Секція №1. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

УДК: 621.431

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Дощенко Г.Г. – кандидат технічних наук, доцент кафедри експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики Херсонська державна морська академія, Україна
hersongala@gmail.com
Наговський Д.А. – кандидат технічних наук, доцент кафедри експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики Херсонська державна морська академія, Україна
dymon.ksu@gmail.com

Анотація. Безперервне ускладнення суднових технічних засобів при незмінній надійності комплектуючих елементів, вузлів і виробів неминуче веде до зниження надійності суднових систем, пристроїв і суден в цілому. Покращення надійності суднових енергетичних систем присвячена суднам з простим дизайном і відносно простим устаткуванням, а саме для загальних суден, контейнеровозів, сухонантажних суден тощо.

Щоб підвищити надійність суднових енергетичних систем, спершу слід визначити, які відмови стаються у механізмах. Головний двигун, рульове управління, паливна система, електрична система, система охолодження, дизельний генератор та інші мають найбільший вплив на фатальні технічні відмови [1]. Оскільки ці перші п'ять систем відповідають за найбільшу частину відмов, то більш уваги слід спрямувати на ці системи. Ці системи є важливими для фактичної навігації судна, тому поліпшення їх надійності вимагає великих зусиль з урахуванням безпілотної навігації у майбутньому.

Ключові слова: суднова електроенергетична система, головний двигун, рульовий механізм, суднові технічні засоби, резервність двигуна.

Надійність — властивість технічних об'єктів зберігати протягом встановленого часу значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування [2]. Під технічними об'єктами розуміють пристрої, прилади, механізми, машини, комплекси обладнання, технологічні операції і процеси, системи зв'язку, інформаційні системи, автоматизовані системи управління технологічними процесами тощо. В даний час діагностування технічних об'єктів приділяється велика увага як засобу істотного підвищення їх надійності [3].

Основними шляхами підвищення надійності суднових технічних засобів (СТЗ) та їх деталей є:

- Обґрунтований вибір матеріалів деталей та широке використання методів зміцнення їх.
- Створення структурних схем з мінімальною кількістю складових елементів за високої надійності кожного елемента.
- Широке застосування уніфікованих і стандартизованих елементів.
- Оснащення конструкції контрольними та сигнальними пристроями, що запобігають виникненню аварійних ситуацій.
- Розробка системи технічних оглядів та обслуговування конструкцій.

- Використання резервування — введення у конструкцію додаткових елементів, що не є вкрай потрібними, але дублюють роботу найважливіших робочих елементів СТЗ [4,5].

Підвищення надійності головного двигуна

Перш за все, приділимо увагу питанням, що вирішують проблеми відмов з невідомим розподілом. В цієї групи надійність становить від $2{,}0\times10^{-5}$, а середнє напрацювання на відмову – 5,8 років.

Перше рішення для підвищення резервності полягає в повному резервуванні двигуна або розподіленні потужності між декількох двигунів. Через відмови з невідомим розподілом, двигун номер 1 має надійність на рівні $2{,}0\times10^{-5}$. Другий двигун, номер 2, резервна копія, або який надасть достатню потужність при меншій швидкості, так само матиме надійність на рівні $2{,}0\times10^{-5}$ для тієї самої відмови. Перемноживши ці показники, можна отримати значення надійності в цілому через цю певну відмову.

Ще одним рішенням, яке покращує резервність двигуна, є проведення кращого технічного обслуговування. Було виявлено, що рівень технічного обслуговування іноді є недостатнім, що призводить до відмов у роботі. Правильне технічне обслуговування зменшить кількість відмов на 19,3%. Знайдемо спільний ефект від запропонованих рішен:.

$$\lambda_{\text{після ТО}} = \lambda_{\text{до ТО}} \times F_{\text{зниж.ТО}} = 2{,}0 \times 10^{-5} \times 0.807 = 1{,}6 \times 10^{-5}$$

$$\lambda_{\text{обидва двиг після ТО}} = \lambda_{\text{двигун \#1}} \times \lambda_{\text{двигун \#2}} = = 1{,}6 \times 10^{-5} \times 1{,}6 \times 10^{-5} = 2{,}5 \times 10^{-10}$$

Підвищення надійності рульових механізмів

Відмови рульового обладнання на суднах становлять 20,9% всіх відмов обладнання (рівень відмов $2{,}2\times10^{-5}$ та середній час між відмовами становить 5,2 роки). Будучи другою найбільшою групою відмов серед СТЗ, існують дві основні групи відмов, які призводять до відмови рульового обладнання.

Перша група — група з невідомим розподілом, становить 54,6% всіх відмов та має рівень відмов $1{,}2\times10^{-5}$ і середній час між відмовами 9,6 років. Другою групою відмов є відмова в електропостачанні та керуючих пристроях (9,5%, $9{,}9 \times 10^{-6}$ та 11,6 років). Для кожної з груп відмов визначено, на скільки покращення надійності досягається за допомогою тих чи інших рішень. Це дозволить визначити, які рішення є найкращими з точки зору покращення надійності. Також визначено, скільки відсотків відмови залишається після застосування рішення.

Резервування рульового управління

При розділенні рульової системи на обидві системи повинні відмовити для втрати керування судном. Це значно підвищує надійність системи рульового управління в цілому. Залишковий рівень відмов та покращення надійності цього рішення будуть визначені в наступних двох рівняннях. Припускається, що одна система рульового управління достатня для продовження руху судна або його повернення в порт.

Системи рульового управління повинні бути спроектовані таким чином, щоб відмова однієї з них не впливала негативно на маневреність судна.

$$\lambda_{\text{обох систем}} = \lambda_{\text{системи \#1}} \times \lambda_{\text{системи \#2}} = 1{,}2 \times 10^{-5} \times 1{,}2 \times 10^{-5} = 1{,}4 \times 10^{-10}$$

Покращення технічного обслуговування

Покращення надійності завдяки належному технічному обслуговуванню можна визначити за допомогою наступних рівнянь.

$$\lambda_{\text{після підвТО}} = \lambda_{\text{до ТО}} \times F_{\text{зменш.ТО}} = 1{,}2 \times 10^{-5} \times 0{,}807 = 9{,}6 \times 10^{-6}$$

$$\text{Підвищення надійності} = T_{\text{ср НВ після рішення}} - T_{\text{ср НВ до рішення}} = 1/(9{,}6 \times 10^{-6}) - - 1/(1{,}2 \times 10^{-5}) = 2{,}3 \text{ роки},$$

де $T_{\text{ср НВ}}$ — середнє напрацювання на відмову.

Висновки. У цьому дослідженні описані лише рішення для основного двигуна та системи рульового управління. Залишкові рівні відмов для цих систем дуже низькі. Системи, для яких не було визначено рішень, відповідають за $1{,}3\times10^{-5}$ залишкового рівня відмов. Це чітко показує, що знайдені рішення мають значущий вплив, оскільки їх залишкові рівні

відмов є незначними в порівнянні з загальним залишковим рівнем відмов. Можна припустити, що коли будуть визначені рішення для трьох інших систем, їх залишковий рівень відмов також буде незначним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Carlton, J and Aldwinkle, J and Anderson, J and others. Future ship powering options: exploring alternative methods of ship propulsion. London: Royal Academy of Engineering, 2013. URL http://www.raeng.org.uk/publications/reports/future-ship-powering-options.

2. Butt, Nickie and Johnson, David and Pike, Kate and Pryce-Roberts, Nicola and Vigar, Natalie. 15 years of shipping accidents: A review for wwf, 2012. URL http://awsassets.panda.org/downloads/15_years_of_shipping_accidents_a_review_for_wwf_.pdf.

3. Chryssakis, Christos and Brinks, Hendrik and King, Tobias. The fuel trilemma: Next generation of marine fuels. 2015. URL https://www.dnvgl.com/Images/DNV%20GL_Position%20Paper%20on%20Fuel%20Trilemma_tcm8-25973.PDF.

4. Frozee, J. Steering gear systems on ships - marine engineering, October 2015. URL http://marineengineeringonline.com/steering-gear-systems-on-ships/.

5. Hekkenberg, Robertus Gerardus. Inland ships for efficient transport chains. TU Delft, Delft University of Technology, 2012. ISBN 978-94-6186-099-6.

RELIABILITY VESSEL POWER SYSTEMS IMPROVEMENT

Doshchenko H.G. - Ph.D., Associate professor Department of Operation vessel electrical equipment and Automation, Kherson State Maritime Academy, Ukraine
hersongala@gmail.com
Nahovskyi D.A. - Ph.D., Associate professor Department of Operation vessel electrical equipment and Automation, Kherson State Maritime Academy, Ukraine
dymon.ksu@gmail.com

Abstract. Continuous complications of ship technical means while maintaining the reliability of components, assemblies, and products inevitably lead to a decrease in the reliability of ship systems, devices, and vessels as a whole. Improving the reliability of ship power systems is dedicated to ships with a simple design and relatively simple equipment, specifically for general cargo ships, container ships, bulk carriers, and the like.

To enhance the reliability of ship power systems, it is first necessary to identify the failures that occur in the mechanisms. The main engine, steering control, fuel system, electrical system, cooling system, diesel generator, and others have the greatest impact on critical technical failures [1]. Since these first five systems are responsible for the majority of failures, more attention should be directed towards these systems. These systems are crucial for the actual navigation of the vessel, so improving their reliability requires significant efforts, taking into account unmanned navigation in the future.

Key words: ship electric power system, main engine, steering mechanism, ship technical equipment, engine redundancy.