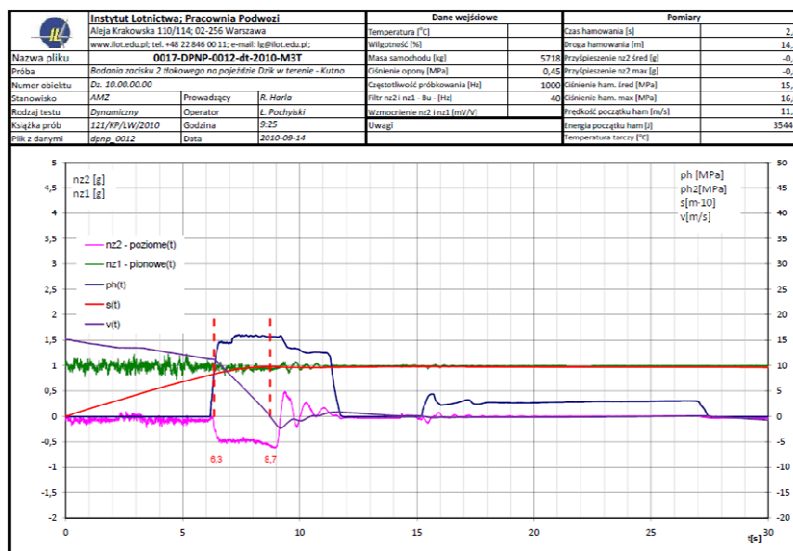
Następnie przeprowadzono badania drogowe w tych samych warunkach oraz z identycznym oprzyrządowaniem co badania porównawcze z oryginalnym hamulcem. W sumie przeprowadzono 15 prób.

W tabeli przedstawione zostały uśrednione wyniki prób drogowych.

Tab. 5. Uśrednione wyniki prób drogowych

V _{pocz.} [km/h]	Ciśnienie [MPa]	Czas [s]	Temp. [°C] Poc./Koń.	przyspieszenie n _{z2} [g]
60	14,67	2,89	43/123	0,67

Poniżej przedstawiony jest przykładowy wykres z badań hamulca trójtłokowego.



Rys. 5. Przykładowy wykres badania hamulca trójtłokowego

W trakcie badań nowego układu hamulcowego na przedniej osi pojazdu zaobserwowano wzmożone blokowanie kół tylnej osi w trakcie hamowania. Jest to zjawisko występujące po wzmocnieniu układu hamulcowego przedniej osi i w związku z tym przy hamowaniu z takim samym ciśnieniem w układzie hamulcowym przednia oś hamując intensywniej powoduje odciążenie tylnej osi co prowadzi do wcześniejszego blokowania tylnych kół. Dowodzi to iż układ hamulcowy całego pojazdu powinien być modyfikowany globalnie z uwzględnieniem obu osi. Na potrzeby projektu wykonano prototypy hamulców tylko przedniej osi. Oś tylnia została przebadana w warunkach laboratoryjnych jako wyizolowana.

3. WNIOSKI

Z przeprowadzonych badań laboratoryjnych uzyskano 37% poprawę skuteczności hamowania przy porównaniu oryginalnego układu hamulcowego przedniej osi z nowym układem (stosunek 3E/2E):

Tab. 6. Porównanie parametrów hamulca dla różnych konfiguracji.

Średnia	2 tłoczkowy (Textar)	2 tłoczkowy (EBC4000)	3 tłoczkowy (EBC4000)
	[2T]	[2E]	[3E]
przyśpieszenie/ciśnienie	-0,038735631	-0,036994901	-0,050734012

3E/2T	131%
3E/2E	137%
2E/2T	96%

Po przeprowadzeniu badań porównawczych na rzeczywistym pojeździe uzyskano poprawę skuteczności hamowania o ok. 30% co potwierdza uzyskane wyniki laboratoryjne 37%. Przy analizie wyników należy pamiętać iż próby laboratoryjne dające 37% poprawę były prowadzone na wyizolowanych układach hamulcowych pojedynczego koła podczas gdy na badania na pojeździe wpływ miał dodatkowo tylny układ hamulcowy pozostający bez zmian w trakcie badań oryginalnego i nowego układu przedniego.

Ponadto projekt nowego układu hamulcowego przedniej osi został zrealizowany tak aby w minimalny sposób wpływać na istniejącą konstrukcję zawieszenia pojazdu. W efekcie uzyskano 30% wzrost wydajności hamowania bez ingerencji w konstrukcję pojazdu, jedynie po wymianie zacisku hamulcowego na bardziej efektywny.

Przyjęte kryterium projektowe podniesienia skuteczności hamowania zostało zrealizowane i udowodnione w fazie badawczej.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Kajka R., Kowalski W., Skorupka Z.: *Wybrane problemy teoretyczno badawcze w procesie projektowania hamulców pojazdów opancerzonych*, Poznań, Logistyka 3/2011.
- [2] Skorupka Z., Kajka R., Kowalski W.: *Armoured Vehicles Brakes Tests*, Warszawa, Journal of KONES 2011.