

Наталія Віталіївна Кривенко

ЗАВДАННЯ РОЗРОБЛЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВОГО ОБЛАДНАННЯ

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Україна є однією з найбільших морських держав Чорноморсько-Середземноморського регіону, яка володіє розвинутою системою морських портів, розташованих на перетині європейських транспортних коридорів. За оцінками фахівців, відродження національного торгового флоту, яке визначено одним з пріоритетних державних завдань, призведе до значного збільшення вантажопотоку, основне навантаження якого буде покладено на вітчизняні морські судна [1–3].

Важливою складовою частиною виробничого процесу на водному транспорті є експлуатація суден, елементами якої є перевезення вантажів і пасажирів, забезпечення безпеки судноплавства, збереження вантажів і майна, охорони людського життя, запобігання забрудненню природного середовища. На технічну експлуатацію приходиться більше 50 % усіх експлуатаційних витрат, які відносяться на собівартість перевезень.

Технічна експлуатація суден включає сукупність технологічного обслуговування при використанні та технічного обслуговування і ремонту. Необхідність зниження трудомісткості і фінансових витрат на технічну експлуатацію привела до переходу до системи обслуговування суден за фактичним станом. При цьому зростає роль технічного діагностування і прогнозування технічного стану в процесі використання судна за призначенням. Одним з важливих чинників забезпечення ефективності зазначеної системи є визначення оптимальної періодичності обслуговування і ремонту [3,4].

Завдяки широкому застосуванню інформаційних технологій і комп'ютерної техніки в системах управління судном та берегових АСУ з'являється можливість вести "індивідуальний" облік параметрів технічної експлуатації кожного зразка суднового обладнання. Автоматизовані системи управління технічним обслуговуванням і ремонтом (АСУ ТО і Р) реалізуються шляхом установки в офісі компанії центрального сервера з базою даних щодо всіх суден і організації локальних баз даних на кожному судні. Зазначені

АСУ ТО і Р дозволяють здійснювати управління технічним станом суднового обладнання підвищуючи надійність техніки та забезпечуючи збільшення експлуатаційного часу. Однак здійснення управління без прогнозування очікуваного технічного стану неможливе.

У процесі експлуатації технічний стан механізмів суднового обладнання змінюється. Зміни технічного стану відбуваються у вузлах механізму з часом під впливом зовнішніх дій і внутрішніх необоротних фізико-хімічних перетворень. Ці зміни знижують працездатність механізму і приводять до його відмов. Раптові відмови механізмів, особливо суднових енергетичних установок, можуть викликати серйозні наслідки для власності і життя людини, коли судна плавають у морі як автономні одиниці. Таким чином, при експлуатації суднового обладнання дуже важливо уміти визначати його технічний стан, тобто знати, якими характеристиками володіє механізм в даний момент часу. Це завдання вирішується засобами технічного контролю, що дозволяє отримувати дані про технічні параметри обладнання у момент вимірювання. Прогнозування технічного стану дозволяє зменшувати раптовість появи відмов, а також підвищувати експлуатаційну надійність та напрацювання суднового обладнання [4–7].

Формулювання мети статті. Виклад основного матеріалу

Незважаючи на значну кількість публікацій щодо вирішення різноманітних питань експлуатації та ремонту суднового обладнання, питання створення єдиної комплексної теорії експлуатації суднового обладнання ще не вирішене. Не вирішеними залишаються і часткові питання щодо визначення оптимальних міжперевірочних інтервалів, доцільного переліку робіт з діагностування зразків суднового обладнання, необхідної підготовки та кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Основне протиріччя, яке лежить в основі наукових досліджень у згаданому напрямку, полягає, з одного боку, у необхідності підвищення технічної готовності суднового обладнання до використання за призначенням та безвідмовності

його функціонування, для чого є необхідним здійснення постійного контролю за його функціонуванням та виконання цілого комплексу періодичних перевірок та діагностувань. Разом з тим такий підхід суттєво підвищує вартість експлуатації обладнання та зменшує загальну рентабельність флоту. З іншого боку, намагання максимального здешевлення морських транспортних перевезень, призводить до зменшення кількості контрольних заходів, спрощення їх процедури (регламентів) з перекладанням максимального числа функцій діагностики на технічні засоби. У такому аспекті, розроблення нових методів технічної експлуатації обладнання на основі застосування сучасних автоматизованих процедур визначення періодичності та обсягу діагностування є актуальним [3–6].

Отже, вирішенню підлягає актуальне науково-прикладне завдання щодо розроблення методики визначення доцільних інтервалів технічного діагностування суднового обладнання при трансокеанських вантажних перевезеннях на основі прогнозування.

Завдання розроблення оптимальної моделі процесу експлуатації суднового обладнання може бути сформульоване наступним чином.

Нехай дано зразок суднового обладнання, що складається з M елементів. Він може функціонувати у різних режимах, кожен з яких зберігається протягом випадкового інтервалу часу з відомою функцією розподілу $V_j(t), j=1, \dots, N$. Після закінчення чергового інтервалу часу система миттєво переходить в наступний режим відповідно до матриці ймовірностей переходів $[P_{ij}]$. Для всіх елементів суднового обладнання відомі функції розподілу безвідмовної роботи у кожному з режимів функціонування системи $F_{ij}(t), i=1, \dots, M, j=1, \dots, N$ та параметр контролю елемента $\eta_i(r_i)$.

Також, на основі знання конструктивних особливостей зразка суднового обладнання, відомі:

статистичні дані та умови виникнення усіх типів відмов зразка обладнання,

список елементів, що допускають відновлення всіх типів відмов зразка обладнання,

список елементів, що допускають відновлення працездатності без зупинки зразка обладнання.

Заданими також вважаються параметри ремонтного органу і витрати на операції відновлення і контролю елементів.

Необхідно знайти:

значення терміну служби T ;

стратегії обслуговування елементів

$$\{I^{к.пр.}, I^{к.п.}, I^{напр.}\}_i, i=1, \dots, M,$$

де $I^{к.пр.}$ – кількість операцій з контролю працездатності, $I^{к.п.}$ – кількість операцій з контролю параметрів, $I^{напр.}$ – кількість операцій з контролю напрацювання;

кількість видів обслуговування K і склад обов'язкових робіт кожного виду $\{W_k, I_k^{к.пр.}, I_k^{к.п.}\}, k=1, \dots, k$, де W_k – перелік операцій технічного обслуговування;

регламент виконання видів обслуговування $\{\zeta_{kl}^c\}$ при напрацюванні ζ_{kl}^c , де k – вид обслуговування, який виконується l -й раз; алгоритми діагностування з похибками 1-го та 2-го роду для i -го елемента $\{P_{1i}, P_{2i}\}$;

оптимальні упереджувальні допуски параметрів $\{\eta_i\}_{i \in I^{к.п.}}$.

При цьому необхідно мінімізувати функціонал середніх питомих витрат

$$Z \left(T, \{I^{к.пр.}, I^{к.п.}, I^{напр.}\}, \{W_k, I_k^{к.пр.}, I_k^{к.п.}\}, \{\zeta_{kl}^c\}_{kl}, \{P_{1i}, P_{2i}\}, \{\eta_i\}_{i \in I^{к.п.}} \right) \Rightarrow \min,$$

при обмеженні на надійність зразка обладнання

$$P(\zeta^c \geq t) > P_0.$$

У такій загальній постановці, дана задача не має математичних методів вирішення. Необхідно провести її декомпозицію на більш прості та вирішувати завдання, а на їх основі побудувати багатоступеневу методику формування субоптимального процесу експлуатації.

Методика проектування процесу експлуатації складається з послідовного вирішення наступних завдань:

аналіз впливу надійності елементів на надійність зразка обладнання;

визначення якнайкращої стратегії обслуговування (ремонт) елементів зразка обладнання на основі прогнозування поведінки їх параметрів $\eta_i(r_i), i=1, \dots, M$;

визначення оптимальних індивідуальних регламентів проведення операцій обслуговування (ремонт);

визначення складу операцій і кількості комплексних видів обслуговування (ремонт);

визначення оптимальних регламентів проведення комплексних видів обслуговування і оцінка ефективності процесу експлуатації $\{\zeta_{kl}^c\}_{kl}$.

Висновки

Таким чином, для досягнення мети роботи та вирішення поставленого наукового завдання необхідно вирішити часткові завдання дослідження:

1. Розробити модель процесу експлуатації суднового обладнання при трансокеанських вантажних перевезеннях.

2. Розробити методику визначення періодичності діагностування суднового

обладнання на основі прогнозування технічного стану.

3. Дослідити ефективність процесу експлуатації

суднового обладнання при трансокеанських вантажних перевезеннях на основі прогнозування його технічного стану [7, 8].

Література

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 7 жовтня 2009 р. № 1307 “Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 року” // Офіційний Вісник України. Офіційний веб-сайт Кабінету Міністрів України. 9 грудня 2009 р. № 94. Режим доступу: www.kmu.gov.ua. **2. Указ** Президента України. 20 травня 2008 року, № 463/2008. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 16 травня 2008 року “Про заходи щодо забезпечення розвитку України як морської держави” // Урядовий кур’єр. – 2008, 27 травня. Режим доступу: www.ukurier.gov.ua. **3. Проект** розпорядження Кабінету Міністрів України “Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року” / Міністерство транспорту та зв’язку України. Офіційний веб-сайт. 10 грудня 2009 року. // Режим доступу: www.kmu.gov.ua. **4. Кривенко Н.В.** Визначення принципів побудови адаптивної комплексної системи управління засобами водного транспорту / Н.В. Кривенко // Водний транспорт–К.:КДАВТ, 2013. –Вип.2(17).–С.237–239. **5. Кривенко Н.В.,** Характеристики надійності навігаційного обслуговування / Н.В. Кривенко,

В.В. Іванович // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – К.:Національний університет оборони України, 2012. –3(15).–С.101–102. **6. Кривенко Н.В.** Розробка метода адаптивного оптимального управління в системах с распределенными параметрами / Н.В. Кривенко, С.М. Кучерук // Системи озброєння і військова техніка: Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2013. – Вип.2(34).– С.107–110. **7. Кривенко Н.В.** Синтез адаптивного оптимального управління в системах с распределенными параметрами// Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту:Матеріали міжнародної наукової конференції. –Херсон : ХНТУ, 2013 – С.186–188. **8. Кривенко Н.В.** Анализ динамической надежности инвариантной системы управления / Н.В. Кривенко , С.М. Кучерук // Дев’ята наукова конференція Харківського університету Повітряних сил імені Івана Кожедуба «Новітні технології – для захисту повітряного простору»: тези доповідей, 17–18 квітня 2013 року. –Х.:ХУПС ім. І.Кожедуба, 2013.– С.243.

В данной статье рассмотрены вопросы актуальности разработки новых методов технической эксплуатации оборудования на основе применения современных автоматизированных процедур определения периодичности и объема диагностирования.

Ключевые слова: модель, процесс эксплуатации, судновое оборудование.

At this article to consider the question of actuality of development of new methods of technical exploitation of equipment on the basis of application of the modern automated procedures of determination of periodicity and volume of diagnostic.

Key words: optimum model, ship’s equipment.