

Jerzy HERDZIK¹

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA MANEWRU AWARYJNEGO DLA JEDNOSTEK PŁYWAJĄCYCH Z NAPĘDEM PĘDNIKAMI AKTYWNYMI

W referacie przedstawiono możliwości zastosowania manewru awaryjnego dla jednostek z napędem pędnikami aktywnymi i skutki ich wykonania dla bezpieczeństwa statku i układu napędowego. Parametry manewru awaryjnego i możliwość jego bezpiecznego i praktycznie natychmiastowego wykonania dla jednostek pływających z napędem pędnikami aktywnymi są ich podstawowym atutem.

POSSIBILITIES OF EMERGENCY MANOEUVRE APPLICATION FOR FLOATING UNITS DRIVEN BY UNCONVENTIONAL THRUSTERS

The paper presents possibilities of emergency manoeuvre application for floating units driven by unconventional thrusters and unfavourable effects for ship safety and propulsion system. It was specified types of emergency manoeuvres, theirs parameters for chosen propulsion systems. Parameters of emergency manoeuvre and possibility of safe and practically immediate application for units driven by unconventional thrusters are their fundamental advantage.

1. UWAGI WSTĘPNE

Skuteczność zastosowania manewru awaryjnego podnosi istotnie bezpieczeństwo statku i żeglugi. Wykonuje się go tylko w sytuacji zagrożenia statku, innych ważnych sytuacji nawigacyjnych oraz po remoncie klasowym w celu sprawdzenia układu napędowego na taką ewentualność [1]. Stwarza on zawsze zagrożenie dla układu napędowego (groźba przeciążeń), ale w sytuacji wyższej konieczności należy go wykonać. Wyróżnia się następujące rodzaje manewrów awaryjnych:

- zatrzymanie awaryjne silnika głównego;
- zatrzymanie statku;
- manewr boczny (ominięcia lub kraba);
- manewr cyrkulacji (pętla) w celu powrotu na miejsce rozpoczęcia manewru (np. po alarmie „człowiek za burtą”).

Zatrzymanie awaryjne silnika głównego wykonuje się w sytuacji, gdy zawiódł układ sterowania silnikiem i nie ma innej możliwości oddziaływania na niego. Do tego celu na

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

mostku znajduje się niezależny układ „awaryjny stop silnika głównego”, który można w razie konieczności szybko użyć. Jest to efektywny sposób, jednak należy pamiętać, że powoduje to zatrzymanie silnika i pozostawienie go w pozycji zablokowanej. Odblokowanie i ponowny jego start zajmuje dodatkowy czas, który należy uwzględnić przed podjęciem decyzji o jego awaryjnym zatrzymaniu. Dodatkowo w razie potrzeby mogą zostać rzucone kotwice, które mają za zadanie zatrzymać ruch statku. Bezwładność statku, ze względu na jego masę, jest bardzo duża. Należy ten element uwzględnić w całości podejmowanych działań. Może się okazać, że inne manewry awaryjne byłyby w danej sytuacji efektywniejsze.

2. WYBRANE MANEWRY AWARYJNE

Podstawowym manewrem jest zatrzymanie statku. Z odpowiednim wyprzedzeniem zmniejsza się prędkość statku, która umożliwi manewrowanie nim, w tym zatrzymanie i ruch wstecz. W sytuacji, gdy statek porusza się z prędkością zbliżoną do prędkości eksploatacyjnej oraz w miejscu, w którym nie przewidywano dokonywania manewrów – konieczność zatrzymania statku wymusza zastosowanie manewru awaryjnego. Sposób wykonania tego manewru zależy od sytuacji wokół statku [1,5,7]. Możliwe są następujące odmiany:

- zatrzymanie silnika głównego i wybieg statku bez zmiany kursu początkowego;
- rewers silnika głównego (lub przesterowanie śruby nastawnej na wstecz) i ruch statku kursem początkowym;
- zatrzymanie silnika głównego i wejście w tzw. pętlę recyrkulacyjną;
- rewers silnika głównego (lub przesterowanie śruby nastawnej na wstecz) i wejście w pętlę recyrkulacyjną.

