

Testing the oil flow parameters of CLAAS ARION 610 tractor pump

Badanie parametrów przepływu oleju pompy ciągnika CLAAS ARION 610

The article presents the results of comparative tests of partial pump flows with capacity of 110 l/min and 150 l/min. The oil demand for servicing the internal devices of the CLAAS ARION 610 agricultural tractor was measured. The oil flow for supplying the hydraulic engine of the air compressor of the railway braking system was determined. The test results are illustrated in the graphs.

W artykule przedstawiono wyniki badań porównawczych wydatków cząstkowych pompy o wydajności 110 l/min i 150 l/min. Dokonano pomiarów zapotrzebowania oleju do obsługi urządzeń wewnętrznych ciągnika rolniczego CLAAS ARION 610. Określono wydatek oleju na potrzeby zasilania silnika hydraulicznego sprężarki powietrza kolejowego układu hamulcowego. Wyniki badań zilustrowano na wykresach.

1. Introduction

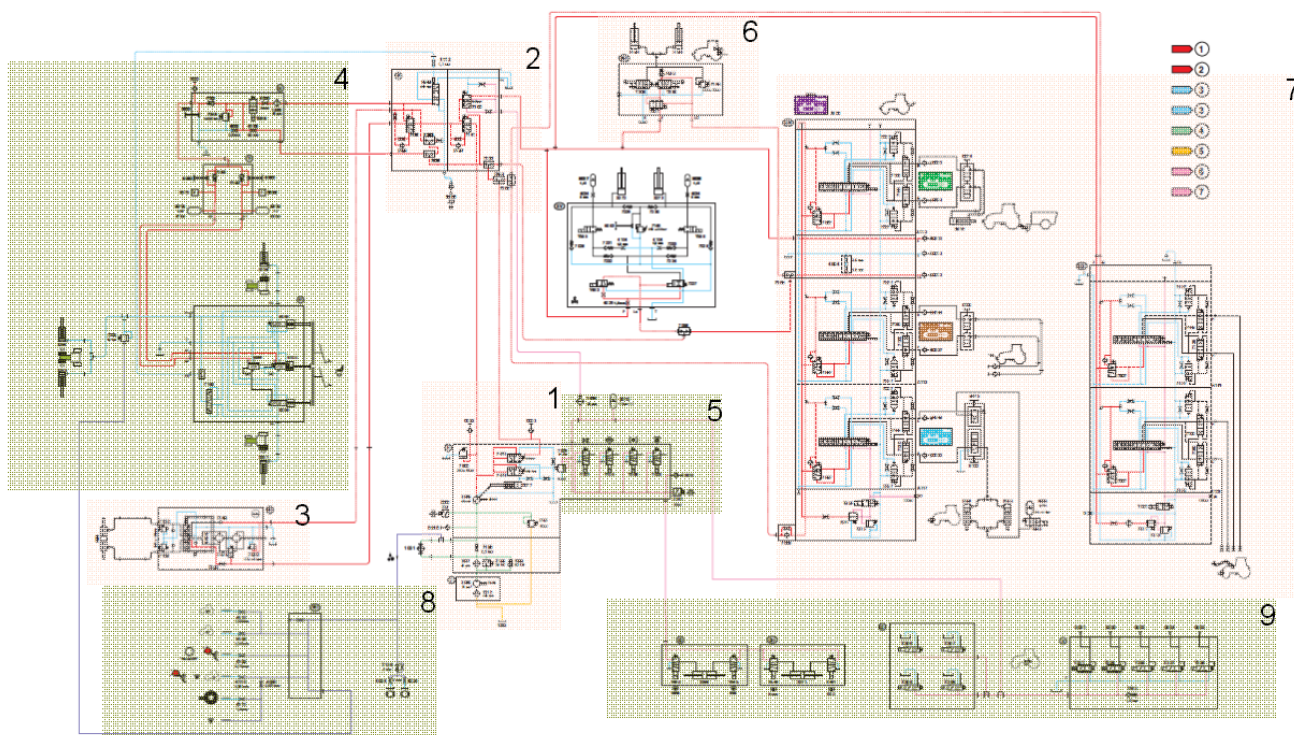
Rail-road tractors built on mass-produced agricultural tractors are produced in Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Pojazdów Szynowych [items 3,4,5,6]. The internal axial-piston tractor pump with the closed cycle is used to drive the hydraulic engine of the railway brake air compressor in the current rail-road tractor model. It is a solution enabling easy installation and adaptation due to the use of the available hydraulic sockets of tractor (the hydraulic engine for drive of the compressor supplying the pneumatic system of railway brake is connected to these sockets). The tractor hydraulic system with pump with capacity of 110 l/min requires the use of additional protections in hydraulic engine supply system of the compressor drive. This is connected with the fact that agricultural tractors are not intended for such large hydraulic engines. Usually, the hydraulic engines in agricultural machines have flow of 5 times lower than the hydraulic engine used to drive an air compressor [items 1,2]. Therefore, pressure pulsators are necessary to eliminate the short-term drops in flow resulting from the consumption of auxiliary devices shown in Fig.1.

