

Stanowisko do pomiaru sprawności napędu elektrycznego w małych pojazdach podwodnych

Piotr Szreder, Arkadiusz Adamczyk

Wstęp

Od skonstruowania pierwszych pojazdów podwodnych następował ich rozwój pod względem napędu. Do poruszania się jednostek podwodnych wykorzystywano napęd różnego rodzaju. Początkowo były to silniki pneumatyczne, maszyny parowe, a nawet napęd chemiczny. Jednak obecnie w eksploracji akwenów wodnych od lat wykorzystuje się pojazdy podwodne z elektrycznym silnikiem, które są jedynym obecnie dostępnym rozwiązaniem spełniającym wymagania napędów podwodnych – poza atomowym. Główną zaletą silnika elektrycznego jest możliwość pracy bez potrzeby dostępu do powietrza, jednak wymaga zamontowania akumulatorów gromadzących energię elektryczną oraz źle znosi zalania. Istnieją dwa rozwiązania techniczne przeniesienia momentu obrotowego silnika elektrycznego umieszczonego w szczelnej obudowie ciśnieniowej do śruby napędowej umieszczonej w toni wodnej: tradycyjne, ze śrubą napędową bezpośrednio osadzoną na wale silnika i z odpowiednim uszczelnieniem obrotowym wału na wyjściu z obudowy silnika oraz za pomocą sprzęgła magnetycznego z przegrodą separacyjną, które łączy wał silnika z wałem śrubowym bez konieczności wykonania uszczelnienia obrotowego dla wału w obudowie silnika. W przypadku pędnika z bezpośrednim napędem śruby do jego zalet zaliczyć można: przeniesienie całego momentu obrotowego silnika na śrubę napędową, prosta konstrukcja i mniejsza długość całego pędnika. Natomiast wśród jego wad należy wymienić skomplikowaną konstrukcję uszczelnienia wału, silnika lub stosowanie układu kompensacji ciśnienia w obudowie silnika, zagrożenie zalania obudowy silnika w wyniku uszkodzenia uszczelnienia wału podczas eksploatacji. Dla pędnika z napędem śruby poprzez sprzęgło magnetyczne można wymienić następującą zaletę: spoczynkowe uszczelnienie obudowy silnika i małe zagrożenie zalania obudowy silnika podczas eksploatacji. Wśród wad takiego rozwiązania konstrukcyjnego można wyróżnić możliwość występowania poślizgu podczas przenoszenia momentu obrotowego silnika na śrubę napędową za pomocą sprzęgła magnetycznego, złożoną konstrukcję i większą długość całego pędnika. Ze względu na dużą różnorodność napędów zaistniała potrzeba eksperymentalnego sprawdzenia wyżej wymienionych układów silnik – pędnik przed ich rzeczywistym sprawdzeniem w ciężkich warunkach środowiskowych.

Stanowisko pomiarowe

Stanowisko, które ma za zadanie prowadzenie prób porównawczych różnych układów silnik – pędnik w celu optymalizacji

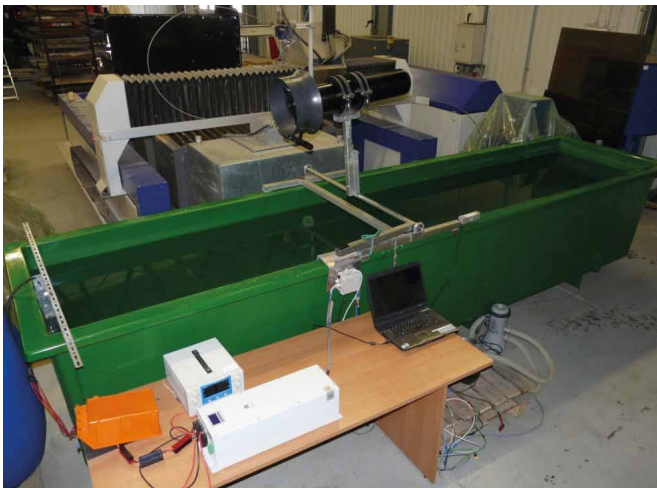
Streszczenie: W artykule przedstawiono wstępne wyniki uzyskane z budowanego z udziałem członków koła naukowego „AiRoMech” Akademii Marynarki Wojennej stanowiska do doświadczalnego wyznaczania sprawności niewielkich elektrycznych napędów pojazdów podwodnych. Stanowisko powstaje w wyniku współpracy z Centrum Badawczo-Rozwojowym Stowarzyszenie B-4 w Rzeszowie.

Silnik elektryczny zamontowany w pojazdach podwodnych musi posiadać odpowiednią moc, w celu zabezpieczenia wykonania zadania w ograniczonych ramach czasowych. Jednostka ta musi mieć wystarczająco niskie zużycie energii (zmagazynowanej w akumulatorach), aby czas pracy pod wodą był możliwie jak najdłuższy przy zachowaniu odpowiednich wymiarów i masy pojazdu. Wielkość silnika musi być właściwie dobrana w celu dostarczenia mocy niezbędnej do osiągnięcia i utrzymania maksymalnej prędkości okrętu. Jednakże wybór właściwego silnika nie jest zdeterminowany jedynie maksymalną mocą wyjściową. Z uwagi na fakt, że silnik bezpośrednio oddziałuje na wał, jego prędkość obrotowa musi być dobrana odpowiednio do konstrukcji śruby napędowej, która w zależności od zastosowanego rozwiązania skutkuje uzyskaniem różnego przełożenia mocy silnika. W efekcie znajduje to przełożenie w rzeczywistej prędkości napędzanego pojazdu.

