

## РЕФЕРАТИ

УДК 621.431.74

Горб С.І., Поповський О.Ю., Будуров М.І. Оптимізація налаштування регулятора частоти обертання дизель-генератора // Автоматизація суднових технічних засобів: наук.-техн. зб. – 2023. – Вип. 28. – Одеса: НУ "ОМА". – С. 3 – 16. DOI: 10.31653/1819-3293-2023-1-28-3-16

Табл. 2. Іл. 8. Список літ.: 8 назв.

Обґрунтовано модель для аналізу динаміки системи автоматичного регулювання частоти обертання дизель-генератора під час ступінчастих змін навантаження. Показано, що через нелінійність ізодромний регулятор частоти обертання по-різному реагує на обурення різної величини. У зв'язку з цим розроблено рекомендації щодо вибору параметрів налаштування ізодромного регулятора у складі дизель-генераторної установки на найбільш імовірних режимах експлуатації.

Ключові слова: дизель-генератор; регулятор частоти обертання; система автоматичного регулювання частоти обертання; іздром; нелінійний зворотний зв'язок; ступінчасте навантаження; математичне моделювання.

Tab. 2. Fig. 8. Refer: 8.

The model for analyzing the dynamics of the automatic speed control system of the diesel generator during stepped load changes is substantiated. It is shown that due to nonlinearity, the isodromic speed governor reacts differently to disturbances of different magnitudes. In this regard, recommendations for choosing the setting parameters of the isodromic governor as part of a diesel generator set on the most likely operating modes are developed.

Keywords: diesel generator; speed governor; automatic speed control system; isodrome; non-linear feedback; stepped load changes; mathematical modeling.

УДК 629.12

Зайцев В.В., Зайцев Вал.В., Зайцев Д.В. Прогнозирование расходов воздуха в подъемном комплексе амфибийных судов на воздушной подушке в штатных режимах их эксплуатации // Автоматизація суднових технічних засобів: наук.-техн. зб. – 2023. – Вип. 28. – Одеса: НУ "ОМА". – С. 17 – 29. DOI: 10.31653/1819-3293-2023-1-28-17-29

Ил. 4. Список лит.: 8 назв.

Предложена методика прогнозирования расходов воздуха в подъемном комплексе (ПК) амфибийных судов на воздушной подушке (СВПА) с помощью имитационного моделирования его работы в штатных режимах их эксплуатации и исследования мореходных качеств. Рассмотрено прогнозирование работы подъемного комплекса автомобильно-пассажирского паромы (АПП) на воздушной подушке амфибийного типа "Марал". Система

дифференциальных уравнений неразрывности расходов воздуха в ПК АПП "Марал" определяет его состояние в каждый момент времени. Приводится функция для вычисления плотности воздуха от его избыточного давления, а также функция вычисления избыточного давления воздуха от его плотности. Представленная математическая модель, воплощенная в программу, позволяет углубленно анализировать динамику и мореходные качества СВПА до завершения их проектирования и до начала постройки. Разработан алгоритм прогнозирования расходов воздуха в ПК СВПА в штатных режимах их эксплуатации и исследования мореходных качеств.

Ключевые слова: амфибийное судно на воздушной подушке, подъемный комплекс, гибкое ограждение, расход воздуха, штатный режим эксплуатации, имитационное моделирование.

Fig. 4. Refer: 8.

A method for predicting air flow in the lifting complex (LC) of hovercraft using simulation modeling of its operation in normal modes of their operation and the study of seaworthiness is proposed. The forecasting of the operation of the lifting complex of an amphibious Car-Passenger Ferry (CPF) on an air cushion of the "Maral" type is considered. The system of differential equations for the continuity of air flow rates in the "Maral" determine its state at each moment of time. A function for calculating the air density from its excess pressure, as well as a function for calculating the excess air pressure from its density, is given. The presented mathematical model, embodied in the program, allows in-depth analysis of the dynamics and seaworthiness of hovercrafts before the completion of their design and before the start of construction. An algorithm has been developed for predicting air flow in the hovercraft lifting complex in normal modes of their operation and studying seaworthiness.

Keywords: hovercraft, lifting complex, flexible skirt, air consumption, normal operating mode, simulation modeling.

УДК 613.165 – 614.7

Карпілов О.Ю. Пристрій для контролю ультрафіолетового випромінювання // Автоматизация судовых технических засобів: наук.-техн. зб. – 2023. – Вип. 28. – Одеса: НУ "ОМА". – С. 30 – 38. DOI: 10.31653/1819-3293-2023-1-28-30-38

Л. 1. Список літ.: 9 назв.

Ультрафіолетове випромінювання (УФВ) є одним з головних фізичних факторів, що визначають плин життєвих процесів. Поряд з головним джерелом УФВ – Сонцем, у різноманітних сферах життєдіяльності людини застосовуються штучні джерела УФВ, що відрізняються за спектральним складом та потужністю. УФВ є підґрунтям для багатьох біологічних процесів у організмах людей та тварин, що обумовлює актуальність досліджень в галузі створення вимірювальних перетворювачів, що забезпечують отримання достовірної інформації. Другим чинником, що сприяє розробці та впровадженню вимірювальних перетворювачів цього класу, є збільшення УФВ

в діапазоні 0,280 ... 0,315 мкм в наслідок деструкції озонового шару Землі.

Ключові слова: Ультрафіолетове випромінювання, вимірювальні перетворювачі, волоконно-оптичні елементи, світловод, піранометр, оптичні та п'єзоелектричні елементи.

Fig. 1. Refer: 9.

Ultraviolet radiation (UVR) is one of the main physical factors that determine the course of life processes. Along with the main source of UVA, the Sun, artificial sources of UVA are used in various areas of human activity, differing in spectral composition and power. UVB is the basis for many biological processes in human and animal organisms, which makes research in the field of developing measuring transducers that provide reliable information relevant. The second factor that contributes to the development and implementation of measuring transducers of this class is the increase in UVB in the range of 0.280 ... 0.315  $\mu\text{m}$  due to the destruction of the Earth's ozone layer.

Key words: Ultraviolet radiation, measuring transducers, fiber-optic elements, light guide, pyranometer, optical and piezoelectric elements.

УДК 621.824.539.4

Кобзарук О.В., Бабінець В.І., Опарін А.В., Смажило Б.В. Технологія протикорозійного захисту поверхонь між шийками суднових гребних валів // Автоматизація суднових технічних засобів: наук.-техн. зб. – 2023. – Вип. 28. – Одеса: НУ "ОМА". – С. 39 – 51. DOI: 10.31653/1819-3293-2023-1-28-39-51

Табл. 4. Лл. 4. Список літ.: 13 назв.

Пропонується технологія захисту від корозійно-механічного пошкодження поверхонь суднових гребних валів в проміжках між робочими шийками ізоляційною стрічкою, що термоусаджується. Проведені випробування фізико-механічних властивостей захисного матеріалу, його водопоглинання та стійкості до корозійно-біологічного впливу морської води. Корозійно-втомні випробування дослідних зразків з покриттям та без нього здійснено у природній морській воді на базі  $50 \cdot 10^6$  циклів. Дослідженнями показана висока надійність захисту неробочих шийок суднових гребних валів від корозійно-втомних пошкоджень в морській воді. Технологія захисту опробована на судноремонтних підприємствах та схвалена класифікаційним товариством.

Ключові слова: судновий гребний вал, захист від корозії, ізоляційна стрічка, що термоусаджується.

Tabl. 4. Fig. 4. Refer.: 13.

The technology of protection against corrosion-mechanical damage to the surfaces of ship propeller shafts between its working necks with a heat-shrinkable insulating tape is presented. The physical and mechanical properties of the protective material, its water absorption, and resistance to the corrosion and biological effects

of sea water were tested. Corrosion-fatigue tests of prototypes in seawater were carried out based on  $50 \cdot 10^6$  cycles. Tests have shown the high reliability of protection of non-working journals of marine propeller shafts from corrosion-fatigue damage in seawater. The protection technology was tested at shipyards and approved by classification society.

Key words: Marine propeller shaft, corrosion protection, heat-shrinkable insulating tape.

#### УДК 629.5

Мадей В.В., Волков О.М., Сагін С.С. Корегування навігаційного переходу під час забезпечення екологічних показників роботи суднових дизелів // Автоматизація суднових технічних засобів: наук.-техн. зб. – 2023. – Вип. 28. – Одеса: НУ "ОМА". – С. 52 – 66. DOI: 10.31653/1819-3293-2023-1-28-52-66

Табл. 2. Іл. 1. Список літ.: 31 назв.

Розглянута можливість корегування навігаційного переходу судна класу General Cargo дедвейтом 10820 т між портами Бразилії та Карибського басейну з урахуванням забезпечення постійної роботи суднових чотиритактних дизелів 5DC-17A фірми Daihatsu Diesel на суміші моторного палива та біопалива. Експериментально доведено, що при цьому підвищується екологічність роботи суднових дизелів.

Ключові слова: біопаливо, екологічні показники, моторне паливо, навігаційний перехід, паливна суміш, чотиритактний дизель.

Tabl. 2. Fig. 1. Refer.: 31.

The possibility of correction the navigation passage of a General Cargo class ship with a deadweight of 10,820 tons between the ports of Brazil and the Caribbean basin was considered, taking into account the constant operation of the ship's four-stroke diesel 5DC-17A of the Daihatsu Diesel company on a mixture of motor fuel and biofuel. It has been experimentally confirmed that this increases the environmental friendliness of the operation of marine diesel engines.

Key words: biofuel, environmental indicators, four-stroke diesel, fuel mixture, motor fuel, navigation passage.

#### УДК 629.5

Сагін А.С. Корегування налаштування паливної апаратури високого тиску під час переведення суднових дизелів на паливо з низьким вмістом сірки // Автоматизація суднових технічних засобів: наук.-техн. зб. – 2023. – Вип. 28. – Одеса: НУ "ОМА". – С. 67 – 78. DOI: 10.31653/1819-3293-2023-1-28-67-78

Табл. 3. Іл. 2. Список літ.: 30 назв.

Надані результати щодо корегування налаштування паливних насосів високого тиску суднового дизеля 6S60MC-8.2-ТІІ під час його експлуатації в

спеціальних екологічних районах Sulfur Emission Control Areas на паливі з низьким вмістом сірки. Експериментально підтверджено, що шляхом зменшення кута випередження подачі палива досягається зниження динамічних навантажень на деталі кривошипно-шатунного механізму та зменшення пікових температур в циліндрі дизеля. Це виявляється в зменшенні ступеню підвищення тиску під час згоряння та зниженні емісії оксидів азоту.

Ключові слова: емісії оксидів азоту, кут випередження подачі палива, паливний насос високого тиску, середній індикаторний тиск, ступінь підвищення тиску під час згоряння, судновий дизель, температура випускних газів.

Tabl. 3. Fig. 2. Refer.: 30.

The results are presented on adjusting the setting of the high pressure fuel pumps of the 6S60MC-8.2-TII marine diesel engine during its operation in special environmental areas of Sulfur Emission Control Areas on low-sulfur fuel. It has been experimentally confirmed that by reducing the advance angle of fuel supply, a reduction in dynamic loads on the parts of the crank-connecting mechanism and a reduction in peak temperatures in the diesel cylinder is achieved. This is manifested in a decrease in the degree of pressure increase during combustion and a decrease in the emission of nitrogen oxides.

Key words: degree of pressure increase during combustion, emissions of nitrogen oxides, exhaust gas temperature, fuel advance angle, high-pressure fuel pump, mean indicator pressure, marine diesel.

УДК 681.518.5:681.586.5

Сандлер А.К. Застосування альтернативних скломатеріалів для датчиків деформації та вібрації елементів пропульсивного комплексу // Автоматизація суднових технічних засобів: наук.-техн. зб. – 2023. – Вип. 28. – Одеса: НУ "ОМА". – С. 79 – 89. DOI: 10.31653/1819-3293-2023-1-28-79-89

Табл. 4. Іл. 4. Список літ.: 30 назв.

Оґрунтовано застосування альтернативних видів скломатеріалів для створення волоконно-оптичних датчиків вібрації та деформації для здійснення діагностування елементів пропульсивного комплексу. Показано, що найбільш доцільним є застосування штучного сапфіру для виготовлення чутливих елементів датчиків. Застосування чутливих елементів фулеренового скла не надає суттєвих переваг аналогічними сапфіровими та вимагає більш ретельного захисту. Технологічні особливості виробництва та вартість штучного діаманту виправдовує його застосування лише у виключних випадках.

Ключові слова: пропульсивний комплекс, вібрація, підшипникові опори, волоконно-оптичний датчик.

Tabl. 4. Fig. 4. Refer.: 30.

The paper substantiates the use of alternative types of glass materials for the creation of fiber-optic vibration and strain sensors for diagnosing elements of the propulsion complex. It is shown that the most appropriate is the use of artificial sapphire for the manufacture of sensitive sensor elements. The use of fullerene glass sensing elements does not provide significant advantages over similar sapphire elements and requires more careful protection. The technological features of production and the cost of artificial diamond justify its use only in exceptional cases.

Key words: propulsion complex, vibration, bearing supports, fiber optic sensor.

УДК 629.5

Столярик Т.О. Забезпечення режимів мащення чотиритактних суднових дизелів // Автоматизація суднових технічних засобів: наук.-техн. зб. – 2023. – Вип. 28. – Одеса: НУ "ОМА". – С. 90 – 105. DOI: 10.31653/1819-3293-2023-1-28-90-105

Табл. 4. Іл. 4. Список літ.: 30 назв.

Наведені результати досліджень, щодо забезпечення режимів мащення суднових чотиритактних дизелів. Випробування виконувались на дизелях 6L23/30 MAN-Diesel&Turbo, які в кількості трьох одиниць входили до складу допоміжної енергетичної установки судна класу Bulk Carrier дедрейтом 37620 т. Умови роботи моторного мастила, що використовувалось в циркуляційній системі мащення двох дизелів змінювались шляхом нанесення на поверхні вкладишів підшипників органічних покриттів та додавання до обсягу мастила поверхнево-активної речовини. Експериментально доведено, що при цьому підвищується енергетичні показники роботи дизеля та знижується швидкість окислення мастила.

Ключові слова: енергетичні показники дизеля, загальне лужне число, моторне мастило, структурні показники мастила, судновий чотиритактний дизель, циркуляційна система мащення.

Tabl. 4. Fig. 4. Refer.: 30.

The results of research on ensuring the lubrication regimes of marine four-stroke diesel engines are presented. The tests were performed on 6L23/30 MAN-Diesel&Turbo diesel engines, which in the amount of three units were part of the auxiliary power plant of the Bulk Carrier class vessel with a deadweight of 37,620 tons. The operating conditions of the engine lubricant used in the circulating lubrication system of two diesel engines were changed by applying organic coatings to the surface of the bearing liners and adding a surface-active substance to the volume of the lubricant. It has been experimentally proven that this increases the energy performance of the diesel engine and decreases the rate of oxidation of the motor oil.

Key words: circulating lubrication system, diesel power indicators, engine oil, marine four-stroke diesel engine, structural oil indicators, total base number.

УДК 665.765:62-122

Levinskyi Maksym Automatic diagnostic of marine diesel generator lubricating oil condition // Автоматизація суднових технічних засобів: наук.-техн. зб. – 2023. – Вип. 28. – Одеса: НУ "ОМА". – С. 106 – 120. DOI: 10.31653/1819-3293-2023-1-28-106-120

Fig. 13. Refer: 15.

Quality of a marine 4-stroke diesel generator engine oil is crucial for ensuring the reliable operation of these engines, which are essential for marine transportation and industry. Traditional methods of oil quality diagnostics can be time-consuming and require manual labour, which can lead to inaccuracies and delays. This work presents an analysis of ways of automatically diagnosing the quality of a marine 4-stroke diesel generator engine oil. The approaches involve using different algorithms to analyse data from various sensors and indicators in the engine, and to give engine operator suggestions if needed for necessary action. Data from a marine 4-stroke diesel generator engine is being collected under different operating conditions, and is being used to draw a conclusion regarding the current condition of the oil. Automatic diagnostic approach is accurate and efficient, and can provide real-time diagnostics of the engine oil quality. By utilizing automatic diagnostic one can potentially save time and reduce costs for engine operators and manufacturers, while also improving the overall reliability and safety of marine transportation and industry.

Keywords: automatic diagnostic, lubrication, lubricating oil, diesel generator, condition.

Лл. 13. Список літ.: 15 назв.

Якість масла для чотиритактного дизель-генератора морських суден є вирішальною для забезпечення надійної роботи цих двигунів, які є необхідними для морського транспорту та промисловості. Традиційні методи діагностики якості масла можуть забирати багато часу та потребувати ручної праці вахтового механіка, що може призвести до неточностей та затримок, не кажучи про те, що частота проведення таких тестів є недостатньою для того, щоб оперативно визначити швидку зміну якості масла через забруднення. Ця робота презентує аналіз методів автоматичної діагностики якості масла для чотиритактного дизельного генератора морського судна. Підходи полягають у використанні різних алгоритмів для аналізу даних з різних датчиків та індикаторів в двигуні, та в наданні рекомендацій для необхідних дій оператору двигуна, якщо це потрібно. Дані з чотиритактного дизель-генератора морського судна збираються в різних умовах експлуатації та використовуються для встановлення поточного стану масла. Підхід автоматичної діагностики є точним та ефективним, та може забезпечувати виявлення якості масла в реальному часі. Використання автоматичної діагностики може потенційно заощадити час та зменшити витрати для операторів та виробників двигунів, покращуючи загальну надійність та безпеку морського транспорту та промисловості.

Ключові слова: автоматична діагностика, зміщення, мастило, дизель-генератор, стан.

UDC 629.12.056

Mikhailenko Vladislav Sergeevich, Kharchenko Roman Yurievich, Leshchenko Valery Vladislavovich Fuzzy method of approximating values of parameters of dynamic models of ship boilers // Автоматизація суднових технічних засобів: наук.-техн. зб. – 2023. – Вип. 28. – Одеса: НУ "ОМА". – С. 121 – 131. DOI: 10.31653/1819-3293-2023-1-28-121-131

Tab. 2. Fig. 8. Refer: 8.

In order to reduce the complexity of the process of calculating the thermal coefficients of the equations of the dynamics of physical processes in ship steam boilers, a new approximation technique is proposed. The methodology is based on the calculation of the values of the coefficients of the parameters of the dynamic equations describing the physical processes in the ship's steam boilers. The calculation was carried out on the three most frequently used thermal load operating modes of the steam boiler (25 %, 50 %, 75 %). As an example of the dynamics equation, the coefficients for the process of oxygen formation in flue gases during liquid fuel combustion were calculated. The use of the fuzzy algorithm of I. Mamdani in the proposed methodology allows taking into account the nonlinear properties of physical parameters and carrying out their approximation over the entire operating range of the thermal load of ship steam boilers. To implement the fuzzy algorithm of I. Mamdani, fuzzification of boiler load parameters and differential equation coefficients was carried out in the specialized MatLab editor package (Fuzzy Logic Toolbox). The procedure of fuzzification or finding the values of membership functions of fuzzy sets based on the initial data was carried out using triangular functions. The proposed technique demonstrates a high level of adequacy of experimental and theoretical values of heat coefficients during comparative analysis. The graphical interface of the program that implements fuzzy approximation allows you to determine the coefficients of the dynamics equations in all operating modes of the ship's boiler. The methodology allows using the obtained equations in further studies of the properties of marine steam boilers in order to improve their structural, ecological and economic characteristics. It can be noted that the analysis of the equations allows the calculation of the setting parameters of the PID - regulator in the system of automatic control of the "fuel - air" combustion process. And also for further adaptation of the control system of the fuel combustion process at all loading modes of operation of the ship's steam boiler.

Keywords: ship steam boiler; mathematical model; unclear methodology; approximation.

Табл. 2. Іл. 8. Список літ.: 8 назв.

З метою зниження трудомісткості процесу розрахунку теплових коефіцієнтів рівнянь динаміки фізичних процесів у суднових парових котлах



запропоновано нову методику апроксимації. Методика заснована на розрахунку значень коефіцієнтів параметрів динамічних рівнянь, що описують фізичні процеси в суднових парових котлах. Розрахунок був проведений на трьох найбільш часто використовуваних теплових навантажених режимах роботи парового котла (25 %, 50 %, 75 %). Як приклад рівняння динаміки проведено розрахунок коефіцієнтів для процесу утворення кисню в димових газах при горінні рідкого палива. Використання нечіткого алгоритму І. Мамдані у запропонованій методиці дозволяє враховувати нелінійні властивості фізичних параметрів та проводити їх апроксимацію на всьому робочому діапазоні теплового навантаження суднових парових котлів. Для реалізації нечіткого алгоритму І. Мамдані у спеціалізованому пакеті MatLab редакторі (Fuzzy Logic Toolbox) була проведена фазифікація параметрів навантаження котла та коефіцієнтів диференціального рівняння. Процедура фазифікації або знаходження значень функцій належності нечітких множин на основі вихідних даних проводилася за допомогою трикутних функцій. Запропонована методика демонструє високий рівень адекватності експериментальних і теоретичних значень теплових коефіцієнтів під час проведення порівняльного аналізу. Графічний інтерфейс програми, яка реалізує нечітку апроксимацію, дозволяє визначати коефіцієнти рівнянь динаміки на всіх робочих режимах роботи суднового котла. Методика дозволяє використовувати отримані рівняння у подальших дослідженнях властивостей судових парових котлів з метою покращення їх конструктивних, екологічних та економічних характеристик. Можна відзначити, що аналіз рівнянь дозволяє проводити розрахунок настроювальних параметрів ПД-регулятора в системі автоматичного керування процесом горіння "палива – повітря". А також для подальшої адаптації системи управління процесом горіння палива на всіх навантажувальних режимах роботи суднового парового котла.

Ключові слова: судновий паровий котел; математична модель; нечітка методика; апроксимація.