

Zawór hamujący ZH 1

Streszczenie:

W artykule omówiono koncepcję zaworu hamującego typu ZH 1, przeznaczonego do pracy z emulsjami HFA i HFB lub wodą. Przedstawiono jego główne parametry techniczne, jak również budowę i zasadę działania. Wskazano możliwość zastosowania zaworu w górnictwie, w pomieszczeniach o stopniu „a”, „b” i „c” niebezpieczeństwa wybuchu metanu oraz klasy A i B zagrożenia wybuchu pyłu węglowego.

Abstract:

A concept of ZH 1 braking valve designed for operation with HFA and HFB emulsion or water is discussed. Its main technical parameters as well as its design and principles of operation are presented. Possibilities of using this valve in the mining industry, in rooms of "a", "b" and "c" degree of methane explosion hazard as well as of A and B class of coal dust explosion hazard are indicated.

Słowa kluczowe: silnik hydrauliczny, zawór hamujący, konstrukcja

Keywords: hydraulic motor, braking valve, design

1. Wprowadzenie

Szeroki asortyment urządzeń hydraulicznych stosowanych na rynku i dedykowanych do pracy z medium wodnym czy też emulsyjnym (emulsje typu HFA i HFB) nie oferuje rozwiązań zaworów hamujących, współpracujących z silnikami hydraulicznymi (liniowymi i obrotowymi), montowanymi w podnośnikach i wciągnikach. Oferowane zawory często nazywane zaworami przeciwcieżaru bardzo dobrze współpracują z silnikami zasilanymi olejem mineralnym, gdzie ich zadaniem jest niedopuszczenie do niekontrolowanego ruchu odbiorników (wał silnika lub tłok cylindra hydraulicznego) oraz kontrola nad opuszczanym ładunkiem (zwykle poprzez dławienie strumienia wylotowego medium roboczego). Cechują się one kompaktową budową, tworząc zespół zaworów przelewowych i zwrotnych, co umożliwia swobodny przepływ cieczy roboczej w jedną stronę i ograniczony wypływ w drugą (zależny od nastawy zaworu przelewowego). W wielu przypadkach zastępują również zamki hydrauliczne [1, 5, 6, 10, 11].

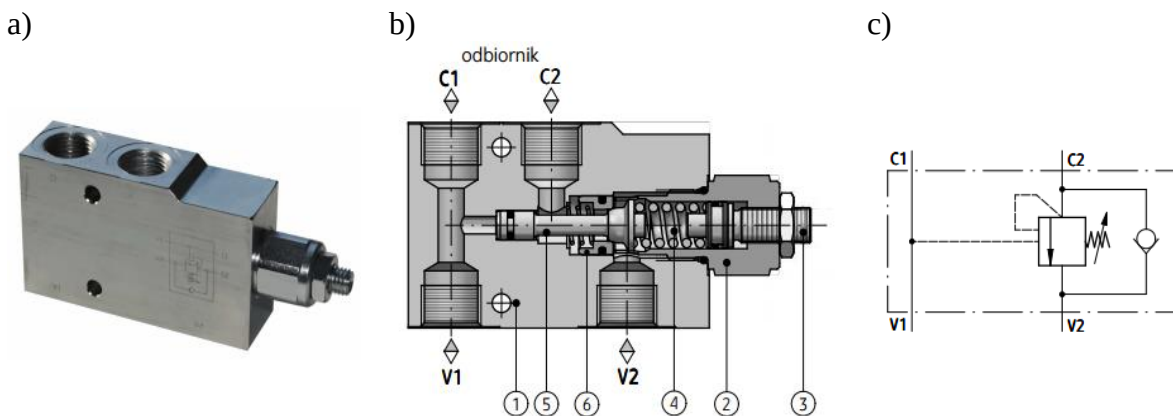
W ciągach technologicznych maszyn wykorzystuje się urządzenia hydrauliczne zasilane emulsjami HFA i HFB lub wodą. Przykładem jest opracowany w ITG KOMAG wciągnik hydrauliczny, przeznaczony do pracy w warunkach zagrożenia wybuchem metanu i/lub pyłu węglowego występującego w kopalniach węgla kamiennego [2, 3, 4, 8].