Zaprojektowane i realizowane stanowisko ma na celu umożliwienie realizacji eksperymentów czynnych, pozwalających porównać różne rozwiązania niewielkich napędów elektrycznych. Skomplikowane oddziaływania wielu czynników, które dzięki temu rodzajowi badań mogą zostać zmierzone, sprawiają, że stanowisko ma możliwość stać się nieodzownym elementem używanym przez projektantów i konstruktorów bezzałogowych pojazdów podwodnych.

i doboru możliwie najlepszego rozwiązania konstrukcyjnego napędu elektrycznego do danego pojazdu podwodnego, przedstawiono na rys. 1 i 2.

Stanowisko składa się z kanału wypełnionego wodą, ramy umożliwiającej zamocowanie pojazdu i pomiar naporu za pomocą przetwornika tensometrycznego, dzięki któremu możliwy jest pomiar ciągu wytwarzanego przez różnego rodzaju napędy, oraz przetworniki do pomiaru napięcia i prądu pobieranego przez silnik elektryczny. Wszystkie dane uzyskane



Rys. 1. Stanowisko do badania charakterystyk napędu elektrycznego w pojazdach podwodnych

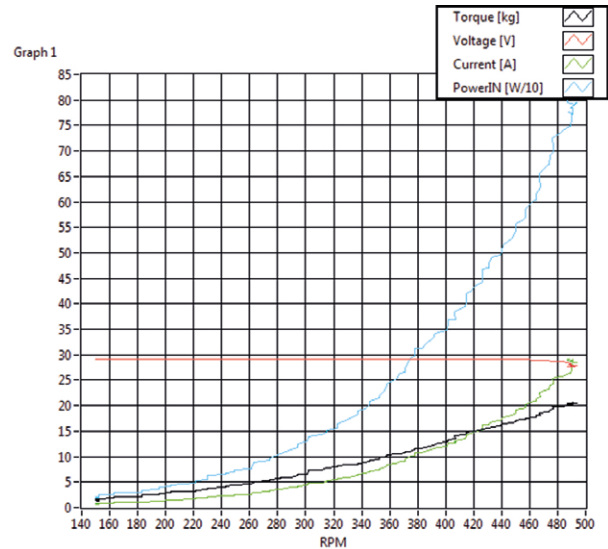
(Źródło B-4)



Rys. 2. Stanowisko podczas testowania napędu DPD

(Źródło B-4)

z przetworników A/C przetwarzających sygnały z przetworników prądu, napięcia oraz naprężeń (tensometrów) przetwarzane są za pomocą pakietu LabVIEW. Zasada działania tensometru oporowego opiera się na właściwości fizycznej przewodników, polegającej na zmianie ich rezystancji elektrycznej wraz ze zmianą długości pola przekroju oraz temperatury. W trakcie odkształceń sprężystych elementów konstrukcyjnych badanego urządzenia cały tensometr zespolony z badanym elementem specjalnym klejem (sposób zamocowania eliminuje możliwość ich wielokrotnego użytkowania – są tensometrami jednorazowego użycia) odkształca się, co powoduje proporcjonalne do wymuszenia zmiany rezystancji wynikające ze zmiany długości i przekroju ścieżki przewodzącej. Miejsce naklejenia musi być dokładnie oczyszczone zarówno mechanicznie, jak i chemicznie (od tego zależy dokładność i stabilność czujnika). Proces przygotowania do prowadzenia badań jest bardzo istotny i stosunkowo długi, gdyż oprócz naklejania tensometrów trzeba starannie przygotować przewody łączące je z aparaturą pomiarową.



Rys. 3. Dane z pomiarów m9 bez dysz i kierownic

Tensometria elektrooporowa ma szereg zalet, które decydują o jej szerokim stosowaniu. Tensometry oporowe cechuje duża dokładność i możliwość pomiaru bardzo małych odkształceń. Istnieje możliwość niemal równoczesnego pomiaru odkształceń w wielu punktach konstrukcji. Ponadto, ze względu na pomiarową bezwładność układu pomiarowego, doskonale nadają się one do pomiarów odkształceń szybkozmiennych. Nadają się jednakowo do prowadzenia badań przy obciążeniach statycznych i dynamicznych, jak i do badań elementów znajdujących się w ruchu. Tensometry są czułe, a ich bardzo mały ciężar nie ma wpływu na dokładność pomiarów. Bezpośrednie przekazywanie odkształceń na drut oporowy eliminuje błędy niedokładności przekładni czy też poślizgów, które mogą występować w innych modelach. Należy jednak podkreślić bardzo istotny wpływ temperatury na rezystancję tensometrów oporowych, co powoduje konieczność stosowania układów kompensujących wpływ i zmiany temperatury zewnętrznej. Przykładowe pierwsze wyniki badań ukazano na rys. 3.

Podsumowanie

Dalsze działania naukowe, po uzyskaniu większej ilości wyników z tym samym silnikiem oraz różnego rodzaju pędnikami lub różnymi silnikami z tym samym pędnikiem, będą związane z optymalizacją doboru układu silnik – pędnik dla danego pojazdu podwodnego w celu zapewnienia pojazdowi odpowiednich parametrów eksploatacyjnych.

Piotr Szreder, Arkadiusz Adamczyk
Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni