

Jerzy HERDZIK¹

PROBLEMY UTRZYMANIA GOTOWOŚCI EKSPLOATACYJNEJ JEDNOSTEK PŁYWAJĄCYCH Z NAPĘDEM PĘDNIKAMI AKTYWNYMI

W referacie opisano problemy utrzymania gotowości eksploatacyjnej jednostek pływających, od których wymaga się określonego czasu wejścia do ruchu. Najczęściej dla holowników i jednostek dyżurnych jest to czas rzędu od 5 minut do dwóch godzin. Czas rzędu 5-10 minut jest możliwy do osiągnięcia tylko dla jednostek z pędnikami aktywnymi i to w określonych stanach eksploatacyjnych. Natomiast wyłączenie z ruchu na czas dłuższy od 1 godziny (potrzeba przeglądu, obsługi, prac remontowych lub naprawczych) wymaga zgłoszenia konieczności takiego stanu i uzyskania zgody.

PROBLEMS OF OPERATING READINESS MAINTENANCE FOR FLOATING UNITS DRIVEN BY UNCONVENTIONAL THRUSTERS

The paper presents problems of operating readiness maintenance for floating units from which is required specified time for entry to traffic. For tugs and on duty units required time is from 5 minutes to 2 hours. Time about 5-10 minutes is possible only for units driven by unconventional thrusters and in specified operating conditions. A unit trip over 1 hour time demands a notice of unserviceability and a receiving of agreement from the dispatcher.

1. UWAGI WSTĘPNE

Pędniki aktywne stosowane są na jednostkach specjalistycznych ze względu na znacznie większe możliwości manewrowe (pędników azymutalnych i cykloidalnych) w stosunku do napędu tradycyjnego statków. Od jednostek tego typu wymaga się najczęściej utrzymania zdolności manewrowych przy awarii jednego z niezależnych układów napędowych oraz czasowego braku energii elektrycznej w sieci okrętowej (black'otu) [1]. W rezultacie stosuje się minimum dwa niezależne układy napędowe. W wyniku awarii jednego z nich pogarszają się zdolności manewrowe, ale mimo to są one na poziomie zdolności manewrowych jednostek z tradycyjnymi napędami. Poważny problem stanowi czasowy brak energii elektrycznej. W zależności od rozwiązania możliwa jest dalsza eksploatacja w tym stanie w czasie od 10 minut do około 1 doby. Zależy to od zapasu

¹Wydział Mechaniczny, Akademia Morska w Gdyni, georgher@am.gdynia.pl

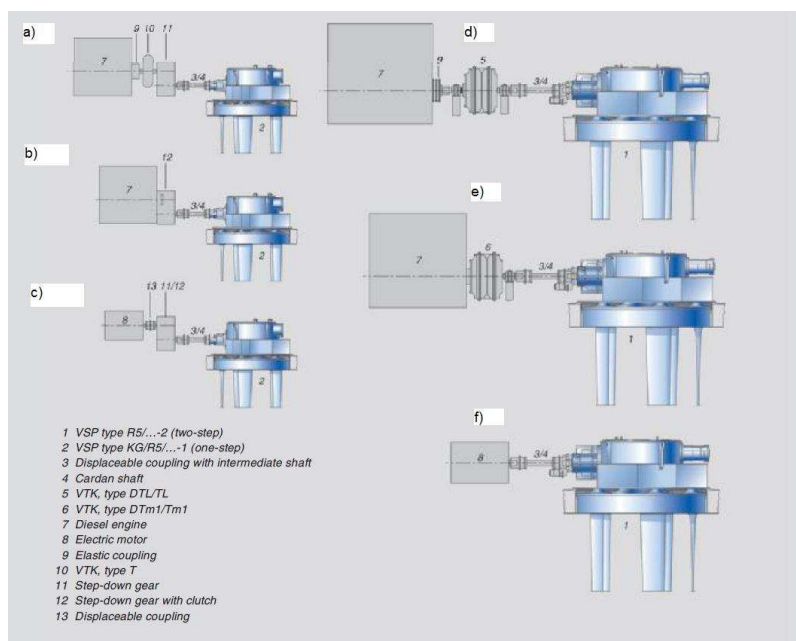
energii (np. sprężonego powietrza, baterii akumulatorów) zgromadzonej w czasie, kiedy sieć okrętowa była zasilana w energię elektryczną (z generatora lub sieci lądowej). Kolejnym problemem jest czas wejścia jednostki do ruchu i uzyskania parametrów nominalnych (prędkości eksploatacyjnej lub nominalnej siły uciągu).

2. POCZĄTKOWY STAN EKSPLOATACJI STATKU

Początkowy stan eksploatacji statku ma podstawowe znaczenie dla dalszych rozważań. Jeśli statek jest aktualnie w ruchu należy uznać, że stan gotowości jest w pełni osiągnięty. Natomiast skrajnie drugą możliwością jest sytuacja - statek po remoncie klasowym, bez paliwa na burcie w stanie tzw. martwym, tj. bez prądu w sieci okrętowej, pary grzewczej, sprężonego powietrza itd. uznać jako zerowy stan gotowości. Proces zmiany stanu eksploatacji ze stanu martwego do stanu wstępnej gotowości (określam ją jako 50% stan gotowości) tj. postępu przy nabrzeżu z obsadzoną załogą, gdy sieć okrętowa zasilana z lądu lub agregatu portowego, jest procesem, w którym trudno określić ramy czasowe. Dla rozważanych jednostek czas osiągnięcia stanu wstępnej gotowości teoretycznie wynosi jedną godzinę, w ciągu której winno się uzyskać odpowiedni zapas sprężonego powietrza, w celu uruchomienia zespołu prądowórczego i następnie zasilania sieci okrętowej energią elektryczną. Ogólnie czas ten zależy znacząco od typu siłowni, mocy silnika głównego, rodzaju paliwa itp. Dla jednostek z pędnikami aktywnymi, które napędzane są silnikami średnio- lub wysokoobrotowymi, przy czasie pracy silników głównych w zakresie 1000-3000 godzin rocznie, stosuje się powszechnie paliwo lekkie (olej napędowy), bowiem utrzymywanie systemu paliwa gorszej jakości, wymagającego podgrzewania i utrzymywania odpowiedniej temperatury przed podaniem do silnika, jest zasadniczo nieopłacalne ekonomicznie.

Istotny wpływ na czas uzyskania gotowości eksploatacyjnej ma rozwiązanie układu przekazania mocy między silnikiem głównym, a pędnikiem (rys.1), w szczególności sposób przekazania momentu obrotowego od silnika do pędnika oraz sposób sterowania pędnikiem aktywnym (skąd pochodzi moc dostarczana do układu sterowania, a szczególnie obrotu pędnika). Rozwiązaniem najbardziej polecanym jest napęd od silnika głównego, bez dodatkowego udziału innych form energii. W ten sposób pracujący silnik główny zapewnia pełne zapotrzebowanie na energię do pędnika. Brak napięcia w sieci okrętowej (tzw. black-out) umożliwia utrzymanie ruchu silnika głównego, co oznacza możliwość kontynuacji ruchu statku. Dzięki temu jest czas na podjęcie stosownych działań mających przywrócić napięcie w sieci okrętowej i ruch urządzeń energochłonnych np. wentylacji, ogrzewania, systemu hydraulicznego. W skrajnych przypadkach znane są rozwiązania, w których można utrzymać ruch statku, bez napięcia w sieci okrętowej przez czas rzędu 24 godzin. Zasilanie urządzeń nawigacyjnych, łączności, oświetlenia awaryjnego itp. odbywa się z baterii akumulatorów. Ich pojemność elektryczna może wystarczyć do awaryjnego, ale bez istotnych problemów, utrzymania ruchu statku. Rezerwa czasu, którą daje zapas energii w akumulatorach, jest wręcz bezcenna.

Istotny wpływ na stan gotowości eksploatacyjnej statku ma stan gotowości poszczególnych systemów siłownianych. Należy je utrzymywać w takim stanie, aby można w podobnym czasie uzyskać ich pełną gotowość. Dzięki temu czas uzyskania pełnej gotowości statku jest na poziomie czasu uzyskania gotowości przez system, który wymaga go najwięcej.



Rys.1. Przykłady rozwiązań układu napędowego statku z pędnikami cykloidalnymi:

- a) układ silnika wysokoprężnego ze sprzęgłem hydrokinetycznym i przekładnią [3] redukcyjną;
 b) układ silnika wysokoprężnego z ruchomym sprzężeniem;
 c) układ silnika elektrycznego z przekładnią stopniową i sprzęgłem;
 d) układ silnika wysokoprężnego ze sprzęgłem elastycznym i przekładnią typu VTK;
 e) układ silnika wysokoprężnego z przekładnią VTK;
 f) układ bezpośredniego napędu silnikiem elektrycznym.

3. PRZEJŚCIE ZE STANU WSTĘPNEJ DO PEŁNEJ GOTOWOŚCI SIŁOWNI

Przejście ze stanu wstępnej gotowości do pełnej oznacza proces uruchomienia siłowni do stanu możliwości załączenia sprzęgieł i ruchu statku. Na czas tego procesu ma wpływ typ i moc silnika głównego, typ pędnika oraz stan gotowości pozostałych systemów siłowni, na który często ma wpływ załoga. Przykładowe czasy zmian stanu gotowości przedstawiono w tab.1.

