

Michał GRABIŃSKI

UKŁAD KOMPENSACJI OBJĘTOŚCI CIECZY ROBOCZEJ

Streszczenie. W artykule przedstawiono opracowany i wdrożony w OBRUM sp. z o.o. układ kompensacji objętości cieczy roboczej. Przedstawiono problem i zaproponowano autorskie jego rozwiązanie. Na bazie zamieszczonego w tekście schematu blokowego wyjaśniono istotę działania układu. Omówiono główny węzeł układu, objęty ochroną patentową zawór kierunkowy z napędem elektrycznym. W podsumowaniu scharakteryzowano korzyści związane z zastosowaniem zaproponowanego układu kompensacji.

Słowa kluczowe: mosty rodziny DAGLEZJA, siłownik teleskopowy, układ kompensacji, MS-20, MS-40.

1. WSTĘP

W każdym układzie hydraulicznym występują elementy stanowiące istotę funkcjonowania dzięki zapewnieniu w układzie obiegu odpowiedniej ilości (objętości) cieczy roboczej, zazwyczaj oleju. Elementami tymi są: zbiornik oleju, pompa, przewody, zawory, rozdzielacze itd. Przepływ oleju ze zbiornika poprzez przewody (linię tłoczną) do odbiorników, tj. członów wykonawczych (np. siłowników) wymusza pompa. W odbiorniku następuje zamiana energii strugi oleju na energię mechaniczną, tj. na ruch tłoczyśka siłownika. Medium robocze (olej) wraca do zbiornika drugim rodzajem przewodów - linią zlewową. W procesie użytkowania, w zależności od rodzaju odbiornika, może występować stan zakłócenia w ilości oleju odpływającego i dopływającego. Taka sytuacja ma miejsce w układzie mostu MS-40 (DAGLEZJA-S), gdzie jednym z odbiorników jest teleskopowy siłownik hydrauliczny dwustronnego działania.

2. GENEZA UKŁADU KOMPENSACJI

W prowadzonych w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Urzędzeń Mechanicznych „OBRUM” sp. z o.o. projektach obejmujących rodzinę mostów DAGLEZJA, w dążeniu do unifikacji zastosowanych rozwiązań, przyjęto założenie o zamienności ciągników siodłowych z zabudowanymi na nich zbiornikami układów hydraulicznych z elementami przyłączeniowymi. Założenie to dotyczy mostu towarzyszącego na podwoziu samochodowym MS-20 (DAGLEZJA) oraz mostu wsparcia MS-40 (DAGLEZJA-S), gdzie zgodnie z zaleceniami ZTT "ciągniki siodłowe mostu MS-40 powinny być zamienne z ciągnikiem siodłowym mostu MS-20”.

Ograniczona przestrzeń instalacyjna na ciągniku pozwala na zabudowę głównego zbiornika układu hydraulicznego o objętości całkowitej wynoszącej 200 dm³. Zbiornik o takiej objętości może zasilić tylko układ hydrauliczny mostu towarzyszącego DAGLEZJA. Natomiast układ hydrauliczny mostu wsparcia DAGLEZJA-S charakteryzuje się znacznie większym zapotrzebowaniem na czynnik roboczy, co wynika z potrzeby większej liczby odbiorników oraz z zabudowy w układzie pary teleskopowych siłowników hydraulicznych dwustronnego działania, których zapotrzebowanie wynosi około 300 dm³. Ta ilość znacznie przewyższa objętość całkowitą zbiornika hydraulicznego zabudowanego na ciągniku. Wynika stąd problem niedostatecznej ilości oleju hydraulicznego w zbiorniku. Zbyt mała jego ilość