Wciągnik służy do podnoszenia i opuszczania podwieszonych na zawieszaniu elementów maszyn i urządzeń. Próby eksploatacyjne wciągника zasilanego wodą pozwoliły stwierdzić, że opuszczana masa, mimo że nie opada gwałtownie, to może powodować niekontrolowany ruch łańcucha (rozbieganie), ze względu na niską lepkość cieczy roboczej jaką jest woda i występujące przecieki w hydraulicznych podzespołach roboczych urządzenia (głównie w silniku) [7]. Skłoniło to do opracowania zaworu hamującego typu ZH 1, przystosowanego do pracy z cieczami niskolepkimi, możliwego do zastosowania w warunkach kopalni węgla kamiennego.

2. Rozwiązania zaworów hamulcowych

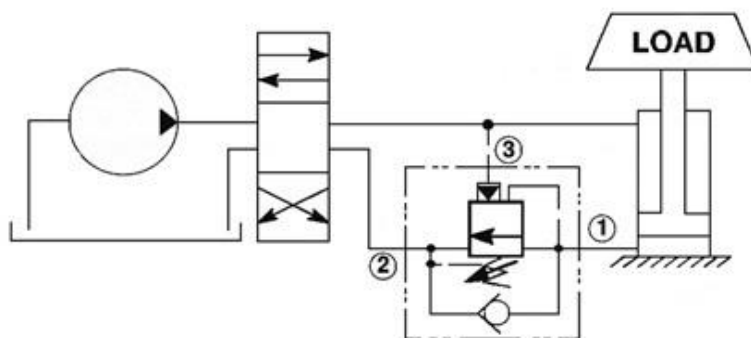
Na rynku polskim oferowanych jest szereg zaworów hamujących (pojedynczych i bliźniaczych) zasilanych olejem mineralnym.

Jednym z nich jest zawór hamujący pojedynczy (rys. 1) stosowany do sterowania otwarciem i nastawiania wielkości strumienia oleju, przy przepływie w jednym kierunku i swobodnym przepływie w kierunku przeciwnym. W układach hydraulicznych z cylindrem (rys. 2), zawór może być wykorzystywany do hamowania ruchów jego tłoka (obciążonego siłą zewnętrzną). Może też pełnić rolę zamka hydraulicznego oraz zaworu przelewowego w przypadku wystąpienia przeciążenia od strony cylindra [14].



Rys. 1. Zawór hamujący typu UZPHE6

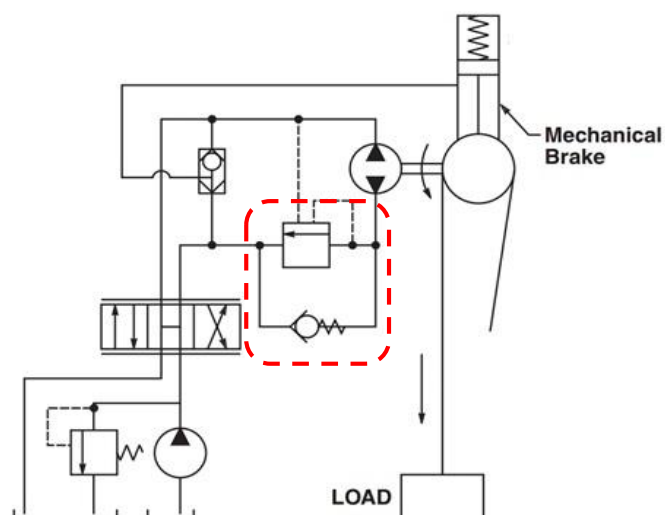
a) widok, b) przekrój: 1 - korpus, 2 - zawór zwrotno-przelewowy, 3 - nastawa, 4 - sprężyna, 5 - tłoczek, 6 - zawór zwrotny, c) symbol graficzny [15]



Rys. 2. Zawór hamujący w układzie hydraulicznym z cylindrem [16]

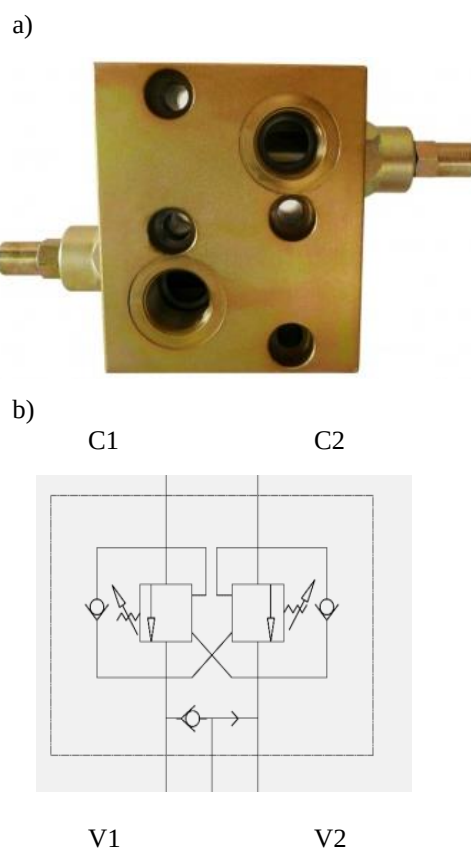
Oprócz typowego zastosowania, zawór hamujący używany jest również w silniku hydraulicznym wciągarki do kontrolowanego ruchu (obrotu) jego wału. Umożliwia to łagodne i kontrolowane opuszczanie ładunku oraz ograniczenie maksymalnego ciśnienia w przypadku przeciążenia układu [2].

Na rysunku 3 przedstawiono zabudowę zaworu hamującego w układzie z silnikiem hydraulicznym.

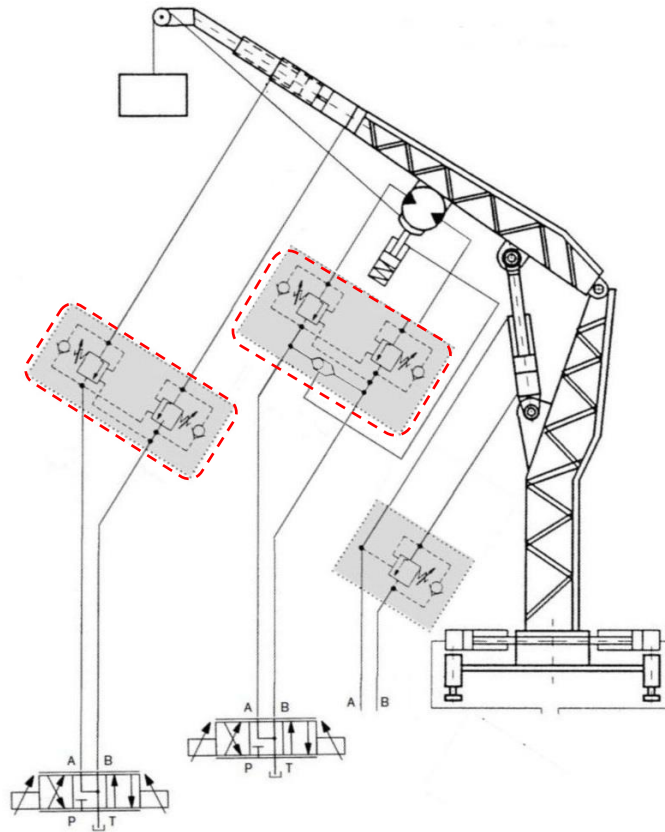


Rys. 3. Zawór hamujący w układzie hydraulicznym z silnikiem [14]

W przypadku, gdy zachodzi konieczność kontroli i zabezpieczenia obu kierunków ruchu odbiornika (podnoszenie i opuszczanie ładunku), stosowane są zawory hamujące bliźniacze (rys. 4), składające się z dwóch zaworów pojedynczych. Zawory bliźniacze wyposażone są dodatkowo w zawory alternatywne. Takie rozwiązania stosowane są w układach z silnikami hydraulicznymi z hamulcem. W układach hydraulicznych z cylindrem (rys. 5), zawór bliźniaczy pełni rolę zamka hydraulicznego, zapobiegającego niekontrolowanemu zsuwowi tłoka.



