



Metody wyznaczania prędkości statku



Literatura:

Maciej Gucma, Jakub Montewka, Antoni Zieziula – Urządzenia nawigacji technicznej

Krajczyński Edward – Urządzenia elektronawigacyjne

Krajczyński Edward – Urządzenia nawigacji technicznej

Fransiszek Wróbel – Vademecum nawigatora

...

Wprowadzenie

Obecny rozwój środków transportu i komunikacji morskiej stawia przed nawigacją coraz większe wymagania w zakresie bezpieczeństwa i ekonomicznie uzasadnionego prowadzenia statku.

W nawigacji zintegrowanej oraz w systemach zautomatyzowanej nawigacji dąży się do wyboru optymalnej trasy rejsu z uwzględnieniem warunków hydrometeorologicznych,

Dokładny pomiar prędkości umożliwia prowadzenie tzw. nawigacji zliczeniowej polegającej na bieżącym określeniu drogi i pozycji statku za pomocą własnych urządzeń nawigacyjnych.

Wprowadzenie

Dokładność wyznaczonej prędkości zależy między innymi od wybranego rodzaju i typu logu. Zaprzestano lub zdecydowanie ograniczono produkcję logów mechanicznych i ciśnieniowych. Na nowobudowanych statkach instalowane są zazwyczaj logi elektromagnetyczne lub hydroakustyczne.

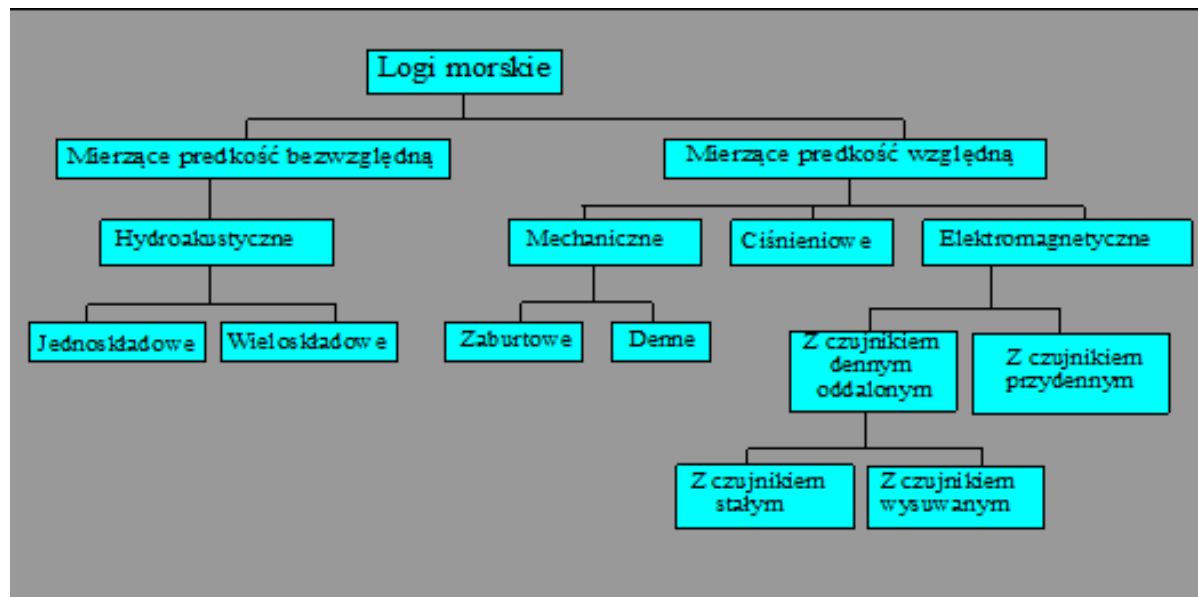
Nowoczesne logi, oprócz podstawowej funkcji, jaką jest bieżące podawanie prędkości statku, podają wiele informacji równie ważnych dla nawigacji. Informacje te pozwalają na:

Wprowadzenie

- Określenie prędkości ruchu wody (prądu) na redach, rzekach i akwenach zamkniętych
- Ustalenie wpływu prądu wody na ustawienie kadłuba statku oraz na wielkość naciągu łańcucha kotwicznego
- Wskazanie prędkości naprzód i wstecz podczas manewrów, a w logach wieloskładowych wskazanie prędkości składowych bocznych dziobu i rufy
- Uzyskanie informacji potrzebnych dla odpowiedniego doboru mocy lin cumowniczych ze względu na oddziaływanie prądów wody podczas postoju przy nabrzeżu