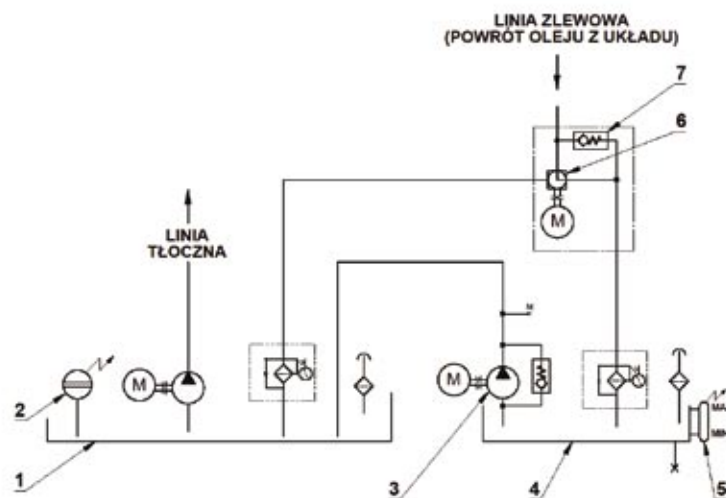
w zbiorniku ogranicza funkcjonalność mostu wsparcia DAGLEZJA-S. Ponadto w procesie użytkowania wzrasta ryzyko nadmiernego nagrzewania się oleju. Aby umożliwić prawidłową pracę układu hydraulicznego mostu wsparcia, zasilano układ hydrauliczny z zewnętrznego źródła. Rozwiązanie to powodowało szereg niedogodności, a jedną z nich była konieczność ciągłej kontroli poziomu oleju w zbiorniku przez operatora w celu zapewnienia nieprzerwanej pracy układu.

W wyniku poszerzonych prac analitycznych podjęto decyzję o wprowadzeniu dodatkowego układu hydraulicznego, który pełni funkcję bufora eliminującego różnicę objętości oleju podczas ruchu roboczego i powrotnego siłowników w cyklach układania mostu wsparcia DAGLEZJA-S. Uwzględniając wymóg zamienności ciągników siodłowych, układ kompensacji objętości cieczy roboczej został zabudowany na ramie naczepy tego mostu.

2.1 Charakterystyka układu kompensacji

Dodatkowy układ hydrauliczny – układ kompensacji – zabudowany na ramie naczepy pojazdu układającego mostu DAGLEZJI-S, został wyposażony we własny napęd pompy hydraulicznej ze zintegrowanym zaworem przelewowym, zabezpieczającym pompę przed uszkodzeniem przy nadmiernym wzroście ciśnienia. Napęd pompy stanowi silnik elektryczny zasilany z baterii akumulatorów, znajdujących się w wyposażeniu ciągnika siodłowego.

Główne elementy zaprojektowanego układu kompensacji objętości cieczy roboczej pokazano na rys.1.



Rys. 1. Schemat blokowy układu kompensacji

1-zbiornik główny, 2-czujnik ciągłego pomiaru poziomu, 3-pompa dodatkowa, 4-zbiornik dodatkowy,
5-czujnik pomiaru poziomu min/max, 6-elektryczny zawór kierunkowy, 7-zawór zwrotny

2.1.1. Zasada działania układu

Wg rys.1. gdy poziom oleju w zbiorniku głównym (poz. 1) obniży się do poziomu minimalnego (poniżej wartości krytycznej), którą sygnalizuje czujnik poziomu oleju (poz. 2), następuje włączenie pompy dodatkowej (poz. 3). Pompa uzupełnia olej w zbiorniku głównym, który pobiera go ze zbiornika dodatkowego (poz.4). W tym czasie olej z linii zlewowej jest skierowany do zbiornika głównego za pomocą zaworu kierunkowego

sterowanego elektrycznie (poz. 6). Gdy poziom oleju w zbiorniku głównym osiągnie wartość optymalną (mniejszą od maksymalnej) następuje wyłączenie pompy dodatkowej (poz. 3).

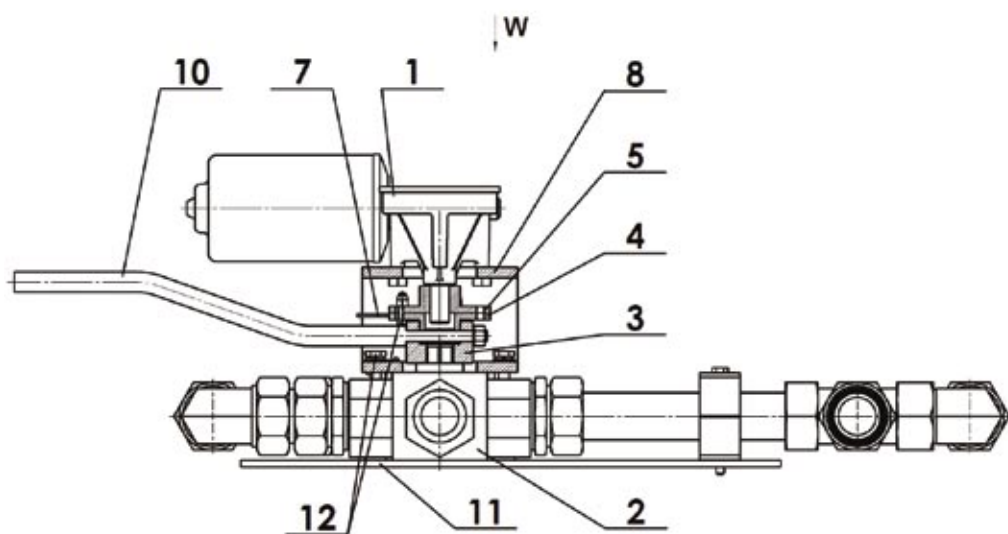
Poziom oleju w zbiorniku głównym jest monitorowany w sposób ciągły za pomocą czujnika (poz. 2). Możliwa jest zmiana wartości maksymalnej, minimalnej i optymalnej poziomu. Gdy poziom oleju w zbiorniku głównym osiągnie wartość maksymalną, następuje przesterowanie zaworu kierunkowego (poz. 6) i skierowanie przepływu oleju z linii zlewowej do zbiornika dodatkowego.

