



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Zajęcia laboratoryjne z przedmiotu Okrętowe układy napędowe

Kierunek: Mechatronika
Specjalność: Mechatronika systemów energetycznych
Studia I stopnia, semestr VII

Opracował: dr inż. Leszek Chybowski

Szczecin, 2010



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



**Zagadnienia do zrealizowania na semestrze VII
Studiów I stopnia na kierunku mechatronika
na zajęciach laboratoryjnych z przedmiotu
„Okrętowe układy napędowe”**

- Temat 1** (2 h): Wyznaczenie sprawności energetycznej siłowni
Temat 2 (2 h): Badanie centralnej instalacji chłodzenia
Temat 3 (2 h): Badanie wpływu własności paliw na eksploatację systemu paliwowego
Temat 4 (2 h): Wyznaczanie charakterystyk podstawowych obiegów parowo-wodnych
Temat 5 (2 h): Badanie charakterystyki oporowej okrętu
Temat 6 (2 h): Badanie współpracy układu silnik spalinowy tłokowy – śruba nastawna

Forma i warunki zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych

- znajomość regulaminu pracy oraz BHP stwierdzona na specjalnym formularzu własnoręcznym podpisem studenta;
- zaliczenie tzw. „wejściówek” oraz wykonanie wg harmonogramu zestawu programowych ćwiczeń laboratoryjnych;
- złożenie poprawnych sprawozdań pisemnych z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych;
- zaliczenie z oceną.



Temat 1 (2 h): Wyznaczenie sprawności energetycznej siłowni

1. Cel ćwiczenia

Ćwiczenie realizowane jest na symulatorze siłowni okrętowej Kongsberg 90MC-IV. Student ma za zadanie wyznaczenie sprawności energetycznej siłowni w wybranym stanie eksploatacyjnym i warunkach określonych zewnętrznych.

2. Zajęcia

W trakcie ćwiczenia student ma za zadanie:

- zapoznać się z budową i lokalizacją głównych układów energetycznych siłowni;
- zlokalizować punkty pomiarowe odpowiednich parametrów eksploatacyjnych dla poszczególnych instalacji i urządzeń w siłowni okrętowej oraz odczytać wartości parametrów, które są niezbędne dla wyznaczenia sprawności energetycznej siłowni;
- wyznaczyć sprawność energetyczną siłowni okrętowej zamodelowanej w symulatorze Kongsberg 90 MC-IV.

3. Przed przystąpieniem do ćwiczenia

Student powinien znać:

- budowę i zasadę działania podstawowych maszyn i urządzeń okrętowych;
- metody utylizacji energii w układach energetycznych;
- zasady sporządzania bilansów energetycznych;
- charakterystyczne parametry pracy maszyn i urządzeń siłowni okrętowej.

4. Wiedza do opanowania przez studenta w trakcie ćwiczenia

Znać:

- lokalizację aparatury kontrolno-pomiarowej maszyn i urządzeń siłowni okrętowej;
- wartości wybranych roboczych parametrów pracy maszyn i urządzeń siłowni okrętowej;
- podstawowe rozwiązania i zasady dozoru siłowni okrętowych;
- wpływ wybranych metod odzysku energii na sprawność energetyczną siłowni;
- podstawy gospodarki energetycznej siłowni.

Umieć:

- wyznaczyć bilans energetyczny siłowni okrętowej;
- wyciągnąć wnioski odnośnie zastosowanych w siłowni rozwiązań technicznych w aspekcie efektywności i ekonomiczności pracy siłowni;
- zaproponować rozwiązania mogące podnieść sprawność energetyczną siłowni okrętowej.



5. Wiedza egzekwowana na zaliczenie

- W jaki sposób wyznacza się bilans energetyczny okrętowej siłowni spalinowej?
- Co to jest sprawność ogólna i energetyczna siłowni?
- Narysować przykładowe wykresy Sankey'a dla siłowni spalinowych z utylizacją oraz bez utylizacji energii.
- Przedstawić i scharakteryzować sposoby utylizacji energii w siłowniach okrętowych.

6. Sprawozdanie z ćwiczenia

ma być wykonane zgodnie z następującym planem:

1. Cel ćwiczenia.
2. Prezentacja i charakterystyka badanej siłowni.
3. Pomiary.
4. Obliczenia.
5. Wykres Sankey'a.
6. Wnioski.

