

Andrzej BANASZEK

HYDRAULICZNY UKŁAD CENTRALNEGO ZASILANIA NA NOWOCZESNYM JACHCIE MORSKIM

Streszczenie

W artykule przedstawiono powszechne wykorzystanie hydraulicznych układów centralnego zasilania urządzeń pokładowych montowanych na pokładach nowoczesnych jachtów morskich żaglowych i motorowych. . Przedstawiono typy układu centralnego zasilania hydraulicznego wykorzystanie do napędu i sterowania , kabestanów pokładowych, wind kotwicznych i kotwiczno-cumowniczych, oraz innych elementów jachtowego wyposażenia pokładowego. Opisano zalety i wady układów centralnego zasilania stosowanych na pokładach opisywanych jednostek pływających

WSTĘP

Produkcja jachtów i innych rekreacyjnych jednostek motorowych jest wielką szansą przemysłu stoczniewego w dzisiejszym Szczecinie i Gdyni. Przeważającej liczbie stocznie jachtowe należą do małych przedsiębiorstw produkujących, często typu rodzinnego. Ich potencjał produkcyjny, pomimo uboższego wyposażenia ciągle rośnie. W rekordowym roku 2014 r. rodzimy przemysł jachtowy wyprodukował 22 000 jednostek pływających. Stawia to Polskę na czołowym miejscu w Europie jeśli chodzi o potencjał produkcyjny jachtów i jednostek rekreacyjnych. Jak wiadomo [5] na jachtach

morskich popularnym sposobem napędu urządzeń pokładowych jest wykorzystanie napędu hydraulicznego. Jest to spowodowane tym, że ze względu wymagane moce napędu wykorzystanie napędu elektrycznego na prąd stały 12V i 24 V jest ograniczone, a napęd prądem zmiennym ze względu na możliwość porażenia śmiertelnego nie jest preferowany. Dlatego popularnym sposobem rozwiązania tego istotnego problemu na pokładach jachtów stało się wykorzystanie do zasilania urządzeń pokładowych systemów napędu i sterowania hydraulicznego. Z faktu że na stosunkowo małej przestrzeni jachtu do zasilania jest wiele odbiorników energii hydraulicznej, popularnym ich sposobem zasilania jest budowa centralnego układu zasilania hydraulicznego. W pracy przedstawiono zalety i



Rys. 1. Widok na współczesny motorowy jacht pełnomorski. Źródło: Yachtmasters.com [6]

wady powyższego układu, wykorzystywanego na pokładach współczesnych jachtów morskich oraz opisano typowe jego rozwiązania.

