

Grzegorz MOTRYCZ*
Piotr STRYJEK

WPLYW STANÓW AWARYJNYCH NA WYSIŁEK KIEROWANIA KIEROWCY KTO ROSOMAK

W artykule autorzy poruszają problem zapewnienia kierowcy odpowiedniego odczucia kierowania, w zależności od występujących stanów awaryjnych pojazdu. W tym celu autorzy dla pojazdu KTO Rosomak dokonali badań eksperymentalnych, w których zwrócono uwagę na opisanie wysiłku kierowania w zależności od stanów awaryjnych.

Słowa kluczowe: stany awaryjne, wysiłek kierowania, stateczność, kierowalność, KTO Rosomak

WSTĘP

Przeznaczeniem transportera opancerzonego na polu walki jest wykonywanie zadań w warunkach bezpośredniego zagrożenia środkami porażającymi (ładunek IED, pociski RPG, itp) przeciwnika.

W czasie udziału polskiego kontyngentu wojskowego w działaniach na terenie PKW ISAF często dochodziło do uszkodzeń pojazdów klasy KTO Rosomak, powstałych zazwyczaj na skutek działania improwizowanych ładunków IED, odpalanych przez terrorystów.

Uszkodzonymi elementami najczęściej były:

- zerwane koła jezdne;
- uszkodzone wahacze poprzeczne i kolumny amortyzatorów;
- elementy układu kierowniczego;
- uszkodzenia opon zwiane z ostrzelaniem transportera.

Na rysunku 1 ÷ 2 przedstawiono przykład takich uszkodzeń.

* kpt. mgr inż. Grzegorz MOTRYCZ, mgr inż. Piotr STRYJEK - Wojskowy Instytut Techniki Pancernej i Samochodowej



Rys. 1. Widok uszkodzonej opony w wyniku nagłej utraty ciśnienia, związanego z przebiciem odłamkiem

Źródło: WITPiS



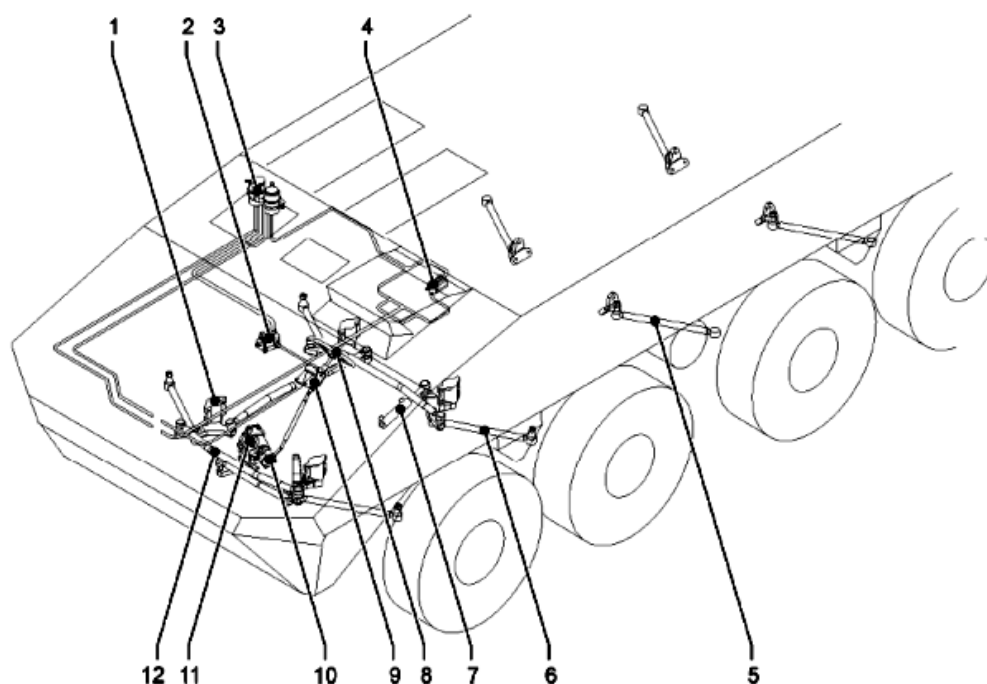
Rys. 2. Widok uszkodzonego KTO w wyniku eksplozji IED pod pojazdem

Źródło: WITPiS

Pojazd uszkodzony, nawet dla doświadczonego kierowcy, może sprawić trudności w jego prowadzeniu. Pojazd może wykazywać brak dostatecznej stabilności poprzecznej i sprawiać trudności w utrzymaniu prostoliniowego toru ruchu.

