



Disturbing Factors on the Propellers Lines as the Identification Components of Ship's DMI-Models

Vitalii Budashko and Sergii Sandalov

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

May 31, 2022

Disturbing factors on the propellers lines as the identification components of ship`s DMI-models

Vitalii Budashko, Sergii Sandalov

National University «Odessa Maritime Academy», Didrikhsona, 8, 65089 Odessa, Ukraine

Abstract. *In the work on the basis of the methods of computational hydrodynamics, the method of parameterization of the distribution of axial and tangential forces on the flow lines of the ship`s power plant (SPP) of the combined propulsion complex (CPC) according to the values of the energy flow markers, which characterize the operating characteristics of the operating modes, was determined. As a result of the study of diagnostic and forecasting tools for the technical state of the SPP CPC, the method of computational hydrodynamics was improved by the use of piezoelectric sensors on the shaft lines of azimuth control devices, which allowed to monitor the degradation effects of the interaction of the flow of the propellers with the hull.*

Keywords

Propulsion, modeling, DMI-models, frequency converters, ship diesel, propeller shaft, asynchronous motor

1 Introduction

During the last years modern ships are built with higher requirements towards the control of shaft speed. Propulsion complex is under the impact of two factors: sea conditions which permanently change and the environment of ship`s equipment.

Under these conditions an important issue is the concept of effectiveness increase of power`s transmission to the propeller; the solution of this concept is under consideration in [1-10], where propulsion is implemented with electrical motor which together with main low-speed engine (LSE) assure the required speed of the shaft.

In [11-20] the above concept has been developed where as electrical motor is used an auxiliary frequency-controlled three-phase asynchronous motor (AM) with short-circuit rotor winding, which is power supplied from auxiliary middle-speed diesel-generator and frequency converter (FC) with multilevel conversion of energy [21-30].

Scientific and practical investigations are realized within mechatronics – scientific and technical trend on machinery with artificial intelligence, particularly by applying data handling with Data Mining approach. Data Mining method allows to “conceive” data and assess it from both quantitative and qualitative point of view [31-38].

But the lack of evaluation results of effectiveness of power`s transmission to the propeller in team-work of LSE and AM determines the target of author: produce above results in propulsion with main engine and auxiliary electrical motor in wide size of changing of servicing mode of ship`s work [39-44].

2 Theoretical Part

To find the solution the problem was determined: create a propulsion complex with LSE and auxiliary frequency-controlled three-phase asynchronous motor (AM) models in MatLab/Simulink; get results on power`s transmission to the propeller in wide size of changing of servicing mode of ship`s work; integrate results of modeling and assess of effectiveness of using AM while adding extra power to propeller.

Magnitude of moment and water resistance are calculated in dependence of pitch angle and CT and CQ factors, their value are tabulated and considering the fluctuation of shaft propeller. In turn, magnitude of moment is input value of LSE mathematic model (Diesel Engine).

Fuel index is determined by parameters of LSE Governor.

Limitation of fuel feeding is performed by function $Y = \text{limit}_y(u)$.

Shaft speed LSE measured comes from the unit where the fluctuation of speed. This index is supplied to overload controller unit, which prevents LSE from overloading in dependence of pitch angle. Input data for function overload is the actual magnitude of fuel index and shaft speed LSE measured, while output data is calculated difference between the actual (measured) fuel index and limitations.

Magnitude of pitch angle is given to the unit of pitch angle dynamics and control. In this unit the deviation of value assignment is considered and the final value is supplied to the entry of propeller characteristics unit. While using fixed propeller pitch (FPP), it is necessary to install a constant value, i.e. this value should be independent from shaft speed.

This can be achieved with setting of mode selector, in which the function is processed; this function depends on servicing mode of ship's work (maneuvering or economic speed) and sets the dependence between pitch angle and shaft speed. It is required to eliminate the function of pitch angle limitation in overload control unit.