W stanie wstępnej gotowości należy zadbać, aby zawory na systemie sprężonego powietrza były otwarte a system gotowy do rozruchu silników. Ciśnienie powietrza w butlach winno być automatycznie uzupełniane, a powietrze okresowo odwadniane. System oleju smarowego powinien okresowo przesmarowywać silniki, aby możliwy był automatyczny rozruch, bez potrzeby dodatkowego przesmarowania. W zbiornikach rozchodowych paliwa winna znajdować się odpowiednia ilość paliwa, powyżej stanów

minimalnych.

Tab.1 Stany gotowości silowni okrętowej i czasy uzyskania pełne {opracowanie własne}

układ rozruchowy		system sprężonego powietrza		system chłodzenia		system paliwowy		system wentylacji	
typ	czas	stan gotowości	czas uzyskania pełnej gotowości	stan gotowości	czas uzyskania pełnej gotowości	stan gotowości	czas uzyskania pełnej gotowości	stan gotowości	czas uzyskania pełnej gotowości
bateria akumulatorów	1-2'	brak sprężonego powietrza	30'	zawory zamknięte, woda zimna	60'	paliwo wymagające podgrzania	120'	stan bez energii elektrycznej	10'
silnik hydrauliczny	1-2'	zamknięte zawory na systemie	10'	zawory zamknięte, temp. wody powyżej 60 st. C	10'	paliwo podgrzane	0'	sieć okrętowa pod napięciem	5'
rozrusznik powietrzny	1-2'	system w pełni gotowy	0'	system w pełni gotowy	0'	system paliwa lekkiego	0'	system w pełni gotowy	0'
zawory startowe	1-2'								
system energetyczny		system oleju smarowego		system sterowania silnikami głównymi		system sterowania pędnikami		napęd pędników	
stan gotowości	czas uzyskania pełnej gotowości	stan gotowości	czas uzyskania pełnej gotowości	stan gotowości	czas uzyskania pełnej gotowości	stan gotowości	czas uzyskania pełnej gotowości	stan gotowości	czas uzyskania pełnej gotowości
stan bez energii elektrycznej	5-60'	olej zimny	60'	pneumatyczny, brak sprężonego powietrza	15'	pneumatyczny, brak sprężonego powietrza	15'	hydrauliczno-elektryczny	2'
stan w pogotowiu	2'	olej podgrzany	0'	pneumatyczny, pod ciśnieniem	2'	pneumatyczny, pod ciśnieniem	2'	hydrauliczny, przekładnia od silnika głównego	0'
system w pełni gotowy	0'			elektryczny, bez napięcia w sieci	5-60'	elektryczny, bez napięcia w sieci	5-60'	elektryczny, bez napięcia w sieci	5-60'

Na systemie oleju smarowego i paliwa należy utrzymywać filtry w stanie czystym. Systemy winny umożliwiać przestawienie na zapasowy i wymianę filtrów na pracującym silniku. System chłodzenia, o ile jest taka możliwość, winien podgrzewać wodę chłodzącą

(w układzie bocznikowym do systemu głównego) do temperatury umożliwiającej rozruch silnika w stanie tzw. ciepłym, bez konieczności odstawiania sytemu grzania. Silniki winny mieć pompy podwieszane, co pozwala na autonomiczność pracy silnika (nie potrzeba załączać pomp napędzanych silnikami elektrycznymi – silnik może pracować, gdy w sieci okrętowej nie ma napięcia).

Niestety nie ma możliwości pracy równoległej sieci okrętowej z lądową. Przejście na zasilanie z agregatu musi nastąpić po black-oucie, ale jest to kilkusekundowy zanik napięcia. Wskazane jest pozostawienie jednego z niepracujących agregatów w pozycji gotowości (stand-by) na wypadek wypadnięcia prądnicy aktualnie zasilającej sieć okrętową. W sytuacji przedstawionej powyżej możliwe jest uzyskanie ruchu siłowni w czasie około 2 minut. Pozostałe czynności związane z zajęciem stanowisk pracy, odłączeniem się od sieci lądowej, zdjęciem cum można wykonać na jednostce typu holownik w czasie poniżej 3 minut. Pozwala to, bez pośpiechu, na wejście do ruchu w czasie do 5 minut. Jest to czas, który w sytuacji potrzeby (załoga na stanowiskach), może być skrócony do około 2 minut.

Omówiony sposób uzyskiwania stanu pełnej gotowości potrzebny jest dla określonych jednostek pełniących dyżur, dla których czas wejścia do ruchu jest istotny np. dla bezpieczeństwa żeglugi.

