

Andrzej SKOŁOZDRA

## AMORTYZACJA CIERNA PODWOZIA POJAZDU GĄSIENICOWEGO Z HYDRAULICZNĄ BLOKADĄ ZAWIESZENIA

**Streszczenie:** W artykule omówiono amortyzację zawieszenia szybkobieżnych pojazdów gąsienicowych (SPG) z możliwością blokady w dowolnym położeniu. Przeznaczeniem systemu jest współpraca z indywidualnym zawieszeniem na wałkach skrętnych. Zastosowanie amortyzatorów ciernych pozwala spełnić szereg dodatkowych wymagań regulowanej sztywności i blokady podwozi środków ogniowych oraz inżynierijno-technicznych urządzeń roboczych.

### 1. WPROWADZENIE

Skuteczne pochłanianie energii obciążeń dynamicznych w jeździe terenowej oraz tłumienie znacznych sił odrzutu uzbrojenia pokładowego współczesnych wozów bojowych to poważne obciążenie dla ich zawieszenia i amortyzacji [1, 2]. Dlatego jednym z istotnych zagadnień mobilnej techniki wojskowej jest stabilizacja układów kierowania i prowadzenia ognia systemów uzbrojenia w ruchu, a także zapewnienie wymaganej stateczności platform radiolokacyjnych i techniczno-inżynierijnych urządzeń roboczych na postoju.

Pierwsza konstrukcja ciernego blokowania zawieszenia średniego ciągnika wielozadaniowego bazowanego na MTS powstała w OBRUM na początku lat osiemdziesiątych dla podwozia SPG-1, będącego nośnikiem stacji radiolokacyjnej NUR-21. Zebrane doświadczenia przy wdrażaniu wyrobu do produkcji seryjnej oraz prowadzone równoległe w Zakładzie TL prace badawcze nad zastosowaniem organicznych wykładzin ciernych, pozwoliły z końcem dekady na opracowanie kompletnego zawieszenia z amortyzacją cierną dla spolonizowanej wersji SPG-1M i SUM Kalina.

Charakterystyczną cechą wspomnianego rozwiązania było umieszczenie pakietu ciernego w tulei wahacza i wysokie ciśnienie utrzymania blokady [3].

Wprowadzenie na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych nowej generacji wozów technicznych na bazie T-72 tj. WZT-3 i MID wymagało opracowania blokady zawieszenia ciężkiego pojazdu gąsienicowego dla pracy spychaczem i urządzeniem dźwigowo-koparkowym. W tym przypadku, zważywszy na jednostronnie stały charakter obciążenia, zastosowano hydraulicznie wysuwane mechaniczne ograniczniki skoku dźwigni amortyzatora.

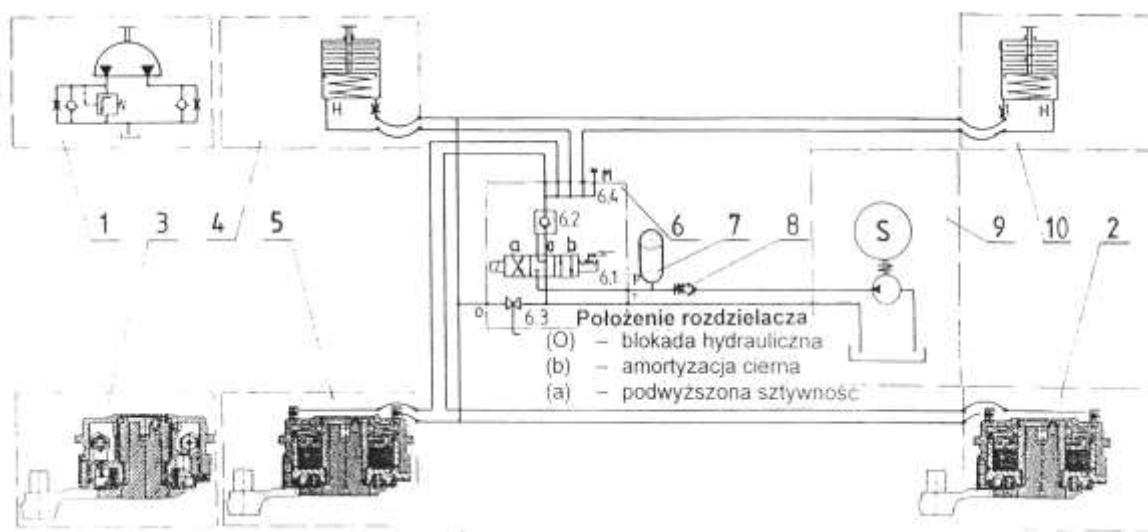
Podstawą uruchomienia prac nad blokadą zawieszenia rozpatrywanego pojazdu były opracowane przez CNPEP RADWAR S.A. założenia techniczne, które określały, że podwozie powinno być wyposażone w blokadę zawieszenia, a czas blokowania od momentu zatrzymania nie powinien być dłuższy niż 3 sekundy. Po odrzuceniu blokady amortyzatorów hydraulicznych (niemożliwej - ze względu na uszczelnienie) za punkt wyjścia przyjęto sterowany amortyzator cierny, pozwalający unieruchomić wahacz w wymaganym czasie, niezależnie od położenia i obciążenia koła jezdne.