Such a drop of flow can lead to disturbances of operation (decrease in rotations) of the railway brake air compressor. This leads to a disruption of lubrication due to a decrease in rotations below the permissible minimum ones. The pressure pulsators are based on the effect of gas pressure on hydraulic oil through the membrane. The purpose of their application is to eliminate the pressure jumps and supply flow. The jumps, that are the result of the

1. Wstęp

W Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytut Pojazdów Szynowych są wytwarzane ciągniki szynowo-drogowe budowane na seryjnie produkowanych ciągnikach rolniczych [poz. 3,4,5,6]. W obecnym modelu ciągnika szynowo-drogowego, do napędu silnika hydraulicznego sprężarki powietrza hamulca kolejowego wykorzystywana jest wewnętrzna pompa ciągnika osiowo-tłoczkowa o zamkniętym obiegu. Jest to rozwiązanie umożliwiające łatwą instalację i adaptację z uwagi na wykorzystywanie dostępnych gniazd hydraulicznych ciągnika (do tych gniazd zostaje podłączony silnik hydrauliczny napędu sprężarki zasilającej pneumatyczny układ hamulca kolejowego). Układ hydrauliczny ciągnika z pompą o wydajności 110 l/min wymaga stosowania dodatkowych zabezpieczeń w układzie zasilania silnika hydraulicznego napędu sprężarki. Jest to związane z tym, że ciągniki rolnicze nie są przewidziane do tak dużych silników hydraulicznych. Zazwyczaj silniki hydrauliczne w maszynach rolniczych są o wydatkach rzędu 5 razy niższego, niż silnik hydrauliczny wykorzystywany do napędu sprężarki powietrza [poz. 1,2]. Dlatego konieczne są pulsatory ciśnienia niwelujące krótkotrwałe spadki przepływu, wynikające z poboru urządzeń pomocniczych przedstawionych na rys.1.

Taki spadek przepływu może prowadzić do zaburzeń pracy (spadek obrotów) sprężarki powietrza hamulca kolejowego. Prowadzi to do zakłócenia smarowania, z powodu spadku obrotów poniżej minimalnych dopuszczalnych. Pulsatory ciśnienia są oparte na działaniu ciśnienia gazu na olej hydrauliczny poprzez membranę. Celem ich zastosowania jest niwelowanie sko-



Rys. 1 Schemat hydrauliczny ciągnika rolniczego
Fig1. Hydraulic diagram of the agricultural tractor

power consumption of the tractor's internal devices, are reduced by pressure pulsations at the compressor engine supply. The pressure pulsators are wearing parts. In order to eliminate them, it was decided to investigate the difference between the current hydraulic pump of the tractor and the pump with a higher capacity of 150 l/min. The pump of this capacity was the largest possible model to be installed on this tractor due to the dimensions of the housing. Expectations associated with a larger pump are to ensure a minimum rotations of the air compressor of railway brake without pressure pulsators. The stand tests were carried out on the tractor without the installation of air compressor.

2. Methodology of test

In order to compare the characteristics of the pump parameters, the oil flow measurements were carried out for two tractors, one of which had the pump of flow of 110 l/min and the other of 150 l/min. The measurements were carried out on the test stand Fig.2.

