

# Hydrauliczny układ napędu i zdalnego sterowania zaworami na współczesnych uniwersalnych masowcach m/s „Star Ikebana” i m/s „Star Indiana”


Andrzej Banaszek

## 1. Wstęp

Statki są obiektami pływającymi, na których zainstalowane jest, w ograniczonej przestrzeni kadłuba okrętowego, wiele różnych instalacji okrętowych. Są one niezbędne do prawidłowego funkcjonowania statku i właściwej obsługi przewożonych ładunków [1, 2, 3]. Wiele z tych instalacji zamontowanych jest w trudno dostępnych miejscach, jak: dno podwójne, zbiorniki okrętowe, skrajniki, koferdamy itp. Dlatego częstym rozwiązaniem ułatwiającym obsługę zainstalowanych w takich miejscach zaworów jest wprowadzenie ich zdalnego sterowania. Przykładem jest rozwiązanie zdalnego sterowania zaworami balastowymi, zęzowymi i paliwowymi zainstalowanymi na współczesnych masowcach klasy B584/I/1+2 m/s „Star Ikebana” i „Star Idiana”, wybudowanymi w Stoczni Szczecińskiej SA dla znanego norweskiego armatora Westfal Larsen z Bergen (Norwegia) – rys. 1. Statki klasy B584-I to masowce uniwersalne o nośności 39 500 DWT, przystosowane również do przewozu kontenerów (1880 TEU). Ich długość całkowita to 185,0 m (długość pomiędzy pionami  $L_{pp} = 176,0$  m), szerokość  $B = 31,0$  m, zanurzenie  $T = 12,0$  m. Silnik główny H. Cegielski 6S60MC z Poznania o mocy 11 200 kW zapewnia im prędkość  $v = 16,2$  węzła. Załoga składała się z 29 + 1 osób. Część instalacji balastowej, zęzo-

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono hydrauliczny system zdalnego sterowania zaworami balastowymi, zęzowymi i paliwowymi zamontowany na uniwersalnych masowcach m/s „Star Ikebana” i „Star Indiana”. Opisano strukturę układu sterowania. Przedstawiono zalety i wady opisywanego systemu.

Słowa kluczowe: hydraulika, system zdalnego sterowania, zawory

 **VALVE HYDRAULIC DRIVE AND REMOTE CONTROL SYSTEM ON MODERN GENERAL CARGO CARRIERS M/S „STAR IKEBANA” I M/S „STAR INDIANA”**

**Abstract:** The hydraulic remote control system of ballast, bilge and fuel oil on modern general cargo carriers m/s „Star Ikebana” and „Star Indiana” been presented in the paper. The structure of hydraulic system are described. Advantages and disadvantages of presented control system are shown.

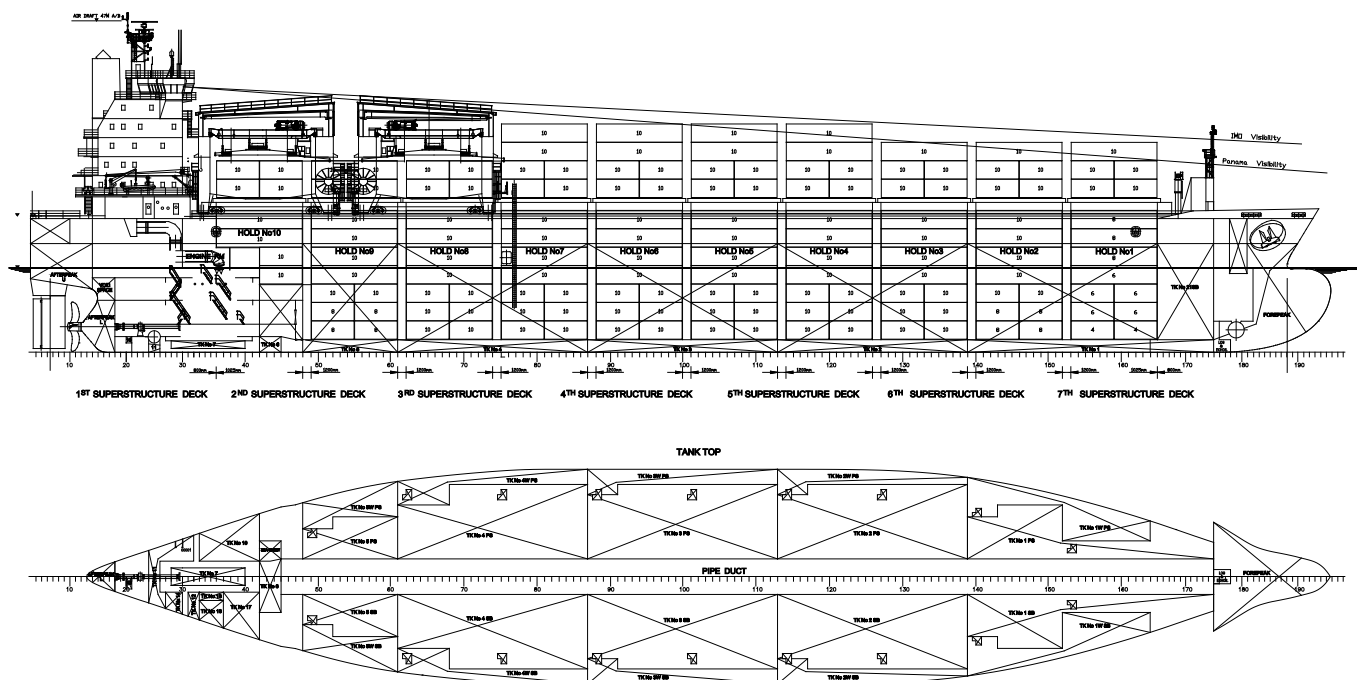
Key words: hydraulics remote control system, valve, carrier