Rys. 4. Zawór hamujący typu VBCDF DE: a) widok, b) symbol graficzny [13]



Rys. 5. Zwory hamujące bliźniacze współpracujące z cylindrem hydraulicznym i silnikiem hydraulicznym [12]

3. Zawór hamujący przeznaczony do pracy z cieczami niskolepkimi

Coraz szersze stosowanie w układach hydraulicznych mediów nieolejowych, skłoniło ITG KOMAG do opracowania zaworu hamującego, przystosowanego do pracy z medium wodnym oraz emulsjami typu HFA i HFB. Zawór o roboczej nazwie ZH 1 charakteryzuje się następującymi parametrami:

– wymiary	ok.120x100x50 mm
– ciecz robocza	woda, emulsja typu HFA, HFB
– maksymalne ciśnienie cieczy roboczej	35 MPa
– masa	ok. 5 kg

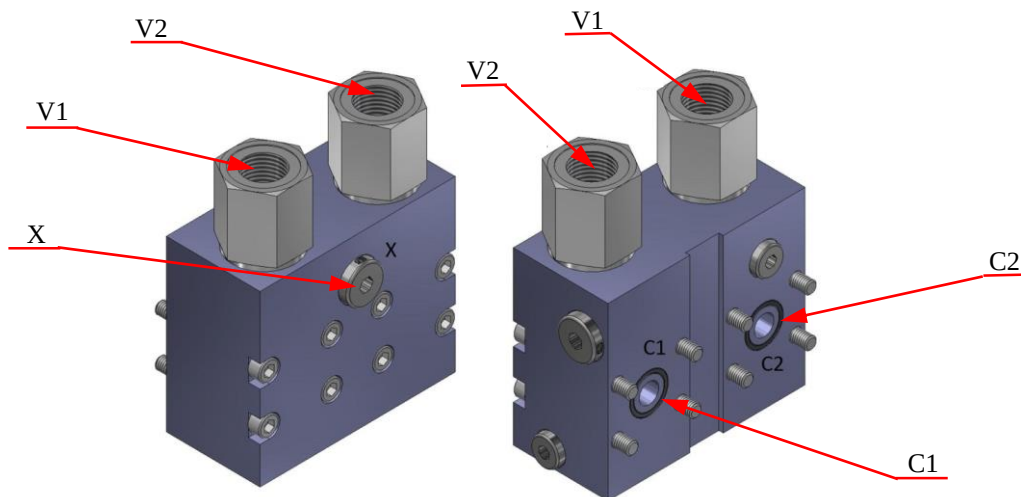
Spełnia on wymagania dotyczące bezpieczeństwa użytkowania, jak również wytyczne zawarte w następujących dokumentach:

- PN-EN 982+A1:2008 Bezpieczeństwo maszyn – Wymagania bezpieczeństwa dotyczące układów hydraulicznych i pneumatycznych i ich elementów – Hydraulika.
- PN-EN ISO 12100:2012 Bezpieczeństwo maszyn - Ogólne zasady projektowania – Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dz. U. 2008 nr 199 poz. 1228).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 22 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem (Dz. U 2005 nr 263 poz. 2203).

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych (Dziennik Ustaw z 2 września 2002 r., Nr 139, poz. 1169).
- Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dziennik Ustaw z 7 października 2002 r., Nr 166, poz. 1360, obowiązująca wraz z późniejszymi zmianami od 1 stycznia 2003 r. Dziennik Ustaw Nr 80, poz. 718, Nr 130, poz. 1188 i nr 170, poz. 1652 z 2003 r).

4. Budowa i zasada działania zaworu

Zawór hamujący ZH 1 (rys. 6) składa się z korpusu, w którym zabudowano dwa zawory zwrotno-przelewowe, wyposażone w przyłącza zasilające V1 i V2. W korpusie wykonano gniazda portów roboczych (od strony odbiornika) C1 i C2 oraz gniazdo portu odhamowania X.



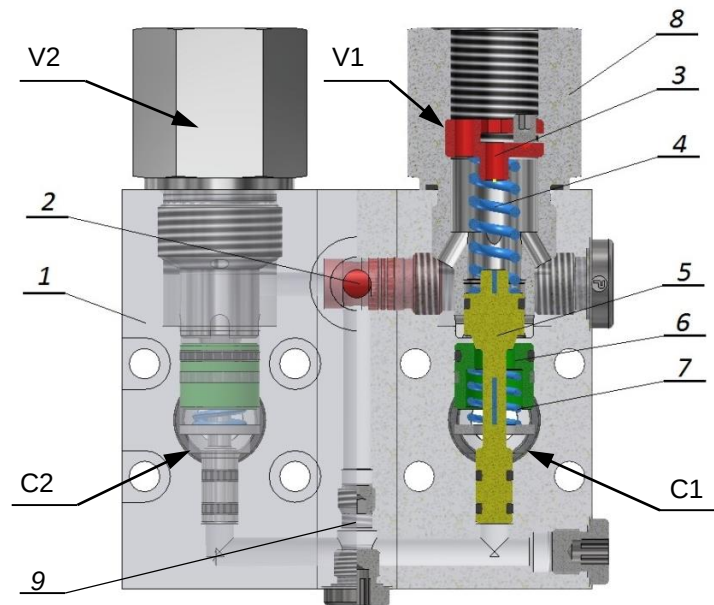
Rys. 6. Zawór hamujący ZH 1 [9]