Generation of deviation of measured and initial data is calculated in an individual program taking into account the step and the time of modeling. In this program are set the deviation of measured and disturbance values of parameters: shaft speed, fuel index, pitch angle, ship's speed, moment resistance shaft speed, external force of ship's resistance, wind speed, wind direction.

3 Conclusion

The analysis of results of modeling indicated that in propulsion complex with main LSE and auxiliary frequency-controlled three-phase asynchronous motor shaft speed fluctuation round initial data diminished. This decrease is possible with adjustment of optimal value of LSE governor. It is important that in many cases of shaft's load - the time of conversion deflates. The achieved results give grounds that there is a boost the effectiveness of power's transmission to the propeller in team-work of LSE and AM.

4 Acknowledgements

The author designed and implemented a model in computer laboratory, which is used in study process and permits to solve main tasks of project and exploitation of ship's propulsion complexes.

The engineering theory "Micro controlling control system for asynchronous electrical motors" has been developed and implemented in practice, methodical recommendation "Ship's electrical machine" and "Ship's automated drives" for courses of laboratory has been published. A tutorial "Power semi-conductor devices and converter techniques" has been published with preliminary recommendation and legalization of Academic council of Odessa National Maritime Academy.

References

- [1] Barend Thijssen. The propulsion of ultra large container vessels // Marine news. Wärtsilä, 2000. № 2. p. 20-23.
- [2] Hansen J.F. and others. Mathematical modeling of diesel-electric propulsion systems for marine vessels // Mathematical and computer modeling of dynamical systems, 2001, vol. 7, No. 1, pp. 1-33.
- [3] Budashko, V. V. DMI-Models in Modeling of Power Condition in PWM-Propulsion [Text] / V. V. Budashko // // 2nd International Conference on Inductive modeling (ICIM 2008): Proceedings. – Kyiv, Ukraine: Укр. IHTEI. – 2008, C. 279-280.
- [4] Budashko, V. V. Design of the three-level multicriterial strategy of hybrid marine power plant control for a combined propulsion complex [Text] / V. V. Budashko / Electrical engineering & electromechanics. – 2017. – №2. – P. 62-72. Doi:10.20998/2074-272X.2017.2.10.
- [5] Budashko, V. Formalization of design for physical model of the azimuth thruster with two degrees of freedom by computational fluid dynamics methods [Text] / V. Budashko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – V. 3. – № 7(87). – P. 40-49. Doi:10.15587/1729-4061.2017.101298.
- [6] Budashko, V. Theoretical-applied aspects of the composition of regression models for combined propulsion complexes based on data of experimental research [Text] / V. Budashko, V. Golikov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – V. 4. – № 3(88). – P. 11-20. Doi:10.15587/1729-4061.2017.107244.

- [7] Budashko, V. V. Conceptualization of research of power hybrid electric power complexes [Text] / O. V. Glazeva, V. V. Budashko, S. F. Samonov // Technology audit and production reserves. – 2016. – V. 5. – 1(31). – 63-73. Doi:10.15587/2312-8372.2016.81407.
- [8] Budashko, V. V. Increasing control's efficiency for the ship's two-mass electric drive [Text] / V. V. Budashko / Electrical engineering & electromechanics. – 2016. – №4. – P. 34-42. Doi:10.20998/2074-272X.2016.4.05.
- [9] Nikolskyi, V. The monitoring system of the Coanda effect for the tension-leg platform's [Text] / V. Nikolskyi, V. Budashko, S. Khniunin // Proceeding Book of International conference on engine room simulators (ICERS12). – Istanbul, Istanbul Technical University, Maritime Faculty, 2015. – P. 45-49. ISBN: 978-605-01-0782-1.
- [10] Будашко, В. В. Имплементарный подход при моделировании энергетических процессов динамически позиционирующего судна [Текст] / В. В. Будашко // Електротехніка і Електромеханіка. 2015. №6. – С. 20-25. ISSN 2074-272X. Doi:10.20998/2074-272X.2015.6.02/50764.
- [11] Будашко, В. В. Исследование процессов передачи мощности в комбинированном пропульсивном комплексе при разновекторных нагрузках [Текст] / В. В. Будашко, И. М. Тарасов // Актуальні питання суднової електротехніки і радіотехніки // Матеріали науково-методичної конференції, 11.12.2013 – 12.12.2013. – Одеса: ОНМА, 2014, С. 49-52.
- [12] Будашко, В. В. Математическое моделирование всережимных регуляторов оборотов подруливающих устройств судовых энергетических установок комбинированных пропульсивных комплексов [Текст] / В. В. Будашко, Е. А. Юшков // Электронное моделирование (Electronic Modeling). – 2015. – V. 37. – №2 (2015). P. 101-114.
- [13] Будашко, В. В. Моделирование систем управления мощностью и крутящим моментом подруливающих устройств при позиционировании судов [Текст] / В. В. Будашко, Д. А. Гончаренко // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта (ISDMCI'2014): Материалы международной научной конференции. – Херсон: ХНТУ, 2014. С. 59-61. ISBN 978-966-8912-90-0.
- [14] Будашко, В. В. Моделирование элементов судовой энергетической установки для исследования режимов работы пропульсивного комплекса [Текст] / В. В. Будашко, И. М. Тарасов // Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства // Матеріали III Всеукраїнської студентської наукової конференції, м. Херсон, 21 листопада 2013 року). – Херсон: Видавництво ХДМА, 2013, С. 277-279.
- [15] Будашко, В. В. Моделювання електродинамічних процесів в комбінованому пропульсивному комплексі при утриманні позиції [Текст] / В. В. Будашко, Є. О. Юшков // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2012) // Збірка матеріалів четвертої Міжнародної науково-практичної конференції у двох томах, т.2. Херсон: ХДМА, 2012, С.10-12.
- [16] Будашко, В. В. Моделювання енергетичних процесів у пропульсивному комплексі з асинхронним двигуном на лінії валу [Текст] / В. В. Будашко, Є. О. Юшков // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали першої науково-технічної конференції, присвяченої 90-річчю НУК ім. адмірала Макарова. Миколаїв: НУК, 2010, С. 48-51.
- [17] Будашко, В. В. Моделювання перехідних процесів у дизель-електричному комплексі з малооборотним дизелем і асинхронним двигуном на лінії валу рушія [Текст] / В. В. Будашко, Є. О. Юшков // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2010). Збірка матеріалів другої Міжнародної науково-практичної конференції у двох томах, т.2. Херсон: ХДМА, 2010, С.77-80.
- [18] Будашко, В. В. Параметризація потужних електричних машин при моделюванні судових пропульсивних комплексів [Текст] / В. В. Будашко // Наука в інформаційному просторі // Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції у восьми томах ISBN 978-617-645-140-2. – Дніпропетровськ: Біла К.О. – с. 80-83. Режим доступу: \WWW/ URL:http://www.confcontact.com/2013-nauka-v-informatsionnom-prostranstve/tn9_budashko.htm. – 16.05.2016 р. – Загол. з екрану.
- [19] Будашко, В. В. Приближення експериментальних даних при моделюванні енергетичних установок судових пропульсивних комплексів [Текст] / В. В. Будашко, І. М. Тарасов // Суднова енергетика: стан та проблеми // Міжнародна науково-технічна конференція. – Миколаїв, НУК: 13.11.2013 – 14.11.2013.
- [20] Будашко, В. В. Применение результатов натурных испытаний при моделировании энергетических установок комбинированных пропульсивных комплексов [Текст] / В. В. Будашко, Е. А. Юшков // European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences. The 8th International scientific conference proceedings (July 22, 2015). – Vienna: «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. – 2015. – P. 89-96.
- [21] Будашко, В. В. Проблеми технічної експлуатації суднової енергетичної установки бурового судна [Текст] / В. В. Будашко, О. А. Онищенко // Енергетика судна: експлуатація та ремонт // Матеріали науково-технічної конференції, 26.03.2014 - 28.03.2014. Частина II. – Одеса: ОНМА, 2014, С. 9-11.
- [22] Будашко, В. В. Система мониторинга состояния винторулевой колонки для предупреждения эффекта Коанда [Текст] / В. В. Будашко, В. В. Никольский, С. Г. Хнюнин, Ю. А. Накул // Автоматизация судовых технических средств: Науч.-техн. сб. – 2015. – Вып. 21. – Одесса: ОНМА. – С. 22-28.

- [23]Будашко, В. В. Суднова система моніторингу для попередження ефекту Коанда [Текст] / В. В. Будашко, В. В. Нікольський, С. Г. Хнюнін // Патент UA на корисну модель № 100819, 2015. Режим доступу: \WWW/ URL: <http://base.uiprv.org/searchINV/search.php?action=search>. – 16.05.2016 р. – Загол. з екрану.
- [24]Будашко, В.В. Оценка эффективности компенсации деградационных эффектов в комбинированном пропульсивном комплексе [Текст] / В. В. Будашко // Судовые энергетические установки: научно-технический сборник. Вып. 36. – Одесса: ОНМА, 2015. – С. 15-22. ISSN 1815-6770.
- [25]Будашко, В.В. Система імпульсно-фазового управління електроприводом суднової гвинто-кермової установки [Текст] / В. В. Будашко, Є. О. Юшков // Патент UA на корисну модель № 108074, 2016.
- [26]Глазева, О. В. Аспекти математичного моделювання елементів єдиних електроенергетичних установок комбінованих пропульсивних комплексів [Текст] / О. В. Глазева, В. В. Будашко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2015. – № 42 (1151). – С. 71-75.
- [27]Гончаренко, Д. А. Моделирование систем управления мощностью и крутящим моментом подруливающих устройств при позиционировании судов [Текст] / Д. А. Гончаренко, В. В. Будашко // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта (ISDMCI'2014). Материалы междунар. науч. конф. – Херсон: ХНТУ. – 2014. – С.59-61.
- [28]Дерменжи, В. В. Дослідження дестабілізаційних процесів у дводвигуновому електроприводі вантажнорозвантажувальної системи рефрижераторного судна [Текст] / В. В. Дерменжи, В. В. Будашко // Матеріали науково-методичної конференції «Актуальні питання суднової електротехніки і радіоелектроніки», 15.12.2015-16.12.2015, – Одеса: НУ ОМА, 2016, С. 62-66.
- [29]Нікольський, В. В. Система моніторингу позиціонування полупогружных плавучих бурових установок [Текст] / В. В. Нікольський, В. В. Будашко, С. Г. Хнюнін, Н. Е. Раєнко // Судовые энергетические установки: научно-технический сборник. Вып. 35. – Одесса: ОНМА, 2015. – С. 137-142. ISSN 1815-6770.
- [30]Слободянюк, І. С. Ідентифікація маркерів деградаційних ефектів на лініях потоків гребних гвинтів комбінованого пропульсивного комплексу [Текст] / І. С. Слободянюк, В. В. Будашко // Електромеханічні та енергетичні системи. Методи моделювання та оптимізації. Збірник наукових праць XV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів у місті Кременчук 11-12 квітня 2017 р. – Кременчук, КрНУ, 2017. – С. 84-85. ISSN 2079-5106.
- [31]Хнюнін, С. Г. Суднова система моніторингу для попередження ефекту Коанда [Текст] / С. Г. Хнюнін, В. В. Нікольський, В. В. Будашко // Патент UA на корисну модель № 107006, 2016.
- [32]Будашко, В. В. Концептуалізація науково-прикладних досліджень суднових енергетичних установок комбінованих пропульсивних комплексів [Текст] / В. В. Будашко // Актуальні проблеми суднової електроенергетики, електромеханіки та радіоелектроніки // Матеріали науково-методичної конференції, 11.12.2017-12.12.2017. – Одеса: НУ ОМА, 2018, С. 14-16.
- [33]Бондаренко, Д. В. Підвищення ефективності управління електроприводами рушіїв комбінованого пропульсивного комплексу [Текст] / Д. В. Бондаренко, І. С. Слободянюк, В. В. Будашко // Актуальні проблеми суднової електроенергетики, електромеханіки та радіоелектроніки // Матеріали науково-методичної конференції, 11.12.2017 – 12.12.2017. – Одеса: НУ ОМА, 2018, С. 74-78.
- [34]Nikolskyi, V. Development of a Computer System of Technical Condition for the Electric Podded Azimuth Thrusters [Text] / V. Nikolskyi, V. Budashko, S. Khniunin, M. Nikolskyi // Information technologies and computer modelling: proceedings of the International Scientific Conference May 14-19, 2018 Ivano-Frankivsk, Ukraine: Suprun V. P. – P. 157-160. ISBN 978-617-7468-26-3.
- [35]Nikolskyi, V. Parametrization and identification of energy flows in the ship propulsion complex [Text] / V. Nikolskyi, V. Budashko, S. Khniunin, M. Nikolskyi // 2018 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Slavske, 20-24 Feb. 2018, Ukraine: IEEE. – P. 288-294. Doi: 10.1109/TCSET.2018.8336205.
- [36]Будашко, В. В. Підвищення ефективності функціонування суднових енергетичних установок комбінованих пропульсивних комплексів. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту (0701 – транспорт і транспортна інфраструктура). – Національний університет «Одеська морська академія», Одеса, 2017, 422 с.
- [37]Budashko, V. Synthesis of the Management Strategy of the Ship Power Plant for the Combined Propulsion Complex [Text] / V. Budashko, V. Shevchenko // 2018 IEEE 5th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC), Kyiv, 16-18 Oct. 2018, Ukraine: IEEE. P. 106-108. Doi: 10.1109/MSNMC.2018.8576266. Режим доступу: \WWW/ URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8576266>. – 5.1.2019 р. – Загол. з екрану. Scopus.
- [38]Будашко, В.В. Ідентифікаційне маркування деградаційних ефектів на лінії гребних гвинтів [Текст] / В. В. Будашко, В. А. Шевченко, Д. А. Агапцев // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування // Матеріали 9-ї міжнародної науково-практичної конференції, 13-14 вересня 2018 р. – Херсон: ХДМА, 2018. – С. 112-118.

- [39]Будашко, В.В. Підвищення ефективності гібридних суднових комбінованих пропульсивних комплексів за різними критеріями стратегій енергоменеджменту [Текст] / В. В. Будашко // Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика // Матеріали науково-методичної конференції, 05.12.2018 – 06.12.2018. – Одеса: НУ ОМА, 2019. – С. 10-27.
- [40]Budashko, V.V. Integration of expert systems for the design of marine power plants of combined propulsion complexes [Text] / V.V. Budashko // SEA-CONF 2019 The 5th International Scientific Conference, May 17th - 18th, 2019. – Constanta: “MIRCEA CEL BATRAN” NAVAL ACADEMY. – P. 20-21.
- [41]Budashko, V. Multicriteria strategy of power managing system for ships power plants for combined propulsion complexes [Text] / Budashko V. // IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE). – 2019. – V. 14, I. 5. – P. 14-28. e-ISSN: 2278-1676, p-ISSN: 2320-3331. Doi: 10.9790/1676-1405011428.
- [42]Budashko, V. Вдосконалення стратегії управління багатомасовою електромеханічною системою [Текст] / V. Budashko, V. Shevchenko // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal). – 2019. – V. 9 (49). – P. 38-43.
- [43]Budashko, V. V. Increasing the efficiency of hybrid propulsion complexes for multipurpose vessels by different criteria of the energy management strategies [Text] / V. V. Budashko // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal). – 2019. – V. 10 (50). – P. 53-62.
- [44]Будашко, В. В. Методологія розробки навчальних курсів в умовах скорочення аудиторних годин / В. В. Будашко // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», 05.11.2019-06.11.2019. – Одеса: НУ «ОМА», 2020. – С.10-21. ISSN 2706-7874 (print). DOI: dx.doi.org/10.31653/2706-7874.