Rys. 1. Widok ogólny na uniwersalny masowiec typu B584-I/1 „Star Ikebana” zbudowany w Stoczni Szczecińskiej SA dla armatora Westfal Larsen/Norwegia [6]



Rys. 2. Zawór przepustnicowy typu Z O11 wg EN 593 firmy Ebro / Niemcy [5]

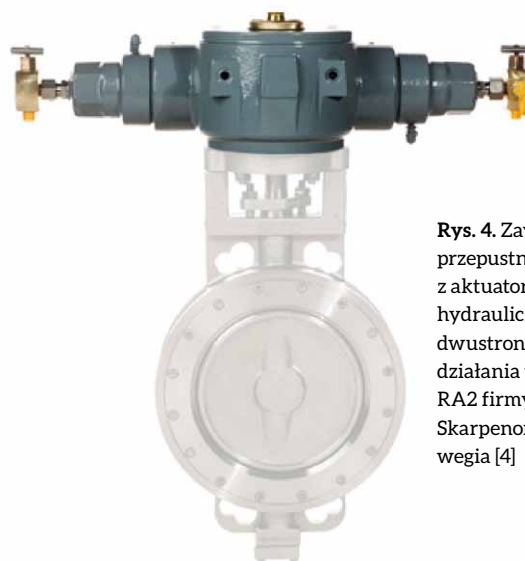


Rys. 3. Plan tunelu w dnie podwójnym na uniwersalnym masowcu typu B584-I [6]

wej i paliwowej, wraz z zaworami zamontowana była w tunelu biegnącym wzdłuż dna podwójnego (rys. 3). Dlatego armator na etapie projektu technicznego zdecydował się na zamontowanie dla tych zaworów zdalnego sterowania typu hydraulicznego. W niniejszym artykule opisano najważniejsze części struktury układu zdalnego sterowania hydraulicznego zaworami zamontowanymi na statkach m/s „Star Ikebana” i „Star Indiana” z podaniem zalet i wad tego rozwiązania.

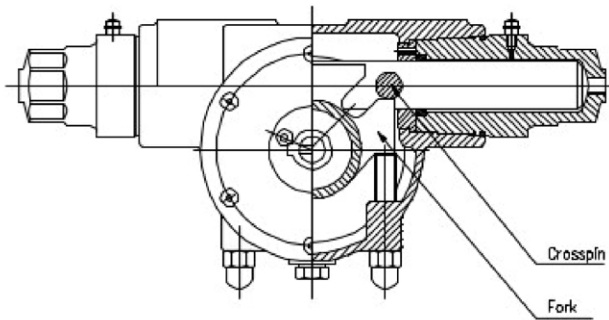
## 2. Zawory balastowe zdalnie sterowane na drodze hydraulicznej z aktuatorami firmy Scana Skarpenord

Duża część zaworów wymagających zdalnego sterowania zlokalizowana była w tunelu biegnącym wzdłuż statku w dnie podwójnym (rys. 3). Armator w celu uzyskania dużej niezawodności opisywanych systemów, do których utrudniony był dostęp załogi, jako zawory wybrał przepustnice typu Z 011 renomowanej firmy EBRO/Niemcy (rys. 2). Zawory tego typu posiadały wzmocnioną konstrukcję korpusu z łatwo wymiennymi uszczelnieniami elastomerowymi. Zawory balastowe były mocowane bezpośrednio do ścian tunelu. Z racji możliwości zalania tunelu wodą balastową (np. w przypadku awarii układu) oraz możliwością zbierania się tam przecieków olejowych zdecydowano się ze względów bezpieczeństwa (wymogi armatora) na zastosowanie do zdalnego sterowania zaworami układu typu hydraulicznego firmy Scana Skarpenord/Norwegia [5]. Według przepisów DNV (*Det Norske Veritas/Norwegia*) – instytucji klasyfikacyjnej nadzorującej budowę ww. statków – aktuator hydrauliczny do sterowania zaworami typu *open/close* powinny pozostawać w ostatniej pozycji zamkniętej nawet przy awarii (wyłączeniu) zasilania hydraulicznego. Powyższy wymóg jest realizowany w rozwiązaniach firmy na dwa



Rys. 4. Zawór przepustnicowy z aktuatorem hydraulicznym dwustronnego działania typu RA2 firmy Scana Skarpenord/Norwegia [4]

sposoby. W pierwszym – na drodze hydraulicznej (patrz opis schematu hydraulicznego) zainstalowane były bezpośrednio przy aktuatorach bloki zaworów zwrotnych sterowanych, pełniących rolę zamków hydraulicznych [7, 8]. Z drugiej strony, wymóg DNV był zrealizowany na drodze mechanicznej poprzez zastosowanie aktuatora z mechanicznym blokowaniem w pozycji zamkniętej/otwartej (rys. 5). Tłok aktuatora, wyposażony w sworzeń, przesuwany jest za pomocą siły ciśnienia oleju hydraulicznego, obracając obrotową nakładkę, połączoną na stałe z przepustnicą sterowanego zaworu. Odpowiednie wycięcie w nakładce pozwala na mechaniczne zablokowanie przy pomocy sworznia nakładki i przepustnicy w pozycji końcowej,



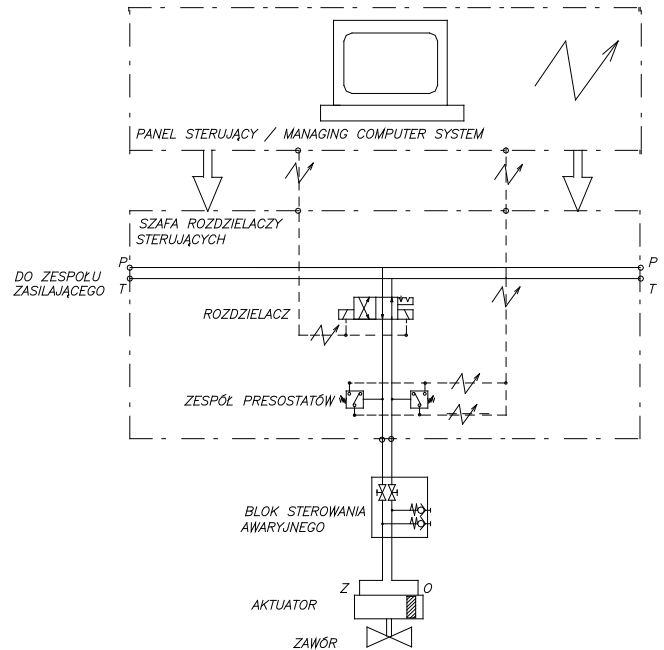
Rys. 5. Aktuator do sterowania hydraulicznym zaworem z mechanicznym blokowaniem w pozycji zamkniętej/otwartej [4]

kiedy zawór jest w pozycji zamkniętej. Odblokowanie nakładki możliwe jest jedynie przy przesunięciu tłoka aktuatora w przeciwnym kierunku (w trakcie operacji otwierania zaworu). Takie rozwiązanie jest niezwykle proste w wykonaniu oraz skuteczne i niezawodne w działaniu. Dlatego tego typu akulatory są preferowane przez wielu armatorów statków, zwłaszcza skandynawskich.

### 3. Struktura układu zdalnego sterowania

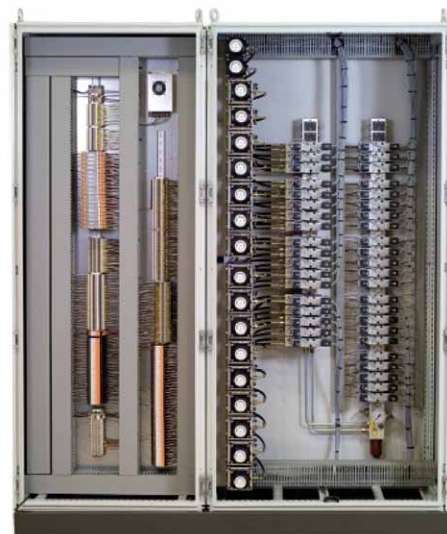
Schemat sterowania hydraulicznego wyżej opisanymi akulatorami (typu *double acting with indirect indication*) przedstawiono na rys. 6. Zdalnie sterowany na drodze elektrycznej 4-drogowy, 2-położeniowy rozdzielacz hydrauliczny służy do przesterowania aktuatora z położenia „otwarty” do „zamknięty” lub na odwrót. Sygnał do przesterowania generowany był przez centralny układ komputerowy *managing system* oraz z 2 paneli sterujących, umożliwiających sterowanie układem zarówno z siłowni (CMK), jak i z mostka nawigacyjnego.

Rozdzielacze zainstalowane były w szafach sterowniczych – w siłowni statku zainstalowano dwie osobne szafy sterownicze, jedna dla zaworów balastowych a druga dla zaworów żęzowych i paliwowych (rys. 7). Obie szafy zlokalizowane zostały w strefie bezpiecznej pod względem wybuchowym, w bezpośredniej bliskości tunelu w dnie podwójnym. Do zdalnego wskazywania pozycji, czy zawór jest otwarty czy zamknięty, służy zespół presostatów (rys. 6). Ich nastawa została ustalona na ciśnienie pracy układu zasilającego  $p = 10$  MPa. Jeżeli tłok aktuatora dojdzie do pozycji skrajnej, ciśnienie oleju hydraulicznego wzrasta do ciśnienia pracy zespołu zasilającego. W tym czasie dany presostat hydrauliczny w linii zasilania aktuatora załącza się, gdyż nastawa presostatu jest niższa od minimalnego ciśnienia pracy zespołu zasilającego. Sygnał elektryczny generowany na skutek załączenia presostatu dociera do układu sterowania, sygnalizując skrajne położenie danego aktuatora. Opisany system nosi nazwę *indirect*, gdyż wskazanie położenia skrajnego aktuatora nie jest wynikiem bezpośredniego pomiaru położenia tłoka aktuatora, ale jest oparte na pośrednim pomiarze ciśnienia zasilania aktuatora. Do przewodów hydraulicznych w bezpośredniej bliskości zaworu montowany był blok sterowania awaryjnego (rys. 8). Umożliwiał on w razie awarii zasilania odcięcie od układu hydraulicznego i ręczne przesterowanie zaworu przez podłączoną przy pomocy przewodów giętkich, awaryjną przenośną pompę hydrauliczną (rys. 8). Cały system



Rys. 6. Schemat sterowania hydraulicznego akulatorów typu open/close firmy Scana Skarpenord zastosowany na statkach typu B584/I

Opracowanie własne na podstawie dokumentacji stoczniowej



Rys. 7. Widok na szafę sterowniczą z rozdzielaczami hydraulicznymi [4]

sterowania hydraulicznego zasilany jest przez zespół pompowy (rys. 9). Zgodnie z przepisami DNV musi on być wyposażony w minimum dwie (2) pompy wyporowe. Z reguły są to pompy typu żęzatego, przy czym jedna jest pompą pracującą w reżimie *stand by* – załączona automatycznie w przypadku nadmiernego spadku ciśnienia w układzie lub awarii pierwszej pompy. Celem zaoszczędzenia energii w zespole zasilającym zamontowany jest zespół dwóch akumulatorów hydraulicznych. Pompy wyporowe dzięki temu nie pracują cały czas, a jedynie od czasu do czasu, celem naładowania baterii akumulatorów, będących głównym źródłem zasilającym układ sterowania w olej. Załączaniem pomp steruje zespół presostatów hydraulicznych, załączających pompy w przypadku spadku ciśnienia w układzie. Na statkach B584-I moc zespołu pompowego wynosiła  $2 \times 1,8$  kW, a wy-