W wypadku awarii sterowania elektrycznego i po całkowitym napełnieniu zbiornika głównego, zawór zwrotny (poz. 7) skieruje strumień oleju do zbiornika dodatkowego. W ten sposób zbiornik główny zostanie zabezpieczony przed przyjęciem nadmiernej ilości oleju, tj. przepełnieniem.

W razie awarii zasilania elektrycznego, istnieje możliwość ręcznego przesterowania zaworu kierunkowego (rys. 1 – poz. 6) i zapewnienia równowagi poziomu oleju w obydwóch zbiornikach. Gdy poziom oleju w zbiorniku dodatkowym lub głównym spadnie poniżej poziomu minimalnego, następuje wyłączenie układu hydraulicznego.

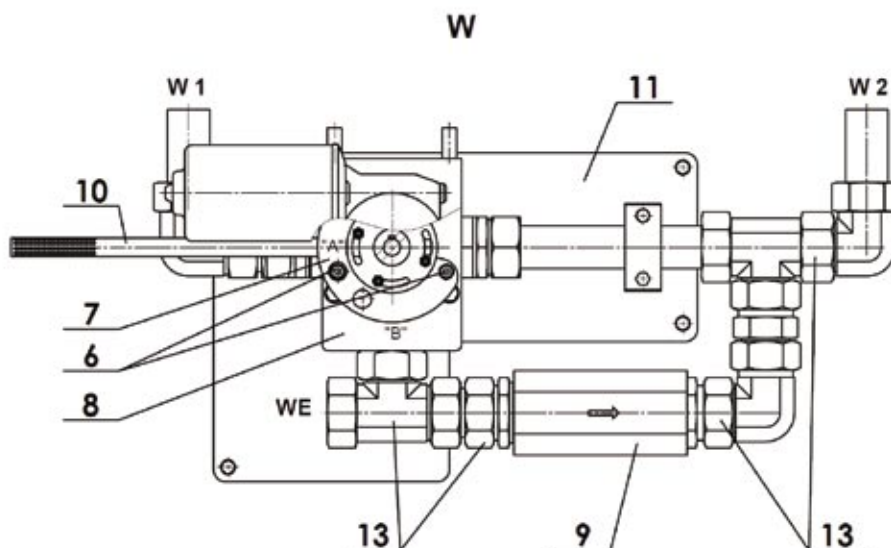
3. ZAWÓR KIERUNKOWY

Jednym z istotnych podzespołów zastosowanych w układzie kompensacji jest zawór kierunkowy z napędem elektrycznym. Zawór ten, będący rozwiązaniem autorskim, został zaprojektowany pod potrzeby układu. Z uwagi na innowacyjność rozwiązania, konstrukcja zaworu (rys. 1 i rys. 2) została zgłoszona do ochrony w Urzędzie Patentowym RP.



Rys. 2. Zawór kierunkowy – widok czolowy

- 1-zawór kulowy, 2-motoreduktor, 3-łącznik, 4-sprzęgło-część dolna, 5-sprzęgło-część górna, 6-czujniki indukcyjne, 7-tarcza, 8-wspornik, 9-zawór zwrotny, 10-dźwignia, 11-wspornik, 12-śruba mocująca, 13-złącza hydrauliczne



Rys. 3. Zawór kierunkowy – widok z góry

1-zawór kulowy, 2-motoreduktor, 3-łącznik, 4-sprzęgło – część dolna, 5-sprzęgło-część górna, 6-czujniki indukcyjne, 7-tarcza, 8-wspornik, 9-zawór zwrotny, 10-dźwignia, 11-wspornik, 12-śruba mocująca, 13-złącza hydrauliczne

Zawór jest wyposażony w dźwignię (poz. 10), która umożliwia przesterowanie ręczne zaworu w razie braku zasilania elektrycznego.