### 2. OPIS SYSTEMU

Mieszany system amortyzacji podwozia (rys. 1) służy do tłumienia drgań kadłuba i częściowego pochłaniania wstrząsów i uderzeń działających na koła nośne, powstałych w czasie jazdy po nierównościach. Wspomaga również stabilizację SKO przy wykrywaniu, śledzeniu i prowadzeniu ognia.

System zasilany jest z układu smarowania silnika głównego i składa się z czterech amortyzatorów ciernych 2, 4, 5, 10 oraz dwóch amortyzatorów hydraulicznych 1, 3 (po

jednym hydraulicznym i dwóch ciernych na każdym boku: na pierwszych, drugich i szóstych wahaczach kół jezdnych). Obydwa typy amortyzatorów, tj. hydrauliczny i cierny, są gabarytowo identyczne, a różnią się ścianą tylną. Amortyzator hydrauliczny jest całkowicie zamknięty, natomiast cierny posiada dwa gniazda przyłączeniowe z przewodami elastycznymi do podłączenia z układem zasilania. Elastyczne zakończenie przewodów zasilających umożliwia wymianę amortyzatora z zewnątrz wozu. Hydrauliczny zespół zasilający (6), wraz z akumulatorem hydraulicznym (8), zaworem zwrotnym (9) oraz rurami łączącymi zespoły układu, umożliwia regulację charakterystyki amortyzatorów, włącznie z blokadą zawieszenia podczas strzelania z armat KDA.



**Rys. 1. System amortyzacji podwozia SPG**

W przeciwieństwie do amortyzatorów hydraulicznych, których charakterystyka tłumienia ustalona w procesie wytwarzania jest niezmienna i zależy od prędkości z jaką porusza się pojazd, wielkość siły tłumienia amortyzatorów ciernych (będąca funkcją wychylenia wahacza), może być sterowana w czasie eksploatacji. Sterowanie odbywa się na drodze hydraulicznej [4], poprzez regulację ciśnienia i objętości komory ciśnieniowej  $V_H$  amortyzatorów ciernych. Do tego celu służy trójpołożeniowy rozdzielacz zablokowany z zamkiem hydraulicznym. Hydroakumulator (7) z zaworem zwrotnym (8) zapewniają autonomię sterowania przy niepracującym silniku głównym.

### 3. MOŻLIWOŚCI UŻYTKOWE

#### Amortyzacja cierna – do jazdy

Jest to podstawowy rodzaj pracy amortyzatorów podczas jazdy wyrobem w każdych warunkach terenowych.

Amortyzacja cierna realizowana jest w położeniu (b) rozdzielacza (6.1) i całkowicie zamkniętym zaworze dławiącym (6.3). Ciśnienie z układu smarowania silnika głównego utrzymuje otwarty zamek hydrauliczny (6.2), umożliwiając swobodny przepływ oleju z amortyzatorów do zbiornika i odwrotnie. Siłę potrzebną do zacisku pakietu ciernego

w amortyzatorach zapewniają wyłącznie sprężyny, zaś tłok swobodnie zasysa i wypompowuje olej z komory ciśnieniowej (H).

#### **Blokada hydrauliczna – przy strzelaniu do celów powietrznych**

Włączenie i korzystanie z blokady zawieszenia odbywa się podczas postoju wyrobu, przy pracującym lub wyłączonym silniku głównym.

W położeniu (0) rozdzielacza (6.1) tłoczek sterujący zamyka kanał zasilający ( $P_s$ ) i otwiera połączenie zamka hydraulicznego (6.2) ze zlewem (T) do zbiornika. Zamknięty całkowicie zawór dławiący (6.3) oraz brak ciśnienia na ryglu i pod zaworem zwrotnym zamka, powoduje szczelne odcięcie komór (H) amortyzatorów, czyli blokadę zawieszenia.

