

Zajęcia laboratoryjne
Napęd Hydrauliczny

Instrukcja do ćwiczenia nr 1

Charakterystyka zasilacza hydraulicznego

Opracowanie: R. Cieśliski, Z. Kudźma, P. Osiński, J. Rutański, M. Stosiak

Wrocław 2016

Spis treści

1. Wstęp teoretyczny	3
2. Cel ćwiczenia	6
3. Schemat układu pomiarowego	6
4. Sposób przeprowadzenia ćwiczenia	7
5. Wytyczne do sprawozdania.....	7
Bibliografia.....	8

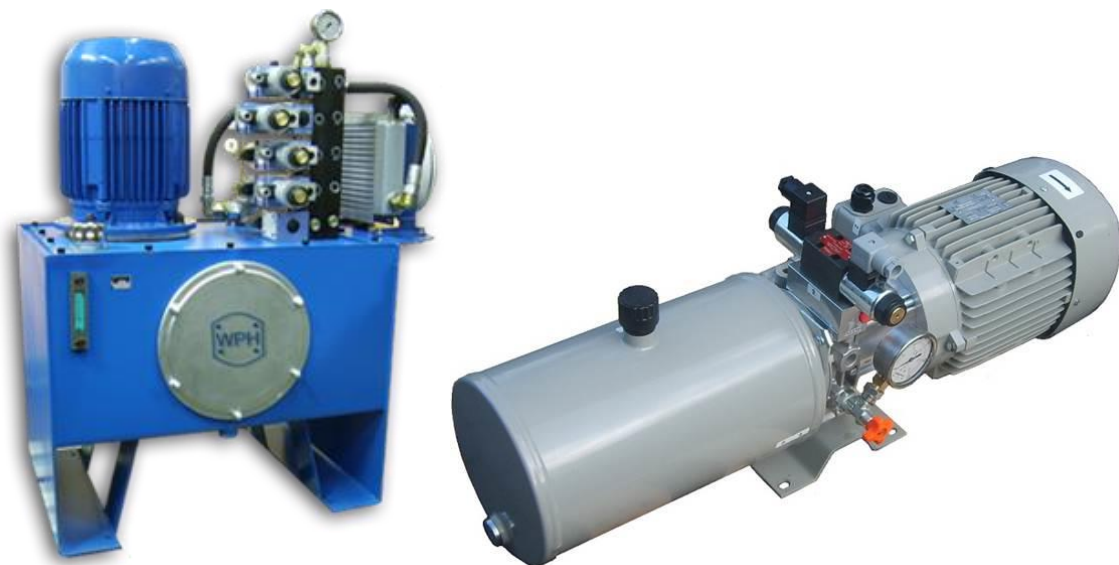
1. Wstęp teoretyczny

Hydrostatyczne układy napędowe wykorzystywane są powszechnie w różnego rodzaju maszynach mobilnych i stacjonarnych. Do pierwszej grupy można zaliczyć np. maszyny budowlane, gdzie wykorzystywana jest jedna z największych zalet napędu hydrostatycznego – wysoki stosunek przekazywanej mocy do masy układu. Przykładem zastosowania napędu hydrostatycznego w maszynach stacjonarnych są prasy hydrauliczne, gdzie wymagane są bardzo duże siły. Do poprawnej pracy w obu przypadkach niezbędne jest zasilenie odbiornika hydraulicznego oraz zapewnienie sterowania układem w zależności od potrzeb. Wymienione funkcje w układzie hydraulicznym pełni zasilacz. W jego skład mogą wchodzić m.in.:

- pompa wporowa oraz silnik elektryczny/spalinowy, który służy do jej napędzania,
- filtry, których zadaniem jest utrzymanie odpowiedniej czystości czynnika roboczego,
- różnego rodzaju zawory i rozdzielacze, których zadaniem jest m.in. zapewnienie możliwości sterowania takimi parametrami układu jak natężenie przepływu cieczy roboczej, ciśnienie cieczy roboczej, kierunek przepływu cieczy roboczej,
- manometry oraz przepływomierze informujące operatora o najważniejszych parametrach układu,
- zbiornik, w którym zgromadzony jest olej hydrauliczny, a który często pełni funkcję chłodnicy oleju,
- chłodnice/nagrzewnice oleju, których zadaniem jest utrzymanie odpowiedniej temperatury oleju.

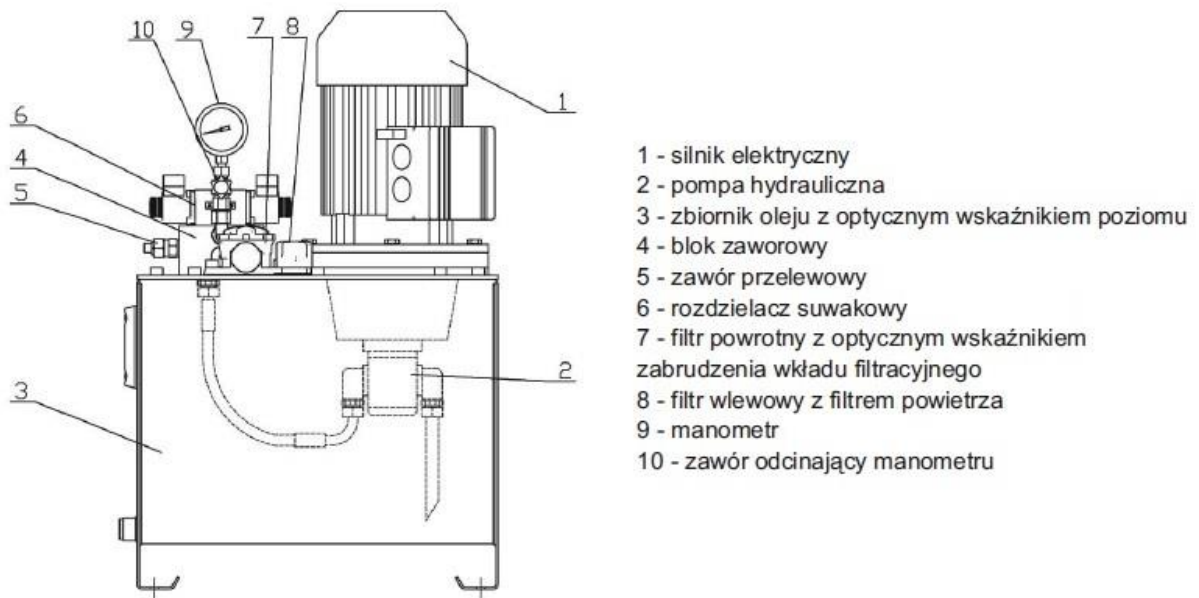
Wyposażenie zasilacza zależy wyłącznie od potrzeb. Producenci zasilaczy hydraulicznych oferują gotowe rozwiązania, które wykorzystywane są przy zasilaniu prostych układów hydraulicznych. Bardziej skomplikowane implementacje, wymagają opracowania dedykowanego zasilacza.

Zasilacze hydrauliczne możemy podzielić, ze względu na budowę, na: stacjonarne i kompaktowe (rys. 1).



Rys. 1 Zasilacz stacjonarny (po lewej) produkcji WPH i przykładowy zasilacz kompaktowy (po prawej) [1] [2].

Na rysunku 2 przedstawiono budowę przykładowego stacjonarnego zasilacza hydraulicznego.



Rys. 2 Przykład konstrukcji stacjonarnego zasilacza hydraulicznego [3].

Rysunek 3 przedstawia przykład konstrukcji zasilacza kompaktowego. Zasilacz kompaktowy może mieć taką samą funkcjonalność jak zasilacz stacjonarny. Różnica w budowie tych zasilaczy sprowadza się do wymiarów zewnętrznych oraz masy. W zasilaczach kompaktowych duży nacisk kładzie się na zminimalizowanie tych dwóch parametrów. Wynika to z tego, że zasilacze takie stosowane są często w urządzeniach i maszynach mobilnych.



Rys. 3 Przykład konstrukcji kompaktowego zasilacza hydraulicznego [4].

Istotnymi parametrami zasilaczy hydraulicznych są:

- wydajność – [m^3/s] – decyduje o prędkości odbiornika,
- maksymalne ciśnienie tłoczenia – [MPa] określa wielkość sił/momentów,
- pojemność zbiornika – [l],
- moc silnika elektrycznego/spalinowego – [W],
- sprawność – [%],
- wymiary geometryczne – wysokość, szerokość, długość – [mm],
- możliwość zamontowania dodatkowego wyposażenia,
- masa [kg] – w przypadku zasilaczy kompaktowych.

Wydajność oraz maksymalne ciśnienie tłoczenia uzależnione są od najważniejszego elementu zasilacza hydraulicznego, a więc od pompy wyporowej. Jest ona generatorem energii ciśnienia w układzie. Jej zadaniem jest zmiana energii mechanicznej doprowadzonej przez silnik napędowy na energię ciśnienia określonej objętości oleju hydraulicznego w jednostce czasu.

Na wymienione parametry wpływają również straty związane z oporami liniowymi i miejscowymi w przewodach oraz zaworach, w które wyposażony jest zasilacz. Im bardziej rozbudowany będzie układ, tym większe będą straty.

Najważniejsze parametry charakteryzujące pompę to:

- wydajność jednostkowa – $\left[\frac{cm^3}{obr}\right]$,
- ciśnienie ssania i tłoczenia – [MPa],
- sprawność – [%],
- zakres prędkości obrotowej – $\left[\frac{obr}{min}\right]$.

Wydajność teoretyczna pompy wyporowej Q_t zależy od wydajności jednostkowej q i prędkości obrotowej n :

$$Q_t = q \cdot n \left[\frac{dm^3}{min}\right] \quad (1.1)$$

Sprawność objętościowa pompy określona jest zależnością:

$$\eta_v = \frac{Q}{Q_t} \quad (1.2)$$

gdzie:

Q – wydajność rzeczywista – zmierzona.

Sprawność całkowitą pompy zdefiniowana jest jako stosunek mocy efektywnej N_e do mocy włożonej N_w :

$$\eta_c = \frac{N_e}{N_w} = \eta_v \cdot \eta_{hm} \quad (1.3)$$

gdzie:

$$N_w = M \cdot \omega \cdot 10^{-3} [kW] \quad (1.4)$$

$$N_e = \frac{Q \cdot \Delta p}{60} [kW]$$

gdzie:

M – moment obrotowy na wale pompy – [Nm],

ω – prędkość kątowna – $\left[\frac{1}{s}\right]$,

Q – wydajność rzeczywista pompy $\left[\frac{dm^3}{min}\right]$,

Δp – różnica ciśnienia tłoczenia p_t i ssania $p_s \approx p_t$ [MPa],

η_{hm} – sprawność hydrauliczno-mechaniczna [%].

Moment na wale pompy można wyznaczyć ze wzoru:

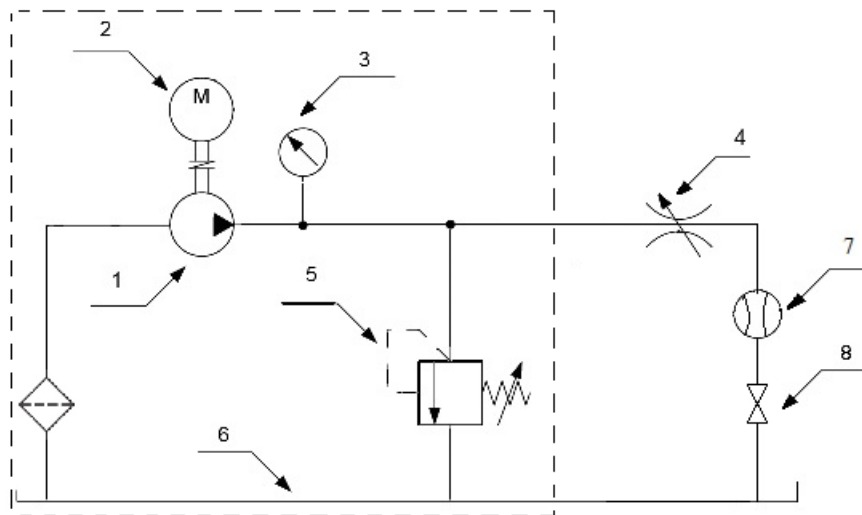
$$M = \frac{q \cdot p_t}{2\pi} \quad (1.5)$$

2. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest eksperymentalne określenie charakterystyk statycznych zasilacza hydraulicznego. Charakterystyki wyznacza się przy zachowaniu stałych wartości ciśnienia ssania oraz lepkości czynnika roboczego.

3. Schemat układu pomiarowego

Na rysunku 4 przedstawiono schemat układu pomiarowego. Liniją przerywaną oznaczono elementy wchodzące w skład zasilacza hydraulicznego umieszczonego na stanowisku.



Rys. 4 Schemat układu pomiarowego.

gdzie:

1. Hydrauliczna pompa zębata.
2. Silnik elektryczny napędzający pompę.
3. Manometr.
4. Nastawny zawór dławiący.
5. Zawór maksymalny.
6. Zbiornik.
7. Przepływomierz.
8. Zawór odcinający.

4. Sposób przeprowadzenia ćwiczenia

Stanowisko, wg schematu przedstawionego na rysunku 4, pozwala na wyznaczenie charakterystyk statycznych zasilacza hydraulicznego.

Pierwszą czynnością jest zmontowanie układu pomiarowego wg rysunku 4. Przed rozpoczęciem pomiarów należy ustawić zawór dławiący 4 w pozycji maksymalnie otwartej. Zapobiegnie to sytuacji, w której rozruch zasilacza odbywa się pod obciążeniem. Następnie należy wykonać próbne uruchomienie zasilacza w celu sprawdzenia poprawności działania pompy 1, zaworu bezpieczeństwa 5 i wskazania manometru 3. Po uruchomieniu zasilacza należy zmniejszać szczelinę dławiącą na zaworze 4, zwiększając tym samym ciśnienie tłoczenia p_t do momentu otwarcia zaworu bezpieczeństwa.

Po sprawdzeniu stanowiska można przystąpić do pomiaru wielkości charakteryzujących pompę 1. Po uruchomieniu zasilacza, zaworem dławiącym 4 symuluje się wzrost obciążenia. Powoduje to wzrost ciśnienia tłoczenia p_t . Pomiary należy wykonać dla ciśnienia od 0 MPa do maksymalnego, wynikającego z nastawy zaworu dławiącego, co 1 MPa (lub co 0,5 MPa). Pomiar należy wykonać w następujący sposób:

- Nastawić szczelinę dławiącą zaworu dławiącego 4 na maksymalną.
- Odczytać ciśnienie tłoczenia p_t z manometru 3.
- Zamknąć zawór odcinający 8 i zmierzyć czas zmiany napełnienia zbiornika o określonej wartości (np. 1 litra). Dzieląc objętość przez czas obliczyć natężenie przepływu.
- Zmniejszyć szczelinę dławiącą, a następnie wykonać czynności opisane w punktach b i c. Punkt d należy powtarzać aż do całkowitego zamknięcia zaworu dławiącego.

5. Wytyczne do sprawozdania

Sprawozdanie powinno mieć charakter jednolitego dokumentu, który w sposób uporządkowany dokumentuje oraz prezentuje przebieg, jak i uzyskane wyniki z przeprowadzonego ćwiczenia. Sprawozdanie powinno być poprzedzone stroną tytułową, na której zamieszczamy najistotniejsze informacje takie jak: nazwa kursu, tytuł ćwiczenia, autorzy wraz z informacją o grupie zajęciowej. Treść sprawozdania składa się z następujących części:

- Wstęp teoretyczny** – Wstęp powinien być krótki, ale opisujący w wystarczającym stopniu prawa, zależności i zjawiska badane podczas wykonywania ćwiczenia (**nie kopiujemy instrukcji!**).
- Cel ćwiczenia** – Zwięźle sformułowanie celu wykonywanego ćwiczenia.
- Stanowisko pomiarowe** – Oprócz schematu stanowiska pomiarowego zamieszczamy krótki opis tego stanowiska oraz opis przebiegu wykonywanego ćwiczenia.
- Pomiary i obliczenia** – Tutaj zamieszczamy tabele z pomiarami, tabele z obliczeniami wraz z opisem toku liczenia. Dodatkowo zamieszczamy przykładowe obliczenia dla jednego wybranego punktu pomiarowego wraz z wyprowadzeniem jednostek. Wyniki przedstawiamy również w formie graficznej – wykresy.
- Podsumowanie/Wnioski** – Podsumowanie uzyskanych wyników oraz spostrzeżenia z przebiegu laboratorium. Wyniki warto odnieść do teorii jaką badamy oraz danych literaturowych.

Do obliczeń należy przyjąć następujące dane:

- obroty pompy $n = 1500 \text{ obr/min}$,

- wydajność jednostkowa pompy (przy maksymalnym ciśnieniu równym 7 MPa) $q = 4,3 \text{ cm}^3/\text{obr.}$

W tabeli pomiarowej powinny znaleźć się, dla każdego punktu pomiarowego, następujące wartości:

- natężenie przepływu cieczy tłoczonej przez zasilacz liczone ze wzoru:

$$Q = \frac{V}{t}$$

- ciśnienie tłoczenia p_t ,
- wzrost objętości zbiornika V ,
- czas po którym nastąpiła zmiana objętości t ,
- moc włożona do układu N_w ,
- moc efektywna N_e ,
- sprawność objętościowa,

Na podstawie uzyskanych wyników należy sporządzić charakterystyki:

$$Q=f(p_t), \eta_v=f(p_t), M=f(p_t).$$

Bibliografia

- [1] S. Stryczek, Napęd hydrostatyczny. Elementy i układy, Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1984.
- [2] „WPH,” 5 2016. [Online]. Available: <http://www.wph.pl/zasilacze.htm>.
- [3] G. P. Silesia, Ponar Silesia, 5 2016. [Online]. Available: <http://www.ponar-silesia.pl/zasilacze-hydrauliczne>.
- [4] MOTOART, Z&Z MOTOART, 5 2016. [Online]. Available: <http://motoart.slask.pl/index.php/hydraulika-w-przemysle/agregaty-hydrauliczne-230v.html>.
- [5] J. Lipski, Napędy i sterowania hydrauliczne, Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 1977.
- [6] E. Tomasiak, Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne, Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2001.
- [7] A. Osiecki, Hydrostatyczny napęd maszyn, Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2014.
- [8] A. Garbacik, Studium projektowania układów hydraulicznych, Wrocław: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1997.