System ten wymaga jednak utrzymywania stanu technicznego siłowni w pełnej sprawności. Drobne niesprawności muszą być usuwane na bieżąco. Natomiast konieczność usunięcia niesprawności lub czynności (np. okresowa wymiana oleju), wymagającej czasu pracy powyżej stanu gotowości (np. 15 minut), winna być zgłoszona do dyspozytora ruchu, aby był on powiadomiony, a ponadto należy uzyskać jego zgodę, aby ją przeprowadzić. Może się bowiem zdarzyć, że sytuacja zewnętrzna (silny wiatr, zamówienie na usługę), zmusi do przesunięcia terminu wykonania tej czynności.

W systemach wymagających gotowości, układy, mające istotny wpływ na zachowanie gotowości eksploatacyjnej, winny być zdublowane. Niesprawność jednego umożliwia dalszą pracę, dzięki układowi zapasowemu (rezerwowemu). Należy zadbać o to, aby układy rezerwowe były sprawne, a ich stan techniczny okresowo sprawdzany. Ponadto załoga musi znać procedury przejścia na układy rezerwowe.

Ważnym elementem systemu jest jego stopień niewrażliwości na stany awaryjne [1,5], takie jak:

- wyłączenie awaryjne jednego z pędników (np. złapanie liny w pędnik),
- możliwości samooczyszczania pędnika;
- awaria systemu wentylacji,
- awaria systemu hydraulicznego wind,
- krótkotrwały brak napięcia w sieci okrętowej (do 5 minut),
- długotrwały brak napięcia w sieci okrętowej (powyżej 1 godziny).

Istotne znaczenie będzie miała możliwość dokończenia pracy mimo zdarzeń awaryjnych i ograniczenia możliwości manewrowych czy eksploatacyjnych [4]. Przykład jednostki, dla której będzie to decydujące, przedstawia rys.2.



Rys. 2. „LA Fireboat 2” jednostka ppoż. z napędem VSP na potrzeby portu Los Angeles [3]

Jednostkom operującym okresowo w zalodzonych basenach portowych lub redowych należy zapewnić możliwość ich pracy w takich warunkach. Kadłub musi mieć odpowiednią klasę lodową. Pędniki oraz ewentualnie dysze Korty winny być przystosowane do pracy w zalodzeniu do określonej grubości lodu. Ponadto system wody morskiej musi mieć zabezpieczenia przed zablokowaniem koszy kingstonowych kaszą lodową lub alternatywnie posiadać chłodnice burtowe.

Dla jednostek posiadających klasę ppoż. FiFi istotne będzie rozwiązanie napędu pomp pożarowych. Ze względu na duże zapotrzebowanie na moc, pompy napędza się osobnym silnikiem spalinowym lub od jednego z silników głównych. Pompy ppoż. mają z reguły oddzielny system wody morskiej. System ten można przygotować w drugiej kolejności, po wejściu jednostki do ruchu, w trakcie przejścia na miejsce pracy.

5. UWAGI KOŃCOWE

Możliwość osiągnięcia w określonym czasie gotowości eksploatacyjnej stanowi istotny parametr. Jest to podstawowa informacja o wyprzedzeniu czasowym, z jakim należy powiadomić daną jednostkę o wejściu do ruchu. W sytuacjach awaryjnych im krótszy jest czas osiągnięcia pełnej gotowości, tym lepiej. W krótszym czasie bowiem, można uzyskać wymaganą pomoc. Istotne są zastosowane rozwiązania techniczne, które determinują możliwości, ale istotne dla całości są: aktualny stan techniczny jednostki oraz wyszkolenie załogi. Odpowiednie, nabyte doświadczenie w pracy, pozwala przewidzieć sytuacje, które mogą się zdarzyć, wykorzystać w pełni istniejące możliwości techniczne. Pozwala to z wyprzedzeniem przewidzieć zdarzenia, które mogą stwarzać zagrożenie. Dzięki poprawnym rozwiązaniom, sprzyjającym szybkiemu wejściu do ruchu – podnosi się komfort pracy, wzrastają możliwości współpracy, poprawiają się warunki bezpieczeństwa żeglugi, a następnie poczucie zaufania, że wykorzystane zostaną wszelkie możliwości udzielenia szybkiej, skoordynowanej i właściwej pomocy.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Herdzyk J.: *Rozwój układów napędowych morskich jednostek specjalistycznych w aspekcie bezpieczeństwa żeglugi*, 33rd ISConICE Kones2007, Warszawa 2007.
- [2] Hutchinson B.L.: *New Insights into Voith Tractor Tug Capability*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, Seattle, III 1993.
- [3] Bartels J. Jurgens D.: *Latest Developments in Voith Schneider Propulsion Systems*, The 18th International Tug & Salvage Convention, 2004.
- [4] Deter D.: *Principal Aspects of Thruster Selection*, Dynamic Positioning Conference, Houston, 1997.
- [5] Girtler J., Kuzmider S., Plewiński L.: *Wybrane zagadnienia eksploatacji statków morskich w aspekcie bezpieczeństwa żeglugi*, WSM, Szczecin 2003.