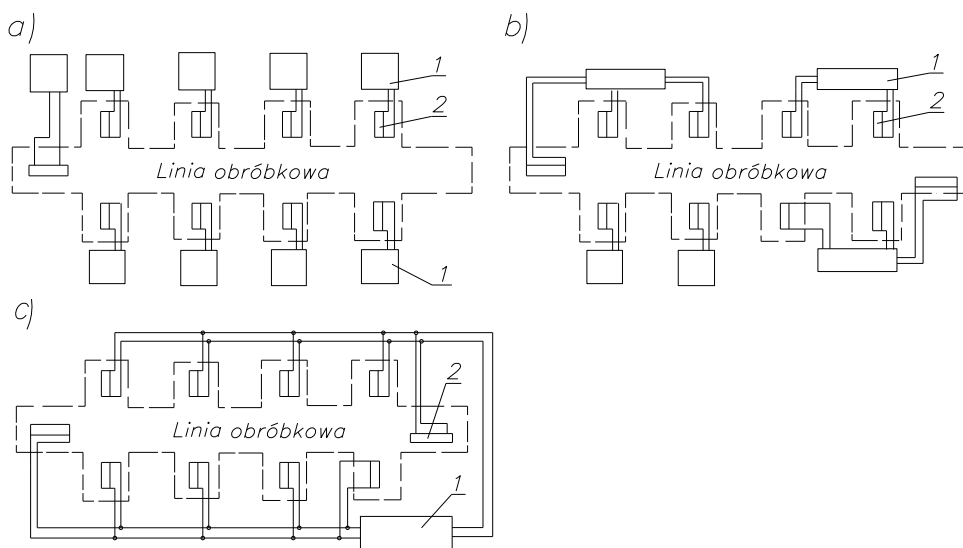
1. POJĘCIE HYDRAULICZNEGO CENTRALNEGO UKŁADU ZASILANIA

W przypadku gdy do napędu hydraulicznego znajduje się w niedalekiej względem siebie odległości wiele odbiorników energii hydraulicznej istnieje kilka sposobów rozwiązania problemu ich zasilania. Pierwszym jest zasilanie indywidualnie tzn. takie że każdy odbiornik zasilany jest indywidualnie przez osobny układ pompowsterujący (patrz rys.2.a). Takie rozwiązanie charakteryzuje się wysokimi kosztami instalacyjnymi i jest stosowane tylko w uzasadnionych przypadkach. Innym sposobem zasilania jest budowa systemów zasilania grupowego (Rys.2.b.). W literaturze jest kilka niezbyt precyzyjnych określeń tego systemu. W takim przypadku, kilka odbiorników hydraulicznych może korzystać z jednego zespołu pompowego. W przypadku zainstalowania wspólnej magistrali ciśnieniowej, z układem zasilania grupowego mamy do czynienia w przypadku, gdy korzystanie z zasilania jednego urządzenia (grupy urządzeń) uniemożliwia jednoczesne korzystanie z zespołu pompowego do zasilania innych odbiorników. Ta sekwencyjność wykorzystania wspólnego zespołu pompowego stanowi wyróżnik układów

Możliwość pracy jednego lub kilku zespołów pompowych (stacji pomp) podłączonego w sposób równoległy do instalacji centralnego zasilania

Konieczność występowania przynajmniej jednego wspólnego elementu instalacji hydraulicznej ciśnieniowej, integrującego pracę poszczególnych urządzeń zasilających (pomp lub zespołów pompowych) oraz odbiorników energii hydraulicznej.

Pierwszy element pojęcia mówiący o jednoczesnej i niezależnej pracy odbiorników podłączonych do układu centralnego zasilania jest najważniejszy gdyż odróżnia układy centralnego zasilania od układów zasilania grupowego. W przypadku układu grupowego, zasilanie jednego odbiornika powoduje odcięcie od zasilania pozostałych. Stąd nie ma możliwości w tym przypadku ich jednoczesnej i niezależnej pracy, co jest cechą charakterystyczną dla układów centralnego zasilania. Z drugiej strony, w układzie centralnego zasilania może pracować jednocześnie kilka oddzielnych zespołów pompowych (stacji pomp) tłoczących olej do wspólnej instalacji hydraulicznej. Z takim przypadkiem mamy do czynienia między innymi na super dużych zbiornikowcach z długimi przewodami magistralowymi, do których podłączone są jednocześnie zespoły zasilające (stacje pomp) zlokalizowane w siłowni okrętowej na rufie statku, na dziobie statku oraz na jego śródokręciu. Takie rozwiązanie pozwala na ograniczenie strat ciśnieniowych występujących przy



Rys. 2. Uprozczone schematy układów zasilania hydraulicznego linii obróbkowej wg S. Stryczka [2]
zasilanie indywidualne, b) zasilanie grupowe c) zasilanie centralne
1- zespół pompowy 2- odbiorniki hydrauliczne

grupowych, często mylonych przez użytkowników z układami centralnego zasilania.

Rozwój w ostatnim czasie układów centralnego zasilania dużej mocy, zwłaszcza montowanych na pokładach współczesnych produktowców i chemikaliowców [1] spowodował, że należałoby uściślić pojęcie układu centralnego zasilania hydraulicznego jako podmiotu niniejszej artykułu (patrz rys.2.c.).