7. Literatura

Literatura podstawowa:

1. Balcerski A., *Siłownie okrętowe*. Politechnika Gdańska, Gdańsk 1986. Rozdziały 16.6, 18.2, 33, 34.
2. *Engine Room Simulator ERS L11 5L90MC – VLCC. Operator's Manual Part 3. Machinery & Operation*. Kongsberg Maritime. Doc.no.: SO-1136-D/11-Oct-05. Całość.
3. Piotrowski I., Witkowski K., *Okrętowe silniki spalinowe*. Trademar, Gdynia 2003. Rozdziały poświęcone wskaźnikom pracy silnika oraz bilansom energetycznym.
4. *Okrętowe układy napędowe*. Materiały dydaktyczne do wykładów. Temat 1.
5. *Pomiary cieplne*. Praca zbiorowa cz. II. WNT, Warszawa 1995. Rozdział 5 i 7.

Literatura uzupełniająca:

6. Basic Principles of Ship Propulsion, Publikacja firmy MAN B&W. Strona internetowa: <http://www.manbw.com/>, dostęp 21.05.2010. Całość.
7. Balcerski A., Bocheński D., *Układy technologiczne i energetyczne jednostek oceanotechnicznych*. Politechnika Gdańska, Gdańsk 1998. Całość.
8. *Waste Heat Recovery*, publikacja firmy Wartsila. Strona internetowa: <http://www.wartsila-nsd.com/>, dostęp 21.05.2010. Całość.



Temat 2 (2 h): Badanie centralnej instalacji chłodzenia

1. Cel ćwiczenia

Ćwiczenie realizowane jest na symulatorze siłowni okrętowej Kongsberg 90MC-IV. Student ma za zadanie wyznaczenie parametrów pracy centralnej instalacji chłodzenia przy zasymulowanym różnym stopniu zanieczyszczenia chłodziw centralnych.

2. Zajęcia

W trakcie ćwiczenia student ma za zadanie:

- zapoznać się z budową i lokalizacją elementów centralnej instalacji chłodzenia;
- zlokalizować punkty pomiarowe odpowiednich parametrów eksploatacyjnych dla poszczególnych maszyn i urządzeń centralnej instalacji chłodzenia;
- wyznaczyć charakterystyki robocze wybranych parametrów instalacji w funkcji parametrów charakteryzujących obciążenie silnika głównego dla zanieczyszczenia po stronie wody morskiej:
 - a) obu chłodziw 0% - chłodziwa czyste;
 - b) jednej chłodziwy 50%;
 - c) obu chłodziw 50%;
 - d) obu chłodziw 75%.
- określić graniczne warunki możliwej pracy silnika (siłowni) przed wystąpieniem sytuacji alarmowej (awaryjnego zmniejszenia obciążenia i/lub awaryjnego zatrzymania silnika) dla określonej temperatury wody morskiej przy określonym zanieczyszczeniu chłodziw.

3. Przed przystąpieniem do ćwiczenia

Student powinien znać:

- podstawowe rozwiązania i zasady dozoru siłowni okrętowych;
- zasady działania wymienników ciepła oraz sposoby wymiany ciepła;
- budowę i zasadę działania maszyn i urządzeń okrętowych;
- charakterystyczne parametry pracy maszyn i urządzeń siłowni okrętowej.

4. Wiedza do opanowania przez studenta w trakcie ćwiczenia

Znać:

- podstawy budowy i zasady eksploatacji instalacji chłodzenia;
- lokalizację aparatury kontrolno-pomiarowej maszyn i urządzeń centralnej instalacji chłodzenia;
- przeciętne wartości wybranych roboczych parametrów pracy maszyn i urządzeń centralnej instalacji chłodzenia;
- wpływ zanieczyszczenia chłodziw centralnych na temperatury i ciśnienia elementów maszyn i urządzeń centralnej instalacji chłodzenia oraz czynników energetycznych oddających ciepło wodzie centralnego układu chłodzenia;
- podstawowe rozwiązania i zasady dozoru siłowni okrętowych.



Umieć:

- zdiagnozować zanieczyszczenie chłodnicy centralnej podczas eksploatacji siłowni;
- wyciągnąć wnioski odnośnie istniejących w siłowni wymienników ciepła w aspekcie efektywności ich pracy.