A stand equipped with a set of instruments consisting of the following elements was built for measurements:

- sensors of flow and pressure Fig.3,
- electrical connectors to analyser Fig.3,
- analyser Fig. 4,
- computer Fig. 4.

Rys. 2 Stanowisko badawcze przepływu ciśnienia oleju
Fig. 2 Test stand of oil pressure flow

ów ciśnienia i przepływu zasilającego. Skoki które są wynikiem odbioru mocy przez urządzenia wewnętrzne ciągnika, są łagodzone przez pulsację ciśnienia na zasilaniu silnika sprężarki. Pulsatory ciśnienia są elementem zużywającym się. W celu ich wyeliminowania, postanowiono zbadać różnicę pomiędzy obecną pompą hydrauliczną ciągnika a pompą o większej wydajności wynoszącą 150 l/min. Pompa tej wydajności była największym możliwym modelem do zainstalowania na tym ciągniku z uwagi na wymiary obudowy. Oczekiwania związane z większą pompą, to zapewnienie minimalnych obrotów sprężarki powietrza hamulca kolejowego bez pulsatorów ciśnienia. Badania stanowiskowe, przeprowadzono na ciągniku, bez instalacji sprężarki powietrza.



The sensors were connected to the analyser and this to the computer. This makes it possible not only to observe the measured values, but also to record the measured data. Sampling¹ can be carried out at a high frequency of above 10 Hz. Thanks to this, the provided measurements are very good materials for analysis.



Rys. 3 Czujniki przepływu i ciśnienia
Fig. 3 Sensors of flow and pressure



Rys. 4 Analizator i komputer
Fig. 4 Analyser and computer

The measuring system consisting of two sensors was connected in the same way as the hydraulic engine, i.e. directly to hydraulic sockets of the tractor's, Fig. 5. Such connection allows obtaining the results similar to the operating parameters of hydraulic engine. After connecting the sensors, the hydraulic oil temperature was checked on monitor of the tractor with operating parameters in the cab. The measurements were carried out only after the oil exceeded the temperature of 50 °C.

The test on each tractor was carried out with the same method. The measurements were carried out at various rotational speeds of the diesel engine. The first measurement was made at idle speed. Next measurements increasing the rotations every 100 rpm.

¹ Replacing analogue signal with digital signal

2. Metodyka badań

W celu dokonania porównania charakterystyk parametrów pomp przeprowadzono pomiary przepływu oleju dla dwóch ciągników, gdzie jeden z nich dysponował pompą o wydatku 110 l/min a drugi 150 l/min.

Pomiarów dokonano na stanowisku badawczym rys.2. Do pomiarów zbudowano stanowisko wyposażone w zestaw przyrządów składający się z następujących elementów:

- czujników przepływu oraz ciśnienia rys.3,
- złączy elektrycznych do analizatora rys.3,
- analizatora rys. 4,
- komputera rys. 4.

Czujniki przyłączono do analizatora, a ten do komputera. Umożliwia to nie tylko obserwację wartości pomiarowych, ale również zapisanie danych pomiarowych. Próbkowanie¹ może odbywać się z dużą częstotliwością, powyżej 10Hz. Dostarczone pomiary dzięki temu stanowią bardzo dobre materiały do analizy.

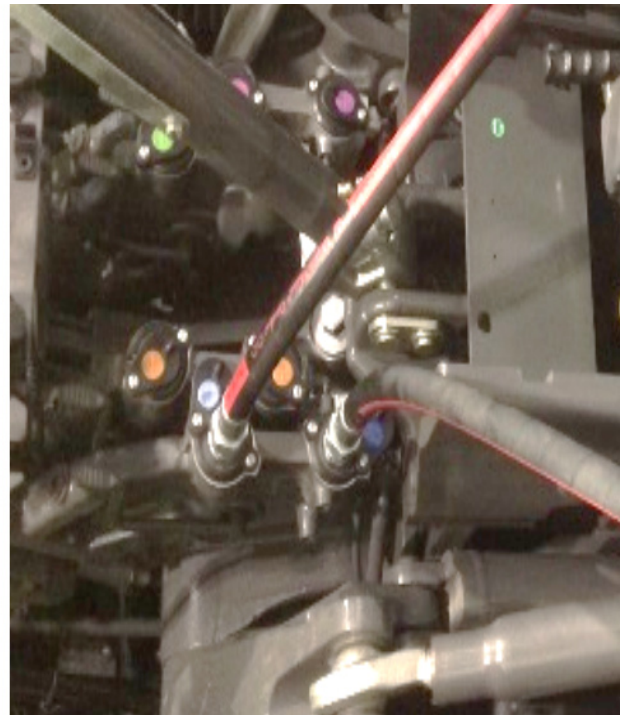
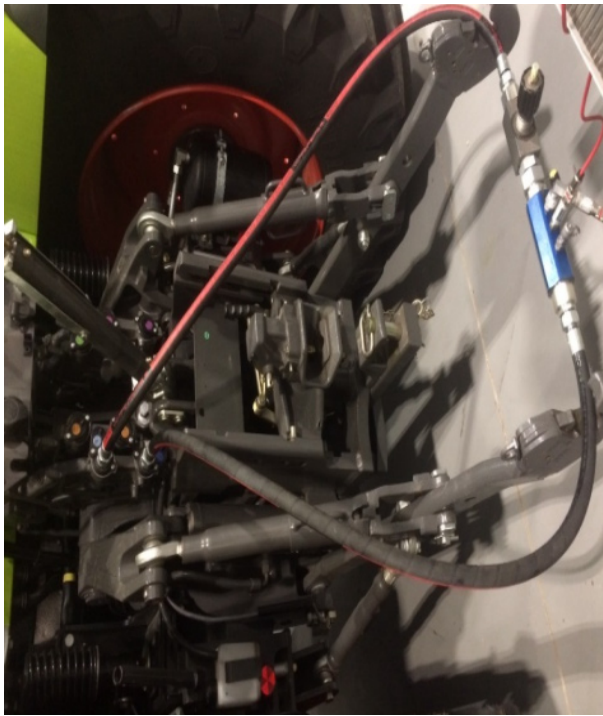
Układ pomiarowy składający się z dwóch czujników został wpięty w ten sam sposób, jak silnik hydrauliczny, tzn. bezpośrednio w gniazda hydrauliczne ciągnika, rys. 5. Takie połączenie umożliwia uzyskanie wyników, zbliżonych do parametrów pracy silnika hydraulicznego. Po wpięciu czujników, na monitorze ciągnika z parametrami pracy w kabinie sprawdzana była temperatura oleju hydraulicznego. Pomiary przeprowadzono dopiero po przekroczeniu przez olej temperatury 50 °C.

Badanie na każdym z ciągników przeprowadzono tą samą metodą. Pomiary przeprowadzono przy różnych prędkościach obrotowych silnika spalinowego. Pierwszy pomiar wykonano przy obrotach biegu jałowego. Następne pomiary zwiększając obroty co 100 obr/min. W celu dokonania oceny spadku przepływu oleju (na zapotrzebowanie odbiorników pomocniczych ciągnika) na zasilaniu gniazda hydraulicznego, do którego podpięty był zestaw czujników, jednocześnie używano hamulce i wykonywano ruchy kierownicą.

3. Wyniki badań

Dla każdej prędkości obrotowej silnika spalinowego, uzyskano charakterystykę parametrów pracy pompy (wydatek i ciśnienie). Uzyskano wykresy przedstawiające przebieg przepływu oleju z widocznym spadkiem na zapotrzebowania własne ciągnika. Z każdego wykresu, dla każdej pompy i dla każdej prędkości obrotowej silnika spalinowego odczytano przepływ nominalny i najniższy zanotowany przepływ oleju. Poddano analizie 14 wyników badań w postaci wykresów, z których 6 przykładowych załączono poniżej na rys. 6,7,8,9,10,11.