Rys. 8. Bloki zaworowe do podłączania awaryjnego zasilania oraz awaryjna przenośna pompa hydrauliczna [4]



dajność  $2 \times 6,7$  l/min. Ciśnienie pracy pierwszej pompy wyporowej ustalone było w przedziale 11,0 (start) – 12,5 (stop) MPa, a drugiej, pracującej w reżimie *stand by*, 10,5 (start) – 12,0 (stop) MPa (nastawa zaworu bezpieczeństwa wynosiła 13,0 MPa. Pojemność robocza dwóch akumulatorów wynosiła w założonym przedziale ciśnień  $2 \times 20$  l. Można w tym miejscu nadmienić, że celem połączenia szaf sterowniczych z poszczególnymi zaworami w miejsce tradycyjnych przewodów hydraulicznych wykorzystano multiprzewody (patrz opis multiprzewodów w pracach autora [1, 2, 3]). Pozwoliło to na skrócenie czasu montażu całej instalacji i zaoszczędzenie miejsca w tunelu potrzebnego na zamontowanie przewodów hydraulicznych.

#### 4. Podsumowanie

Układ sterowania hydraulicznego firmy Scana Skarpenord zastosowany na uniwersalnych masowcach m/s „Star Ikebana” i m/s „Star Indiana” charakteryzował się dużą prostotą rozwiązania i przez to niezawodnością w eksploatacji. Dużym atutem opisywanego rozwiązania były aktuatory dwustronnego działania z mechanicznym blokowaniem w pozycji zamkniętej. Powyższy patent, podwyższający pewność blokowania zaworów w pozycji zamkniętej nawet przy wyłączonej instalacji hydraulicznej, spowodował to, że układy Scany Skarpenord są powszechnie stosowane, zwłaszcza na statkach i platformach należących do armatorów skandynawskich. Słabą stroną pre-



Rys. 9. Przykładowy hydrauliczny zespół zasilający [4]

zentowanego rozwiązania był sposób indykowania pozycji zamkniętej zaworu. Wykorzystanie do tego celu jedynie presostatów hydraulicznych (system *indirect*) powoduje możliwość powstania pomyłki. Jeżeli tłok aktuatora zostanie zablokowany w pozycji pośredniej wskutek awarii (np. na skutek zablokowania przez cząstki zanieczyszczenia oleju wąskich szczelin w aktuatorze lub mechanicznego zablokowania przepustnicy zaworu), to system zdalnego indykowania może zaszyfrować, w takim przypadku niezgodny z prawdą, stan zamknięcia zaworu. Może to być przyczyną poważnych zagrożeń i awarii na eksploatowanym statku.

#### Literatura

- [1] BANASZEK A.: *Układy centralnego zasilania stosowane na produktowcach i chemikaliowcach*. „Hydraulika i Pneumatyka” 4/2003.
- [2] Banaszek A.: *Multiprzewody stosowane w budowie okrętowych hydraulicznych układów sterowania*. „Hydraulika i Pneumatyka” 3/2005.
- [3] Banaszek A.: *Analiza rozwiązań instalacji obsługi ładunku płynnego na produktowcach i chemikaliowcach*. Balteologicalship Projekt Badawczy KBN Eureka 4-000-0432/14-01-00/Umowa Nr 1518/2002, Szczecin 2002.
- [4] Scana Skarpenord A/S – *Valve remote control ship equipment*. Product data sheet vessel B584, Scana Skarpenord A/S, Rjukan 1999.
- [5] Ebro Arnaturen GmbH – *Weichdichtende Absperrklappen katalog*. Ebro Arnaturen GmbH, Hagen 1998.
- [6] Pohl K.: *Wielka historia statkami pisana. 61 lat Szczecińskiej Stoczni, Grapus*. Szczecin 2010.
- [7] Kollek W., Palczak E.: *Optymalizacja elementów układów hydraulicznych*. Zakład im. Ossolińskich – Wydawnictwo, Wrocław 1994.
- [8] Stryczek S.: *Napęd hydrostatyczny*. WNT, Warszawa 1984.

dr inż. Andrzej Banaszek jest Adiunktem w Katedrze Oceanotechniki i Projektowania Systemów Morskich na Wydziale Techniki Morskiej i Transportu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie