

**ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА
ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ**

ItaTMBBT-2023

**INNOVATIONS AND TECHNOLOGIES IN MARITIME AND
INLAND WATER TRANSPORT**

IandTMIWT-2023

Збірка матеріалів конференції

**22-23 листопада
2023 року
НУ «ОМА», Одеса, Україна**

**November 22-23
2023
NU «OMA», Odessa, Ukraine**



Матеріали III науково-технічної конференції молодих вчених «Інновації та технології на морському та внутрішньому водному транспорті» 22.11.2023-23.11.2023. – Одеса: НУ ОМА, 2023. – 36 с.

Автори статей несуть персональну відповідальність за зміст та відсутність граматичних, синтаксичних та стилістичних помилок наданих матеріалів.

Усі статті перевіряються на оригінальність (плагіат) у відповідності до чинного положення щодо академічної доброчесності «Положення про систему запобігання та виявлення академічного плагіату у наукових працівників та здобувачів вищої освіти НУ «ОМА»» №2-03-3 та РАМКОВОГО КОДЕКСУ академічної доброчесності № 2-03-93 Національного університету «Одеська морська академія».

ПЕРЕДМОВА

Шановні молоді вчені!

Вітаємо вас з випуском третього збірника тез доповідей науково-технічної конференції молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ» (ІтаТМВВТ-2023).

Основним завданням конференції є розвиток наукової та творчої активності студентів, аспірантів та молодих вчених, залучення їх до вирішення актуальних науково-технічних задач у транспортній галузі, обговорення широкого кола нових наукових і практичних результатів застосування сучасних інновацій та технологій на морському та внутрішньому водному транспорті, вирішення завдань сучасної науки, формування єдиного науково-освітнього простору, встановлення наукових зв'язків між молодими вченими.

До матеріалів конференції вошли праці молодих науковців по актуальним напрямкам наукових досліджень у транспортній галузі:

- Секція 1** Навігація, морська інженерія та безпека судноплавства
- Секція 2** Управління судновими технічними системами і комплексами
- Секція 3** Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики
- Секція 4** Автоматизоване управління технологічними процесами
- Секція 5** Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси
- Секція 6** Менеджмент в галузі морського та річкового транспорту
- Секція 7** Морське право
- Секція 8** Освіта та наука у підготовці воєнних моряків.

Дана збірка матеріалів конференції стане корисною для її учасників а саме: при вступі до магістратури, при вступі до аспірантури, при захисті випускної кваліфікаційної роботи, при участі у стипендіальних та грантових програмах, тому запрошуємо усіх до участі у наступних конференціях **ІтаТМВВТ**.

Організатори висловлюють свою щирю подяку авторам доповідей та бажають всім надихнення, нових наукових ідей, відкриттів та плідної роботи для досягнення поставлених цілей та задач.

З повагою, Оргкомітет конференції ІтаТМВВТ-2023



З М І С Т

<i>Коновалов С.В., керівник Малявін І.П.</i> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ СУДНОВОГО ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА	4
<i>Швидкий О.С., Кардіако К.В., керівник Будашико В.В.</i> ВАЛОГЕНЕРАТОР-ДВИГУН З ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ	6
<i>Жакота О.В., керівник Петрушин В. С.</i> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРОЮ ОХОЛОДЖУЮЧОЇ ВОДИ СУДНОВОГО ДИЗЕЛЯ	14
<i>Бічев В.І., Артюх В.О., керівник Будашико В.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІТРОГЕНЕРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ	15
<i>Бекк А.О., керівник Дрозд О.В.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВОЇ СИСТЕМИ MGPS	21
<i>Барков В.Ю., Шеметенков Д.О., керівники Бондаренко А. В., Сандлер А. К.</i> ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВИХ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МЕХАНІЗМІВ	24
<i>Дмухайлов Д.Д., керівник Рябцов О.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ П'ЄЗОЕЛЕМЕНТУ БІМОРФНИХ ПЛАСТИН	26
<i>Марченко В.Т., керівник Костиця О. В.</i> СУЧАСНИЙ СТАН СОЦІАЛЬНОГО ЗАХИСТУ МОРЯКІВ	29
<i>Канєвський С.О., керівники Дубовик В.О., Дудко С.А.</i> ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ СУДНОВИХ ГОЛОВНИХ ДВИГУНІВ З ЕЛЕКТРОННОЮ СИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ ПОДАЧИ ПАЛИВА	31
<i>Ширяєва А.Д.</i> КАДРОВИЙ ДЕФЦИТ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	32
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ ОПИС	35

УДК 621.436

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ СУДНОВОГО ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

Коновалов С.В., Малявін І.П.

Національний університет «Одеська морська академія»

Аналіз процесів експлуатації суднових енергетичних установок (СЕУ) показує, що найчастіше відмова обладнання пов'язані з дизельними агрегатами головних і допоміжних установок. При цьому 60 – 90% всіх відмов припадає на дизелі і допоміжні системи, що їх обслуговують [1]. З представленого обсягу від 15 до 25% припадало на суднові дизель-генератори (СДГ) [2].

У зв'язку з цим аналіз сучасних наукових методів та алгоритмів діагностики параметрів СДГ є актуальним науковим завданням. В даний час у суднових системах контролю та моніторингу агрегатів СЕУ, зокрема компанії Kongsberg, використовується значна кількість спеціальних програмних засобів контролю та виведення повідомлень про аварійні ситуації [3]. Разом з тим, практика показує, що необхідно вдосконалення існуючих та розробка нових практичних методів, які б забезпечували більш ефективний контроль та прогноз можливих ризиків виходу з ладу обладнання СДГ.

Одним із можливих наукових напрямів, що сприяють підвищенню якості процесів контролю та діагностики технічного стану СДГ, можна вважати запровадження експертних систем, зокрема працюючих на основі теорії нечіткої логіки [4]. Дані експертні системи (ЕС) успішно зарекомендували себе під час діагностики широкого ряду технічних систем. Головною відмінністю даних інтелектуальних систем є використання досвіду, знань та інтуїції експертів (технічних фахівців із ремонту та обслуговування СДГ).

Впровадження такої експертної системи передбачається для системи управління судновою електричною станцією РРМ (рис.1). Система управління електростанцією РРМ містить широкий набір функцій, необхідний для управління енергоустановки морського базування. Система забезпечує функції управління, контролю і захисту як генераторного агрегату так і електростанції в цілому. Система проводить вимірювання всіх необхідних параметрів електростанції з відображенням на дисплеї. Наявність інтелектуальної експертної системи аналізу інформації про поточну роботу параметрів СДГ, встановлену на робочих станціях, дозволить, на думку авторів, здійснити своєчасний оперативний контроль та ремонт обладнання до настання аварійних ситуацій.

Основна труднощі у створенні інтелектуальної ЕС СДГ у тому, що експлуатація суднового електроустаткування характеризується суттєвою невизначеністю. Це пов'язано з характерними для морської експлуатації факторами: хитавиця, вплив людського фактору, необхідність здійснення маневрів і пов'язані з цим змінні режими навантаження роботи СДГ. Для визначення технічного стану елементів СДГ застосування апарату нечіткої логіки дозволяє працювати з існуючою невизначеністю, неповнотою та нечіткістю інформації. На думку авторів у моделі нечіткої експертної системи для визначення технічного стану СДГ вхідними змінними є опір ізоляції, повна потужність, температура обмотки статора, температура обмотки ротора, температура підшипника, вібрація генератора, зміна кольору вихлопних газів дизеля, зміна температури охолоджуючої води та тиску мастила у дизелі, збільшення подачі палива на базових режимах. Виходом параметром є технічний стан СДГ та

його підсистем у вигляді нечітких множин («не задовільний», «задовільний», «добрий», «дуже добрий») та рекомендації щодо подальшої експлуатації та обслуговування.

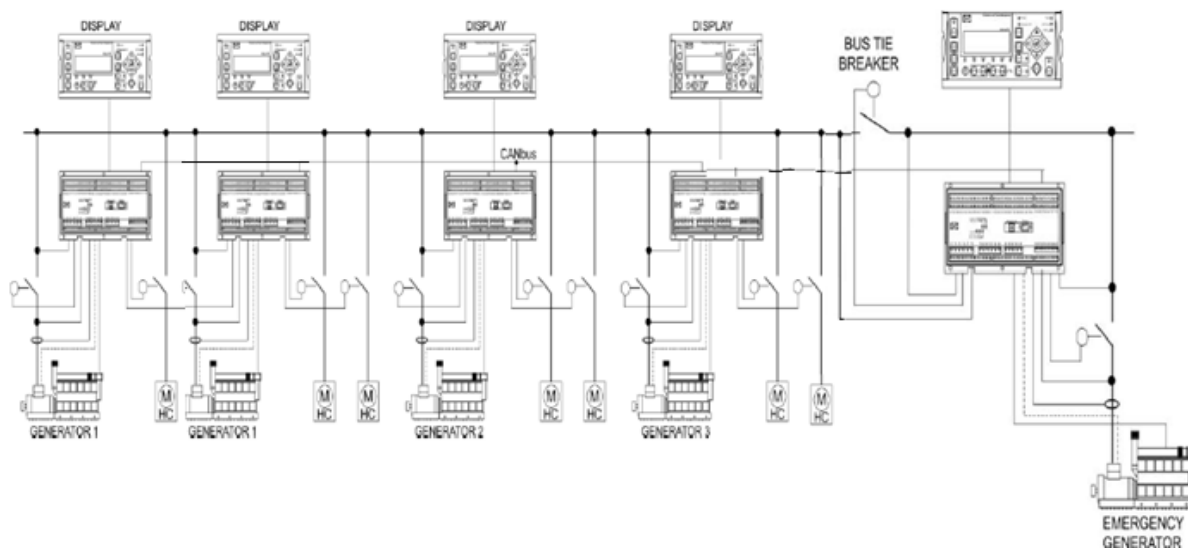


Рисунок 1 – Структурна схема системи управління суднової електричної станції PPM

Висновки. Впровадження нечіткої експертної системи аналізу інформації про поточну роботу параметрів СДГ, встановленої на робочих станціях ЦПУ, дозволить, на думку авторів, здійснити своєчасний оперативний контроль до настання аварійних ситуацій. Запропонована нечітка модель оцінки технічного стану СДГ буде сприяти збільшення ресурсних характеристик та продовження міжремонтного періоду експлуатації СДГ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Porteiro, J.; Collazo, J.; Patiño, D.; Míguez, J.L. Dieselengineconditionmonitoringusing a multi-netneuralnetworksystemwithnonintrusivesensors. Appl. Ther. Eng. 2011, 31, 4097–4105.
2. Steklov, A.S. Neuro-fuzzymodelfordiagnosingthetechnicalconditionof a synchronousgenerator / A.S. Steklov, D.S. Podkovyrin // Chiefpowerengineer. 2015. No. 11–12. pp. 34–42.
3. <https://www.kongsberg.com/maritime>
4. https://www.researchgate.net/publication/233644748_Fuzzy_logicbased_expert_system_for_diesel_engine_oil_analysis_diagnosis

Коновалов Сергій Володимирович
 магістр, національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;
 e-mail: konovalov320@ukr.net

Науковий керівник Малявін Ігор Павлович
 к.т.н., доцент кафедри електричної інженерії та електроніки
 національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса;
 e-mail: ihormaliavin@gmail.com

УДК 629.56.064.5+620.9+629.5

ВАЛОГЕНЕРАТОР-ДВИГУН З ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ

Швидкий О.С.

Національний університет «Одеська морська академія»

Гібридні (комбіновані) пропульсивні комплекси (КПК) поєднують в собі переваги класичної дизельної енергетичної установки з особливостями гребної електричної установки [1-5]. У своїй найпростішій формі конфігурація складається з підключеного до редуктора малообертового дизельного двигуна (МОД), працюючого на гвинт та електричної машини (ЕМ), яка може працювати в режимі генератора або в режимі двигуна. Це дає можливість роботи КПК в режимі відключення живлення (PTO – Power take off) або режиму накопичення енергії (PTI – Power take in) в межах основного діапазону обертів головного двигуна [6-10].

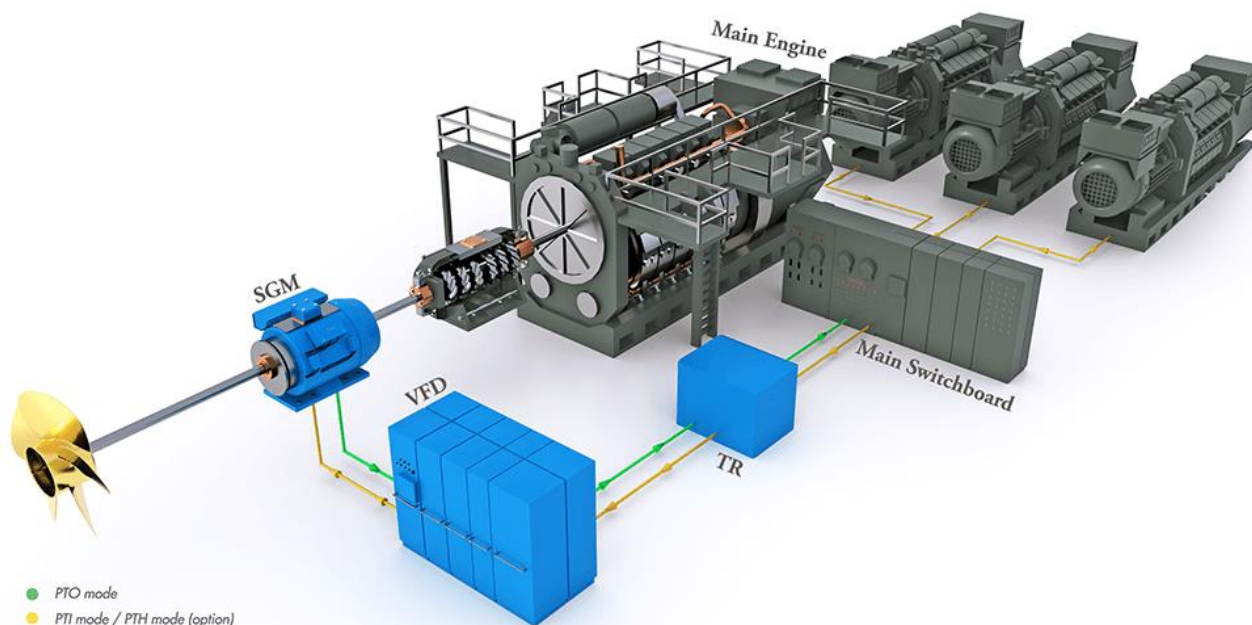


Рисунок 1 – Конфігурація комбінованого пропульсивного комплексу та валогенератора з режимами PTO/PTI

(Main Engine – головний двигун пропульсивної установки судна, Main Switchboard – головний розподільчий щит, TR – трансформатор напруги, VFD (Variable-frequency drive) – перетворювач частоти, SGM (Shaft Generator Motor) – валогенератор-двигун, PTO/PTI mode – лінії зв'язку при роботі пропульсивного комплексу в режимі PTO/PTI)

Power Take-Off (PTO) - це режим роботи пропульсивного комплексу та суднової електростанції, коли валогенератор відбирає потужність та оберти від головного двигуна судна і працює як генератор, тобто подає живлення до електростанції з номінальною напругою та частотою [11-16].

PTO може бути здійснений за допомогою механічних з'єднань, гідравлічних насосів або інших методів передачі потужності.

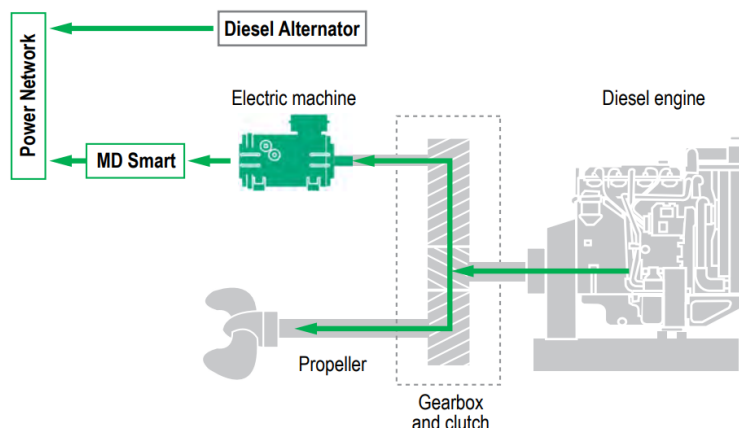


Рисунок 2 – Схема роботи КПК в режимі PTO (*Diesel Engine* – головний двигун, *Diesel Alternator* – генераторний агрегат, *Power Network* – суднова електроенергетична станція, *MDSmart* – перетворювач частоти фірми LeroySomer, *Electric machine* – валогенератор/двигун, *Gearbox and clutch* – муфта зчеплення, *Propeller* – гвинт судна)

Power Take-In (PTI) – це режим, в якому валогенератор віддає потужність на вал пропульсивної установки та працює як електродвигун. Може бути встановлений датчик зворотного зв'язку швидкості (*speed reference*) для обмеження моменту відповідно до параметрів системи.