¹ Zamiana sygnału analogowego na dyskretny

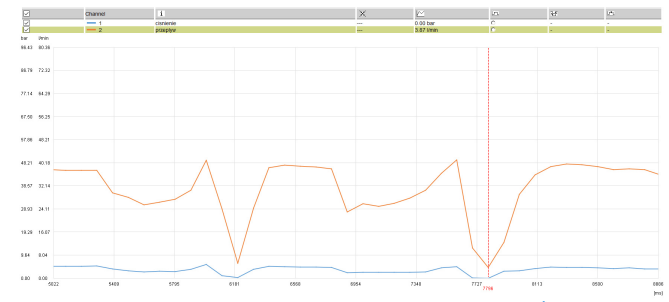


Rys. 5 Wpięcie sondy pomiarowej
Fig. 5 Connecting the measuring probe

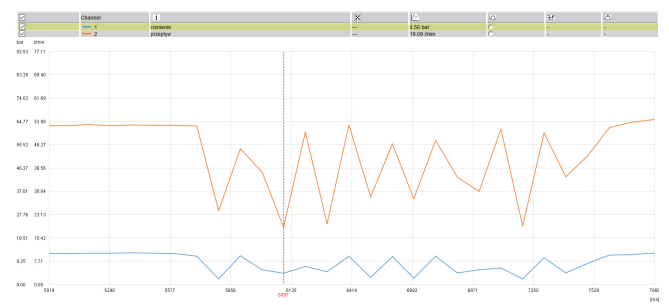
In order to assess the decrease in oil flow (on the demand of the tractor's auxiliary receivers) on the supply of the hydraulic socket to which a set of sensors was connected, at the same time the brakes were used and the steering wheel was moved.

3. Results of tests

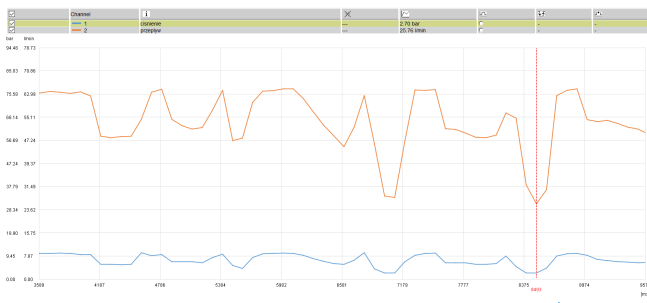
For each rotational speed of the diesel engine, the characteristics of parameters of the pump work (flow and pressure) were obtained. The graphs, presenting the course of oil flow with a visible decrease for the tractor's own needs, were obtained. From each graph, for each pump and for each rotational speed of diesel engine, the nominal flow and the lowest recorded oil flow were read. 14 results of tests in the form of graphs were analyzed, of which 6 examples are attached below in Fig. 6,7,8,9,10,11.



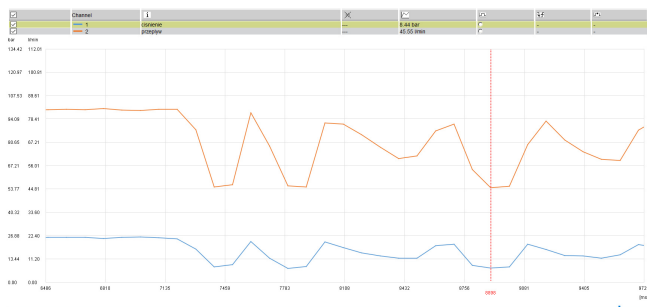
Rys. 6 Przebieg przepływu dla pompy o wydajności 110 l/min, przy obrotach silnika 800 1/min
Fig. 6 Course of flow for a pump with capacity of 110 l/min, at rotations of engine of 800 1/min



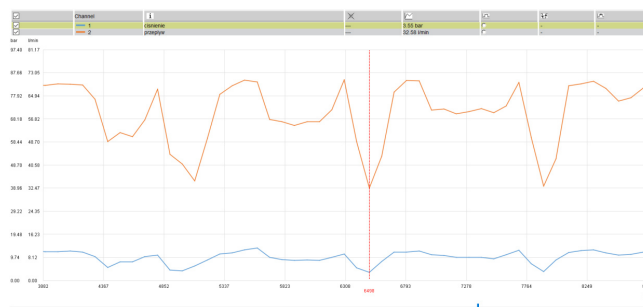
Rys. 7 Przebieg przepływu dla pompy o wydajności 150 l/min, przy obrotach silnika – 800 1/min
Fig. 7 Course of flow for a pump with capacity of 150 l/min, at rotations of engine of – 800 1/min



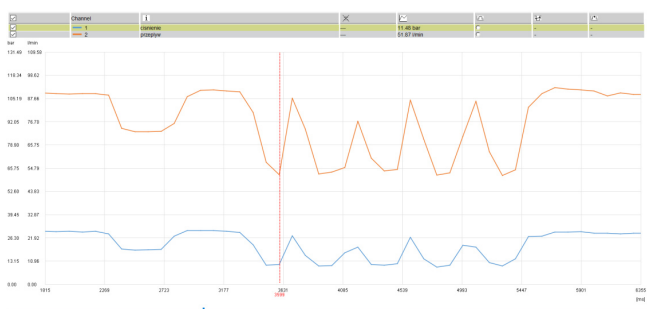
Rys. 8 Przebieg przepływu dla pompy o wydajności 110 l/min, przy obrotach silnika – 1200 1/min
Fig. 8 Course of flow for a pump with capacity of 110 l/min, at rotations of engine of – 1200 1/min



Rys. 9 Przebieg przepływu dla pompy o wydajności 150 l/min, przy obrotach silnika – 1200 1/min
 Fig. 9 Course of flow for a pump with capacity of 150 l/min, at rotations of engine of – 1200 1/min



Rys. 10 Przebieg przepływu dla pompy o wydajności 110 l/min, przy obrotach silnika – 1300 1/min
 Fig. 10 Course of flow for a pump with capacity of 110 l/min, at rotations of engine of – 1300 1/min



Rys. 11 Przebieg przepływu dla pompy o wydajności 150 l/min, przy obrotach silnika – 1300 1/min
 Fig. 11 Course of flow for a pump with capacity of 150 l/min, at rotations of engine of – 1300 1/min

The obtained results are given in Table 1. The difference between the nominal flow and the lowest possible one is a decrease in the flow capacity. This

Otrzymane wyniki zostały zebrane w tabeli 1. Różnica między przepływem nominalnym a najniższym możliwym to spadek wydajności przepływu. Wartość ta pozwala na określenie, czy nie zostały popełnione błędy w procesie porównawczym. Gdyż spadek wydajności nie powinien różnić się znacząco, dla różnych wartości obrotów. Przy zasilaniu odbiorników wewnętrznych dla nich

Zbrane dane z Tab.1 przedstawiono na wykresach rys 12. Na wykres naniesiono wartości przepływu w zależności od prędkości obrotowej silnika spalinowego. Utworzono 5 charakterystyk przepływu. 4 z nich to wartości pomiarowe, a piąta linia stała, to wartość minimalnego przepływu koniecznego do prawidłowego zasilania silnika hydraulicznego napędu sprężarki powietrza.

Tab. 1 Wyniki pomiarów przepływu oleju hydraulicznego dla dwóch pomp/
 Table 1 Results of measurements of hydraulic oil flow for two pumps

Lp.	Obrotы silnika obr/min	Pompa o wydajności 110 l/min			Pompa o wydajności 150 l/min		
		Nominalny przepływ l/min	Najniższy przepływ l/min	Spadek przepływu l/min	Nominalny przepływ l/min	Najniższy przepływ l/min	Spadek przepływu l/min
1	800	37,82	3,87	33,95	52,8	19,09	33,71
2	900	48,1	12,88	35,22	60,44	24,74	35,7
3	1000	53,36	16,75	36,61	68,22	31,25	36,97
4	1100	58,73	22,22	36,51	75,88	38,15	37,73
5	1200	63,77	25,76	38,01	83,18	45,55	37,63
6	1300	68,84	32,58	36,26	90,06	51,87	38,19
7	1400	74,24	37,62	36,62	97,56	57,71	39,85

value allows to determine if errors were made in the comparative process, because the capacity drop should not differ significantly for different values of rotations during powering the internal receivers for them.