Włączenie blokady odbywa się zawsze poprzez pozycję (a) do (0) rozdzielacza, gwarantującego maksymalne wypełnienie objętości komór ciśnieniowych amortyzatorów.

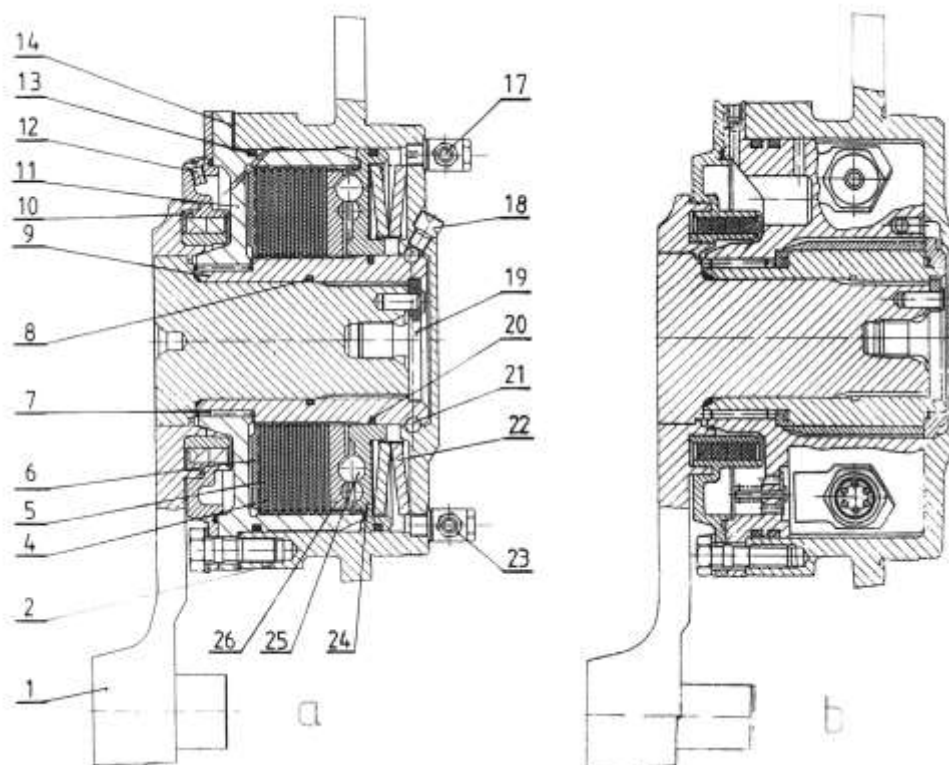
Położenie rozdzielacza, przy którym załączana jest blokada zawieszenia sygnalizowane jest lampką kontrolną na tablicy mechanika-kierowcy.

**Podwyższona sztywność** – współpraca ze stabilizacją uzbrojenia przy naprowadzaniu na cele naziemne. Na prototypie niewykorzystana, przewidywana dla aktywnego tłumienia wahań kadłuba w trakcie strzelania.

#### **4. BUDOWA AMORTYZATORA CIERNEGO**

Elementy amortyzatora ciernego pokazane na rysunku 2a zabudowane są wewnątrz obudowy, na którą składają się: kadłub (2), dźwignia z osią (1) i pokrywa (10) z uszczelnieniem.

Dźwignia z osią (1) i tuleją (9) obraca się w pokrywie uzębionej (11) i kadłubie (2) na igiełkach (7) oraz kulkach (21).



**Rys. 2. Amortyzatory: a) cierny, b) hydrauliczny**

Pakiet cierny, na który składają się bierne i czynne tarcze naprzemiennie zazębione z pokrywą (11) i tuleją (9), zaciskany jest kulowym mechanizmem rozpierającym, którego uszczelniony obwodowo tłok (24) dzieli wewnętrzną przestrzeń amortyzatora na bezciśnieniową komorę VS pakietu ciernego, oraz ciśnieniową komorę VH sprężyn talerzowych (5).

W tarczy (26) i tłoku (24) mechanizmu rozpierającego wykonane są w dwóch rzędach po trzy wybrania, w których umiejscowione są kulki (25). Zespół sprężyn (22) zamontowany jest w podtoczeniu tłoka (24) i oparty z drugiej strony o ścianę wewnętrzną kadłuba (2). Ośmiu tarcz (4), tarcza bierna (6) i tarcza rozporowa (26), połączone są zębami wielowypustów z tuleją uzębioną (9), a ta poprzez swoje zęby wielowypustów z dźwignią (1). Dziewięć tarcz czynnych (5) i tłok (24) połączone są zębami wielowypustów z tuleją uzębioną (11).