Celem lepszego sprecyzowania przedmiotu rozważań niniejszej pracy koniecznym stało się opracowanie nowej bardziej ścisłej definicji układu centralnego zasilania. Postanowiono zwrócić uwagę w nowej wersji definicji na następujące elementy pojęcia:

Możliwość jednoczesnej i niezależnej pracy więcej niż jednego odbiornika hydraulicznego, podłączonego do wspólnej instalacji centralnego zasilania

zasilaniu odległych odbiorników hydraulicznych, na drodze zmniejszenia odległości pomiędzy najbliższym zespołem pompowym a danym odbiornikiem. Poprzednie definicje nie uwzględniały opisanego przypadku. Następną ważną cechą charakterystyczną dla układów centralnego zasilania jest konieczność występowania przynajmniej jednego wspólnego elementu instalacji ciśnieniowej, do którego tłoczony jest olej hydrauliczny z wszystkich zespołów pomp zasilających oraz podłączone są wszystkie odbiorniki. W celu ujęcia w definicji układu centralnego zasilania takiego przypadku, koniecznym było użycie sformułowania „wspólnej instalacji ciśnieniowej”, zawierającego w sobie zarówno pojęcie magistrali ciśnieniowej jak i kolektora. W oparciu o powyższe rozważania, sformułowano następujące pojęcie hydraulicznego układu centralnego zasilania (Banaszek [1]) :

Hydraulicznym centralnego zasilania nazywamy układ, w którym więcej niż jeden odbiorników hydraulicznych, podłączonych do wspólnej instalacji ciśnieniowej, zasilanych jest z jednego lub kilku wspólnych zespołów zasilających (stacji pomp) w ten sposób, że możliwa jest ich jednoczesna i niezależna praca względem siebie.

2. TYPY UKŁADÓW CENTRALNEGO ZASILANIA NA JACHTACH I MOTOROWYCH JEDNOSTKACH PŁYWAJĄCYCH

Można wyróżnić kilka podstawowych typów rozwiązań konstrukcyjnych układów centralnego zasilania. Do podstawowych kryteriów podziału można zaliczyć [1]:

- Kryterium zmienności ciśnienia pracy układu zasilania,
- Kryterium rodzaju rozwiązania obiegu,
- Kryterium doładowania strony niskociśnieniowej,
- Kryterium rodzaju pomp wporowych w centralnym zespole zasilającym,
- Kryterium rodzaju instalacji hydraulicznej

Wg kryterium zmienności ciśnienia pracy układu zasilania, można wyróżnić:

- układy stałociśnieniowe z ustaloną wartością ciśnienia pracy układu zasilania (rozwiązanie najczęściej spotykane w układach zasilania produktowców i chemikaliowców o dużej mocy i długości magistral instalacji zasilania),
- układy o zmiennym ciśnieniu zasilania np. Load Sensing,

Wg kryterium rozwiązania obiegu :

- układy centralnego zasilania typu otwartego, w których olej

tralnego zespołu zasilającego, - rozwiązanie to jest obecnie standardowo wykorzystywane na statkach,

Wg kryterium doładowania strony niskociśnieniowej układy można podzielić na :

- układy centralnego zasilania z doładowaniem, - rozwiązanie najczęściej spotykane w układach dużej mocy,
- układy centralnego zasilania bez doładowania - rozwiązanie to nie jest stosowane w układach o większej mocy,