Efektywnym sposobem zmniejszenia prędkości statku i ewentualnie jego zatrzymania jest wejście w pętlę recyrkulacyjną. Dodatkowy opór wychylonej płetwy steru i boczny statek zmniejsza jego energię bezwładności (statek wytraca prędkość), co zapewnia w miarę bezpieczne przeprowadzenie manewru. Warunkiem przeprowadzenia tego typu manewru jest odpowiednia ilość miejsca wokół statku (akwen otwarty) i brak w pobliżu innych jednostek. Średnica okręgu cyrkulacji dla typowego statku handlowego wynosi 4-5 jego długości, czyli przy jego długości 150m osiąga około 750m [1] (tab.1).

Tab.1 Średnie rzeczywiste parametry zatrzymania statku handlowego poprzez manewr z „całej naprzód” na „całą wstecz” [8]

Nośność statku [tys. t]	Statek załadowany		
	Droga hamowania		Czas hamowania [minuta]
	W milach morskich	Długościach statku	
10	0,5	6	6
50	1,2	10	9
100	1,5	11	12
150	1,7	11	14
200	1,9	11	15
250	1,9	11	17

Rewers silnika głównego i próba zatrzymania statku, pracującym silnikiem wstecz, jest manewrem długotrwałym, w którym statek do momentu zatrzymania pokonuje relatywnie długą drogę (tab.1). Dla statku o długości 150 m jest to około 3,2 km (zależy to silnie od prędkości początkowej statku).

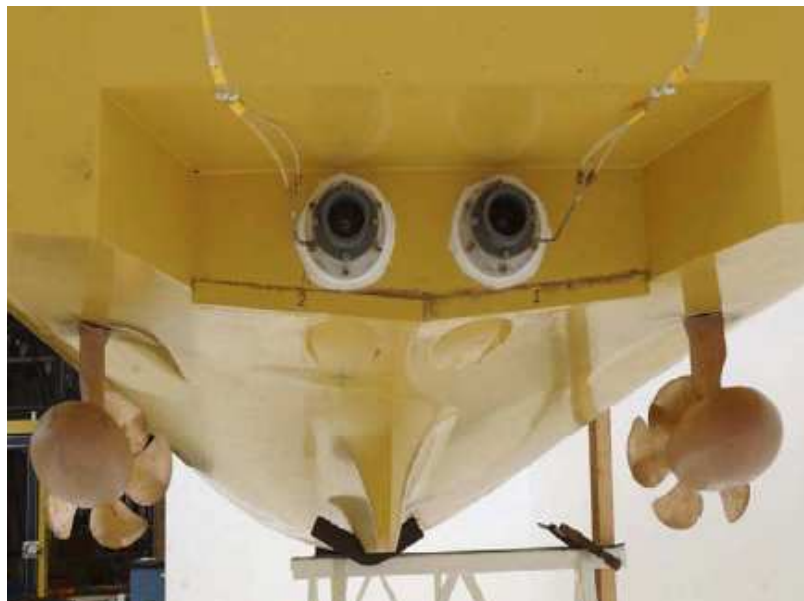
Dla statku idącego pod balastem, czas i przebyta droga wynoszą średnio 80% przedstawionych wartości w tab.1. Z tego powodu manewr wejścia w cyrkulację ogranicza przebyta droga przez statek mierząc skrajne położenia statku w czasie tego manewru, daje czas na przesterowanie silnika głównego, co ogranicza groźbę przeciążenia układu napędowego. Możliwość rewesu silnika głównego (lub przesterowanie śruby nastawnej na wstecz) i wejście w pętlę recyrkulacyjną jest praktycznie niewykorzystywana. Powodem są zakłócenia opływu wody wokół płetwy steru (znajduje się w pobliżu pędnika) i kurs statku staje się niemożliwy do przewidzenia, szczególnie na wodach płytkich. Ze względu na zagrożenia, manewry awaryjnego zatrzymania statku praktycznie się nie wykonuje.

Ważnym dla bezpieczeństwa żeglugi jest możliwość manewru omijającego przeszkodę zwanego manewrem bocznym lub kraba[6]. Dla typowego statku handlowego z tradycyjnym napędem śrubą okrętową jest to manewr trudny do wykonania. Możliwość jego wykonania zależy silnie od prędkości statku (im większa tym trudniej) oraz wyposażenia statku w stery strumieniowe dziobowe i ich mocy. Zasadniczo do prędkości 3 węzłów możliwe jest przesunięcie boczne statku o jego szerokość na drodze około pół długości statku. Powyżej tej prędkości maleje skuteczność tego manewru, a powyżej 6 węzłów jest praktycznie niewykonalny (statek nie reaguje na działanie steru strumieniowego). Wokół kadłuba powstaje dodatkowa siła, która kompensuje działanie steru strumieniowego [5]. Siła ta nie pojawi się w przypadku dodatkowego pędnika aktywnego umieszczonego pod kadłubem.

3. MOŻLIWOŚCI MANEWRÓW AWARYJNYCH STATKU Z PĘDNIKAMI AKTYWNYMI

Istotną zaletą układów napędowych z pędnikami aktywnymi jest możliwość skutecznego manewrowania. W układy napędowe tego typu wyposażane są przede wszystkim mniejsze statki (w rezultacie o mniejszej masie) a zarazem o znacznie większym współczynniku mocy silnika głównego do masy statku. Ponadto pędniki są przystosowane do uzyskiwania wysokich sprawności przy prędkościach statku bliskich zeru, co pozwala efektywniej wykorzystywać siłę naporu wytwarzaną przez pędnik oraz nie przeciążać silnika napędowego. Przykład omawianego układu napędowego przedstawiono na rys.1.

Szacunkowe parametry manewrów awaryjnych dla jednostek z pędnikami aktywnymi przedstawiono w tab.2.

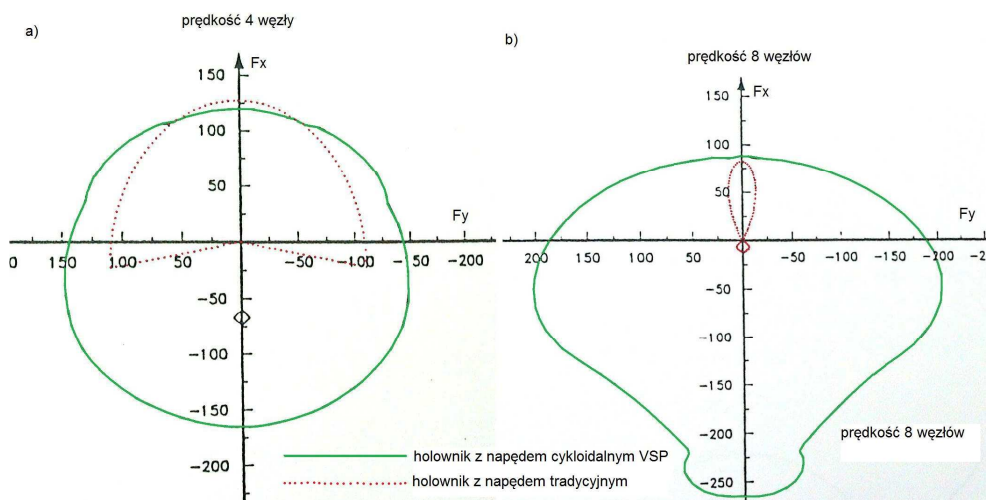


Rys. 1. Hybrydowy system napędowy: burtowe pędniki typu gondolowego (azipods) ze stałymi pędnikami strugowodnymi (waterjets) [Ailar 2006]

Tab.2. Parametry manewrów awaryjnych dla jednostek z pędnikami aktywnymi: azymutalnymi A i cykloidalnymi C przy założeniu prędkości początkowej 12 węzłów i mocy silników głównych odpowiednio: 3000 kW, 5000 kW i 7000 kW [mat. własne]

Długość statku [m]	Zatrzymanie statku [cała naprzód – stop] odległość [m] / czas [s]		Zatrzymanie statku [cała naprzód – cała wstecz] odległość [m] / czas [s]		Manewr boczny [przesunięcie o szerokość statku] czas [s]	
	A	C	A	C	A	C
30	60/20	90/30	26/8	24/7	12	4
50	120/30	150/40	48/15	44/14	25	8
70	200/45	200/45	70/25	60/20	60	15

Parametry obu typów pędników są bardzo zbliżone [2]. Ze względu na możliwość wytworzenia większego naporu bocznego, pędniki cykloidalne szybciej i bezpieczniej wykonują manewr boczny [4,6]. Istotne różnice (na korzyść) ze stosowania pędników aktywnych wzrastają wraz ze wzrostem prędkości statku. W tradycyjnych układach napędowych możliwości są praktycznie żadne począwszy od około 6 węzłów (rys.2).



Rys.2. Możliwości wytworzenia kierunkowej siły naporu przez holownik z napędem cykloidalnym i tradycyjnym przy prędkości statku: a) 4 węzły; b) 8 węzłów [3]

Mimo braku możliwości bezpośrednich porównań między tradycyjnym napędem a pędnikami aktywnymi dla jednostek o długości rzędu 150-250 m, są one budowane dla niektórych typów statków, jak statki wycieczkowe (Queen Mary II), promy (rys.3), AHTS, specjalistyczne (kablowce, rurowce).



Rys.3. Prom Corran o podwójnej rufie (pędniki cykloidalne) pracujący w Szkocji [4]

W przypadku stosowania pędników aktywnych istnieją większe możliwości

wykonania manewru awaryjnego. Mogą być one przeprowadzone przy większych prędkościach statku (zasadniczo w całym zakresie eksploatacyjnym), w sposób bardziej bezpieczny dla statku i otoczenia. Manewr może być wykonany pod większą kontrolą. Skuteczność manewru będzie znacznie większa. W rezultacie szansa na to, że będzie zastosowany znacząco rośnie. Przewiduje się znaczny wzrost zastosowań pędników aktywnych do napędu coraz większych statków. W chwili obecnej nie ma już ograniczeń związanych z dostępnymi mocami pędników aktywnych. W razie potrzeby można zastosować układy z czterema pędnikami lub układy hybrydowe (jak na rys.1).

4. UWAGI KOŃCOWE

Czy można poprawić możliwości manewru awaryjnego przy zachowaniu tradycyjnych napędów? Można m.in. poprzez zastosowanie, zamiast sterów strumieniowych, pędników aktywnych jako napędu awaryjnego (względny bezpieczeństwa) w postaci pędnika w części dziobowej, który dodatkowo może pełnić funkcję steru strumieniowego. Pojawia się problem dodatkowych oporów stwarzanych przez ten pędnik w trakcie ruchu statku. Można go uniknąć stosując pędniki chowane wewnątrz kadłuba (retractable thrusters), ale należałoby przewidywać sytuacje, w których zachodziłaby potrzeba jego użycia, aby go odpowiednio wcześniej wysunąć i włączyć do ruchu (zasilić). Wymaga to czasu, a w sytuacji awaryjnej niestety go nie ma. Jednak w miejscach o zwiększonym natężeniu ruchu, zagrożeniu bezpieczeństwa żeglugi należałoby przygotować się na taką ewentualność. Możliwość skutecznego i bezpiecznego wykonania manewru awaryjnego jest nieocenioną zaletą układów napędowych, które na to pozwalają. Pędniki aktywne istotnie zwiększają szansę, że załoga statku podejmie się wykonania takiego manewru. Dla statków, które poruszają się na trasach o dużym natężeniu ruchu, akwenach płytkich, kanałach itp. sama świadomość zwiększonych możliwości układu napędowego podnosi bezpieczeństwo żeglugi.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Nowicki A.: *Wiedza o manewrowaniu statkami morskimi*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1978
- [2] Herdzyk J.: *Rozwój układów napędowych morskich jednostek specjalistycznych w aspekcie bezpieczeństwa żeglugi*, 33rd ISConICE Kones2007, Warszawa 2007.
- [3] Hutchinson B.L.: *New Insights into Voith Tractor Tug Capability*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, Seattle, III 1993.
- [4] Jurgens D., Grabert R.: *New Hydrodynamic Aspects of Double Ended Ferries with Voith-Schneider Propeller*, SVA Potsdam, 2004.
- [5] Więckiewicz W.: *Technical conditions of performing lateran movement manoeuvre of a proceeding ship*, NavSup 2008, Zeszyty Naukowe AMW, Nr 175A, Gdynia, 2008.
- [6] Minsaas K.J., Lehn E.: *Hydrodynamical Characteristics of Thrusters*, NSFI Report R69-78, 1978.
- [7] Wróbel F.: *Vademecum nawigatora*, WM, Gdańsk 1978.