Tarcze czynne (5) oklejone są obustronnie okładzinami z materiału celulozowego powodującymi zwiększenie współczynnika tarcia przy nacisku i efektywną amortyzację zawieszenia.

Bezciśnieniowa komora VS wypełniona jest olejem smarującym pakiet cierny oraz łożysko igielkowe (7).

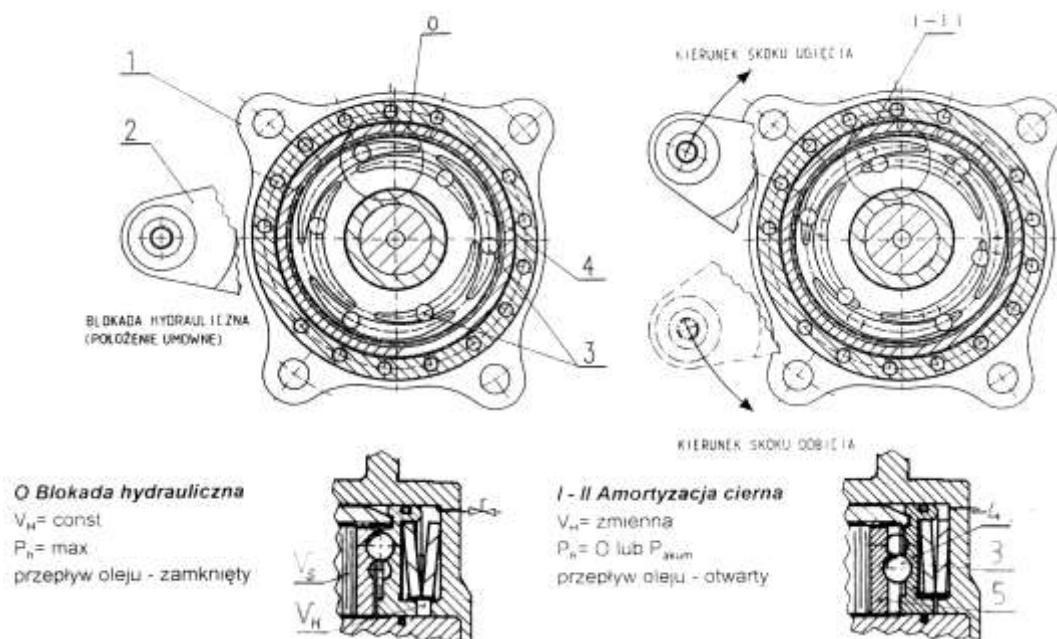
Do zalewania i zlewania oleju smarującego służą wkręt (12) i korek (27).

Ciśnieniowa komora VH poprzez przyłącza (17 i 23) łączy się z hydraulicznym układem sterowania pracą amortyzatora.

## 5. DZIAŁANIE AMORTYZATORÓW

Z chwilą najechnania na nierówność koło nośne podnosi się w stosunku do kadłuba wyrobu, wahacz obraca się i poprzez łącznik obraca dźwignię amortyzatora hydraulicznego lub ciernego do góry (skok ugięcia). Podczas przemieszczania się koła nośnego w dół w stosunku do kadłuba, dźwignia amortyzatora obraca się do dołu (skok odbicia).

W amortyzatorze hydraulicznym (Rys.2b) tłumienie drgań kadłuba zachodzi w wyniku działania sił oporu, które powstają kosztem tarcia wiskotycznego płynu przeciekającego pomiędzy komorami roboczymi podczas skoku ugięcia oraz odbicia [6].



Rys. 3. Działanie amortyzatora ciernego podczas jazdy i blokady

Amortyzator hydrauliczny będący postlicencyjnym zespołem zawieszenia T-72 jest w nowym systemie nie tylko jednym z jego elementów, ale stanowi konstrukcję wyjściową i parametrycznie porównywalną z nowo opracowanym amortyzatorem ciernym.

Na rysunku 3 przedstawiono po wychyleniu wahacza obrót dźwigni i tarczy rozporowej (5) względem tłoka (4) i pokrywy uzębionej unieruchomionych w kadłubie (1).