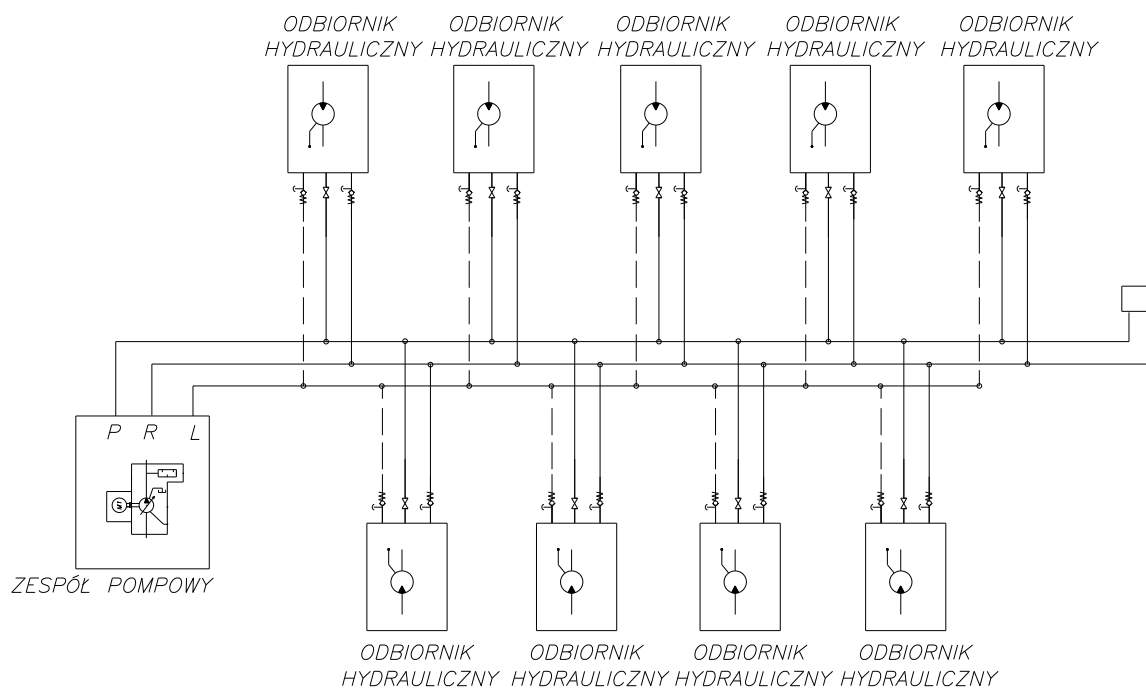
Wg kryterium rodzaju pomp wporowych w centralnym zespole zasilającym :

- układy centralnego zasilania z pompami o stałej wydajności właściwej, - rozwiązanie to ze względu na niska sprawność nie jest obecnie stosowane,
- układy centralnego zasilania z pompami o zmiennej wydajności właściwej

Wg kryterium rodzaju instalacji hydraulicznej:

- układy centralnego zasilania typu magistralowego,
- układy centralnego zasilania typu kolektorowego,
- układy centralnego zasilania typu „Ring” (ze względu na przeznaczenie do układów

W układach dużej mocy najczęściej stosowany jest układ typu magistralowego (Rys.3.). Charakterystyczną cechą tego typu rozwiązania jest magistrala ciśnieniowa, do której podłączone są odbiorniki hydrauliczne. Z reguły, ze względu na znaczne oddalenie ww odbiorników od zespołów pompowych, magistrali ciśnieniowej towarzyszą inne przewody magistralowe jak np. magistrala powrotna R, magistrala przeciekowa L czy w przypadku układu Load Sensing typu hydraulicznego - magistrala sygnału sterującego S [90].



Rys. 3. Przykładowy schemat rozwiązania układu centralnego zasilania typu magistralowego

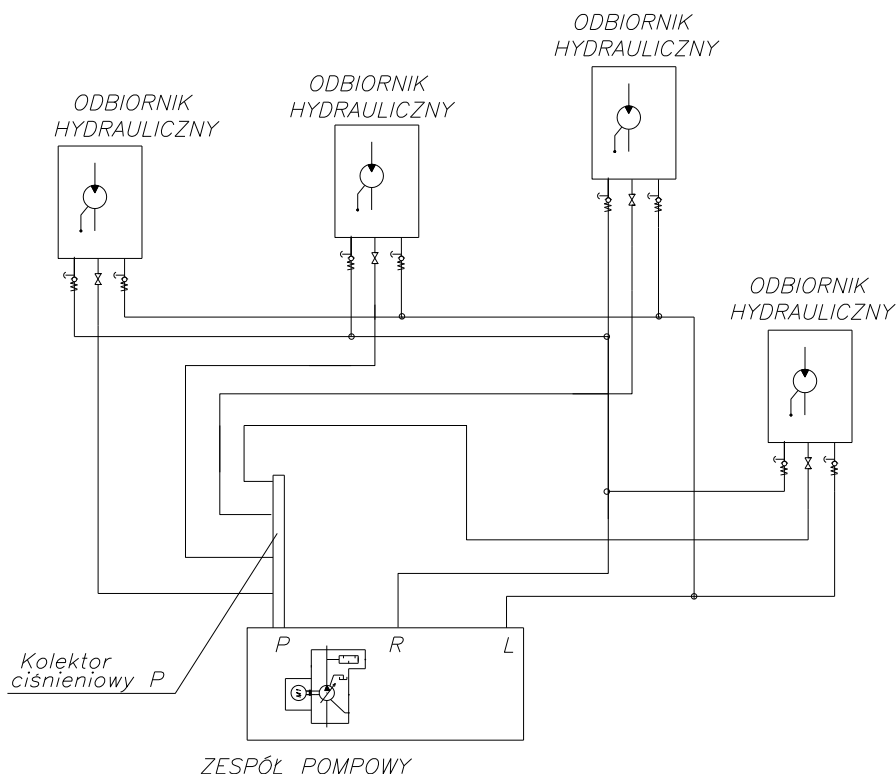
Źródło: Banaszek, [1]

hydrauliczny jest zasysany przez zespół zasilający bezpośrednio ze zbiornika - rozwiązanie to nie jest stosowane ze względów ekonomicznych w układach o większej mocy, a zwłaszcza na współczesnych produktowcach i chemikaliowcach,

- układy centralnego zasilania typu zamkniętego, gdzie olej z magistrali powrotnej jest zasysany przez pompy wporowe cen-

Układy tego typu są powszechnie wykorzystywane na statkach – na współczesnych produktowcach i chemikaliowcach (Banaszek[10-18, 22-30, 32, 34-36, 38-41, 43-49, 51]). W technice lądowej tego typu rozwiązania zasilania magistralowego spotykane są, jak było to wspomniane we wstępie do zasilania wielu obrabiarek i urządzeń z napędem hydraulicznym zlokalizowanych w pojedynczej hali pro-

dukcyjnej np. przy automatycznej linii produkcyjnej (Stryczek[2]). Schemat typowego układu tego typu pokazano na Rys. 3. Pewną odmianą przedstawionego układu magistralowego są rozwiązania z większą ilością magistral hydraulicznych. Czasami takie rozwiązanie



Rys. 4.. Przykładowy schemat układu typu kolektorowego

Źródło: Banaszek, [1]

uzasadnione jest pod względem pod względem ekonomicznym, gdy zespół pompowy zainstalowany jest centralnie względem odbiorników i należy prowadzić magistrale zasilające w kilku kierunkach jednocześnie.

Następnym typem układu centralnego zasilania, jaki można wyróżnić jest układ typu kolektorowego. W rozwiązaniu tym magistrale zasilające są zredukowane do postaci kolektora, zamontowanego przy zespole zasilającym (patrz Rys. 4). Przykładem może być układ zasilania hydraulicznego systemu ładunku poziomego, stosowanego na współczesnych papierowcach (Banaszek [1]). W tym przypadku, ze względu na niewielkie odległości poszczególnych odbiorników energii hydraulicznej względem centralnego zespołu zasilającego, zdecydowano się na pominięcie budowy wspólnych magistral zasilających na korzyść wspólnego kolektora ciśnieniowego. Z podobnymi rozwiązaniami ze wspólnym kolektorem ciśnieniowym, często mamy do czynienia w ramach techniki mobilnej, gdzie pojedyncza pompa hydrauliczna zasila jednocześnie wiele mechanizmów roboczych z napędem hydraulicznym, zainstalowanych w pojazdach i samo-jezdnych maszynach roboczych [180]. Ostatni z wymienionych typów układów centralnego zasilania – system „Ring” jest układem nowym. Rozwiązanie tego typu umożliwia, w razie uszkodzenia magistrali, zasilanie dowolnego odbiornika z drugiej nieuszkodzonej strony magistrali, po uprzednim odcięciu przy pomocy zaworów odcinających uszkodzonego miejsca (patrz Banaszek [1]). Ze względu na spore koszty, tego typu rozwiązania nie są stosowane jeszcze na współczesnych jachtach morskich.

3. ZALETY I WADY HYDRAULICZNEGO CENTRALNEGO UKŁADU ZASILANIA STOSOWANEGO NA JACHTACH MORSKICH I MOTOROWYCH JEDNOSTKACH PŁYWAJĄCYCH

Układy centralnego zasilania hydraulicznego były wykorzystywane na pokładach pełnomorskich statków od połowy lat 70-tych XX wieku [1]. Ich rozwój datowany jest na jednostkach pływających gdzie na pokładzie zainstalowanych było wiele odbiorników energii hydraulicznej. Do takich statków zaliczały się zautomatyzowane trawlerzy rybne, zbiornikowce ropy surowej, produktowe i chemiczne [1]. Z początku układy takie ze względu na przeznaczenie posiadały duże moce, sięgające wartości tysięcy kW i były przeznaczone na większe statki pełnomorskie. Na pokładach jachtów i motorowych jednostek rekreacyjnych nie były wykorzystywane. Jednak ich spore zalety spowodowały większe zainteresowanie projektantów jachtów morskich i ich wyposażenia pokładowego. Do ważniejszych zalet omawianych systemów można zaliczyć przede wszystkim:

1. Niewielkie masy i ciężary elementów napędu i sterowania hydraulicznego w porównaniu do napędów mechanicznych, napędów pneumatycznych i elektrycznych. Ten bardzo mały stosunek masy napędu do przenoszonej mocy spowodował ich powszechne wykorzystanie do napędu poszczególnych mechanizmów pokładowych nie tylko na pokładach jachtów czy jednostek rekreacyjnych, ale i w samolotach i kosmosie, gdzie masa napędu ma bardzo istotne znaczenie.

2. Optymalne wykorzystanie zamontowanego zespołu pompowego do jednoczesnego zasilania wielu urządzeń pokładowych z napędem hydraulicznym zlokalizowanych na pokładzie jachtu morskiego i w siłowni (pomieszczeniu silnika napędowego).
3. Łatwość w odcięciu zasilania do urządzenia pokładowego które uległo awarii i dalsze eksploataowanie całego układu centralnego zasilania przy obsłudze pozostałych urządzeń pokładowych (przy równoczesnym rozpoczęciu naprawy uszkodzonego odbiornika energii hydraulicznej)
4. Stosunkowo wysoki poziom sprawności energetycznej układu – niższy niż w układach mechanicznych, ale wyższy niż w odniesieniu do typowych rozwiązań z napędem elektrycznym czy pneumatycznym.
5. Łatwość otrzymania „automatyzacji wewnętrznej” na drodze podłączenia układów sterowania hydraulicznego do elementów zarządzania komputerowego na pokładzie jednostki pływającej,
6. Łatwość rozwijania układu centralnego zasilania hydraulicznego na pokładach jachtów i jednostek pływających. W przypadku konieczności montażu nowego urządzenia z napędem hydraulicznym, łatwość w podłączeniu równoległym do istniejącej instalacji układu centralnego zasilania.
7. Niewielkie gabaryty silników napędowych i pozostałych elementów napędu i sterowania hydraulicznego w stosunku do przenoszonej mocy [8]. Idealnie to nadaje się do montażu w trudno dostępnych miejscach jachtu, który ma spore ograniczenia pod względem wolnej przestrzeni na montaż urządzeń pokładowych. Napędy hydrauliczne najlepiej nadają się do budowy zintegrowanych rozwiązań napędowych mających za zadanie oszczędzanie przestrzeni montażowych w wąskich przestrzeniach jachtowych.
8. Oszczędność i łatwość w rozplanowaniu instalacji zasilania na drodze dowolności montażu przewodów hydraulicznych zasilających silniki i inne elementy napędu hydraulicznego. Pozwala to na dużą swobodę w rozmieszczaniu mechanizmów pokładowych z napędem hydraulicznym i oszczędzanie przestrzeni montażowych pod instalacje transmisji mocy zasilającej. Umożliwia to również projektantowi jachtu umieszczanie przewodów zasilających w miejscach, normalnie nie wykorzystywanych do celów mieszkalnych czy obsługi. Zwiększa to bezpieczeństwo załogi obsługującej tego rodzaju jachty morskie, zapewniając optymalne wykorzystanie przestrzeni podpokładowej.
9. Łatwość w obsłudze urządzeń z napędem hydraulicznym. Ma to wpływ na brak konieczności do wynajmowania do obsługi urządzeń pokładowych wysokokwalifikowanej kadry morskiej oraz na podwyższenie w ten sposób bezpieczeństwa eksploatacyjnego tak wyposażonego jachtu morskiego
10. Łatwa możliwość wykorzystania i dostosowania do sterowania pracą poszczególnych urządzeń pokładowych systemów centralnego zarządzania komputerowego znajdujących się na jachcie. Umożliwia to stosowanie inteligentnych systemów diagnostycznych i zarządzających pracą poszczególnych urządzeń pokładowych.
11. Łatwość w instalowaniu przenośnych elementów napędu hydraulicznego jak na przykład przenośnych pomp hydraulicznych i podłączania ich do istniejącej instalacji centralnego zasilania. Umożliwia to swobodne rozplanowanie systemu jedynie szybkozłącz hydraulicznych, do których można podłączyć przenośne urządzenia pokładowe bez konieczności ich instalowania na pokładzie na stałe.
12. Łatwość zainstalowania awaryjnego napędu hydraulicznego w przypadku gdy z jakichś powodów podstawowy zespół zasilający lub sterujący nie działa a ze względów bezpieczeństwa należy dalej wykorzystywać dane urządzenia pokładowe jak na

przykład wciągarkę kotwiczną czy kabestan pokładowy, służący do obsługi ożaglowania jachtowego

W odniesieniu do jachtów morskich i motorowych jednostek rekreacyjnych napęd hydrauliczny charakteryzuje się również wieloma wadami. Do najistotniejszych można zaliczyć:

1. Możliwość wystawienia przecieków oleju hydraulicznego przy niewłaściwym wykonaniu instalacji hydraulicznej lub niewłaściwej eksploatacji. Jest to o tyle istotna wada, gdyż ze względu na stosunkowo małe wymiary typowych jachtów, taki wyciek może prowadzić do zabrudzenia i uszkodzenia kosztownych elementów wyposażenia jachtów jak drewnianych podłóg, mebli będących specjalistycznym wyposażeniem wewnątrz mieszkalnych czy innego kosztownego wyposażenia
2. Możliwość zanieczyszczenia oleju hydraulicznego w układzie centralnego zasilania na drodze niewłaściwej obsługi układu przez niekompetentną załogę jachtu. Może to prowadzić do licznych niewłaściwych zachowań się napędu hydraulicznego. Jednak przestrzeganie odpowiednich procedur obsługi oraz montaż filtrów oleju hydraulicznego może łatwo wyeliminować powyższą wadę
3. Możliwość zapowietrzenia się układu centralnego zasilania. Wada ta występuje, gdy ktoś niekompetentny, bez odpowiedniego przeszkolenia próbuje dokonywać na własną rękę napraw instalacji czy przeglądów poszczególnych elementów napędu hydraulicznego. W przypadku rozszczelniania układu należy zawsze postępować zgodnie z instrukcjami producentów lub korzystać z przeszkolonego serwisu okrętowego
4. Stosunkowo duży poziom hałasu. Można powyższą wadę mocno zredukować na drodze montażu odpowiednich nisko emitujących hałas elementów hydraulicznych oraz na drodze odpowiednich procedur mocowania poszczególnych elementów napędu i instalacji hydraulicznej.