1. UKŁAD KIEROWNICZY W POJEŹDZIE KTO ROSOMAK

Zadaniem układu kierowniczego jest zapewnienie kierowności pojazdu w różnych warunkach drogowych, także w przypadku stanów awaryjnych pojazdu (np. gdy pojazd jest holowany przy wyłączonym silniku).



Rys. 3. Schemat układu kierowniczego pojazdu KTO Rosomak [1]

Zasadniczymi elementami układu kierowniczego są (rys. 3):

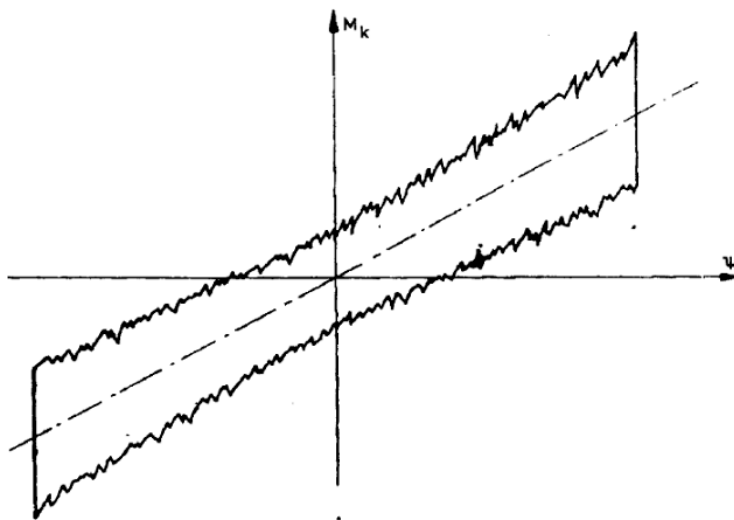
- wspornik pośredni układu kierowniczego;
- pompa układu wspomagania;
- zbiorniki hydrauliczne układu kierowniczego;
- pomocnicza pompa układu kierowniczego;
- drążek poprzeczny;
- drążek kierowniczy poprzeczny;
- pomocniczy siłownik układu kierowniczego;
- kierownica;
- kolumna kierownicy;
- przekładnia kątowa;
- przekładnia układu kierowniczego;
- układ przenoszący.

Układ kierowniczy składa się z mechanicznego układu przenoszącego, który kieruje skręcaniem kół na dwóch przednich osiach kierowanych pojazdu, oraz pomocniczego układu hydraulicznego, wspomagającego kierowanie pojazdem. Siła kierująca przekazywana jest w sposób mechaniczny, jednak ze wspomaganem hydraulicznym, od kierownicy na dwie przednie osie kierowane. Ciśnienie hydrauliczne układu kierowniczego wytwarzane jest przez pompę układu wspomagania, która jest napędzana poprzez wał korbowy silnika. Jeśli silnik nie działa w trakcie poruszania się pojazdu (np. gdy pojazd jest holowany), ciśnienie hydrauliczne wymagane do wspomagania układu kierowniczego wytwarzane jest przez pomocniczą pompę układu kierowniczego, połą-

czoną ze skrzynią rozdzielczą. Obrót kołem kierownicy powoduje skręt kół dwóch przednich osi.

Charakterystyką pracy układu kierowniczego nazywamy wykres siły lub momentu przykładanego do koła kierownicy, potrzebnego do jej obrócenia, w funkcji kąta obrotu koła kierownicy.

Przykład typowego wykresu momentu na kole kierownicy w funkcji kąta obrotu tego przedstawiono na rysunku 4. Wykres ma postać pętli histerezy, której pole jest miarą pracy tarcia w układzie kierowniczym. Przebieg tego wykresu dla danego pojazdu zależy przede wszystkim od obciążenia i prędkości jazdy.



Rys. 4. Wykres momentu na kole kierownicy M_k w funkcji kąta obrotu ψ

Źródło: Opracowanie własne

2. WYSIŁEK KIEROWANIA

Przyspieszenie poprzeczne działające na pojazd w sposób istotny wpływa na charakterystykę układu kierowniczego. Prędkość odchylenia, kąt znoszenia pojazdu, przyspieszenie poprzeczne, są wielkościami, które wpływają na subiektywną ocenę kierującego na temat pojazdu i na jego odczucia dotyczące kierowania.