Tarcza rozporowa (5) i tłok (4) skracają się względem siebie, skutkiem czego kulki (3) umieszczone między nimi nabiegają na skośne powierzchnie wgłębień i odpychają obie części od siebie. Tłok (4), odsuwając się wzdłuż osi ugina dwie sprężyny talerzowe wsparte na dnie kadłuba (1).

Siła sprężystości sprężyn talerzowych poprzez zespół „tłok-kulki-tarcza” przenoszone jest na pakiet tarcz ciernych. Tarcze czynne zostają dociśnięte do tarcz biernych, powodując zwiększenie oporów tarcia zespołu amortyzatora, tym większe, im większe jest skręcanie wałów skrętnych (7).

Po powrocie wahacza obróconego wałem skrętnym do położenia wyjściowego, następuje powrót kulek do położenia największego wgłębienia, zwolnienie nacisku na sprężyny talerzowe i zwolnienie ściśnięcia pakietu tarcz ciernych.

Obydwa typy amortyzatorów, tj. hydrauliczny i cierny są dwustronnego działania – niesymetryczne. Oznacza to, że tłumienie odbywa się w obu kierunkach, zarówno przy skoku ugięcia, jak i odbicia, z różną siłą wynikającą odpowiednio: z nastawy zaworów oraz kąta pochylenia skośnych wgłębień pod kulki (3) mechanizmu rozpierającego.

## 6. BADANIA STANOWISKOWE

Wykonawcą amortyzatorów były Zakłady Mechaniczne „Bumar-Mikulczyce” S.A., a pozostałe elementy (łącznie z montażem w pojeździe) wykonano w Zakładach Mechanicznych „Bumar-Łabędy” S.A. Oprócz kompletu sześciu amortyzatorów przewidzianych do montażu w wyrobie, wykonano 2 sztuki przewidziane do prób trwałościowych dostosowane do stanowiska WL Zakładów Mechanicznych „Bumar-Łabędy” S.A.

W amortyzatorach zastosowano pary cierne „stal-papier” typu H 101,5 dla siedmiu kompletów oraz parę „stal-grafit” typu H 112,5 dla jednego kompletu badawczego - wszystkie firmy HOERBIGER.

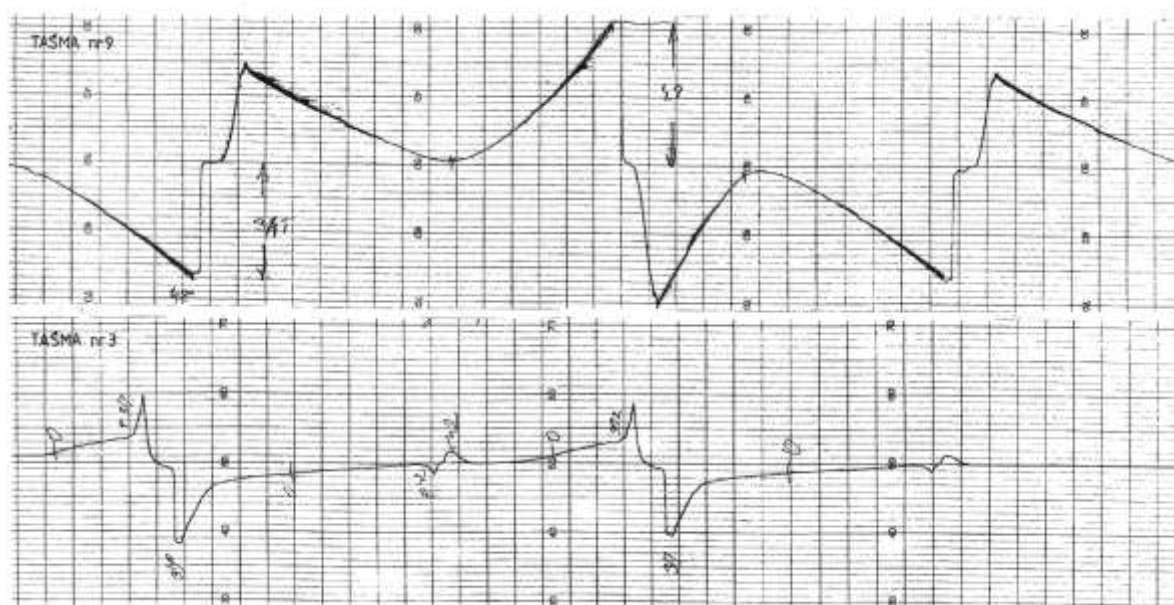
Badania rozpoczęto w drugiej połowie czerwca 2000 r. na zaadoptowanym w tym celu stanowisku do badań wałków skrętnych 9902.0204. Poddano im specjalnie przygotowane amortyzatory (dźwignie z przyspawanymi obsadami pod mocowanie główki wałka):

- nr 56 104 z okładzinami grafitowymi,
- nr 45 103 z okładzinami papierowymi.

Ustalone dla przyspieszenia badań parametry obciążenia odpowiadały pokonywaniu przez podwozie co 6 m przeszkody o wysokości 0,32 m z prędkością 62 km/h [8].

Parametrami kontrolnymi decydującymi o kontynuowaniu badań były: ciągły pomiar przyrostu temperatury komory tarcia, moc pobierana przez stanowisko odpowiadająca mocy rozproszonej przez amortyzator oraz przebieg zmienności siły tarcia sprawdzany co 25.000 cykli na oddzielnym stanowisku w OBRUM.

Jako pierwszy poddano badaniom amortyzator nr 56104 z okładzinami grafitowymi. Po wykonaniu 12.600 cykli pracy obniżenie ww. parametrów sugerowało uszkodzenie i utratę zdolności tłumiących. Fragmenty taśm nr 3 i 9 na rysunku 4 przedstawiają zarejestrowany przebieg zmienności siły w funkcji kąta na dźwigni amortyzatora w momencie rozpoczynania i przerywania badań.



**Rys. 4. Charakterystyka momentu tarcia w ocenie zdolności eksploatacyjnej amortyzatora**

Próby drugiego egzemplarza 56103 z okładzinami papierowymi także zostały przerwane po wykonaniu około 27.400 cykli.

Demontaż amortyzatorów pozwolił na stwierdzenie:

- głębokich śladów zatarcia i uszkodzenie uszczelnienia tłoka na tulei zębatej,
- bardzo dużego zużycia wykładziny czarnej 0,2 mm malejącej do 0 w miarę oddalania się od tarczy rozporowej,
- śladów przytarcia na powierzchni tarczy biernej i ściany czołowej pokrywy uzębionej,
- znacznego luzu promieniowego na łożysku kulkowym.

W wyniku przeprowadzonej analizy przyczyn powyższych uszkodzeń, zdecydowano wprowadzić na wszystkich egzemplarzach:

- wymianę kulek łożyskowych celem wykasowania luzów i sztywnego podparcia dźwigni,
- powiększoną średnicę wewnętrzną prowadzenia tłoka na tulei zębatej z uszczelnieniem Shambana, dla likwidacji „łożyska pozornego” powstającego w wyniku luzu jak wyżej,
- wymianę oleju smarującego pakiet czarny z Aeroshell Fluid 41 MIL-H-5606 na Dragon CD 20W50 WT-94/SzR-101, celem podwyższenia własności smarnych, odporności na wysoką temperaturę i zgodności z olejem silnikowym przy ewentualnym rozszczelnieniu komory ciśnieniowej amortyzatora.

Istotnym przewartościowaniem w stosunku do pierwotnego projektu był powrót do amortyzatorów hydraulicznych na pierwszej parze wałków skrętnych. Za takim rozwiązaniem przemawiały wyniki badań wstępnych i trwałościowych, a przede wszystkim brak możliwości finansowania badań. Logicznym było więc maksymalne, również ilościowe,

ograniczenie pola ryzyka związanego z nowym amortyzatorem przy spełnieniu minimum wymagań blokowania zawieszenia.

Skuteczność wprowadzonych zmian została potwierdzona na pojeździe 56103, który pozytywnie przepracował 150.000 cykli wymuszeń w zakresie od punktu zerowego do wychylenia o kąt 42° dla ruchu ugięcia oraz 37° dla ruchu odbicia z częstotliwością 2,48 Hz.

Pomiaru temperatury dokonano za pomocą czujnika umieszczonego na powierzchni korpusu amortyzatora. Początkowe 49 minut badań (ok. 7300 cykli) realizowano chłodząc amortyzator w spokojnym powietrzu. W czasie dalszych badań i przerw w badaniach, amortyzator chłodzono przy użyciu wentylatora. Po osiągnięciu przez korpus amortyzatora temperatury około 90°C, każdorazowo badania przerywano w celu ochłodzenia amortyzatora.

W czasie badań zarejestrowano pobór prądu, przy czym jego wahania należy wiązać również z warunkami pracy urządzenia badawczego (temperatura oleju).

Na początku badań oraz po każdym 25000 cykli dokonywano pomiarów kątów wychylenia dźwigni amortyzatora, przy czym należy stwierdzić, że nie uzyskano założonych wartości. Powodem tego było odkształcenie się wałka skrętnego 172.51.016 zastosowanego jako łącznika przekształcającego ruch obrotowego na wahadłowy. W trakcie badań i po ich zakończeniu nie stwierdzono wycieków oleju z amortyzatora.

Wyniki początkowych i końcowych badań zamieszczono w tabeli 1. Całość dokumentacji z badań zawarto w sprawozdaniu WL - Zakładów Mechanicznych „Bumar-Łąbędy” S.A. nr P255/2001.

Tablica 1. Parametry rejestrowane na stanowisku skróconych badań trwałościowych.

| Cykle pracy – do 25.000 |   |                |  | Cykle pracy od 125.001 do 150.000 |   |                |  |
|-------------------------|---|----------------|--|-----------------------------------|---|----------------|--|
| Czas badań [min.]       | Temperatura powierzchni korpusu amortyzatora [°C] |                | Wielkość prądu pobieranego przez urządzenie badawcze [A] | Czas badań [min.]                 | Temperatura powierzchni korpusu amortyzatora [°C] |                | Wielkość prądu pobieranego przez urządzenie badawcze [A] |
|                         | przed badaniami                                   | w czasie badań |  |                                   | przed badaniami                                   | w czasie badań |  |
| 5                       | 14,4  | 34,6           | od 40 do 35  | 5                                 | 29,5  | 38,3           | od 40 do 35  |
| 10                      |   | 58,3           | 32   | 10                                |   | 56,1           | < 30   |
| 14                      |   | 85,0           | 31   | 15                                |   | 69,8           | < 30   |
| 19                      | 32,0  | 49,4           | od 35 do 33  | 20                                |   | 79,6           | < 30   |
| 24                      |   | 82,4           | 33   | 25                                |   | 85,8           | < 30   |
| 29                      | 15,6  | 34,6           | od 40 do 35  | 30                                |   | 90,5           | < 33   |
| 34                      |   | 70,2           | 32   | 35                                | 28,2  | 37,5           | 30   |
| 39                      |   | 86,0           | 31   | 40                                |   | 55,4           | < 30   |
| 44                      | 25,0  | 46,6           | od 35 do 33  | 45                                |   | 69,0           | < 30   |
| 49                      |   | 82,0           | 33   | 50                                |   | 78,8           | < 30   |
| 54                      | 18,5  | 31,8           | od 40 do 37  | 55                                |   | 85,1           | < 33   |
| 59                      |   | 56,3           | 33   | 60                                |   | 89,6           | < 30   |
| 64                      |   | 74,6           | 32   | 65                                | 31,5  | 39,2           | 30   |
| 69                      |   | 85,6           | 30   | 70                                |   | 55,9           | < 30   |
| 72                      |   | 90,5           | 30   | 75                                |   | 68,8           | < 30   |
| 77                      | 26,4  | 36,9           | od 34 do 33  | 80                                |   | 78,6           | < 33   |
| 82                      |   | 60,0           | 31   | 85                                |   | 84,8           | < 30   |
| 87                      |   | 76,6           | 30   | 90                                |   | 89,2           | < 30   |
| 92                      |   | 86,0           | 30   | 95                                | 23,3  | 30,6           | od 35 do 30  |
| 97                      | 21,1  | 31,7           | od 40 do 35  | 100                               |   | 49,5           | < 30   |
| 102                     |   | 56,2           | 33   | 105                               |   | 63,8           | < 30   |

| Czas badań [min.] | Temperatura powierzchni korpusu amortyzatora [°C] |                | Wielkość prądu pobieranego przez urządzenie badawcze [A] |
|-------------------|---|----------------|--|
|                   | przed badaniami                                   | w czasie badań |  |
| 107               |   | 74,5           | 31   |
| 112               |   | 84,4           | 30   |
| 116               |   | 89,8           | 30   |
| 121               | 19,5  | 31,3           | od 35 do 33  |
| 126               |   | 54,5           | 30   |
| 131               |   | 71,2           | < 30   |
| 136               |   | 81,4           | < 30   |
| 141               |   | 88,0           | < 30   |
| 146               | 22,0  | 33,2           | od 33 do 32  |
| 151               |   | 55,8           | 30   |
| 156               |   | 72,2           | < 30   |
| 161               |   | 81,1           | < 30   |
| 168               |   | 89,8           | < 30   |

