

Analiza możliwości obniżania kosztów eksploatacji siłowni okrętowej poprzez efektywność wytwarzania energii elektrycznej

Praca dyplomowa dotyczy bardzo aktualnego i ważnego problemu obniżenia kosztów eksploatacji siłowni okrętowej, poprzez zwiększenie efektywności wytwarzania energii elektrycznej, przez doskonalenie konwencjonalnych sposobów, a także przy użyciu niekonwencjonalnych rozwiązań bazujących na odnawialnych źródłach energii. Możliwości implementacji niekonwencjonalnych metod zostały przedstawione na konkretnym przykładzie jednostki pływającej – katamaranu „Rubin”.

Od kilkunastu lat obserwuje się, w projektowaniu i budowie siłowni okrętowych morskich statków towarowych, dążenie do stosowania urządzeń cechujących się wysoką sprawnością w celu minimalizacji kosztów eksploatacyjnych oraz ochrony atmosfery przed emisją toksycznych składników spalin.

Silniki pomocnicze, silniki główne, a także kotły to urządzenia energetyczne, które charakteryzuje wysoka sprawność ogólna. Sprawność unowocześnionych kotłów może wynosić nawet powyżej 90%, a silników głównych może przekraczać 50%. Zastosowanie nowoczesnych odbiorników energii, takich jak sprężarki, pompy, również powoduje, że zapotrzebowanie na energię do ich napędu znacząco maleje, dzięki temu, że ich praca charakteryzuje się niższymi stratami energetycznymi

W oparciu o analizę literaturową rozpoznano problematykę związaną z zużyciem energii elektrycznej na statkach morskich, a skalę zużycia tej energii oraz zidentyfikowano kluczowe obszary, które mogą być poddane optymalizacji w celu zmniejszenia kosztów eksploatacji siłowni okrętowej.

Celem niniejszej pracy dyplomowej jest określenie możliwości obniżenia kosztów eksploatacji siłowni okrętowej poprzez wzrost efektywności wytwarzania energii elektrycznej i wskazanie właściwych rozwiązań, na przykładzie wybranej jednostki pływającej.

W pierwszej, teoretycznej części pracy, przedstawiono metody wytwarzania energii elektrycznej, które obecnie mają zastosowanie na statkach. Na podstawie analizy literaturowej stwierdzono, że koszty wytwarzania energii elektrycznej rosną, przede wszystkim na skutek wzrostu cen paliw okrętowych. Przeanalizowano, jak zmieniła się sytuacja na rynku paliwowym w ciągu sześciu lat. Zostały przedstawione możliwości ograniczania wzrostu łącznych kosztów eksploatacyjnych, a także sposoby obniżania zużycia paliwa przez silniki

okrętowe. Omówione zostały zależności, przy pomocy których można określić moc elektrowni dla danego typu statku.

Druga część pracy zawiera opis konwencjonalnych sposobów generowania energii elektrycznej z wykorzystaniem spalinowych silników tłokowych sprzężonych z prądnicą, prądnicami wałowymi oraz turbinami spalinowymi/parowymi, a także kombinacje tych rozwiązań (siłownie kombinowane CODAG i COGES).

W kolejnej części pracy zostały przeanalizowane nowatorskie metody wytwarzania energii elektrycznej na statkach. Omówiono projekty wykorzystujące odnawialne źródła energii, które mogą być stosowane zarówno samodzielnie, bądź w sposób kombinowany, co przyczynia się do ograniczenia zależności od konwencjonalnych źródeł energii. Dane dotyczące tych innowacyjnych rozwiązań zostały zebrane z materiałów informacyjnych firm, które mają plany wprowadzenia tych systemów w przyszłości. Dodatkowo, analizowano informacje udostępnione przez stocznnię CRIST oraz armatora Stena Line, którzy już zastosowali takie technologie na swoich jednostkach.

Najważniejszym etapem pracy, było dokonanie analizy kosztów wytwarzania energii elektrycznej na wybranej jednostce badawczej - katamaranu „Rubin”. To pozwoliło na nakreślenie kosztów zużycia paliwa, jakim charakteryzują się zespoły prądotwórcze zainstalowane na statku:

- silnik Caterpillar 3304B z prądnicą Caterpillar SR4, o mocy 85 kW,
- silnik Perkins RJ51155 z prądnicą Marathon 362PSL1606, o mocy 100 kW.

Do obliczeń zostały przyjęte wszelkie możliwe kombinacje obciążeń zespołów prądotwórczych, podczas całorocznej eksploatacji. Było to podyktowane tym, że katamaran jest odmiennie użytkowany w okresie letnim, wiosenno-jesiennym i zimowym. W każdym z tych wariantów zostały uwzględnione urządzenia, pobierające energię elektryczną w danym czasie, wliczając w to postój w porcie i zasilanie statku z magistrali lądowej. Został wykorzystany do tego bilans energetyczny uzyskany z archiwum Żeglugi Gdańskiej oraz materiały informacyjne (instrukcje, katalogi marketingowe), które znajdują się na jednostce.

Wykonane obliczenia kosztów wytwarzania energii elektrycznej na katamaranie „Rubin”, z wykorzystaniem konwencjonalnej elektrowni statku, stały się podstawą do poszukiwania rozwiązań, które pozwoliłyby obniżyć koszty eksploatacji, poprzez większą efektywność wytwarzania energii elektrycznej z użyciem niekonwencjonalnych rozwiązań.

Statek Rubin charakteryzuje się tym, że jest to jednostka przeznaczona do przewozu pasażerów. Jego kadłub został zaprojektowany tak, aby w bezpieczny i komfortowy sposób

podróźni mogli przemieszczać się na oferowanych przez Żeglugę Gdańską rejsach. Rozkład miejsc siedzących i pomieszczeń został tak rozplanowany, że pomimo określonej ilości pasażerów mogących wejść na pokład, zostało jeszcze sporo przestrzeni, na której mogłyby się znaleźć niekonwencjonalne rozwiązania wspomagające wytwarzanie energii elektrycznej, a co za tym idzie – obniżające koszty jej produkcji.

Po analizie możliwości konstrukcyjnych jednostki i dokonaniu pomiarów powierzchni pokładów oraz kadłubów, zdecydowano się na doposażenie statku o panele solarne, a także turbiny wiatrowe. Obliczono, że na pokładzie mogłyby się znaleźć 62 moduły paneli solarnych, o łącznej mocy, wynoszącej 43,4 kW i turbiny wiatrowe, zamontowane na dziobach kadłubów o łącznej mocy 8 kW. Energia elektryczna zgromadzona w wyniku tego rozwiązania mogłaby być przechowywana w magazynach energii wchodzących w skład całej instalacji i sprzedawana do sieci lądowej poprzez magistralę znajdującą się na nabrzeżu. Taka koncepcja pozwalałaby na najbardziej efektywne obniżenie kosztów eksploatacji poprzez zarządzanie generowaniem i pobieraniem energii elektrycznej przez cały rok. Oszczędności mogłyby być przeznaczane na wszelkie naprawy, bądź modernizacje.

Podsumowanie

Wytwarzanie energii elektrycznej na statkach za pomocą spalinowych zespołów prądowórczych jest obecnie głównym sposobem jej wytwarzania. Można stwierdzić, że w najbliższych latach, elektrownie okrętowe będą budowane głównie na bazie silnika tłokowego sprzężonego z prądnicą. Jednakże wzrost kosztów zakupu paliwa powoduje, że armatorzy na całym świecie zaczęli poszukiwać nowych rozwiązań technologicznych. Badania prowadzone są zarówno w stronę udoskonalania konwencjonalnych metod wytwarzania energii, jak i niekonwencjonalnych sposobów, z zastosowaniem odnawialnych źródeł energii elektrycznej.

Podczas kilkuletniej pracy w Żegludze Gdańskiej i obserwacji, w jaki sposób katamaran „Rubin” jest eksploatowany w przeciągu całego roku, obliczono, że sumaryczny koszt wytwarzania energii elektrycznej wytwarzanej i pobieranej wynosi 111 541,5 \$.

Po dokonaniu obliczeń dotyczących możliwości obniżenia kosztów wytwarzania energii elektrycznej na wybranej jednostce, przyjęto, że najlepszym rozwiązaniem będzie zastosowanie ogniw fotowoltaicznych w sprzężeniu z pionowymi turbinami wiatrowymi.

Poprzez codzienne gromadzenie energii elektrycznej w magazynach energii i przesyłanie jej podczas postoju statku w porcie do dostawcy prądu, można uzyskać szacunkowo około 11 915 \$ oszczędności w zależności od różnych czynników. Takie rozwiązanie pozwoli na zredukowanie rocznego kosztu generowania i poboru prądu

o około 10,7 %. Przekładając to na konkretne wartości, przy założeniu, że kurs rynkowy amerykańskiego dolara będzie wynosił około 4 PLN, można uzyskać oszczędności, wynoszące w przybliżeniu 47 660 PLN w skali roku. Na polskie warunki jest to dosyć znacząca kwota, która mogłaby pozwolić na redukcję kosztów eksploatacji jednostki.

Obniżenie kosztów wytwarzania energii elektrycznej pozwoliłoby na dokonywanie różnego rodzaju remontów/wymian urządzeń już zainstalowanych na statku, czy też instalowanie kolejnych rozwiązań, umożliwiających generowanie większych oszczędności.