Wysiłek kierowania możemy zdefiniować [2] jako iloczyn gradientów: kąta obrotu kierownicy $\frac{d\delta_H}{da_y}$ i momentu obrotowego $\frac{dM_H}{da_y}$ względem przyspieszenia poprzecznego a_y .

$$E' = \frac{d\delta_H}{da_y} \cdot \frac{dM_H}{da_y} \quad (1)$$

gdzie:

a_y – przyspieszenie poprzeczne podzielone przez wartość przyspieszenia ziemskiego.

3. OBIEKT BADAŃ – UKŁAD POMIAROWY

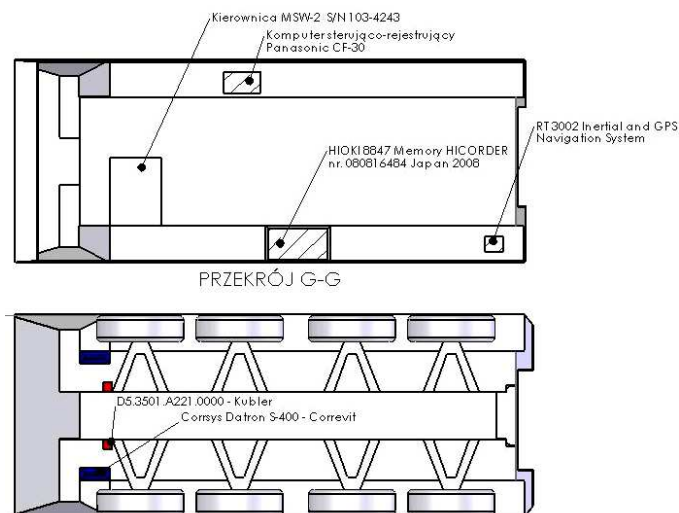
Obiekt badań PATRIA XA-360P (rys. 5) wyposażono w ogumienie marki NOKIAN wraz z wkładką typu „run-flat”, o wymiarach 14.00R20 160 G MPT AGILE TL.



Rys. 5. Obiekt badań

Źródło: WITPiS

Marka:	PATRIA XA-360P
Typ:	Pojazd specjalny
Nr rejestracyjny badawczy	S0720B
Rok produkcji:	2007
Nr identyfikacyjny:	SY9XCS0047SSM1380
Nr silnika	6515861
Liczba osi:	4
Stan drogomierza km	2190 km



Rys. 6. Obiekt badań

Źródło: WITPiS

W trakcie badań poligonach były rejestrowane następujące wielkości (tabela 1):

Tabela 1. Wykaz wielkości mierzonych podczas badań

Wielkość mierzona	Jednostka miary	Nazwa przyrządu, dokładność pomiaru
$d\psi/dt$ $d\phi/dt$	deg/s	RT 3002 Inertial and GPS Navigation System; 0.01 deg/s
V_x, V_y	km/h	RT 3002 Inertial and GPS Navigation System; 0.05 km/h
a_y	m/s ²	RT 3002 Inertial and GPS Navigation System; 0.01 m/s ²
Angle Pitch Angle Roll	deg	RT 3002 Inertial and GPS Navigation System; 0.03 deg
δ_H	rad, deg	Kierownica MSW-2 S/N 103-4243; ± 0.1 %
M_H	Nm	Kierownica MSW-2 S/N 103-4243; ± 0.2 %

Źródło: Opracowanie własne

4. BADANIA POLIGONOWE – ANALIZA

Badania drogowe (poligonowe) prowadzone były w następujących stanach:

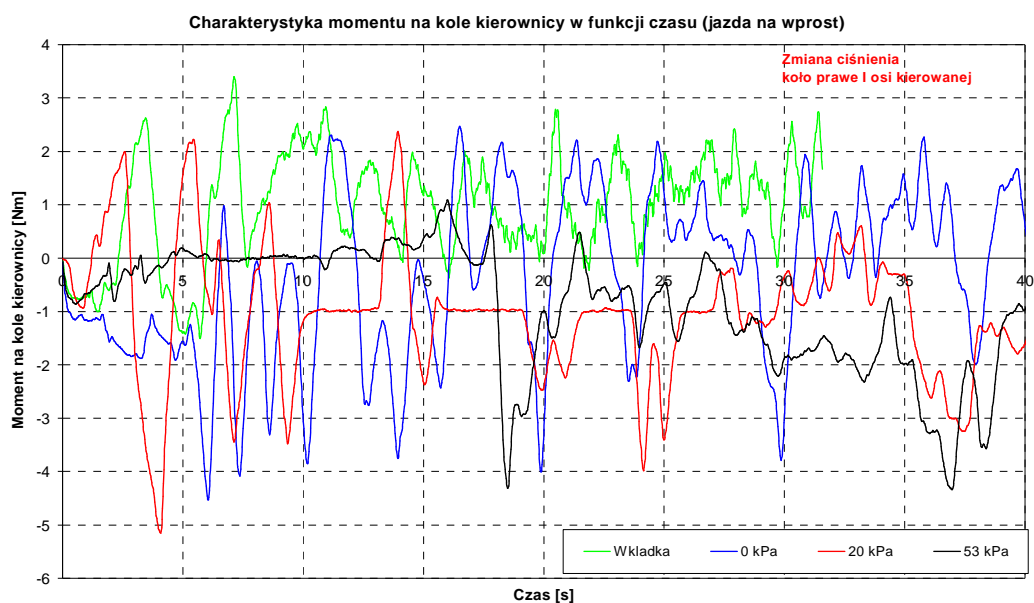
- wariant 1 – pojazd sprawny - stan normalny (**53 kPa**);
- wariant 2 – pojazd z uszkodzoną oponą - symulacja przebiccia koła lewego I osi przy działającym systemie cpk (**20 kPa**);
- wariant 3 – pojazd z uszkodzoną oponą (jazda na sztywnym pierścieniu wewnętrznym typu Run Flat) - symulacja przestrzelenia koła lewego I osi przy niedziałającym systemie cpk (**0 kPa**);
- wariant 4 – pojazd ze zdjętą oponą w wyniku np. eksplozji (jazda jedynie na pierścieniu typu Run Flat) - symulacja uszkodzenia opony ładunkiem IED (**wkładka**).

Na rysunku 7 przedstawiono wyniki uzyskanych pomiarów, dla ww. wariantów. W zależności od rodzaju uszkodzenia, wzrastał moment obrotowy na kierownicy, konieczny do uzyskania prostoliniowego toru ruchu pojazdu.

WNIOSKI

Wskazane w artykule specyficzne cechy układu kierowniczego pojazdu KTO Rosomak są niezwykle istotne w przypadku wozów bojowych. W działaniach podczas misji wozy te są szczególnie narażone na uszkodzenia ogumienia. W przypadku nagłej utraty ciśnienia w oponie, kierowca ma bardzo krótki czas na prawidłową reakcję.

Przeprowadzone badania (rys. 7) wskazują, że układ kierowniczy w rozpatrywanym pojeździe został prawidłowo dobrany do jego klasy. Konstruktorzy, którzy pracowali przy konstrukcji układu, przeanalizowali i prawidłowo dobrali układ wspomagający. Nawet w przypadku całkowitej utraty ciśnienia na osi kierowanej w jednym z kół, kierowca nie odczuje tych zmian w sposób wyraźny, a pojazd będzie wykazywał dostateczną stabilność ruchu.



Rys. 7. Charakterystyka momentu na kole kierowniczym w funkcji czasu, w zależności od wartości ciśnienia w lewym kole I osi kierowanej.

Źródło: Opracowanie własne

LITERATURA

- [1] *Kołowy transporter opancerzony 8x8 Rosomak Instrukcja eksploatacji KTO PM2 8x8. Opis i Użytkowanie. IEP-001.KTOPM2/2009.*
- [2] Jaksch F.O., *Driver-Vehicle Interaction witch Respect to Sterling Controllability*, SAE Paper 790740.
- [3] Grzegożek W., Nogowczyk P., *Analiza możliwości kształtowania charakterystyk wspomaganie układu kierowniczego z wykorzystaniem wysiłku kierowania*, Czasopismo Techniczne - Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej 8-M/2008.

INFLUENCE OF EMERGENCY SITUATIONS ON DRIVING EFFORT NECESSARY TO DRIVE ROSOMAK APC

Summary

The article discusses the issues related to ensuring the right level of driving feel depending on vehicle emergency situations. For this reason the authors carried out some experimental tests in which attention was focused on depicting driving effort depending on emergency situations.

Key words: *emergency situations, driving effort, stability, steerability, Rosomak APC*

Artykuł recenzował: ppłk dr inż. Tomasz SMAL