

BADANIA MODELOWE ROBOTA PODWODNEGO

Dr hab. inż. Zdzisław Kowalczuk
Prof. zw. dr hab. inż. Wiesław Ostachowicz
Dr inż. Paweł Raczyński
Dr inż. Grzegorz Rożnowski

Projekt badawczy Nr 8 8523 91 02

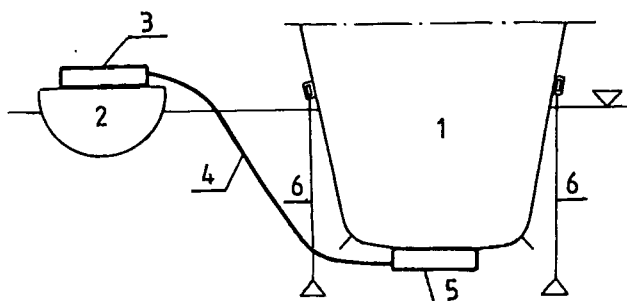
Praca stanowi kontynuację badań, które prowadzono w latach 1986-1990 w ramach CPBR 7.1 "Roboty Przemysłowe". Rezultatem tych badań było wytworzenie dokumentacji technicznej modelu robota do prac podwodnych przy kadłubie statku. Niektóre rozwiązania techniczne zostały uprzednio przebadane na prostych układach modelowych.

Celem realizowanego obecnie projektu badawczego jest przeprowadzenie badań modelu robota w warunkach laboratoryjnych.

Zaprojektowane urządzenie może czyścić kadłub statku z porostów biologicznych i rdzy, a po wyposażeniu urządzenia w specjalne agregaty malarskie może również służyć do zabezpieczania kadłuba przed korozją. Po zamontowaniu stosownych lamp halogenowych i kamery telewizyjnej, robot może spełniać funkcje inspekcyjne i transportowe. Czynności te są ważne przy okresowych zabiegach konserwacyjnych i remontowych jednostek pływających. Właściwa konserwacja kadłuba jednostki pływającej przyczynia się do istotnego podwyższenia sprawności i obniżenia kosztów jego eksploatacji. Przykładowy sposób wykorzystania robota do prac podwodnych przedstawiono na rys. 1.

Zasadniczym elementem modelu robota jest głowica robocza (5 na rys.1), która przemieszcza się po podwodnej części kadłuba (1, rys. 1). Konstrukcję mechaniczną głowicy pokazano schematycznie na rys. 2. Głowica wyposażona jest w zespół napędowy (4, na rys. 2) z kołami jezdnymi (3, rys.2), szczotki czyszczące (1, rys.2), albo agregat malarski lub chwytak, oraz zbiorniki wypornościowe (8, rys.2), we wnętrzu których umieszczone są również części elektroniczne układu oraz elementy sterowania hydraulicznego. Przemieszczanie się głowicy

realizowane jest poprzez napędzane hydraulicznie dwa koła połączone sztywną osią i sterowane sprzęgłami elektromagnetycznymi. Przyczepność kół do kadłuba statku zapewniają elektromagnesy umieszczone we wnętrzu kół. Narzędziem roboczym, w wersji podstawowej, jest zespół dwu wirujących szczotek umieszczonych na ruchomych ramionach. Ruch wahadłowy ramion i obrotowy szczotek wymuszany jest przez siłownik hydrauliczny (2, rys.2).