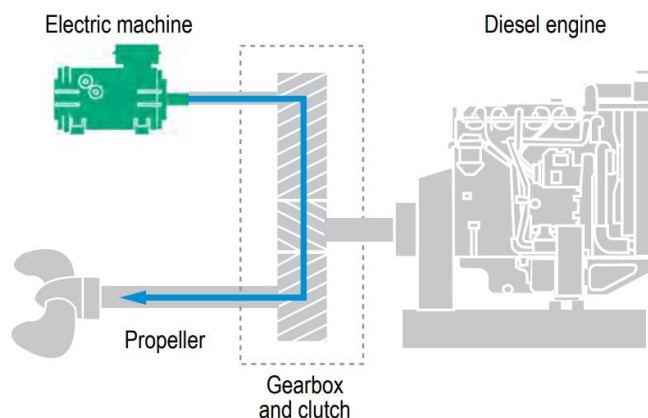


Рисунок 3 – Схема роботи КПК в режимі PTI (*Diesel Engine* – головний двигун, *Electric machine* – валогенератор/двигун, *Gearbox and clutch* – муфта зчеплення, *Propeller* – гвинт судна)

Керування режимами роботи генератора-двигуна та регулювання обертів, потужності, напруги і частоти реалізується за допомогою спеціалізованої системи управління, яка може включати в себе різні компоненти, такі як:

- PLC (програмований логічний контролер) – дозволяє програмувати різні режими роботи SGM та використовувати логічні алгоритми чи спеціалізовані програми для виконання різних завдань керування.
- Інвертори з ШІМ (Широтно-імпульсна модуляція) – інвертори використовуються для зміни постійного струму в змінний струм. Інвертори з ШІМ дозволяють регулювати напругу та частоту живлення SGM, що впливає на його оберти і потужність.
- Датчики зворотного зв'язку – вимірюють оберти, потужність та інші параметри і дозволяють системі управління коригувати вихідну величину в реальному часі для досягнення бажаних результатів, таким чином реалізується керування зі зворотнім зв'язком (*Closed-Loop Control*)

- Спеціалізоване програмне забезпечення: управління SGM також може включати в себе спеціалізоване програмне забезпечення для налаштування режимів роботи, моніторингу та збереження даних про роботу системи.

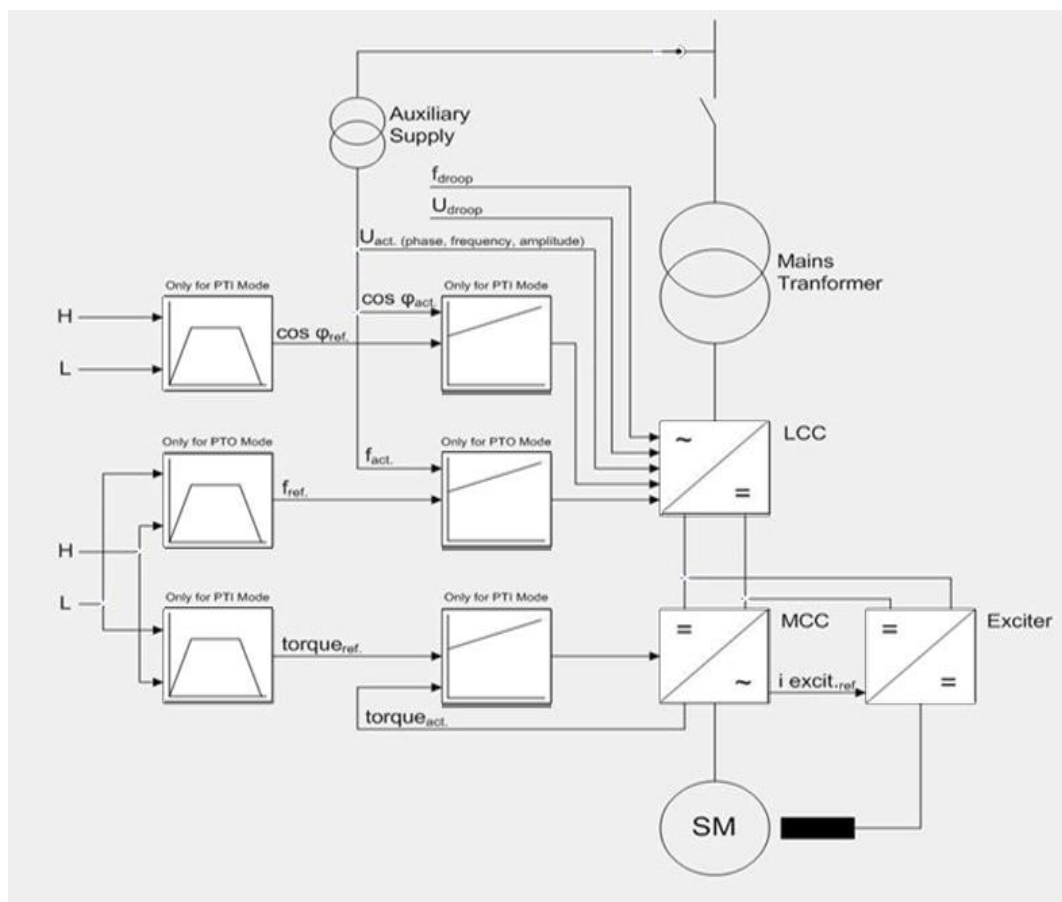


Рисунок 4 – Схема керування валогенератора зі зворотнім зв'язком Closed-loop (Mains Transformer – трансформатор мережі, Auxiliary Supply – додаткове живлення, LLC (Line Connected Converter) – конвертер під'єднаний до мережі, MCC (Motor Connected Converter) – конвертер під'єднаний до валогенератора, Exciter – збудження валогенератора, U, f_{act} – фактична напруга та частота мережі, U, f_{droop} – функція спаду напруги та частоти, яка визначає як змінюється U, f при зміні навантаження, $torque_{act}, ref$ – момент на валу двигуна SGM реальний та заданий, $\cos \phi_{act}, ref$ – коефіцієнт потужності реальний та заданий (відношення активної потужності P до загальної S), f_{ref} – задана частота валогенератора)

Компанія SIEMENS для керування SGM використовує конвертори - перетворювачі частоти (ПЧ) SINAMICS з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ) на базі IGBT транзисторів [17-22].

Широтно-імпульсна модуляція (ШІМ) - це метод керування електричними сигналами, де час увімкнення (ширина імпульсу) і час вимкнення змінюються з необхідною частотою (частота комутації) для створення бажаної величини напруги або струму на виході.

Чим ширший імпульс, тим більша потужність або напруга. Частота зміни імпульсів також впливає на характеристики сигналу. Для отримання правильної синусоїдальної форми напруги змінного струму напруга вирівнюється за допомогою фільтрів, і частота модуляції вища, ніж для стандартних рішень активного фільтра електромережі (AFE). Це спрямовано на забезпечення надійної та ефективної роботи системи.

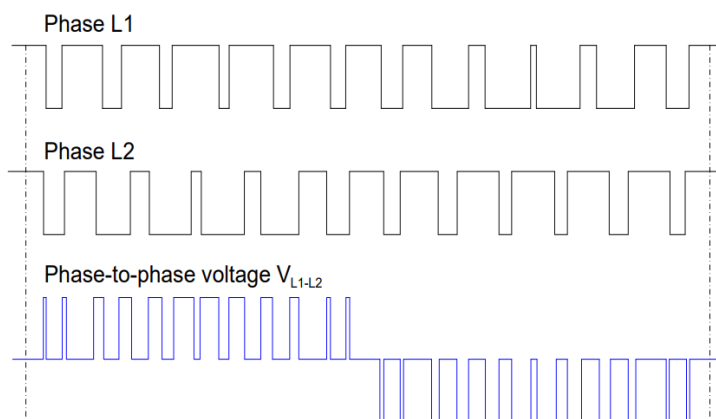


Рисунок 5 – Формування імпульсів різної ширини (Phase L1 – фаза L1, Phase L2 – фаза L2, Phase-to-phase voltage V_{L1-L2} – фазна напруга L1-L2)

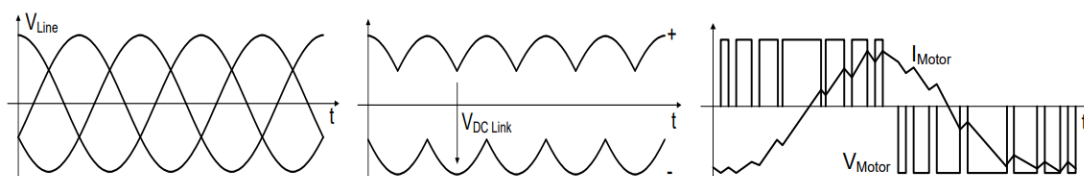


Рисунок 6 – Формування напруги за допомогою ШІМ (V_{line} – лінійна напруга, $V_{dc link}$ – напруга ланки постійного струму, I , V_{motor} – струм та напруга валогенератор-двигуна)

Цікавою особливістю конверторів SIEMENS є наявність режиму компенсації реактивної потужності (Reactive Current Compensation, RCC).

В режимі RCC конвертер працює для подачі реактивного навантаження в електромережу, навіть якщо основний двигун не працює або оберти основного двигуна нижчі від мінімального обмеження роботи генератора. У цьому випадку працює тільки LCC (рис. 4), MCC та Exciter не працюють, щоб уникнути втрат в системі.

Таким чином системи управління SIEMENS SINAMICS надають можливість використовувати всі переваги валогенератора та двигуна як гребної електричної установки.

Комбіновані пропульсивні комплекси на сьогоднішній день все частіше використовуються на судах з метою відповідності резолюціям MARPOL [23-28].

Судновласники зобов'язані розраховувати енергетичні показники ефективності (EEDI) з метою зменшення викидів вуглекислого газу та підвищення енергоефективності суднових пропульсивних комплексів [29-34].

На прикладі розрахунків EEDI компанією MAN розглянемо як КПК допомагають досягти бажаного показника енергоефективності [35-39].

$$EEDI \text{ with PTO} = \frac{\left(\left(P_{ME} - \frac{P_{AE,PTO}}{0.75}\right) \times 0.75 + P_{AE,PTO}\right) \times C_{F,ME} \times SFOC_{ME} + (P_{AE} - P_{AE,PTO}) \times SFOC_{AE} \times C_{F,AE}}{dwt \times V_{ref}} = \quad (1)$$

$$\frac{\left(\left(7800 - \frac{281}{0.75}\right) \times 0.75 + 281\right) \times 3.206 \times 167.1 + (390 - 281) \times 210 \times 3.206}{50000 \times 13.06} = 4.84$$

де, P_{ME} - потужність головного двигуна при 75% MCR (максимальна номінальна потужність); $P_{AE,PTO}$ - потужність валогенератора-двигуна; C_F - коефіцієнт вуглецю, який враховує масу CO₂, викинуту на одиницю маси пального, яке спалюється при роботі головного двигуна судна; SFOC - витрата пального (Specific Fuel Consumption) в г/кВт-год при 75% від максимальної номінальної потужності (MCR); dwt (deadweight tonnage) - показник

вантажопідйомності судна, що визначає максимальну вагу вантажу та пального, яку судно може перевозити. В даному випадку було проведено розрахунок для танкера вантажопідйомністю 50000 dwt; V_{ref} - швидкість судна.

$$\text{Relative EEDI} = \frac{4.84}{1,218.8 \times 50000^{-0.488}} = 79.1\% \quad (2)$$

Судна, побудовані після 1 січня 2020 року, повинні відповідати другій фазі EEDI, яка передбачає зменшення посиленних вимог до базового значення на 20%.

Зниження EEDI на 20,9% можна досягти завдяки системі прийому енергії (PTO), що відповідає EEDI фазі 2. Для відповідності EEDI фазі 3 у 2025 році може бути розглянуто зниження потужності SMCR (Specific maximum continuous rating) та використання альтернативних видів палива з меншим вмістом вуглецю.

Висновки. Метою даної роботи було показати дослідження розвитку суднових комбінованих пропульсивних систем в напрямку покращення електроенергетичних показників. Судновласники віддають перевагу комбінованим пропульсивним комплексам з валогенераторами, які можуть працювати в режимах PTO/PTI, а також гібридним комплексам з системами акумуляції енергії в батареї (Battery storage) [40].

Отже SGM PTO/PTI має наступні переваги:

- зниження витрат на пальне та мастильні матеріали;
- системи PTO вимагають менше обслуговування;
- використання системи PTO може покращити безпеку судна та екіпажу, зменшуючи залежність від традиційних дизельних генераторів.
- системи PTO можуть працювати з низьким рівнем шуму, що робить їх придатними для застосування на пасажирських суднах.
- за допомогою систем PTO можна зменшити розмір або кількість дизельних генераторів, що веде до зменшення ваги та об'єму на судні.
- системи PTO можуть бути легко інтегровані з дизельними генераторами, що дозволяє їм працювати разом для надійного забезпечення електроенергією судна.

Ці переваги роблять комбіновані пропульсивні комплекси привабливими для застосування в морській галузі та допомагають покращити ефективність та надійність роботи суден, але потребують подальшого дослідження в сфері якості електроенергії, оскільки перетворювачі частоти, які використовуються в системах управління потужними генераторами, створюють вищі гармоніки, що спотворюють якість напруги суднової електромережі.

ЛІТЕРАТУРА

1. V.V. Budashko. Ship's power plants of combined propulsion complexes: concepts, technologies, researching: Monograph. - NU "OMA" ISBN 978-617-7857-01-2, 2020. – 136p. [Електронний ресурс]. — Режим доступу:

https://www.academia.edu/44250509/SHIPS_POWER_PLANTS_OF_COMBINED_PROPULSION_COMPLEXES_CONCEPTS_TECHNOLOGIES_RESEARCHING_Monograph

2. Nikolskyi, V. Development of a Computer System of Technical Condition for the Electric Padded 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. Режим доступу: \WWW/ URL: <http://itcm.comp-sc.if.ua/2018/zbirnyk.pdf>. – 5.6.2018 p. – Загол. з екрану.

3. 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](https://doi.org/10.1109/TCSET.2018.8336205). Режим доступу: \WWW/
URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8336205>. – 5.9.2018 р. – Загол. з екрану. *Scopus, Web of Science*.
4. 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. Режим доступу: \WWW/ URL: http://www.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2016/09/Thesis_Budashko_END-1.pdf. – 5.9.2018 р. – Загол. з екрану.
5. 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](https://doi.org/10.1109/MSNMC.2018.8576266). Режим доступу: \WWW/ URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8576266>. – 5.1.2019 р. – Загол. з екрану.
6. Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», 22.11.2022 - 23.11.2022. – Одеса: НУ «ОМА», 2023. – 204 с. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/SEEEA-2022.22.11.22_1.pdf
7. 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. Режим доступу: \WWW/ URL: http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/electro_conf_50_60ka_228str.pdf – 5.1.2019 р. – Загол. з екрану.
8. 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. Режим доступу: \WWW/ URL: <https://www.anmb.ro/ro/conferinte/sea-conf/arhiva/program%20sea-conf%202019.pdf>. – 5.9.2019 р. – Загол. з екрану.
9. 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](https://doi.org/10.9790/1676-1405011428).
10. 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. Режим доступу: \WWW/ URL: https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/EESA_september_part_3.pdf. – 5.11.2019 р. – Загол. з екрану.
11. LEROY SOMER Marine Solutions/Proven solutions for Marine applications Propulsion & Power Grid 6097 en - 2022.06 / а. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.leroy-somer.com/documentation_pdf/6097_en.pdf
12. 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. Режим доступу: \WWW/ URL: https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/EESA_1050_oct_2019_part_4.pdf. – 5.11.2019 р. – Загол. з екрану.
13. Hvozdeva, I. Problems of Improving the Diagnostic Systems of Marine Diesel Generator Sets [Text] / I. Hvozdeva, V. Myrhorod, V. Budashko, V. Shevchenko // 2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Slavske, 25-29 Feb. 2020, Ukraine: IEEE. – P. 350-354. Doi: [10.1109/TCSET49122.2020.235453](https://doi.org/10.1109/TCSET49122.2020.235453).
14. Budashko, V. Thrusters physical model formalization with regard to situational and identification factors of motion modes [Text] / V. Budashko // International journal of energy and environment. – 2020. – V. 14. – P. 5-8, ISSN: 2308-1007. Doi: [10.46300/91012.2020.14.2](https://doi.org/10.46300/91012.2020.14.2).
15. Budashko, V. Thrusters physical model formalization with regard to situational and identification factors of motion modes [Text] / V. Budashko // 2020 International Conference on Electrical, Communication, and Computer Engineering (ICECCE), Istanbul, 12-13 June 2020, Turkey: IEEE. Pp. 1-6. Doi: [10.1109/ICECCE49384.2020.9179301](https://doi.org/10.1109/ICECCE49384.2020.9179301).

16. Myrhorod, V. Multi-parameter Diagnostic Model of the Technical Conditions Changes of Ship Diesel Generator Sets [Text] / V. Myrhorod, I. Hvozdeva, V. Budashko // 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenchuk, 21-25 Sept. 2020, Ukraine: IEEE. Pp. 1-5. Doi: [10.1109/PAEP49887.2020.9240905](https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240905).
17. SIEMENS Low Voltage Engineering manual Version 6.7 – June 2020, Supplement to Catalogs D 11 and D 21.3., 2020. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/185/83180185/att_1026522/v1/G130_G150_S120_S150_ext_config_man_0620_en-US.pdf
18. Будашко, В. В. Високовольтні технології в морській електроінженерії: монографія [Текст] / В. В. Будашко, О. М. Піпченко, В. В. Пономаренко, В. А. Шевченко // Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 398 с. ISBN 978-617-7857-02-9.
19. Budashko, V. Power plant, propulsion complex and control system of autonomous dual-purpose underwater vehicle [Text] / V.V. Budashko // 15th International Naval Engineering Conference and Exhibition (INEC/iSCSS 2020), 5-9 October 2020, Virtual online conference. Pp. 1-9. Available at: <https://events.rdmobile.com/Lists/Details/1071014>.
20. Budashko, V. Main problems of creating energy-efficient positioning systems for multipurpose sea vessels [Text] / V. Budashko, T. Obniavko, O. Onishchenko, Y. Dovidenko, D. Ungarov // 2020 IEEE 6th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC), 20-23 Oct. 2020, KYIV, Ukraine: IEEE. Pp. 106-109. Doi: [10.1109/MSNMC50359.2020.9255514](https://doi.org/10.1109/MSNMC50359.2020.9255514).
21. Budashko, V. The synthesis of control system to synchronize ship generator assemblies [Text] / V. Budashko, V. Shevchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – V. 1. – № 2(109). – P. 45-63. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2021.225517](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225517).
22. Budashko, V. Solving a task of coordinated control over a ship automated electric power system under a changing load [Text] / V. Budashko, V. Shevchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – V. 2. – № 2(110). – P. 54-70. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2021.229033](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229033).
23. Annex 1 Resolution MEPC.328(76)., [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/eedi/MEPC.328\(76\).pdf](https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/eedi/MEPC.328(76).pdf)
24. Будашко, В. В. Координоване управління судновою автоматизованою електроенергетичною системою при змінах навантаження [Текст] / В. В. Будашко, В. А. Шевченко, С. О. Зеленюк, Д. І. Марфела // Results of modern scientific research and development Proceedings of the 7th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Madrid, Spain. 2021. Pp. 109-116. Режим доступу: \WWW/ URL: <https://sci-conf.com.ua/vii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-results-of-modern-scientific-research-and-development-19-21-sentyabrya-2021-goda-madrid-ispaniya-arhiv/>. – 21.09.2021 р. – Загол. з екрану.
25. Гвоздева, І. М. Двовимірне сингулярне розкладання компонент часових рядів [Текст] / І. М. Гвоздева, В. Ф. Миргород, В. В. Будашко // Прикладні питання математичного моделювання. – 2021. – Т. 4 (№ 2.1). – С. 66-75. – Херсон: ХНТУ. ISSN 2618-0332. Doi: [10.32782/KNTU2618-0340/2021.4.2-1.6](https://doi.org/10.32782/KNTU2618-0340/2021.4.2-1.6). Режим доступу: \WWW/ URL: <https://ojs.kntu.net.ua/index.php/aqmm/issue/download/7/6>. – 21.09.2021 р. – Загол. з екрану.
26. Гвоздева, І. М. Двовимірне сингулярне розкладання компонент часових рядів / І. М. Гвоздева, В. Ф. Миргород, В. В. Будашко // Матеріали XXII Міжнародної конференції з математичного моделювання (МКММ-2021), 13-17 вересня 2021 р., м. Херсон. – 2021. – Херсон: ХНТУ. – С. 30. Режим доступу: \WWW/ URL: <http://surl.li/agrpi> – 21.09.2021 р. – Загол. з екрану.
27. Budashko, V. Diagnosis of the Technical Condition of High-Tech Complexes by Probabilistic Methods [Text] / V. Budashko, I. Hvozdeva, V. Shevchenko, V. Myrhorod, A. Sandler, O. Glazeva // 2022 IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Slavske, 22-26 Feb. 2022, Ukraine: IEEE TCSET 2022. – P. 7-14.
28. Budashko, V. Optimization of the control system for an electric power system operating on a constant power hyperbole [Text] / V. Budashko, A. Sandler, V. Shevchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – V. 1. – № 8(115). – P. 6-17. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2022.252172](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252172).
29. Annex 9 Resolution MEPC.364(79)., [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/eedi/9_MEPC.79\(15\).pdf](https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/eedi/9_MEPC.79(15).pdf)

30. Budashko, V. V. Prospektive globale wissenschaftliche Trends: Modern technologies and concepts of researching for ship power plants of combined propulsion complexes: Monograph [Text] / V.V. Budashko // ScientificWorld-NetAkhatAV Lußstr 13, Karlsruhe, Germany in conjunction with Institute «SE&E», 2021. – Book 7. – Part 7. – 152 p. ISBN 978-3-949059-43-8 Doi: [10.30890/2709-2313.2021-07-07](https://doi.org/10.30890/2709-2313.2021-07-07).
31. Budashko, V. Diagnosis of the Technical Condition of High-tech Complexes by Probabilistic Methods [Text] / V. Budashko, A. Sandler, V. Shevchenko // International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation (TransNav). – 2022. – V. 16. – № 1. – P. 105-111. ISSN 2083-6473, ISSN 2083-6481 (electronic version). Doi: [10.12716/1001.16.01.11](https://doi.org/10.12716/1001.16.01.11).
32. Миргород, В.Ф. Апроксимаційно-марківські моделі зміни параметрів технічного стану енергетичних установок / В.Ф. Миргород, І.М. Гвоздева, В.В. Будашко // Тези доповідей 27 Міжнародного конгресу двигунобудівників [Збірка тез (5-10 вересня 2019 р.)]. – Харків: НАУ «ХАІ», 2022. – С. 54. Режим доступу: \WWW/ URL: https://drive.google.com/file/d/1b_3rP4XqCNBXD998KaqqKTCxE8KP3C9z/view?usp=sharing. – 28.09.2022 р. – Загол. з екрану.
33. Myrhorod, V. Approximation-markov models of changes in the technical condition parameters of power and energy installations in long-term operation [Text] / Myrhorod, V., Gvozdeva, I., Budashko, V. // Aerospace technic and technology. – 2022. – V. 4 (1.2). – P. 73-79. Doi: [10.32620/aktt.2022.4sup2.11](https://doi.org/10.32620/aktt.2022.4sup2.11).
34. Будашко, В. В. Захист причинних артилерійських гармат [Текст] / В. В. Будашко, А. К. Сандлер, А. А. Шевченко, Д. І. Марфела // Патент UA на корисну модель № 150836, 2022. Режим доступу: \WWW/ URL: <http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=search>. – 28.09.2022 р. – Загол. з екрану.
35. MAN, Energy Solutions / Shaft generator for low-speed main engines., [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.man-es.com/docs/default-source/marine/tools/5510-0003-03ppr.pdf?sfvrsn=b570e4e5_12
36. Sandler, A. Improving tools for diagnosing technical condition of ship electric power installations [Text] / A. Sandler, V. Budashko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – V. 5. – № 5(119). – P. 25-33. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2022.266267](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266267).
37. Budashko, V., Sandler, A., & Khniunin, S. (2023). Improving the method of linear-quadratic control over a physical model of vessel with azimuthal thrusters. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(2 (121), 49–71. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.273934>.
38. Будашко, В. В. Волоконно-оптичний інклінометр [Текст] / А. К. Сандлер, В. В. Будашко // Патент UA на корисну модель № 153064, 2023, МПК (2023.1) G01M 11/00 G01C 9/00; Заявник та володар патенту Національний університет "Одеська морська академія". – u202203784. – заявл. 11.10.2022; опубл. 17.05.2023, бюл. № 20/2023. – 3 с. Режим доступу: \WWW/ URL: <http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=search>. – 28.05.2023 р. – Загол. з екрану.
39. Sandler, A., Budashko, V., Khniunin, S., Bogach, V. (2023). Improving the mathematical model of a fiber-optic inclinometer for vibration diagnostics of elements in the propulsion system with sliding bearings. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Applied physics, 5 (5(125)), 24-31. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289773>.
40. Elizabeth Lindstada, Torstein Ingebrigtsen. Potential power setups, fuels and hull designs capable of satisfying future EEDI requirements., [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920918302578>

Швидкий Олександр Сергійович

магістр, національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;

e-mail: shvydkyio@gmail.com

Науковий керівник Будашко Віталій Віталійович

д.т.н., директор ННІ А та ЕМ національного університету "Одеська морська академія", м. Одеса;

e-mail: bvv@te.net.ua

УДК.629.12.056

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРОЮ ОХОЛОДЖУЮЧОЇ ВОДИ СУДНОВОГО ДИЗЕЛЯ

Жакота О.В.