Konstrukcja zaworu umożliwia jego zabudowę na odbiorniku (np. silniku hydraulicznym), bez przewodów pośrednich, co znacznie poprawia bezpieczeństwo użytkowania (ograniczenie możliwości uszkodzenia przewodów hydraulicznych łączących odbiornik z zaworem będących pod ciśnieniem). W przypadku zastosowania silników hydraulicznych z hamulcami negatywnymi (odhamowywanymi ciśnieniem cieczy), hamulec może być podłączony do portu X.

Budowę zaworu hamującego przedstawiono na rysunku 7. Wewnątrz korpusu zamontowano zawór alternatywny, służący do wytworzenia sygnału odhamowania, w przypadku przyłączenia dodatkowych odbiorników np. hamulców tarczowych.

Górną granicą zadziałania zaworu zwrotno-przelewowego ustala się poprzez wkręcenie nakrętki regulacyjnej, oddziałującej na sprężynę i suwak sterujący. Suwak osadzony jest w korpusie zaworu i przymyka gniazdo pływające podparte dodatkową sprężyną.

Podanie medium pod ciśnieniem do portu V1 powoduje przesunięcie się gniazda pływającego w dół i otwarcie drogi przepływu z kanału V1 do kanału C1. Jednocześnie, poprzez zawór alternatywny i zawór dławiący strumień cieczy oddziałuje na powierzchnię czołową suwaka sterującego drugiego zaworu zwrotno-przelewowego (bliźniaczego). Powoduje to jego przesunięcie w górę i otwarcie drogi przepływu z portu C2 do V2.



Rys. 7. Budowa zaworu hamującego ZH 1

1 - korpus, 2 - zawór alternatywny, 3 - nakrętka regulacyjna, 4 - sprężyna, 5 - suwak sterujący, 6 - gniazdo pływające, 7 - sprężyna, 8 - przyłącze zasilające, 9 - zawór dławiący [9]

W przypadku, gdy przepływ strumienia zasilającego jest mniejszy niż to wynika z oddziaływania sił zewnętrznych na odbiornik, ciśnienie w kanale C1 zanika (występuje podciśnienie). Nie występuje zatem siła mogąca powodować otwarcie drogi z C1 do V1 - następuje hamowanie ruchu odbiornika. Po ponownym wzroście ciśnienia w kanale zasilającym, następuje przepływ cieczy z C1 do V1. Taki mechanizm działania tworzy równowagę, na którą ma wpływ natężenie przepływu oraz ciśnienie zasilania, skutkuje płynnym ruchem odbiornika (obrotom wału silnika hydraulicznego lub przesuwem tłoka cylindra hydraulicznego), który jest niezależny od sił zewnętrznych oraz prędkości ruchu podnoszonej bądź opuszczanej masy. W przypadku braku zasilania hydraulicznego, kanały V1 i V2 powinny być połączone ze spływem.

Gdy na odbiorniku występuje obciążenie, na wyjściach zaworu hamującego pojawia się ciśnienie. Jeżeli ciśnienie to przekracza nastawę zaworu, suwak sterujący, pod wpływem tego ciśnienia, przesuwany jest w górę, umożliwiając przepływ części cieczy z portu C1 do V1 lub C2 do V2. Dzieje się tak aż do momentu, w którym ciśnienie pochodzące od odbiornika będzie niższe niż nastawy zaworu.

5. Podsumowanie

W technice górniczej rozwiązania hydrauliczne zasilane wodą lub emulsjami typu HFA i HFB stosowane są sporadycznie. Spowodowane jest to brakiem oferowanych na rynku zaworów przystosowanych do pracy z takim medium. Uwzględniając potrzeby przemysłu, w tym górnictwa, w ITG KOMAG opracowano koncepcję zaworu hamującego, przeznaczonego do zastosowania w nieolejowych układach hydraulicznych z silnikami (obrotowymi i liniowymi), stosowanymi do podnoszenia i opuszczania części maszyn o znacznych masach. Budowa zaworu pozwala na jego stosowanie w urządzeniach pracujących w agresywnym środowisku kopalnianym, w warunkach zagrożenia wybuchem metanu i/lub pyłu węglowego. Może być także zastosowane w innych, dziedzinach przemysłu, w których stosowanie oleju mineralnego do napędu maszyn i urządzeń jest niewskazane.