Wprowadzenie

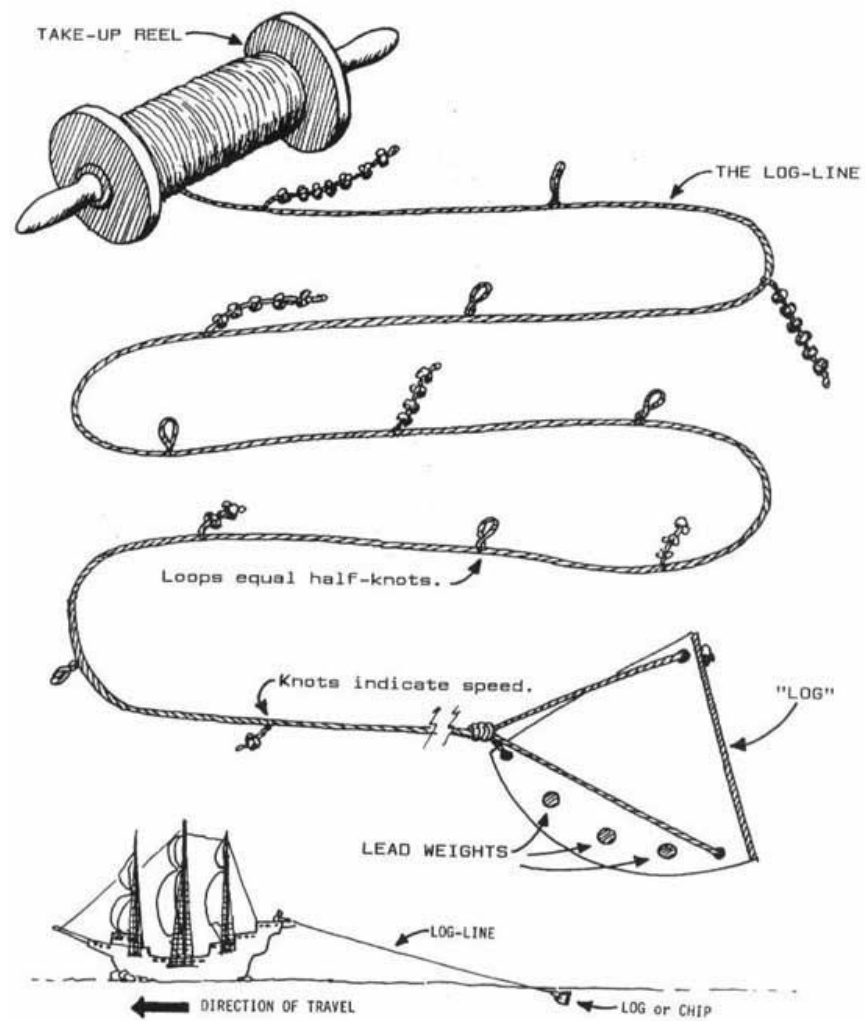
Ze względu na jakość uzyskiwanego sygnału prędkości logi dzieli się na mierzące prędkość względną i mierzące prędkość bezwzględną, zwaną często rzeczywistą. Prędkość względna jest to pomiar prędkości przemieszczania się kadłuba statku w stosunku do otaczającej go wody. Prędkość bezwzględna (rzeczywista) jest to prędkość przemieszczania się kadłuba w stosunku do stałego punktu na lądzie. Dalszego podziału logów dokonuje się ze względu na sposób otrzymywania sygnału.



Logi mechaniczne

Logi mechaniczne przez wiele lat były podstawowym wyposażeniem wszystkich jednostek pływających. Obecnie logi te, szczególnie zaburtowe, mogą stanowić jedynie wyposażenie rezerwowe. Logi mechaniczne miały układ instalacji powtarzaczy wskaźników przebytej drogi i prędkości. Zasilanie logów odbywało się z sieci oświetlenia awaryjnego 24V. Obecnie nie stosuje się układu powtarzania.

Logi mechaniczne - historia



Logi mechaniczne – logi zaburtowe



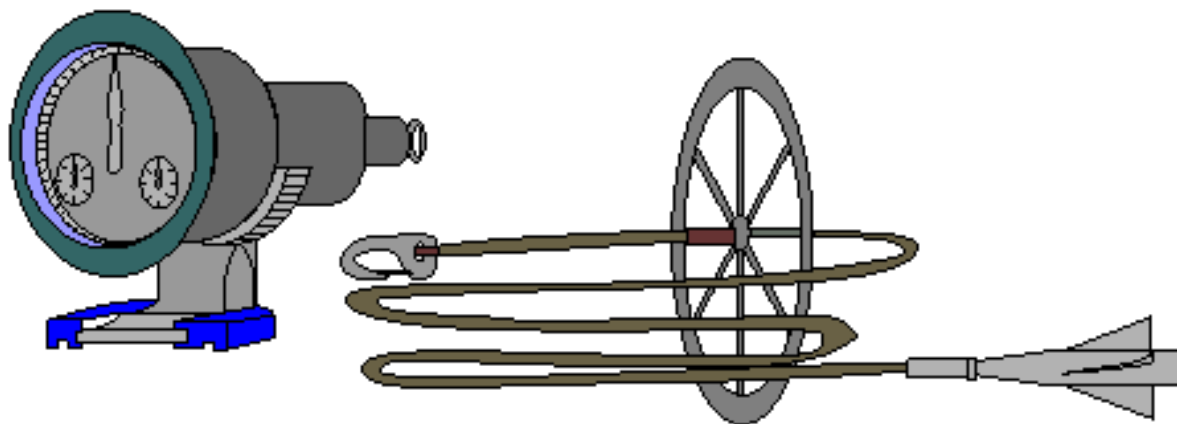
Logi mechaniczne – logi zaburtowe

Śruba logu jest odcinkiem przelotni o stożkowym zakończeniu jednego końca z symetrycznie przyspawanymi czterema piórami. Liczba obrotów śruby na jedną milę wynosi około 880. Na końcu stożkowego zakończenia śruby znajduje się oczko, do którego przymocowana jest na stałe krótka linka zakończona metalowym czółtenkiem. Na czółtenku znajduje się oczko do połączenia z liną logu.

Lina logu wykonana jest zazwyczaj z bawełny specjalnym splotem, zapobiegającym skręcaniu się jej podczas pracy. Na jednym końcu znajduje się hak do połączenia z kołem zamachowym, na drugim połączenie z okiem czółtenka linki śruby logu. Długość liny logu zależy od prędkości eksploatacyjnej statku, kształtu kadłuba i wysokości miejsca umocowania wtyku nad poziomem wody i ma od 70 do 130 m. Dłuższa lina gwarantuje poprawniejszą pracę logu, lecz jest mniej praktyczna.

Logi mechaniczne – logi zaburtowe

Koło zamachowe żeliwne lub stalowe, służy do stabilizacji obrotów liny i przekazywania do licznika obrotów bez przyspieszeń i opóźnień. Licznik przebytej drogi mocuje się podstawą w specjalnym uchwycie zamontowanym na obładowanym nadburciu lub na specjalnym wytyku na burcie statku, przy pomocy przegubu umożliwiającego swobodę ruchu w płaszczyźnie poziomej i pionowej. Wskazówka jest połączona z obracającą się osią wskaźnika przez ślimakowy reduktor obrotów. Małe wskazówki połączone są z dużą wskazówką za pomocą kółek zębatach. Duża wskazówka pokazuje dziesiąte części mili a małe wskazówki mile i setki mil.



Logi mechaniczne – logi zaburtowe

Przed uruchomieniem logu należy dokładnie sprawdzić czy pióra śruby nie są uszkodzone i czy loglina jest dokładnie sklarowana. Licznik przebytej drogi umocowuje się w uchwycie i podłącza koło zamachowe z logliną. Po połączeniu śruby z logliną opuszcza się śrubę za burtę i popuszcza loglinę. Po wypuszczeniu logu należy zapisać czas i wskazania licznika przebytej drogi. Podczas wyciągania logliny należy zwrócić uwagę, aby nie uszkodzić śruby o kadłub statku. Po odłączeniu końca logliny od koła zamachowego opuszcza się go ponownie do wody, aby cała loglina się rozkręciła. Dokładność wskazań logu ustala się na mili pomiarowej lub przez porównanie jego wskazań z odcinkiem drogi przebytej między dwoma punktami o znanych współrzędnych. Błąd logu nie powinien przekraczać wartości $\pm 5\%$ rzeczywistej drogi.

Logi mechaniczne – logi denne

Log Czernikiejewa pracuje zgodnie z zasadą działania wszystkich logów mechanicznych. Śruba logu nie jest jednak holowana za statkiem, lecz umocowana w metalowym trzonie i wysunięta pod kadłub przez specjalny otwór z zaworem dennym. Obroty śruby nie są przekazywane mechanicznie do wskaźnika logu, lecz powodują okresowe przerwy w przepływie prądu elektrycznego, a licznik przebytej drogi zlicza tylko ilość przerw.

Śruba logu Czernikiejewa umocowana jest na metalowym antykorozyjnym wypuszczeniu wysuwanym na długość około 600 mm pod dno kadłuba przez specjalny otwór w dnie zamykany zaworem dennym. Konstrukcja logu umożliwia chowanie śruby z trzonem do wnętrza osłony przy podejściach do nabrzeży oraz podczas żeglugi po płytkich wodach. W czasie ruchu kadłuba statku do przodu woda obraca śrubę, uruchamiając poprzez przekładnię ślimakową elektryczny łącznik impulsów znajdujący się w szczelnej komorze trzonu wypustowego wypełnionej olejem izolacyjnym ze zbiornika.

Logi mechaniczne – logi denne

Zamknięcie się styku powoduje wysłanie impulsu do licznika przebytej drogi znajdującego się na mostku. Utrzymanie szczelności komory łącznika impulsowego w logu Czernikiejewa nastręcza wiele trudności. Olej doprowadzony do trzonu i głowicy wypustu musi mieć ciśnienie równe ciśnieniu wody panującej na zewnątrz głowicy śruby logu lub nieco większe. Ciśnienie oleju doprowadzonego do trzonu jest kontrolowane manometrem i regulowane ciśnieniem grawitacyjnym wysoko umieszczonego zbiornika olejowego czyli ciśnieniem wywołanym wysokością słupa oleju lub specjalną pompką olejową.

Logi mechaniczne – wady i zalety

Zasadniczą wadą logów zaburtowych jest stosunkowo długa loglina holowana za statkiem, ograniczająca swobodę manewrową statku. Wraz ze śrubą musi być wyciągana na redach, w wąskich przejściach i podczas manewrów kotwicznych. Okres używalności logu zaburtowego jest stosunkowo krótki, częste są uszkodzenia śruby i logliny.

Wadą logu Czernikiejewa jest oddalony układ podwodny i jego praca w wodzie pod dnem kadłuba statku, z czego wynika konieczność utrzymania właściwego ciśnienia oleju wypełniającego wypust logu. Drugą wadą logu Czernikiejewa jest ciągłe narażanie części trzonu wystającego pod kadłub na uszkodzenia mechaniczne w razie wejścia statku na mieliznę lub zahaczenia o przeszkody podwodne. Ponadto śruba obracająca się w dolnej części trzonu może być zahamowana przez pływające w wodzie żywe organizmy.

Logi mechaniczne – wady i zalety

W razie uszkodzenia części podwodnej logu, śrubę lub układ podwodny należy wymienić co powoduje konieczność przeprowadzenia regulacji logu na mili pomiarowej. Log mechaniczny denny ma wiele zalet w stosunku do logu zaburtowego i wprowadzenie go do eksploatacji w latach trzydziestych XX wieku było wielkim postępem technicznym, mimo to w porównaniu z innymi typami logów współczesnych ma on tak dużo wad, że produkcja tego logu została całkowicie wstrzymana w latach pięćdziesiątych.

Zalety logów mechanicznych to:

- prosta budowa,
- nieskomplikowane naprawy,
- łatwa konserwacja i obsługa.

Logi ciśnieniowe

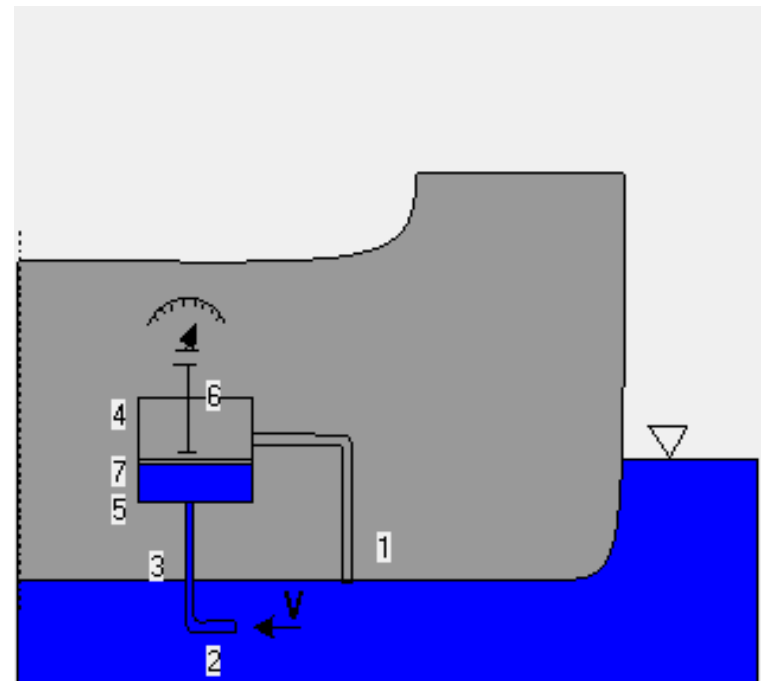
Woda przepływająca pod kadłubem statku, wywiera ciśnienie w rurce Pitota wysuniętej pod dnem kadłuba statku. Wielkość ciśnienia zależna jest od prędkości statku względem wody. Znajomość zależności między wielkością tego ciśnienia a prędkością statku umożliwiła budowanie przyrządów, które mierząc wzrost ciśnienia wskazują prędkość statku.

We współcześnie stosowanych logach ciśnieniowych wykorzystuje się różnicę ciśnienia całkowitego i statycznego, czyli wielkość ciśnienia dynamicznego mierzonego za pomocą manometru różnicowego, co przedstawia rysunek.

Logi ciśnieniowe

Ciśnienie wody doprowadzone jest dwiema rurkami 1 i 2 do odpowiednich części komory różnicowej 4 i 5, przedzielonej membraną 7. Jeżeli statek nie porusza się, to ciśnienie doprowadzone rurkami 1 i 2 z dwóch stron membrany redukuje się, nie powodując zmian jej pierwotnego położenia, a wskaźnik prędkości pokazuje zero.

Ciśnienie dynamiczne, powstające pod kadłubem podczas ruchu statku, odkształca membranę i połączony z nią przez popychacz wskaźnik pokazuje wartość ciśnienia dynamicznego będącego różnicą ciśnienia całkowitego i statycznego, co pozwala określić prędkość statku.



Logi ciśnieniowe - kompensatory

Długotrwałe działanie znacznych sił na membranę logu ciśnieniowego na skutek działania znacznego ciśnienia dynamicznego powodowałoby trwałe zmiany sprężystości i odkształcenia membrany, a zatem zmiany w dokładności wskazań logu. W celu zwiększenia dokładności wskazań logu i trwałości membrany w logach ciśnieniowych stosuje się układ kompensacji, dzięki któremu jest możliwe utrzymanie zerowego położenia membrany podczas jednostajnego ruchu statku, z nieznacznymi odkształceniami tylko podczas zmian prędkości. Układ ten powoduje również powrót membrany do położenia zerowego, a więc membrana pozostaje długo w należytych stanie. W logach ciśnieniowych stosuje się dwa rodzaje kompensacji:

- mechaniczną
- elektromagnetyczną

Logi elektromagnetyczne

Zasada pracy logu elektromagnetycznego polega na wykorzystaniu zjawiska indukcji elektromagnetycznej odkrytej w 1831r. Przez M.Faraday'a. Zjawisko to dotyczy indukcji siły elektromagnetycznej (SEM) w obwodzie elektrycznym, przecinanym przez zmienny strumień magnetyczny.

Głównym elementem pomiarowym logu elektromagnetycznego jest czujnik umieszczony w dnie lub pod dnem kadłuba statku na specjalnym wypuszcie.

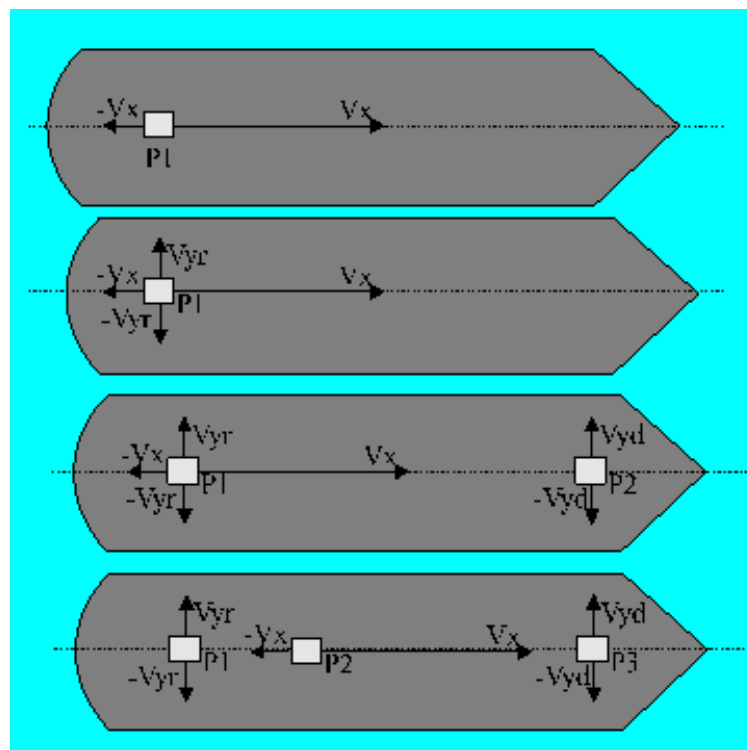
W czujniku na cylindrze umieszczone jest uzwojenie wzbudzania oraz dwie elektrody w kształcie okrągłych metalowych płytek znajdujące się na ściankach czujnika. Elektrody mają bezpośredni styk z wodą otaczającą czujnik.



Logi elektromagnetyczne - podział

Logi jednoskładowe mierzące prędkość postępową naprzód i wstecz; oznaczona V_x składowa w kierunku dziobu statku oraz $-V_x$ w kierunku rufy wzdłuż symetrycznej statku.

Logi wieloskładowe mierzące oprócz prędkości wzdłużnych prędkości boczne oznaczone $\pm V_y$, z tym że dla logów dwuskładowych są to składowe prędkości bocznych miejsca zamontowania czujnika, zaś dla logów wieloskładowych są to prędkości boczne dziobu oznaczone $\pm V_{yd}$ oraz rufy oznaczone $\pm V_{yr}$.



Logi elektromagnetyczne – zalety

Rozwój logów elektromagnetycznych wynika z szeregu zalet w porównaniu z logami innych typów i rodzajów. Najważniejsze z nich to:

- Brak części ruchomych w układzie pomiarowym, co eliminuje konieczność okresowych przeglądów i kłopotliwych konserwacji;
- Duża czułość i dokładność wskazywanych wartości;
- Szeroki zakres mierzonych prędkości i możliwość pomiaru prędkości przy ruchu statku wstecz;
- Liniowość charakterystyki zewnętrznej;
- Niezależność dokładności wskazań logu od wahań napięcia i częstotliwości zasilania oraz od właściwości wody, tzn., zasolenia, temperatury i zanurzenia statku;
- Proste zerowanie i kalibracja;
- Prosta obsługa;

Logi hydroakustyczne

W ostatnich czasach nastąpił gwałtowny rozwój logów i systemów hydronawigacyjnych, co jest uzasadnione, gdyż logi hydroakustyczne mierzą w określonych warunkach prędkość rzeczywistą (bezwzględną), która ma zasadnicze znaczenie w automatycznych systemach nawigacji inercyjnej.

Logi hydroakustyczne dzielą się na:

- Jednoskładowe, mierzące prędkość postępową naprzód i wstecz, oznaczoną (+-V_x); w literaturze obcej są one określane jako speed log;
- Wieloskładowe mierzące oprócz prędkości wzdłużnej prędkości boczne (+-V_y), przy czym w logach dwuskładowych, są to prędkości boczne miejsca zainstalowania przetwornika, tzw. manoeuvring system, natomiast w logach wieloskładowych, są to składowe prędkości bocznej dziobu (+-V_{yd}) oraz rufy (V_{yr}); ten typ w literaturze obcej nazywany jest docking system.

Logi hydroakustyczne

Ze względu na sposób emisji i odbioru sygnału akustycznego układy pracy logu dzieli się na pracę:

- impulsową;
- ciągłą.

Praca impulsowa układu logu umożliwia stosowanie jednego przetwornika nadawczo-odbiorczego, zaś praca ciągła wymaga zastosowania dwóch przetworników, z których jeden spełnia rolę nadajnika, zaś drugi odbiornika.

Logi hydroakustyczne

Logi hydroakustyczne jednoskładowe dzieli się ze względu na sposób emisji sygnałów:

- emisję w jednym kierunku, najczęściej dziobu;
- emisję w dwóch kierunkach - dziobu i rufy;

Przy emisji w kierunku dziobu i rufy sygnał pomiaru prędkości jest porównywany w elektronicznym układzie obliczeniowym, dzięki czemu wynik pomiaru prędkości jest dokładniejszy niż pomiar przy emisji w jednym kierunku. Pierwszy z nich ma tę zaletę, że elektroniczny układ obliczeniowy jest mniej skomplikowany, zaś drugi, że jest bardziej dokładny.

Logi hydroakustyczne

Ze względu na sposób pracy przetworników logi wieloskładowe dzieli się na układy:

- zależne;
- niezależne.

W zależnym układzie pomiarowym logu wieloskładowego dla pomiaru każdej składowej prędkości znajduje się wspólny elektroniczny układ obliczeniowy, natomiast w układzie niezależnym jest to zespół odrębnych układów jednoskładowych. Zobrazowanie prędkości w obu wypadkach jest na wspólnym wskaźniku cyfrowym. Do układu obliczenia przebytej drogi wykorzystuje się jedynie sygnał składowej prędkości wzdłużnej statku V_x .

Logi hydroakustyczne

W urządzeniach hydroakustycznych wykorzystywane są fale typu ciśnieniowego. Właściwości sygnału rozchodzącego się w wodzie polegają na tym, że mechaniczne odkształcania ciała zanurzonego w danym ośrodku są przekazywane temu ośrodkowi. Jeżeli przy tym ośrodek jest sprężysty, to drgania te będą przekazywane do dalszej części ośrodka. Częstotliwość drgań wywołanych w ośrodku może być różna i jest zależna od częstotliwości drgań źródła emisji (przetwornika). Zwiększenie częstotliwości nadania powoduje zmniejszenie długości wypromieniowanej fali i równocześnie wzrost tłumienia ośrodka wodnego, który jest wprost proporcjonalny do kwadratu częstotliwości nadawanego sygnału w kierunku pionowym, zaś do czwartej potęgi w razie nadawania sygnału poziomo, czyli w kierunku horyzontalnym. Ze zwiększeniem częstotliwości wzrasta więc równocześnie tłumienie sygnału, a co z tym związane, maleje odległość, na którą rozchodzą się wysyłane impulsy.

Logi hydroakustyczne

Dobór optymalnej częstotliwości pracy urządzenia hydroakustycznego jest zatem kompromisem między dokładnością otrzymania echa z dna a potrzebą otrzymania sygnałów z dużych głębokości czy odległości. Z tego wynika, że dobór częstotliwości nadawania w logach hydroakustycznych jest sprawą podstawową. Zakres pracy współczesnych urządzeń hydroakustycznych obejmuje pasmo częstotliwości od 10 do 1000kHz. Przy częstotliwości powyżej 1000kHz występuje nadmierne tłumienie sygnału akustycznego w wodzie morskiej, a stosowanie mniejszych częstotliwości niż 10kHz wprowadzie zwiększa zasięg urządzenia, lecz wymaga znacznego wzrostu wymiarów geometrycznych przetwornika. Natężenie fali akustycznej maleje ze wzrostem odległości od nadajnika. Można tu wymienić dwie podstawowe przyczyny:

- Rozbieżność wiązki fali akustycznej,
- Tłumienie ośrodka

Logi hydroakustyczne

Natężenie fali akustycznej mierzy się ilością energii przechodzącej przez daną powierzchnię w jednostce czasu. Wysyłana za pomocą nadajnika fala rozchodzi się w przestrzeni wodnej w postaci wiązki, zależnie od charakterystyki kierunkowej nadajnika. W miarę wzrostu odległości od nadajnika, powierzchnia, na która pada wiązka fali akustycznej, rośnie, energia zaś wypromieniowanej fali pozostaje ciągle ta sama, stąd wnioskujemy, że w miarę oddalania się od nadajnika natężenie maleje. Tłumienie ośrodka, na które składa się pochłanianie i rozpraszanie, jest uzależnione przede wszystkim od częstotliwości wysyłanej fali przez nadajnik. Ponadto wpływ na tłumienie fali mają:

Logi hydroakustyczne

- Niejednorodność wody morskiej, zmiany jej temperatury oraz zasolenie na drodze akustycznej;
- Absorbcja energii fali akustycznej wywoływane zjawiskiem dysocjacji jonów;
- Zawirowania i obecność pęcherzyków powietrza w wodzie na skutek pracy śruby napędowej, steru, części wystających na zewnątrz kadłuba, wejść i wyjść zaworowych oraz z powodu tarcia kadłuba statku o wodę i uderzeń fal wodnych o kadłub;

Logi hydroakustyczne – zasada działania

W urządzeniach hydroakustycznych zasadnicze znaczenie mają przetworniki. W hydroakustyce przetworniki są to urządzenia przetwarzające energię elektryczną w akustyczną lub odwrotnie. W zależności od kierunku przetwarzania przetworniki mogą być nadawcze lub odbiorcze. Istota emitowania impulsu fali akustycznej w wodzie polega na wytwarzaniu fal ciśnieniowych za pomocą szybkich zmian wymiarów ciała zanurzonego. Ciała zmieniające swe wymiary geometryczne pod wpływem zmian pola magnetycznego, nazywają się magnetostrykami a samo zjawisko magnetostrycją.

W wyniku okresowych zmian natężenia pola magnetycznego w magnetostrykach powstają drgania mechaniczne, które są przekazywane ośrodkowi wodnemu i rozchodzą się w nim w postaci fal akustycznych. Ten sam proces zachodzi w kierunku odwrotnym, gdy fale akustyczne powodują odkształcania mechaniczne w magnetostryku, wywołujące zmiany pola magnetycznego w magnetostryktorze. Do najaktywniejszych magnetostryków należą: nikiel, kobalt oraz żelazo.