Z przeprowadzonej analizy charakterystyki przepływu kierunkowych zaworów kulowych wynika, że przepływ przez zawór mierzony od rozpoczęcia do zakończenia zmiany położenia (przepływ w funkcji czasu) nie jest stały - wiąże się to ze spadkiem ciśnienia i zmianą prędkości przepływu (w wyniku zmiany wielkości szczeliny w zaworze, którą przepływa czynnik roboczy). W celu wyeliminowania tego zjawiska, tj. zmniejszenia nierównomiernej prędkości przepływu w chwili przesterowania zaworu kulowego (poz. 1) oraz chwilowego przyrostu ciśnienia między wejściem a wyjściami zaworu kierunkowego, zabudowany jest szeregowo zawór zwrotny (poz. 9), który minimalizuje przyrost ciśnienia wynikający ze zmiany położenia zaworu kulowego. Dodatkowo zawór zwrotny uniemożliwia zablokowanie przepływu przez zawór kierunkowy, gdyby ww. zawór znalazł się w pozycji pośredniej w wyniku awarii.

4. PODSUMOWANIE

Opracowany przez Biuro Konstrukcji Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Urzędzeń Mechanicznych „OBRUM” sp. z o.o. dodatkowy układ kompensacji objętości cieczy roboczej został zabudowany na obiekcie rzeczywistym pojazdu układającego mostu wsparcia DAGLEZJA-S oraz przeszedł testy funkcjonalne i próby zakładowe z wynikiem pozytywnym. Dzięki opracowaniu autorskiemu układu kompensacji możliwe było zwiększenie ilości oleju hydraulicznego zgodnie z bieżącymi potrzebami wynikającymi z realizowanych funkcji (zadań) roboczych. Wyeliminowanie konieczności okresowego uzupełniania niedoboru oleju hydraulicznego z zewnętrznego źródła zminimalizowało ryzyko wprowadzenia do układu hydraulicznego niewłaściwej, tj. niewystarczającej ilości oleju, ewentualnych zanieczyszczeń, czy też nadmiernego jego nagrzewania się w procesie

układania mostu segmentowego. Przedstawione rozwiązanie konstrukcyjne zaworu kierunkowego zostało objęte ochroną patentową.

Przyjęte rozwiązanie układu kompensacji objętości cieczy roboczej opisane w artykule pozwala na zapewnienie pełnej zamierności ciągników siodłowych w mostach towarzyszących MS-20 (DAGLEZJA) oraz w mostach wsparcia MS-40 (DAGLEZJA-S).

5. LITERATURA

- [1] Założenia techniczno-taktyczne na mobilny most składany MLC70/100 do pokonywania średnich przeszkód wodnych i terenowych kryptonim DAGLEZJA-S. Departament Polityki Zbrojeniowej Ministerstwa Obrony Narodowej.
- [2] Układ hydrauliczny mostowego pojazdu układającego rys. nr MPU40.03.0000 (Materiały własne - OBRUM sp. z o.o. Gliwice – niepublikowane).
- [3] Grabiński M, Hadrian M.: Zespół zaworu kierunkowego z napędem elektrycznym, krótkim czasie przesterowania i dużym przepływie, z możliwością ręcznego przesterowania. Projekt wynalazczy – opis. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, 09.10.2015.
- [4] Grabiński M, Hadrian M.: Hydrauliczny układ kompensacyjny. Projekt wynalazczy – opis. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, 03.03.2016 (Opracowanie niepublikowane).
- [5] S. Stryczek: Napęd hydrostatyczny. Elementy. Tom I. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1990.
- [6] S. Stryczek: Napęd hydrostatyczny. Układy. Tom II. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1992.
- [7] E. Tomasiak: Napędy i sterowanie hydrauliczne i pneumatyczne. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001.

WORKING FLUID VOLUME COMPENSATION SYSTEM

Abstract. The article describes a working fluid volume compensation system developed and realized by OBRUM. The problem is presented and a solution is proposed by the author. The principles of the system operation are explained with the help of a block diagram. It discusses the main unit of the system, a patented electrically operated directional valve. The summary characterizes the benefits of using the proposed compensation system.

Keywords: DAGLEZJA group bridges, telescopic actuator, compensation system, MS-20, MS-40.