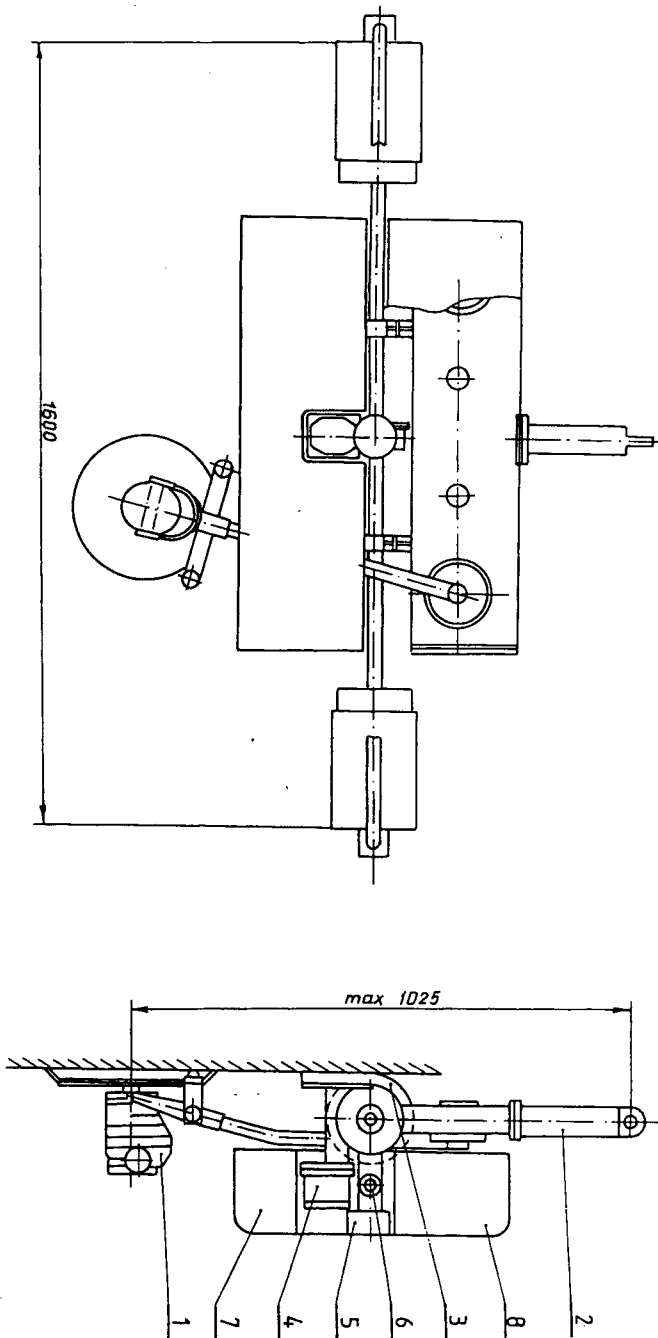


Rys. 1. Konfiguracja pracy robota.

Głowica robocza połączona jest z agregatem zasilającym i komputerem sterującym przewodami elektrohydraulicznego układu zasilania i sterowania. Sterowanie w wyznaczonym obszarze pracy zapewnia komputerowo wspomagany system hydroakustycznej lokalizacji.

Układ sterowania (system KRAB) składa się z następujących elementów:

1. Lokalny mikrokomputerowy sterownik głowicy roboczej (HEAD);
2. Lokalny mikrokomputerowy sterownik zespołu dalmierzy hydroakustycznych (EYES);
3. Centralny mikrokomputerowy układ (CENTRUM) zdalnego sterowania pracą robota;
4. Zintegrowany elektroniczny układ zasilania i komunikacji.



Rys. 2. Schemat konstrukcyjny głowicy roboczej.

Ad 1. Lokalny sterownik głowicy HEAD umieszczony jest w wodoszczelnej komorze wypornościowej głowicy roboczej. Do jego zadań należy:

- a. przyjmowanie poleceń z komputera CENTRUM,
- b. interpretacja poleceń oraz ich wykonanie,
- c. kontrola stanu głowicy roboczej i wskaźników jakości pracy,
- d. przekazywanie danych pomiarowych i stanu głowicy do komputera CENTRUM.

Czynności mechaniczne podlegające sterowaniu to:

- przemieszczanie głowicy roboczej (start/stop, jazda na wprost, skręt w lewo/prawo),
- ruch roboczy głowicy (ruch posuwisto-zwrotny ramion i ruch wirowy szczotek),
- docisk do podłoża (włączanie/wyłączanie elektromagnesów w kołach jezdnych).

Ad 2. Lokalny sterownik dalmierzy EYES umieszczony jest w wodoszczelnej komorze wypornościowej głowicy roboczej. Do jego zadań należy:

- a. przyjmowanie poleceń z komputera CENTRUM,
- b. interpretacja poleceń oraz ich wykonanie,
- c. okresowe, automatyczne i sekwencyjne odpytywanie układów odzewowych,
- d. przekazywanie danych pomiarowych do komputera CENTRUM.