Національний університет «Одеська морська академія»

Відомо, що система охолодження суднового дизельного двигуна (призначена для охолодження деталей циліндрових втулок, кришок, поршнів, випускних колекторів та ін.) забезпечує його нормальну роботи [1]. Для підтримки заданого значення температури води охолодження на виході із головного двигуна застосовуються системи автоматичного регулювання (САР). Типові САР температури води реалізують традиційний ПІ - закон управління. При цьому особливістю роботи САР є те, що об'єкти управління працюють у несприятливих умовах високих температур, хвилових коливань, вібрацій тощо. САР параметрів головного двигуна схильні до впливу значної кількості змінних факторів, врахувати які при проектуванні неможливо, що робить необхідним проведення коригування налаштувань регуляторів, отриманих на основі аналітичних моделей. Традиційні регулятори, як правило, не оснащені системами адаптації параметрів, що знижує якість процесів управління і призводить до позаштатних ситуацій. Для удосконалення представлених САР температури охолоджувальної води пропонується до оснащення їх додатковими алгоритмами, що діють на основі штучних нейронних мереж [2].

На схемі (рис.1) представлений процес управління, який використовує принцип перепуску контуру прісної води через трьохходовий клапан з електроприводом [3]. Сигнал від датчика температури (ТЕ) термометра опору подається на інтелектуальний контролер IntelLite (ТС). Контролер реалізує адаптивний нейромережевий алгоритм управління з передбаченням динаміки температури, а також позиційний закон для включення резервного насоса (Н) системи охолодження, отримуючи сигнал від реле тиску (РЕ). Вся інформація про параметри роботи системи управління надходить на сервер ЦПУ. На сервері знаходиться база даних, за допомогою якої відбувається навчання нейромережевого контролера на прогноз змін температури та інших параметрів для управління.

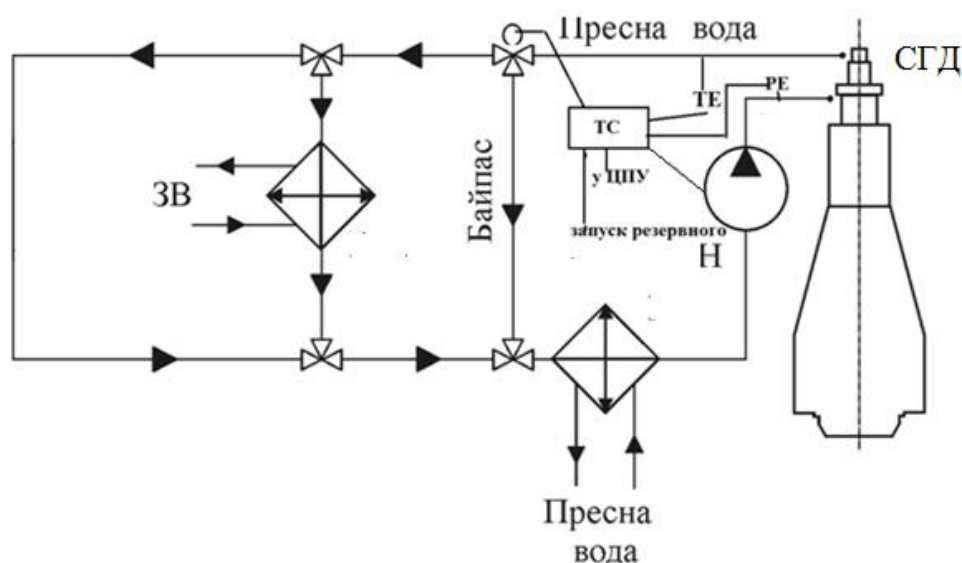


Рисунок 1 - Схема регулювання температури охолоджуючої води СГД методом перепуску прісної води : ЗВ – забортна вода; СГД- суднової головної двигун; ТС - контролер

Висновки. На думку авторів, запропонована інтелектуальна система управління має цілу низку переваг перед типовими САР з ПІ – регуляторами. Інтелектуальний контролер здатний до роботи зі складними об'єктами управління та адаптації до можливих невизначених ситуацій у процесах експлуатації в умовах змін навантаження СГД та погодних умов.

ЛІТЕРАТУРА

1. Heat Exchanger and Marine Cooling Systems // <https://www.marine-power.net>
2. Mykhailenko V.S. Analysis of Traditional and Neuro Fuzzy Adaptive System of Controlling the Primary Steam Temperature in the Direct Flow Steam Generators in Thermal Power Stations / V.S. Mikhailenko, R.Yu. Kharchenko. // Automatic Control and Computer Sciences. – 2014. – Vol. 48, № 6. – P. 334 – 343.
3. Шостак В.П. Системи суднових дизельних установок. Навчальний посібник – Миколаїв:НУК, 2021 - 128 с.

Жакота Олександр Вікторович

магістр, національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;

Науковий керівник Петрушин Віктор Сергійович

*д.т.н., професор кафедри електричної інженерії та електроніки
національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса.*

e-mail: victor_petrushin@ukr.net

УДК 629.56.064.5+620.9+629.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІТРОГЕНЕРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Артюх В.О., Бічев В.І.

Національний університет «Одеська морська академія»

Вітрогенератор, також відомий як вітряна турбіна або вітряний генератор - це пристрій, який перетворює кінетичну енергію вітру в електричну. Ця технологія відновлюваної енергії набула популярності як чиста та стійка альтернатива традиційним джерелам енергії.

Під якістю електроенергії розуміють надійність і характеристику електроенергії, яка постачається споживачам. Для забезпечення ефективної роботи пристроїв і обладнання вкрай важливо, щоб система постачання електроенергії відповідала певним стандартам.

Дослідження якості електричної енергії вітряного генератора на судні передбачає оцінку різних аспектів продуктивності системи та її впливу на електричну мережу судна. Основні фактори, які слід враховувати під час дослідження це:

1. Стабільність напруги та частоти: наскільки добре генератор інтегрується в електричну систему судна та його здатність підтримувати стабільну вихідну потужність;
2. Гармонійні створення: вміст гармонік у згенерованому електричному сигналі;
3. Коефіцієнт потужності: низький коефіцієнт потужності може призвести до неефективного використання електроенергії та вплинути на її загальну якість;
4. Перехідна характеристика: реакція вітрогенератора на раптові зміни навантаження або умов навколишнього середовища;

5. Ефективність: загальна ефективність вітрогенератора, включаючи ефективність турбіни, генератора та компонентів перетворення електроенергії. Врахування як механічних, так і електричних втрат;

6. Реєстрація та моніторинг даних: надійна система реєстрації даних і моніторингу для постійного відстеження та аналізу ефективності вітрогенератора з плином часу.

При проектуванні таких систем перспективним є використання комп'ютерних моделей. Використання такої моделі дозволяє значно скоротити стадії стендових випробувань і тим самим здешевити її ведення в експлуатацію [1-5].

Комп'ютерне моделювання передбачає використання комп'ютерів для створення та імітації моделей реальних систем. Воно часто включає математичні моделі, але поширюється на більш складне моделювання [6-11].

Спілкування з експертами, відновлюваних джерел енергії та морських технологій допоможе отримати цінну інформацію для нашого дослідження. Польові випробування та безперервний моніторинг роботи вітряного генератора на реальному судні можуть надати практичні дані для комплексної оцінки, але в даний момент можемо зробити лише моделювання системи [12-15].

Спираючись публікації [16-20], було створено модель ВЕУ у програмному застосунку Matlab-Simulink за допомогою вбудованих бібліотек та були отримані певні дані про якість електроенергії, яку виробляє вітрогенератор [21-24].