| Czas badań [min.] | Temperatura powierzchni korpusu amortyzatora [°C] |                | Wielkość prądu pobieranego przez urządzenie badawcze [A] |
|-------------------|---|----------------|--|
|                   | przed badaniami                                   | w czasie badań |  |
| 110               |   | 74,5           | < 30   |
| 115               |   | 81,5           | < 30   |
| 120               |   | 86,5           | < 30   |
| 125               | 32,1  | 40,2           | od 31 do 30  |
| 130               |   | 56,5           | < 30   |
| 135               |   | 68,8           | < 30   |
| 140               |   | 78,3           | < 30   |
| 145               |   | 84,3           | < 30   |
| 150               |   | 88,5           | < 33   |
| 155               | 35,6  | 43,1           | 30   |
| 160               |   | 58,3           | < 30   |
| 165               |   | 70,1           | < 30   |

## 7. BADANIA TRAKCYJNE

Niestety powyższy tytuł pozbawiony jest właściwej treści, gdyż protokoły z przeglądów lub napraw serwisowych nie mogą być formą zastępczą systematycznych badań. Również po badaniach kwalifikacyjnych wyrobu finalnego nie należy oczekiwać zbyt wiele, co najwyżej stwierdzenia czy blokada zawieszenia spełnia lub nie wymagania ZTT. Próba wnioskowania o wyodrębnienie tematu jako „System stabilizacji ciężkich podwozi gąsienicowych o sterowanej charakterystyce tłumienia” i dofinansowanie go przez Komitet Badań Naukowych w ramach projektu celowego, mimo pozytywnej opinii merytorycznej zakończyły się niepowodzeniem.

## 8. WNIOSKI

Z przedstawionej treści opracowania wynikają następujące wnioski:

- Wykonana partia prototypowa 8 szt. amortyzatorów ciernych wykazała ogólną poprawność konstrukcji oraz zastrzeżenia odnośnie technologiczności montażu.
- Przeprowadzone próby stanowiskowe potwierdziły zakładaną zdolność tłumienia i regulacji momentu tarcia. Nie budzi obaw wytrzymałość połączeń szczególnie narażonych na graniczne obciążenia w pakiecie ciernym i kulowym mechanizmie dociskającym.
- Skrócone próby trwałościowe ujawniły niewłaściwe zwymiarowanie miejsca współpracy, ograniczające w znacznym stopniu zasób poprawnej pracy.
- Wobec trudności w zachowaniu ciągłości prac badawczo-wdrożeniowych należy poczynić starania nad zastosowaniem amortyzacji cierniej w pojazdach do nauki jazdy SJ-09, gdzie można prowadzić nadzorowane badania trakcyjne.
- Należy wypromować opracowane nowe rozwiązanie blokady, dla rodziny pojazdów gąsienicowych np.: MID i WZT-3 jako jeden z elementów przyszłej modernizacji tych wyrobów.



## 9. LITERATURA

- [1] NIKITIN A. O., SERGIEJEW Ł. W., TARASOW W. W.: Teoria czołgu, Wydanie Akademii, Moskwa 1956.
- [2] OSIŃSKI Z.: Tłumienie drgań. Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 1997.
- [3] DUCHOWICZ B.: Zastosowanie tłumików ciernych w zawieszeniach szybkobieżnych pojazdów gaśnicowych. Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej, Jaszowiec 1985.
- [4] STRYCZEK St.: Napęd hydrostatyczny – elementy, WNT Warszawa 1990.
- [5] SKOŁOZDRA A., RAWICKI N., FOREMNY St., DZIUBIŃSKI J.: Amortyzator cierny zwłaszcza do zawiesznień szybkobieżnych pojazdów gaśnicowych. Zgłoszenie patentowe P-346844.
- [6] Wóz 172M: Opis i użytkowanie, Wydawnictwo MON, Warszawa 1979.
- [7] KOSZYCKI T., KRASZEWSKI E., CZERWONKA J., MALICKI K.: Konstrukcja pojazdów gaśnicowych – układy przeniesienia mocy, Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej, Warszawa 1975.
- [8] BRUDZIŃSKI Z.: Teoria ruchu pojazdu gaśnicowego, WKŁ, Warszawa 1972.

## **FRICIONAL SHOCK ABSORPTION OF CHASSIS WITH HYDRAULIC SUSPENSION LOCK**

**Abstract:** The paper deals with shock absorption in fast tracked vehicles featuring suspension locking in any position. The system is designed to operate with independent suspension on torsion shafts. Application of frictional shock absorbers enables to meet a number of additional requirements of controlled stiffness and suspension locking in firing means and engineering equipment.

Recenzent: dr inż. Jacek SPAŁEK