Literatura

- [1] Bednarski S.: Kontrolowany ruch siłownika z obciążeniem czynnym. *Hydraulika i Pneumatyka* 2012, nr 2, 10-14.
- [2] Cebula D., Kalita M.: Innowacyjne rozwiązania ITG KOMAG w zakresie górniczych urządzeń dźwignicowych. W: *Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa: Bezpieczeństwo - Efektywność - Niezawodność. KOMTECH 2013*. Red. nauk.: A. Klich, E. Pieczora. Gliwice: ITG KOMAG, 2013, s. 257-266.
- [3] Dąbek P., Deja P., Kalita M.: Typoszereg wciągników łańcuchowych efektem współpracy Instytutu Techniki Górniczej KOMAG z Fabryką Maszyn i Urządzeń OMAG Sp. z o.o. W: *Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa: Bezpieczeństwo - Efektywność - Niezawodność. KOMTECH 2014*. Red. nauk.: A. Klich, A. Kozieł. Gliwice: ITG KOMAG, 2014, s. 113-124.
- [4] Dąbek P., Kalita M.: Nowe rozwiązania pneumatycznych i hydraulicznych wciągników łańcuchowych. W: *Nowoczesne metody eksploatacji węgla i skał zwięzłych: monografia*. Kraków: Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, 2013, s. 242-250.
- [5] Gronert M., Lamentowicz R.: Zawory hamulcowe w układach wciągarki. *Napędy i Sterowanie* 2008, nr 9, 188-192.
- [6] Hunt T., Vaughan N.: *The hydraulic handbook*. 9th Edition. Oxford: Elsevier Advanced Technology, 1996. ISBN 1-85617-250-3.
- [7] Kalita M. i in.: Próby ruchowe hydraulicznego wciągnika łańcuchowego HeWŁ-3/6A. ITG KOMAG, Gliwice 2014 (materiały niepublikowane).
- [8] Kalita M., Prostański D.: Mechanizacja robót w kamiennych wyrobiskach górniczych. W: *Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa: Bezpieczeństwo - Efektywność - Niezawodność. KOMTECH 2011*. Red. nauk.: A. Klich, A. Kozieł. Gliwice: ITG KOMAG, 2011, s. 17-28.
- [9] Rojek P. i in.: Opracowanie projektu wstępnego zaworu hamującego, dokumentacji technicznej zaworu hamującego, instrukcji oryginalnej, warunków technicznych oraz analizy ryzyka. ITG KOMAG, Gliwice 2014 (materiały niepublikowane).
- [10] Stawiński Ł.: Stanowisko laboratoryjne do badań układów hydrostatycznych ze zmiennym obciążeniem. *Hydraulika i Pneumatyka* 2014, nr 1, s. 9-12.
- [11] Stawiński Ł.: Badania symulacyjne układu hydrostatycznego z zaworem counterbalance. W: *Napędy i Sterowania Hydrauliczne i Pneumatyczne 2012: Stan, potrzeby, oczekiwania i możliwości: Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna*, Wrocław, 16-18 maja 2012 r. Wrocław: Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich, 2012, s. 246-254.
- [12] Katalog DENISON HYDRAULIC
<http://www.oleodinamica.com.mx/pdf/valvulas.pdf> (12 grudnia 2014).
- [13] Katalog GRENE
http://www.grene.pl/katalogi/hydraulika_silowa/files/assets/downloads/publication.pdf (11 grudnia 2014).
- [14] Katalog Parker: Load and Motor Control Valves
<http://www.parker.com/literature/Literature%20Files/IHD/LMsection.pdf> (09 grudnia 2014).
- [15] Katalog PONAR Wadowice
<http://www.ponar-silesia.pl/var/files/3887/pl/4198.pdf> (10 grudnia 2014).
- [16] Katalog SUN: Sun Hydraulics Technical Tips
http://www.sunhydraulics.com/sites/default/files/media_library/tech_resources/TT_US_Ctrbal_POCK.pdf (10 grudnia 2014).