PODSUMOWANIE

Na pokładach współczesnych jachtów morskich i rekreacyjnych jednostek motorowych instalowane jest coraz więcej urządzeń pokładowych i siłownianych z napędem hydraulicznym (kabestanów pokładowych, będących podstawowym wyposażeniem pokładowym jachtów do obsługi żagli i takielunku, wind kotwicznych, kotwicznocumowniczych, żurawi pokładowych, furt (szczególnie rufowych) i pokładowych, a także urządzeń do wodowania pokładowych pomocniczych jednostek motorowych czy sterów strumieniowych). Z racji tego, że odległość pomiędzy opisywanymi urządzeniami nie jest duża racjonalnym sposobem ich zasilania jest budowa hydraulicznego układu centralnego zasilania. Układ taki zapewnia jednocześnie zasilanie wielu hydraulicznych urządzeń pokładowych z jednego wspólnego zespołu pompowego.. Do najważniejszych zalet takich systemów zasilania należy ograniczenie kosztów montażu wielu osobnych, indywidualnych zespołów pompowych, duża elastyczność w rozwijaniu układu na drodze łatwego podłączania następnym odbiorników energii hydraulicznej do istniejącej instalacji centralnego zasilania oraz łatwy montaż przenośnych układów napędu awaryjnego w przypadku awarii istniejącego centralnego zespołu zasilającego. Do nielicznych wad można zaliczyć możliwość wystąpienia przecieków oleju hydraulicznego, możliwość zapowietrzenia układu i hałas emitowany przy włączonym zespole zasilającym. Wpływ powyżej wymienionych wad na komfort obsługi jachtu jednak można ograniczyć na drodze stosowania się przez załogę jachtu do istniejących procedur obsługi systemu, instalowania elementów lepszej jakości i wykorzystania przy projektowaniu

profesjonalistów z wiedzy odnośnie nowoczesnych układów hydraulicznych, zwłaszcza hydraulicznych układów centralnego zasilania.

BIBLIOGRAFIA

1. A. Banaszek, Wybrane elementy projektowania i eksploatacji hydraulicznych układów centralnego zasilania na współczesnych produktowcach i chemikaliowcach, Wyd. uczelniane ZUT, Szczecin 2013, ISBN 978-83-7663-162-2
2. S. Stryczek, Napęd hydrostatyczny, Wyd.2, WNT Warszawa 1992
3. Z. J. Milewski Projektowanie i budowa jachtów żaglowych, Wyd. Z. Milewski Gdynia 1999, ISBN 83-910242-0
4. Małolepszy, Jachty żaglowe i motorowe Wyd. B.Małolepszy, Mass Media 2004, ISBN 83-91359-2-2.
5. A. Banaszek, , Napęd hydrauliczny w wyposażeniu nowoczesnego jachtu morskiego, TTS nr 6/2015,
6. www.Yachtmasters.com, 2015

HYDRAULIC DRIVE IN EQUIPMENT OF MODERN SEA YACHT

Abstract

The hydraulic central loading systems use for drive of deck equipment on board of modern sea yachts and motor recreation vessels has been presented in the paper. The advantages of hydraulic central loading systems used on board of a/m vessels were described.. Example of use the hydraulic central loading system for drive and control of deck capstan vertical winches, deck anchor and deck anchor-mooring winches and other elements of deck equipment was presented.

Autor:

dr hab. Inż. **Andrzej Banaszek** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Techniki Morskiej i Transportu; Kierownik Zakładu Projektowania Jachtów i Statków, 71-065 Szczecin; ul. Al. Piastów 41. Tel: + 48 91 449 48 50 e-mail : andrzej.banaszek@zut.edu.