Sterownik EYES wyposażony jest w nadajnik oraz dwa odbiorniki fali akustycznej, umieszczone z przodu i z tyłu głowicy roboczej. Sterownik generuje selektywne zapytania skierowane do układów odzewowych.

Układy odzewowe wyznaczają granice obszaru roboczego na dnie lub na burcie jednostki. Wyposażone są one w układy nadawczo-odbiorcze.

Czas upływający od momentu wysłania zapytania przez sterownik do momentu otrzymania odpowiedzi z układu odzewowego jest proporcjonalny do odległości głowicy roboczej i wybranego układu odzewowego. Sterownik EYES dokonuje przeliczenia pomierzonych czasów na odległości w metrach. Zestaw wyznaczonych odległości zostaje przesłany do komputera CENTRUM, w którym następuje określenie położenia i orientacji głowicy roboczej w granicach obszaru roboczego.

Częstotliwości fal hydroakustycznych zostały umieszczone w takim paśmie częstotliwości, w którym widmo zakłóceń, pochodzących od czynności mechanicznych głowicy, charakteryzuje się minimalną amplitudą.

Ad 3. Centralny mikrokomputerowy układ CENTRUM umieszczony jest na towarzyszącej jednostce pływającej. Układ CENTRUM opiera się na uniwersalnym komputerze klasy IBM-AT, wyposażonym w specjalizowane układy komunikacyjne. Do jego zadań należy:

- a. wysyłanie poleceń do komputerów HEAD i EYES,
- b. interpretacja poleceń operatora i ich wykonanie,
- c. okresowe, automatyczne i sekwencyjne sprawdzanie stanu sterowników lokalnych,
- d. zobrazowanie stanu sterowników oraz procesu sterowania na podstawie otrzymanych danych pomiarowych,
- e. realizacja trzech trybów sterowania (trybu ręcznego, programowego i automatycznego).

Tryb pracy ręcznej umożliwia operatorowi systemu bezpośrednią realizację sterowania (tzn. operator przejmuje na siebie odpowiedzialność za wszystkie operacje głowicy roboczej). Tryb przewidywanej pracy programowej umożliwi realizację typowych elementarnych operacji głowicy roboczej (np. jazda na wprost z ograniczeniem czasowym lub przestrzennym lub zwrot o 180 stopni). Tryb pracy automatycznej zapewni autonomiczne przeprowadzenie zaplanowanego procesu (czyszczenia, malowania, inspekcji) w zdefiniowanym przez operatora obszarze roboczym. W trybie tym, tylko zakończenie pracy lub zaistniały stan awaryjny będą wymagały ingerencji operatora.

Ad 4. Zintegrowany elektroniczny układ zasilania i komunikacji jest systemem rozproszonym stowarzyszonym z energetycznym układem zasilania głowicy roboczej. Składa się on z medium fizycznego (przewód dwużyłowy), dwóch układów separacji kanału energetycznego i komunikacyjnego oraz dwóch specjalizowanych modemów komunikacyjnych.

Takie rozwiązanie zostało podyktowane koniecznością minimalizacji kosztów specjalnego, długiego (ok. 200 m) wodoodpornego kabla łączącego głowicę roboczą z komputerem CENTRUM i agregatami zasilającymi.

Stan zaawansowania prac:

- opracowano i wykonano model części mechanicznej wraz z agregatem elektrohydraulicznego zasilania głowicy roboczej, który umieszczono na podwoziu samochodu ciężarowego,
- wykonano dodatkowe oprzyrządowanie ww. mobilnego stanowiska laboratoryjnego obejmujące żurawik, układ podawania kabla i panel sterowania ręcznego,
- przetestowano model głowicy roboczej w warunkach laboratoryjnych oraz pod wodą w basenie doświadczalnym,
- opracowano, wykonano i oprogramowano model sterownika HEAD oraz EYES, (w tym system mikrokomputerowy, system sprzęgu komputera z urządzeniami wykonawczymi głowicy roboczej, oraz podsystemy sterowania i komunikacji z modemami),
- przetestowano sterowniki lokalne w warunkach laboratoryjnych oraz system lokalizacji w warunkach polowych,
- opracowano i uruchomiono oprogramowanie testowe komputera CENTRUM.