5. Wiedza egzekwowana na zaliczenie

- W jakim celu stosuje się centralne instalacje chłodzenia?
- Przedstawić wady i zalety centralnej instalacji chłodzenia.
- Narysować przykładową centralną instalację chłodzenia.
- Wskazać lokalizację punktów kontrolno-pomiarowych w centralnej instalacji chłodzenia oraz typowe wartości parametrów pracy instalacji.
- Wymienić objawy zanieczyszczenia chłodnic centralnych i jego wpływ na działanie siłowni okrętowej.
- Przedstawić wpływ zmiany obciążenia silnika głównego na działanie centralnej instalacji chłodzenia i jej elementów.
- Przedstawić wpływ temperatury wody zaburtowej na działanie centralnej instalacji chłodzenia i jej elementów.

6. Sprawozdanie z ćwiczenia

ma być wykonane zgodnie z następującym planem:

1. Cel ćwiczenia.
2. Prezentacja i charakterystyka badanej centralnej instalacji chłodzenia.
3. Charakterystyka warunków pracy instalacji.
4. Pomiary.
5. Porównanie wyników.
6. Wnioski.

7. Literatura

Literatura podstawowa:

1. Balcerski A., *Siłownie okrętowe*. Politechnika Gdańska, Gdańsk 1986. Rozdział 31.2.
2. *Engine Room Simulator ERS L11 5L90MC – VLCC. Operator's Manual Part 3. Machinery & Operation*. Kongsberg Maritime. Doc.no.: SO-1136-D/11-Oct-05. Całość.
3. Piotrowski I., Witkowski K., *Okrętowe silniki spalinowe*. Trademar, Gdynia 2003. Rozdziały poświęcone układom chłodzenia.
4. *Okrętowe układy napędowe*. Materiały dydaktyczne do wykładów. Temat 2.A.
5. *Pomiary cieplne*. Praca zbiorowa cz. II. WNT, Warszawa 1995. Rozdział 7.

Literatura uzupełniająca:

6. Wojnowski W., *Okrętowe siłownie spalinowe*, Tom I, II i III, Politechnika Gdańska, 1991-1992. Rozdziały poświęcone instalacjom chłodzenia.
7. Piotrowski I., Witkowski K., *Eksploatacja okrętowych silników spalinowych*. Gdynia 2002. Rozdziały poświęcone chłodzeniu silników.



Temat 3 (2 h): Badanie wpływu własności paliw na eksploatację systemu paliwowego

1. Cel ćwiczenia

Ćwiczenie realizowane jest na symulatorze siłowni okrętowej Kongsberg 90MC-IV. Student ma za zadanie wyznaczenie parametrów pracy elementów systemu paliwowego w zależności od rodzaju paliwa (paliwo pozostałościowe oraz destylacyjne).

2. Zajęcia

W trakcie ćwiczenia student ma za zadanie:

- zapoznać się z budową i lokalizacją elementów systemu paliwowego;
- zlokalizować punkty pomiarowe odpowiednich parametrów eksploatacyjnych dla poszczególnych elementów instalacji zasilania paliwem silnika głównego;
- zarejestrować charakterystyczne wartości parametrów pracy podstawowych elementów instalacji zasilania paliwem podczas zasilania silnika paliwem pozostałościowym;
- dokonać poprawnego przełączenia zasilania silnika głównego z paliwa pozostałościowego na paliwo destylacyjne;
- zarejestrować charakterystyczne wartości parametrów pracy podstawowych elementów instalacji zasilania paliwem podczas zasilania silnika paliwem destylacyjnym;
- dokonać poprawnego przełączenia zasilania silnika głównego z paliwa destylacyjnego na paliwo pozostałościowe;

3. Przed przystąpieniem do ćwiczenia

Student powinien znać:

- klasyfikację oraz właściwości paliw wykorzystywanych w okrętownictwie;
- budowę i zasadę działania maszyn i urządzeń okrętowych;
- podstawowe rozwiązania instalacji paliwowych;
- charakterystyczne parametry pracy maszyn i urządzeń siłowni okrętowej.

4. Wiedza do opanowania przez studenta w trakcie ćwiczenia

Znać:

- lokalizację aparatury kontrolno-pomiarowej maszyn i urządzeń instalacji paliwowej;
- podstawy budowy i zasady eksploatacji instalacji paliwowych;
- wartości wybranych roboczych parametrów pracy maszyn i urządzeń systemu paliwowego;
- podstawowe rozwiązania i zasady dozoru siłowni okrętowych;
- wpływ właściwości paliw na parametry robocze elementów systemu paliwowego.

Umieć:

- dokonać prawidłowo zmiany zasilania silnikiem z paliwa pozostałościowego na destylacyjne i odwrotnie;



- wyciągnąć wnioski odnośnie właściwości paliwa na podstawie rejestrowanych podczas eksploatacji parametrów pracy silnika i wykresu indykatorowego.

5. Wiedza egzekwowana na zaliczenie

- Omówić procedurę zamiany zasilania z paliwa pozostałościowego na destylacyjne i odwrotnie.
- Omówić wpływ wybranych właściwości paliwa na działanie silnika okrętowego.
- Wskazać lokalizację punktów kontrolno-pomiarowych w systemie paliwowym.
- Przedstawić wartości charakterystycznych temperatur w poszczególnych miejscach instalacji paliwa pozostałościowego oraz destylacyjnego (od zbiornika zapasowego do silnika).
- Jaki ma wpływ lepkość paliwa na działanie elementów układu wtryskowego oraz osiagi silnika?
- Omówić zasady bezpieczeństwa podczas eksploatacji instalacji parowo-wodnej.

6. Sprawozdanie z ćwiczenia

ma być wykonane zgodnie z następującym planem:

1. Cel ćwiczenia.
2. Prezentacja i charakterystyka badanej instalacji paliwowej.
3. Charakterystyka warunków pracy instalacji;
4. Pomiary.
5. Porównanie wyników.
6. Wnioski.

7. Literatura

Literatura podstawowa:

8. Balcerski A., *Siłownie okrętowe*. Politechnika Gdańska, Gdańsk 1986. Rozdział 31.5.
9. *Engine Room Simulator ERS L11 5L90MC – VLCC. Operator's Manual Part 3. Machinery & Operation*. Kongsberg Maritime. Doc.no.: SO-1136-D/11-Oct-05. Całość.
10. Piotrowski I., Witkowski K., *Okrętowe silniki spalinowe*. Trademar, Gdynia 2003. Rozdziały poświęcone paliwom okrętowym oraz instalacjom paliwowym.
11. *Okrętowe układy napędowe*. Materiały dydaktyczne do wykładów. Temat 2.B.
12. *Pomiary cieplne*. Praca zbiorowa cz. II. WNT, Warszawa 1995. Rozdział 5.

Literatura uzupełniająca:

13. Wojnowski W., *Okrętowe silownie spalinowe*, Tom I, II i III, Politechnika Gdańska, 1991-1992. Rozdziały poświęcone instalacji paliwowej.
14. Piotrowski I., Witkowski K., *Eksploatacja okrętowych silników spalinowych*. Gdynia 2002. Rozdziały poświęcone instalacji paliwowej.



Temat 4 (2 h): Wyznaczanie charakterystyk podstawowych obiegów parowo-wodnych

1. Cel ćwiczenia

Ćwiczenie realizowane jest na symulatorze siłowni okrętowej Kongsberg 90MC-IV. Student ma za zadanie wyznaczenie parametrów pracy elementów systemu parowo-wodnego w zależności od trybu pracy instalacji (praca turbopomp ładunkowych w porcie oraz praca turboprądnicy w czasie podróży morskiej).

2. Zajęcia

W trakcie ćwiczenia student ma za zadanie:

- zapoznać się z budową, lokalizacją i obsługą elementów systemu parowo-wodnego;
- zlokalizować punkty pomiarowe parametrów eksploatacyjnych dla poszczególnych elementów instalacji parowo-wodnej;
- w warunkach podróży morskiej samodzielnie przygotować instalację i turboprądnicę oraz załączyć do pracy turboprądnicę parową;
- zarejestrować charakterystyczne wartości parametrów pracy podstawowych elementów instalacji parowo-wodnej podczas pracy turboprądnicy parowej;
- w warunkach postoju statku w porcie samodzielnie przygotować instalację i turbopompy ładunkowe oraz załączyć turbopompy ładunkowe do pracy;
- zarejestrować charakterystyczne wartości parametrów pracy podstawowych elementów instalacji parowo-wodnej podczas pracy turbopomp ładunkowych.

3. Przed przystąpieniem do ćwiczenia

Student powinien znać:

- podstawowe informacje na temat budowy, działania oraz charakterystyk roboczych okrętowych instalacji parowo-wodnych;
- budowę i zasadę działania maszyn i urządzeń okrętowych;
- obieg parowo-wodny Clausiusa-Rankine'a oraz sposoby podwyższania ich sprawności;
- charakterystyczne parametry pracy maszyn i urządzeń siłowni okrętowej.

4. Wiedza do opanowania przez studenta w trakcie ćwiczenia

Znać:

- lokalizację aparatury kontrolno-pomiarowej maszyn i urządzeń instalacji parowo-wodnej;
- podstawy budowy i zasady eksploatacji instalacji parowo-wodnych;
- wartości wybranych roboczych parametrów pracy maszyn i urządzeń instalacji parowo-wodnej dla wybranych stanów pracy instalacji;

Umieć:

- dokonać prawidłowo przygotowania instalacji parowo-wodnej i załączenia do pracy turboprądnicy parowej;
- dokonać prawidłowo przygotowania instalacji parowo-wodnej i załączenia do pracy turbopomp ładunkowych.



5. Wiedza egzekwowana na zaliczenie

- Omówić procedurę uruchomienia turboprądnicy parowej.
- Omówić procedurę uruchomienia turbopomp ładunkowych;
- Omówić wpływ stanu pracy instalacji parowo-wodnej na wartości parametrów roboczych elementów instalacji parowo-wodnej.
- Wskazać lokalizację punktów kontrolno-pomiarowych w instalacji parowo-wodnej.
- Omówić zasady eksploatacji i procedury eksploatacyjne oraz standardowe czynności obsługowe kotła opalanego.
- Omówić zasady eksploatacji i procedury eksploatacyjne oraz standardowe czynności obsługowe kotła utylizacyjnego.
- Omówić zasady eksploatacji i procedury eksploatacyjne oraz standardowe czynności obsługowe turboprądnicy parowej.
- Omówić zasady eksploatacji i procedury eksploatacyjne oraz standardowe czynności obsługowe turbopomp ładunkowych.
- Omówić zasady bezpieczeństwa podczas eksploatacji instalacji parowo-wodnej.

6. Sprawozdanie z ćwiczenia

ma być wykonane zgodnie z następującym planem:

1. Cel ćwiczenia.
2. Prezentacja i charakterystyka badanej instalacji parowo-wodnej.
3. Charakterystyka warunków pracy instalacji;
4. Pomiary.
5. Porównanie wyników.
6. Wnioski.

7. Literatura

Literatura podstawowa:

1. Balcerski A., *Siłownie okrętowe*. Politechnika Gdańska, Gdańsk 1986. Rozdziały 11.2, 11.3, 18, 19, 31.7, 32.
2. *Engine Room Simulator ERS L11 5L90MC – VLCC. Operator's Manual Part 3. Machinery & Operation*. Kongsberg Maritime. Doc.no.: SO-1136-D/11-Oct-05. Całość.
3. *Okrętowe układy napędowe*. Materiały dydaktyczne do wykładów. Tematy: 2.E, 3.
4. *Pomiary cieplne*. Praca zbiorowa cz. II. WNT, Warszawa 1995. Rozdziały 6, 8.

Literatura uzupełniająca:

5. Wojnowski W., *Okrętowe siłownie spalinowe*, Tom I, II i III, Politechnika Gdańska, 1991-1992. Rozdziały poświęcone instalacji parowo-wodnej.
6. Perepeczko A., Staliński J., *Okrętowe kotły i silniki parowe*. Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1971. Całość.
7. Perepeczko A., *Okrętowe kotły parowe*. Wydawnictwo morskie, Gdańsk 1979. Całość.
8. Perepeczko A., *Okrętowe turbiny parowe*. Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1980. Całość.



Temat 5 (2 h): Badanie charakterystyki oporowej okrętu

1. Cel ćwiczenia

Ćwiczenie realizowane jest na symulatorze siłowni okrętowej Kongsberg 90MC-IV. Student ma za zadanie sporządzenie charakterystyk oporowej statku dla układu napędowego z głównym silnikiem spalinowym tłokowym wolnoobrotowym i śrubą stałą dla różnych stanów załadowania statku i warunków pływania.

2. Zajęcia

W trakcie ćwiczenia student ma za zadanie:

- zapoznać się z budową układu napędowego statku i sposobami sterowania głównym układem napędowym;
- zlokalizować punkty pomiarowe odpowiednich parametrów i wielkości charakterystycznych niezbędnych do sporządzenia charakterystyki oporowej;
- wyznaczyć charakterystyki oporowe układu pracującego ze śrubą stałą, rejestrując wartość: oporu kadłuba w funkcji prędkości statku oraz prędkości obrotowej śruby dla pracy naprzód oraz wstecz (wszystkie główne położenia telegrafu maszynowego) dla warunków:
 - a) czysty kadłub, podróż statku pod balastem;
 - b) czysty kadłub, podróż z pełnym ładunkiem;
 - c) zasymulowane zanieczyszczenie kadłuba, podróż z pełnym ładunkiem.

3. Przed przystąpieniem do ćwiczenia

Student powinien znać:

- rozwiązania układów napędowych i charakterystyczne parametry ich pracy;
- podstawowe parametry pracy spalinowych układów napędowych
- podstawowe wiadomości o współpracy silnik – śruba – kadłub.
- Podstawowe charakterystyki napędowe statku.

4. Wiedza do opanowania przez studenta w trakcie ćwiczenia

Znać:

- charakterystyki układów napędowych ze śrubami stałymi i możliwości ich wykorzystania w eksploatacji;
- możliwości wykorzystania charakterystyk oporowych statku w czasie eksploatacji;
- wpływ warunków zewnętrznych oraz stanu załadowania statku na przebieg charakterystyki oporowej.

Umieć:

- sporządzić charakterystykę oporową statku;
- wyznaczyć punkt pracy układu silnik – śruba na charakterystyce oporowej statku.
- wyciągnąć wnioski odnośnie stanu kadłuba i stanu załadowania statku w danych warunkach hydrometeorologicznych w aspekcie efektywności i ekonomiczności pracy układu napędowego.



5. Wiedza egzekwowana na zaliczenie

- Co to jest charakterystyka oporowa i od czego zależy jej przebieg.
- Przedstawić sposób wyznaczania charakterystyki oporowej.
- Omówić i scharakteryzować współpracę silnika ze śrubą stałą dla różnych nastaw układu napędowego oraz różnych warunków zewnętrznych.
- Omówić współpracę układu silnik – śruba – kadłub.

6. Sprawozdanie z ćwiczenia

ma być wykonane zgodnie z następującym planem:

1. Cel ćwiczenia.
2. Prezentacja i charakterystyka badanego układu napędowego ze śrubą stałą.
3. Charakterystyka warunków pracy układu;
4. Pomiary.
5. Charakterystyki oporowe.
6. Wnioski.

7. Literatura

Literatura podstawowa:

1. Balcerski A., *Silownie okrętowe*. Politechnika Gdańska, Gdańsk 1986. Rozdziały 24.1, 24.2, 24.3, 24.5.
2. Chachulski K., *Podstawy napędu okrętowego*. Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1988. Całość.
3. *Engine Room Simulator ERS L11 5L90MC – VLCC. Operator's Manual Part 3. Machinery & Operation*. Kongsberg Maritime. Doc.no.: SO-1136-D/11-Oct-05. Całość.
4. Piotrowski I., Witkowski K., *Okrętowe silniki spalinowe*. Trademar, Gdynia 2003. Rozdziały poświęcone charakterystykom silnika.
5. *Okrętowe układy napędowe*. Materiały dydaktyczne do wykładów. Tematy 4, 5, 6.
6. *Pomiary cieplne*. Praca zbiorowa cz. II. WNT, Warszawa 1995. Rozdziały 5.8.

Literatura uzupełniająca:

7. Basic Principles of Ship Propulsion, Publikacja firmy MAN B&W. Strona internetowa: <http://www.manbw.com/>, dostęp 21.05.2010. Całość.
8. Wojnowski W., *Okrętowe silownie spalinowe*, Tom I, II i III, Politechnika Gdańska, 1991-1992. Rozdziały poświęcone układom napędowym ze śrubą stałą.



Temat 6 (2 h): Badanie współpracy układu silnik spalinowy tłokowy – śruba nastawna

1. Cel ćwiczenia

Ćwiczenie realizowane jest na symulatorze siłowni okrętowej Kongsberg 90MC-IV. Student ma za zadanie sporządzenie charakterystyk napędowych statku dla dostępnych trybów pracy układu napędowego ze śrubą nastawną (kombinowany, praca ekonomiczna i praca ze stałą prędkością śruby).

2. Zajęcia

W trakcie ćwiczenia student ma za zadanie:

- zapoznać się z budową układu napędowego statku ze śrubą nastawną oraz możliwymi trybami pracy tego układu;
- zlokalizować punkty pomiarowe odpowiednich parametrów i wielkości charakterystycznych niezbędnych do sporządzenia charakterystyk napędowych;
- wyznaczyć charakterystyki napędowe układu pracującego ze śrubą nastawną, rejestrując wartość: oporu kadłuba statku, naporu śruby, mocy na stożku śruby i momentu obrotowego w funkcji prędkości statku oraz prędkości obrotowej śruby dla pracy naprzód oraz wstecz (wszystkie główne położenia telegrafu maszynowego) dla dostępnych trybów pracy:
 - d) kombinowanej (*combinator*);
 - e) ekonomicznej (*economic*);
 - f) stałej prędkości śruby (*fixed speed*).

3. Przed przystąpieniem do ćwiczenia

Student powinien znać:

- rozwiązania układów napędowych i charakterystyczne parametry ich pracy;
- postawy sporządzania charakterystyk napędowych jednostek wypornościowych;
- podstawowe zasady doboru układów napędowych statków;
- charakterystyki napędowe statków oraz wiedzieć czym jest pole pracy silnika.

4. Wiedza do opanowania przez studenta w trakcie ćwiczenia

Znać:

- charakterystyki układów napędowych ze śrubami nastawnymi i możliwości ich wykorzystania w eksploatacji;
- zasady doboru układów napędowych;
- możliwości wykorzystania charakterystyk napędowych statku w czasie eksploatacji;
- podstawowe tryby pracy układów napędowych ze śrubami nastawnymi.

Umieć:

- sporządzić wybrane charakterystyki napędowe statku;
- wyciągnąć wnioski odnośnie nastawy skoku śruby i prędkości oraz predefiniowanych trybów pracy układu napędowego w aspekcie efektywności i ekonomiczności pracy układu napędowego.



5. Wiedza egzekwowana na zaliczenie

- Omówić wady i zalety śrub stałych i nastawnych.
- Przedstawić sposób wyznaczania charakterystyk napędowych.
- Scharakteryzować tryby *combinator*, *economic* i *fixed speed*.
- Zdefiniować pojęcia: opór kadłuba statku, napór śruby, moc holowania, siła ssania śruby.
- Omówić i scharakteryzować współpracę silnika ze śrubą nastawną dla różnych nastaw układu napędowego oraz różnych warunków zewnętrznych.

6. Sprawozdanie z ćwiczenia

ma być wykonane zgodnie z następującym planem:

1. Cel ćwiczenia.
2. Prezentacja i charakterystyka badanego układu napędowego ze śrubą nastawną.
3. Charakterystyka warunków pracy układu;
4. Pomiary.
5. Charakterystyki napędowe.
6. Wnioski.

7. Literatura

Literatura podstawowa:

9. Balcerski A., *Siłownie okrętowe*. Politechnika Gdańska, Gdańsk 1986. Rozdziały 24.1, 24.2, 24.3, 24.5.
10. Chachulski K., *Podstawy napędu okrętowego*. Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1988. Całość.
11. *Engine Room Simulator ERS L11 5L90MC – VLCC. Operator's Manual Part 3. Machinery & Operation*. Kongsberg Maritime. Doc.no.: SO-1136-D/11-Oct-05. Całość.
12. Piotrowski I., Witkowski K., *Okrętowe silniki spalinowe*. Trademar, Gdynia 2003. Rozdziały poświęcone charakterystykom silnika.
13. *Okrętowe układy napędowe*. Materiały dydaktyczne do wykładów. Tematy 4, 5, 6.
14. *Pomiary cieplne*. Praca zbiorowa cz. II. WNT, Warszawa 1995. Rozdziały 5.8.

Literatura uzupełniająca:

15. Basic Principles of Ship Propulsion, Publikacja firmy MAN B&W. Strona internetowa: <http://www.manbw.com/>, dostęp 21.05.2010. Całość.
16. Wojnowski W., *Okrętowe siłownie spalinowe*, Tom I, II i III, Politechnika Gdańska, 1991-1992. Rozdziały poświęcone układom napędowym ze śrubą nastawną.