The collected data from Table 1 are presented in the graphs Fig 12. The flow values are plotted on the graph depending on the rotational speed of the diesel engine. Five flow characteristics are created. Four of them are the measured values, and the fifth -fixed line-

Na wykresie są dwa zasadnicze kolory. Czerwony i niebieski. Na czerwono przedstawiono wartości pomiarowe uzyskane przez pompę o wydajności 150l/min, a na niebiesko oznaczono parametry pompy o wydajności 110 l/min. Linia ciągła to przepływ nominalny a linia kropkowana to najniższy odczytany przepływ dla danej pompy. Na żółto, pozioma kreskowana, to minimalne, wymagane zapotrzebowanie na olej silnika hydraulicznego OMP 50. Został on

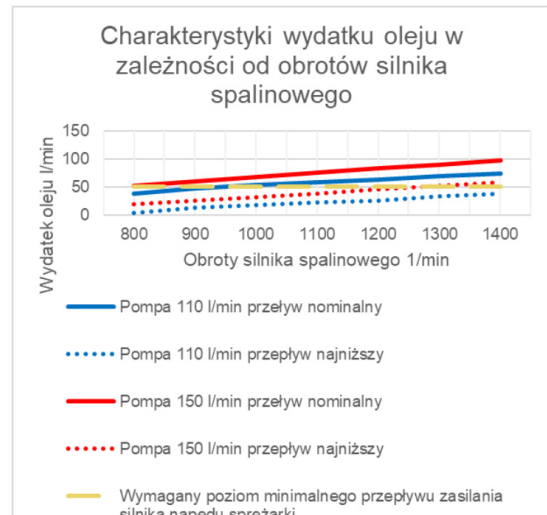
is the value of the minimum flow necessary to properly supply the hydraulic engine of the air compressor drive.

There are two main colors on the graph. Red and blue. The measurement values obtained by the pump with a capacity of 150l/min are shown in red, and the pump parameters with a capacity of 110 l/min are marked in blue. The continuous line is the nominal flow and the dotted line is the lowest read flow for a given pump. A yellow, the horizontal, dashed line is the minimum, required oil demand for the oil of OMP 50 hydraulic engine. It was determined based on the functional diagram presented in Fig. 13. The flow of 50 l/min ensures that the rotations of engine are maintained above 1000 rpm.

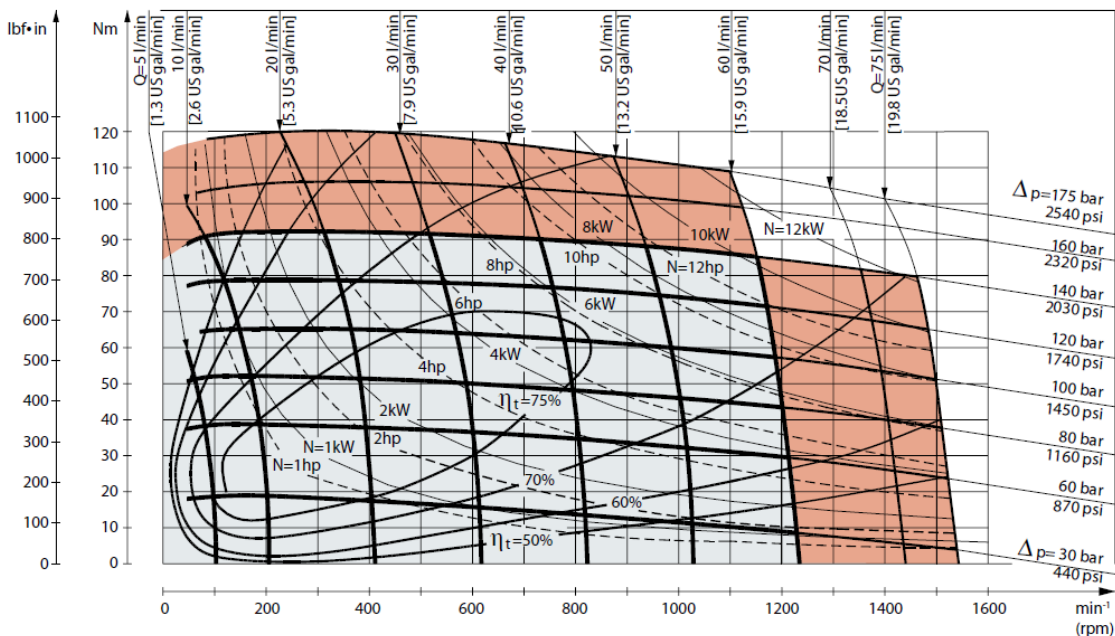
Rys. 12 Charakterystyki wydatku oleju w zależności od obrotów silnika spalinowego

Fig. 12 Characteristics of oil flow depending on the rotations of the diesel engine

ustalony w oparciu o schemat funkcjonalny przedstawiony na rys. 13. Wydatek 50l/min zapewnia utrzymanie obrotów silnika powyżej 1000 obr/min.



OMP 50 function diagram



Rys. 13. Schemat funkcjonalny silnika OMP 50
Fig. 13. Functional diagram of the OMP 50 engine

4. Summary

Analysing the graph in Fig. 12, it can be noticed that a larger pump provides more flow of hydraulic oil. Also with the increase of rotations, the difference in nominal flow and the lowest flow between the two pumps increases. This is shown in Table 2- Flow difference

Tractor's own demand for priority receivers is very similar. In both cases it is between 34 and 40 l/min. The installation of a pump with higher capacity enables the minimum oil flow to be guaranteed at the rotations of diesel engine of just from 1300 rpm. (see Table 1, item 6). For the pump with capacity of

4. Podsumowanie

Analizując wykres rys. 12 można zauważyć, że większa pompa zapewnia większy wydatek oleju hydraulicznego. Również wraz ze wzrostem obrotów, zwiększa się różnica w przepływie nominalnym i przepływie najniższym pomiędzy dwoma pompami.

Zapotrzebowanie własne ciągnika, dla odbiorników priorytetowych jest bardzo zbliżone. W obu przypadkach mieści się pomiędzy 34 a 40 l/min. Instalacja pompy o większej wydajności umożliwia zapewnienie minimalnego przepływu oleju przy obrotach silnika spalinowego już od 1300 obr/min. (patrz Tab.1, pozycja 6). W przypadku pompy o wydajności 110 l/min

110 l/min, the minimum required flow was not achieved during this test. Considering the greater available flow, the installation of the pump with 150 l/min should allow direct supply to the hydraulic engine. The test should be treated as a preliminary test carried out on a factory tractor. The final tests will be carried out on a rail-road tractor equipped with the air compressor.

Zapotrzebowanie własne ciągnika, dla odbiorników priorytetowych jest bardzo zbliżone. W obu przypadkach mieści się pomiędzy 34 a 40 l/min. Instalacja pompy o większej wydajności umożliwia zapewnienie minimalnego przepływu oleju przy obrotach silnika spalinowego już od 1300 obr/min. (patrz Tab.1, pozycja 6). W przypadku pompy o wydajności 110 l/min

Bibliography / Bibliografia

1. *Gustaw Kotnis: Budowa i eksploatacja układów hydraulicznych w maszynach, 2015*
2. *Alojzy Skrobacki, Adam Ekielski: Pojazdy i ciągniki rolnicze Wydanie II poprawione i uzupełnione*
3. *Medwid M., Daszkiewicz P., Czerwiński J., Jakuszko W. – Sieć badawcza Łukasiewicz – Instytut Pojazdów Szynowych „Tabor”, Kaźmierczak E. – CLAAS Polska: Ciągnik szynowo-drogowy z napędem spalinowo-elektrycznym. Pojazdy Szynowe, 2019, nr 3*
4. *Medwid M., Jakuszko W. – Sieć badawcza Łukasiewicz – Instytut Pojazdów Szynowych „Tabor”, Kaźmierczak E. – CLAAS Polska: Cechy konstrukcyjne ciągnika bazowego wybranego do adaptacji na pojazd szynowo-drogowy nowej generacji. Pojazdy Szynowe, 2017, nr 3*
5. *Medwid M. Daszkiewicz P., Czerwiński J., Jakuszko W. – Sieć badawcza Łukasiewicz – Instytut Pojazdów Szynowych „Tabor”, Kaźmierczak E. – CLAAS Polska: Modelowanie struktury manewrowego ciągnika szynowo-drogowego CLAAS ARION 620. Pojazdy Szynowe, 2017, nr 2*
6. *Medwid M. Daszkiewicz P., Czerwiński J., Jakuszko W. – Sieć badawcza Łukasiewicz – Instytut Pojazdów Szynowych „Tabor”, : Wielozadaniowy ciągnik szynowo-drogowy nowej generacji. Pojazdy Szynowe, 2016, nr 3*