Logi hydroakustyczne – zasada działania

Magnetostryktor przetwornika logu hydroakustycznego ma najczęściej kształt pręta wykonanego z niklu, którego powierzchnie drgają ruchem tłokowym. Magnetostryktor zmniejsza swoje wymiary wzdłuż linii sił pola magnetycznego proporcjonalnie do wielkości natężenia pola, niezależnie od kierunku działania sił pola magnetycznego w pręcie. Zmiany długości pręta magnetostryka wynoszą dziesięciotysięczne części milimetra. Amplitudę drgań pręta można zwiększyć przez odpowiednie dobranie częstotliwości własnej pręta do częstotliwości napięcia prądu magnesującego. Zjawisko rezonansu zachodzi wtedy, gdy częstotliwość prądu magnesującego jest dwukrotnie mniejsza od częstotliwości własnej pręta. Korzystne jest stosowanie podmagnesowania przetwornika napięciem stałym o natężeniu równym amplitudzie natężenia prądu przemiennego, zasilającego cewkę wzbudzenia przetwornika.

Logi hydroakustyczne – zasada działania

W logach hydroakustycznych przy pracy impulsowej przetwornik pełni rolę nadajnika w czasie emisji sygnału akustycznego oraz odbiornika w czasie odbioru wyemitowanego wcześniej sygnału, czyli echa. Odbierany przez przetwornik sygnał echa powinien mieć odpowiednią moc i wyodrębnić się z innych zakłóceń. Załóżmy, że przetwornik emituje w kierunku dna impuls akustyczny o mocy P .

$$P=I \cdot S,$$

gdzie:

P - moc wypromieniowana z przetwornika,

I - natężenie wysyłanego sygnału akustycznego,

S - powierzchnia płaszczyzny emitującej przetwornika.

Odbity od dna impuls powraca do przetwornika w postaci echa, które zostaje przetworzone na sygnał elektryczny. Sygnał akustyczny echa wracającego do przetwornika, aby był słyszalny i odróżniony, nie może mieć mocy mniejszej od pewnej P_{min} .

Logi hydroakustyczne – zjawisko Dopplera

Zjawisko to polega na zmianie częstotliwości odbieranej fali akustycznej, gdy źródło tej fali i odbiornik znajdują się względem siebie w ruchu, a więc na zmianie częstotliwości sygnału odbieranego spowodowanej ruchem przeszkody lub nadajnika. Przy zbliżaniu się przeszkody, częstotliwość fali akustycznej wzrasta, a przy oddalaniu się przeszkody lub źródła fali - maleje.

Statek porusza się więc częstotliwość odebranego sygnału zmienia się i dlatego kanał odbiorczy musi zapewnić przeniesienie odpowiednio poszerzonego pasma częstotliwości. Wielkość przesunięcia się pasma częstotliwości jest wskaźnikiem prędkości przeszkody V_p przy znajomości prędkości własnej V_o lub co zachodzi w tym przypadku wskaźnikiem prędkości własnej V_o przy znajomości prędkości przeszkody V_p równej zero.

Logi hydroakustyczne – zjawisko Dopplera

W logu hydroakustycznym problem dokładności pomiaru prędkości, a po scałkowaniu pomiaru przebytej drogi, polega głównie na dokładnym pomiarze różnicy częstotliwości sygnału nadanego i odebranego.

W nowszych rozwiązaniach logów hydroakustycznych, stosuje się jednoczesną emisję sygnału akustycznego w kierunku dziobu i rufy statku. Jest to tzw. konfiguracja "Janus".

Logi hydroakustyczne

Znaczny wzrost tłumienia fali akustycznej w wodzie morskiej wraz ze wzrostem częstotliwości ogranicza praktycznie pomiar prędkości bezwzględnej logu przy głębokościach ponad 500m. Częstotliwość sygnałów emitowanych przez przetworniki logów hydroakustycznych jest tak dobierana, aby nawet przy małych prędkościach statku częstotliwość dopplerowska była mierzona w sposób możliwie prosty. Pomiaru logami hydroakustycznymi nie ograniczają się tylko do płytkich akwenów. Logi buduje się na zakresy głębokości 100, 150 i 200m. Nie oznacza to, że log na głębokościach większych, powyżej tego zakresu jest nieużyteczny. Po przekroczeniu maksymalnej zakresowej głębokości log samoczynnie przechodzi na pracę rewerberacyjną, tzn. wskazuje prędkość względem warstw nieciągłości odbijających fale akustyczne.

W urządzeniach hydroakustycznych wykorzystywane są dwa rodzaje emisji fal akustycznych przez przetworniki, mianowicie: praca impulsowa i ciągła.

Logi hydroakustyczne

Praca impulsowa polega na tym, że emitowany przez nadajnik sygnał wysyłany jest w postaci impulsów o ściśle określonym czasie trwania, amplitudzie i okresie powtarzania. Ten sposób pracy układu logu umożliwia stosowanie wspólnego przetwornika nadawczo-odbiorczego. W czasie emisji sygnałów odbiornik jest blokowany, a odbiór jest możliwy jedynie pomiędzy poszczególnymi transmisjami. Impulsy odbierane porównywane są fazowo z zegarem sterującym wyzwalającym impulsy próbkujące, które mierzą częstotliwość dopplerowską.

W celu określenia częstotliwości dopplerowskiej wymagane są minimum dwie próbki w jednym okresie drgań fali nośnej. W praktyce wymaga się więcej sygnałów próbnych, co jest konieczne ze względu na niepewność prawidłowego odbioru impulsu. Chodzi o to, żeby nie nastąpiło zjawisko zaniku sygnału odbieranego.

Logi hydroakustyczne

Zanik może nastąpić również w wyniku dotarcia impulsu odbitego do odbiornika w czasie trwania emisji, czyli w momencie zablokowania pracy odbiornika. W celu wyeliminowania tego zjawiska dobiera się częstotliwość powtarzania był dłuższy od czasu przelotu impulsu od przetwornika do dna i z powrotem. Dla logu hydroakustycznego zainstalowanego na statku o prędkości od 7,5 do 10 m/s (lub 15 do 20 węzłów), stosuje się częstotliwość powtarzania 5kHz. Taka częstotliwość impulsów może spowodować odbicie od rozproszeń pochodzących od czoła fali akustycznej tuż przy powierzchni emitującej przetwornika. Taki sygnał nadany może w ogóle nie zostać odebrany. Problem ten można rozwiązać, np. przez zdecydowane obniżenie częstotliwości impulsów. Metoda ta jednak ogranicza możliwość odpowiedniego próbkowania częstotliwości dopplerowskiej z powodu zbyt wolnego napływu informacji. W najnowszych rozwiązaniach logów hydroakustycznych wykorzystuje się emisję impulsów o długim czasie trwania i malejącej amplitudzie.

Logi hydroakustyczne

Czas trwania transmisji impulsu odpowiada czasowi jakiego potrzebuje czoło impulsu, aby przy głębokości osiągnąć dno i po odbiciu powrócić do przetwornika.

W celu kompensacji strat wynikających z tłumienia, amplitudę impulsu dobiera się tak, aby czoło impulsu przenosiło największą energię. Amplituda impulsu maleje wykładniczo od czoła do jego końca. Natychmiast po zakończeniu emisji odbiornik zostaje na krótki okres odblokowany. Echo odbite od dna dociera do odbiornika w momencie odblokowania, a moc echa jest wystarczająco duża, aby umożliwić przetworzenie tego sygnału.

Logi hydroakustyczne

Logi hydroakustyczne pracujące na fali ciągłej nie stwarzają tylu zasadniczych problemów co logi pracujące na zasadzie impulsowej, mają jednak wiele wad. Podstawową wadą, która ogranicza stosowanie tego rodzaju pracy we współczesnych logach, jest konieczność używania dwóch przetworników oddzielnie dla nadawania i dla odbierania oraz ograniczony ich zasięg, z powodu emitowania ograniczonej mocy fali akustycznej, jak również niepewność charakteru ech przy pracy logu na głębokościach bliskich zakresu i większych. Trudno się wtedy zorientować czy sygnał echa jest odbity od dna, czy od strefy nieciągłości.

Zaletą tego rodzaju pracy jest jedynie znacznie prostszy układ elektroniczny przetwarzania sygnału.

Logi hydroakustyczne

Najbardziej optymalnym rozwiązaniem pracy układu logu jest praca impulsowa przy instalowaniu dwóch przetworników - nadawczego i odbiorczego.

Układ taki łączy w sobie szereg zalet obydwu rodzajów pracy oraz zapewnienie możliwości zmian wielu parametrów logu w zależności od wymagań dotyczących akwenu pływania, jest jednak drogi. Z tych względów logi takie są produkowane najczęściej jako wieloskładowe zależne i instalowane na statkach tylko w przypadkach uzasadnionych. Przetworniki oraz ich odpowiedni dobór nadal stwarzają problemy konstruktorom i producentom logów hydroakustycznych. Powstają układy przetwornikowe, jak np. Alpha Doppler, polegający na odpowiedniej konstrukcji szeregu elementów emitujących i odbierających wbudowanych we wspólną obudowę o ściśle określonych odległościach i ustawieniach kątowych powierzchni emitujących.

Logi hydroakustyczne

System ten uniezależnia pomiar częstotliwości dopplerowskiej od prędkości rozchodzenia się fali akustycznej w wodzie morskiej. Układ przetworników Alpha- Doppler emituje fale kuliste, które w wyniku interferencji powodują powstawanie wypadkowej fali płaskiej, o głównym kierunku rozprzestrzeniania uzależnionym od sposobu zasilania układu przetwornikowego.

Logi hydroakustyczne - zalety

- pomiar prędkości bezwzględnej,
- brak wystających elementów pod dnem kadłuba oraz części ruchomych,
- uzyskiwanie większej dokładności pomiaru małych prędkości na akwenach wód płytkich, a więc niebezpiecznych,
- uzyskiwanie dodatkowych informacji nawigacyjnych wielce użytecznych przy manewrowaniu statkiem, przy podchodzeniu do nabrzeży, kotwiczeniu, itp.,
- łatwość podłączenia logu do współpracy z innymi urządzeniami nawigacyjnymi wymagającymi informacji o prędkości własnej w postaci ściśle określonego sygnału,
- wykorzystanie układu elektronicznego logu do współpracy w systemach hydronawigacji i hydrolokacji.

Logi hydroakustyczne - wady

- ograniczona odległość propagacji fali akustycznej w ośrodku wody morskiej,
- silne zakłócenia środowiska,
- skomplikowane układy elektronicznego wyposażenia, stąd kosztowne naprawy,
- trudności w wyborze miejsc instalacji przetworników w dnie o dogodnych warunkach hydroakustycznych.