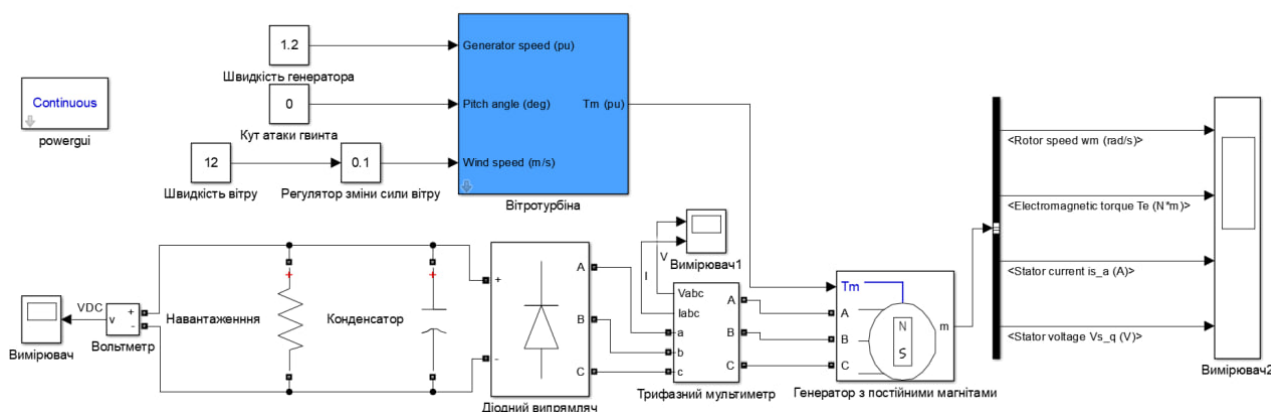


Рисунок 1 – Схема ВЕУ у Simulink при певному куті атаки лопатей

(Powergui - блок для задання параметрів розрахунку; швидкість генератора - блок для задання номінальної частоти обертання генератора в умовних одиницях; кут атаки гвинта – блок для задання кута атаки лопаті; швидкість вітру - блок для задання швидкості вітру; регулятор зміни сили вітру - блок для регулювання швидкості вітру; вітрогенератор - блок для симуляції механічної частини вітрогенератора; генератор з постійними магнітами - блок для симуляції генератора електроенергії; трифазний мультиметр - блок служить для вимірювання напруги та частоти; діодний випрямляч - блок для випрямлення напруги; конденсатор - блок для згладжування випрямленої напруги; навантаження - блок грає роль навантаження; вольтметр - блок служить для вимірювання випрямленої напруги; вимірювач - блоки для виводу графіків)

Таблиця 1- Вхідні параметри моделі

$P_{\text{ген}}, \text{кВт}$	$V_{\text{вітер}}, \text{м/с}$	$\beta_{\text{гвинта}}, \text{град}$	$\text{RPM}_{\text{ген}}, \text{в.о.}$	$R_{\text{нав}}, \text{Ом}$
7	12	0	1.2	1000

де $P_{\text{ген}}$ - потужність генератора;

$V_{\text{вітер}}$ - швидкість вітру;
 $\beta_{\text{гвинта}}$ - кут атаки гвинта;
 $\text{RPM}_{\text{ген}}$ - частота обертання генератора в відносних одиницях;
 $R_{\text{нав}}$ - опір навантаження.

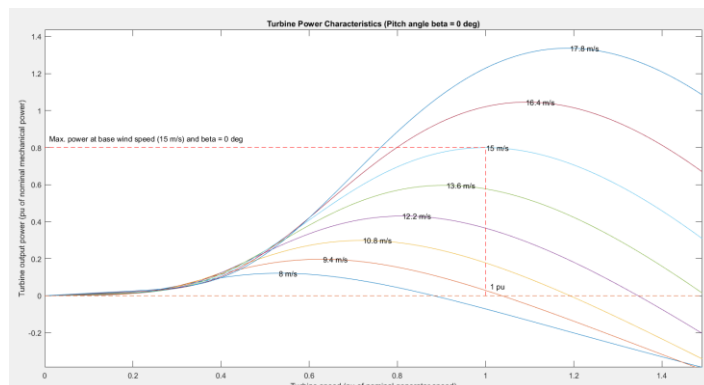


Рисунок 2 – Потужність турбіни у відносних одиницях ($\beta=0$) при відповідних значеннях швидкості вітру (*Turbine output power* - вихідна потужність турбіни; *Turbine speed* - номінальна швидкість турбіни)

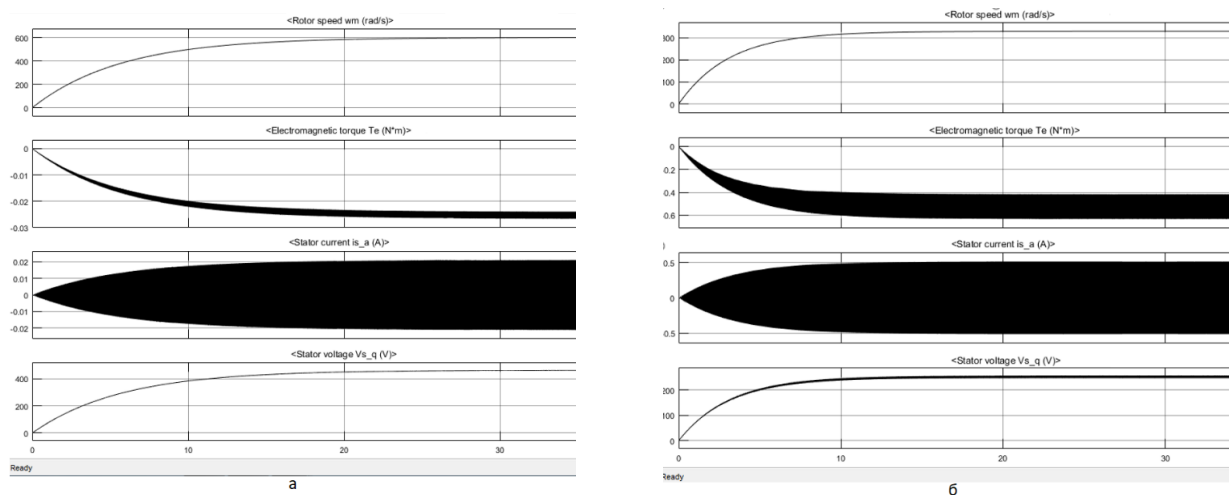


Рисунок 3 – Параметри генератора: а - без навантаження; б - під навантаженням

де: Rotor speed - швидкість ротора; Electromagnetic torque - електромагнітний момент; Stator current - струм статора; Stator voltage - напруга статора.

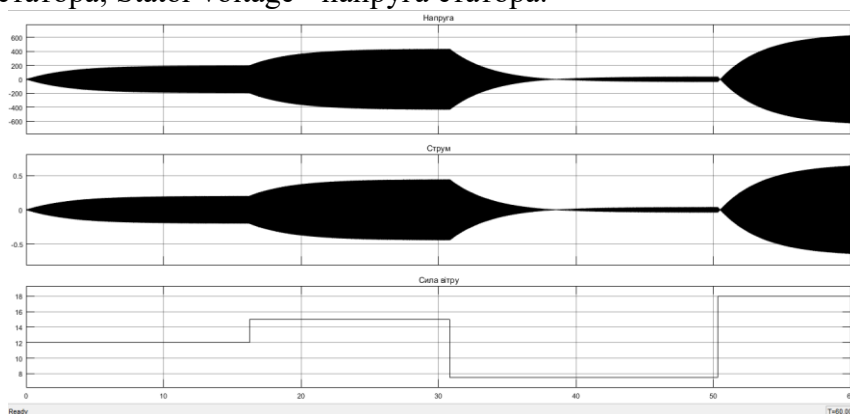


Рисунок 5 – Залежність вихідної напруги та струму від швидкості вітру (при $\beta=0$)

де Напруга - напруга виміряна за допомогою трифазного мультиметра;
Струм - струм виміряний за допомогою трифазного мультиметра;
Сила вітру - швидкість вітру в момент часу.

Висновки. Як видно із результатів моделювання якості електроенергії, яку виробляє вітрогенератор, дуже низька та не придатна для використання в судовій енергосистемі за умов не стабільності вихідних параметрів генератора, які прямо залежать від швидкості вітра. Модель була побудована у спрощеному вигляді для наглядної демонстрації [25].

Для можливості використання електроенергії виробленої вітрогенератором її потрібно перетворювати. Отриману «брудну» синусоїдальну напругу звести до напруги яка відповідає судовій системі електроживлення [26].

Якщо порівняти енергію, яку в теорії може виробляти суднова вітроелектростанція, та витрати на її обладнання і обслуговування, можна дійти до висновків, що дана система не є доцільною, тому що потребує більше витрат ніж виробляє електроенергії [27-35].

ЛІТЕРАТУРА

1. V.V. Budashko. Ship's power plants of combined propulsion complexes: concepts, technologies, researching: Monograph. - NU "OMA" ISBN 978-617-7857-01-2, 2020. – 136p. [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
https://www.academia.edu/44250509/SHIPS_POWER_PLANTS_OF_COMBINED_PROPULSION_COMPLEXES_CONCEPTS_TECHNOLOGIES_RESEARCHING_Monograph
2. 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. Режим доступу: \WWW/ URL: <http://itcm.comp-sc.if.ua/2018/zbirnyk.pdf>. – 5.6.2018 p. – Загол. з екрану.
3. 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](https://doi.org/10.1109/TCSET.2018.8336205). Режим доступу: \WWW/ URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8336205>. – 5.9.2018 p. – Загол. з екрану. Scopus, Web of Science.
4. Будашко, В. В. Підвищення ефективності функціонування судових 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. Режим доступу: \WWW/ URL: http://www.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2016/09/Thesis_Budashko_END-1.pdf. – 5.9.2018 p. – Загол. з екрану.
5. 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](https://doi.org/10.1109/MSNMC.2018.8576266). Режим доступу: \WWW/ URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8576266>. – 5.1.2019 p. – Загол. з екрану.
6. Thomas Ackerman, "Wind Power In Power Systems", Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden, Edition: John Wiley and sons, Ltd, 2005.
7. Будашко, В.В. Підвищення ефективності гібридних судових 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. Режим доступу: \WWW/ URL: http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/electro_conf_50_60ka_228str.pdf – 5.1.2019 p. – Загол. з екрану.
8. 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. Режим доступу: \WWW/ URL: <https://www.anmb.ro/ro/conferinte/sea-conf/arhiva/program%20sea-conf%202019.pdf>. – 5.9.2019 p. – Загол. з екрану.

9. 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](https://doi.org/10.9790/1676-1405011428).
10. 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. Режим доступу: \WWW/ URL: https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/EESA_september_part_3.pdf. – 5.11.2019 р. – Загол. з екрану.
11. 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. Режим доступу: \WWW/ URL: https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/EESA_1050_oct_2019_part_4.pdf. – 5.11.2019 р. – Загол. з екрану.
12. Hvozdeva, I. Problems of Improving the Diagnostic Systems of Marine Diesel Generator Sets [Text] / I. Hvozdeva, V. Myrhorod, V. Budashko, V. Shevchenko // 2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Slavske, 25-29 Feb. 2020, Ukraine: IEEE. – P. 350-354. Doi: [10.1109/TCSET49122.2020.235453](https://doi.org/10.1109/TCSET49122.2020.235453).
13. Budashko, V. Thrusters physical model formalization with regard to situational and identification factors of motion modes [Text] / V. Budashko // International journal of energy and environment. – 2020. – V. 14. – P. 5-8, ISSN: 2308-1007. Doi: [10.46300/91012.2020.14.2](https://doi.org/10.46300/91012.2020.14.2).
14. Budashko, V. Thrusters physical model formalization with regard to situational and identification factors of motion modes [Text] / V. Budashko // 2020 International Conference on Electrical, Communication, and Computer Engineering (ICECCE), Istanbul, 12-13 June 2020, Turkey: IEEE. Pp. 1-6. Doi: [10.1109/ICECCE49384.2020.9179301](https://doi.org/10.1109/ICECCE49384.2020.9179301).
15. Myrhorod, V. Multi-parameter Diagnostic Model of the Technical Conditions Changes of Ship Diesel Generator Sets [Text] / V. Myrhorod, I. Hvozdeva, V. Budashko // 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenchuk, 21-25 Sept. 2020, Ukraine: IEEE. Pp. 1-5. Doi: [10.1109/PAEP49887.2020.9240905](https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240905).
16. Будашко, В. В. Високовольтні технології в морській електроінженерії: монографія [Текст] / В. В. Будашко, О. М. Піпченко, В. В. Пономаренко, В. А. Шевченко // Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 398 с. ISBN 978-617-7857-02-9.
17. Budashko, V. Power plant, propulsion complex and control system of autonomous dual-purpose underwater vehicle [Text] / V. V. Budashko // 15th International Naval Engineering Conference and Exhibition (INEC/iSCSS 2020), 5-9 October 2020, Virtual online conference. Pp. 1-9. Available at: <https://events.rdmobile.com/Lists/Details/1071014>.
18. Budashko, V. Main problems of creating energy-efficient positioning systems for multipurpose sea vessels [Text] / V. Budashko, T. Obniavko, O. Onishchenko, Y. Dovidenko, D. Ungarov // 2020 IEEE 6th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC), 20-23 Oct. 2020, KYIV, Ukraine: IEEE. Pp. 106-109. Doi: [10.1109/MSNMC50359.2020.9255514](https://doi.org/10.1109/MSNMC50359.2020.9255514).
19. Budashko, V. The synthesis of control system to synchronize ship generator assemblies [Text] / V. Budashko, V. Shevchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – V. 1. – № 2(109). – P. 45-63. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2021.225517](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225517).
20. Budashko, V. Solving a task of coordinated control over a ship automated electric power system under a changing load [Text] / V. Budashko, V. Shevchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – V. 2. – № 2(110). – P. 54-70. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2021.229033](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229033).
21. Будашко, В. В. Координоване управління судновою автоматизованою електроенергетичною системою при змінах навантаження [Текст] / В. В. Будашко, В. А. Шевченко, С. О. Зеленюк, Д. І. Марфела // Results of modern scientific research and development Proceedings of the 7th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Madrid, Spain. 2021. Pp. 109-116. Режим доступу: \WWW/ URL: <https://sci-conf.com.ua/vii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-results-of-modern-scientific-research-and-development-19-21-sentyabrya-2021-goda-madrid-ispaniya-arhiv/>. – 21.09.2021 р. – Загол. з екрану.
22. Гвоздева, І. М. Двовимірне сингулярне розкладання компонент часових рядів [Текст] / І. М. Гвоздева, В. Ф. Миргород, В. В. Будашко // Прикладні питання математичного моделювання. – 2021. – Т. 4 (№ 2.1). – С. 66-75. – Херсон: ХНТУ. ISSN 2618-0332. Doi: [10.32782/KNTU2618-](https://doi.org/10.32782/KNTU2618-)

- 0340/2021.4.2-1.6. Режим доступу: \WWW/ URL: <https://ojs.kntu.net.ua/index.php/aqmm/issue/download/7/6>. – 21.09.2021 р. – Загол. з екрану.
23. Гвоздева, І. М. Двовимірне сингулярне розкладання компонент часових рядів / І. М. Гвоздева, В. Ф. Миргород, В. В. Будашко // Матеріали XXII Міжнародної конференції з математичного моделювання (МКММ-2021), 13-17 вересня 2021 р., м. Херсон. – 2021. – Херсон: ХНТУ. – С. 30. Режим доступу: \WWW/ URL: <http://surl.li/agrpi> – 21.09.2021 р. – Загол. з екрану.
24. Budashko, V. Diagnosis of the Technical Condition of High-Tech Complexes by Probabilistic Methods [Text] / V. Budashko, I. Hvozdeva, V. Shevchenko, V. Myrhorod, A. Sandler, O. Glazeva // 2022 IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Slavske, 22-26 Feb. 2022, Ukraine: IEEE TCSET 2022. – P. 7-14.
25. Modeling and Simulation of Windgenerator with Fixed Speed Wind Turbine Under Matlab-Simulink
26. Roshen T. Ahmad, Mahdi A. Abdul-Hussain, Modeling and Simulation of Wind Turbine Generator Using Matlab-Simulink
27. Budashko, V. Optimization of the control system for an electric power system operating on a constant power hyperbole [Text] / V. Budashko, A. Sandler, V. Shevchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – V. 1. – № 8(115). – P. 6-17. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2022.252172](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252172).
28. Budashko, V. V. Prospektive globale wissenschaftliche Trends: Modern technologies and concepts of researching for ship power plants of combined propulsion complexes: Monograph [Text] / V.V. Budashko // ScientificWorld-NetAkhatAV Lußstr 13, Karlsruhe, Germany in conjunction with Institute «SE&E», 2021. – Book 7. – Part 7. – 152 p. ISBN 978-3-949059-43-8 Doi: [10.30890/2709-2313.2021-07-07](https://doi.org/10.30890/2709-2313.2021-07-07).
29. Budashko, V. Diagnosis of the Technical Condition of High-tech Complexes by Probabilistic Methods [Text] / V. Budashko, A. Sandler, V. Shevchenko // International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation (TransNav). – 2022. – V. 16. – № 1. – P. 105-111. ISSN 2083-6473, ISSN 2083-6481 (electronic version). Doi: [10.12716/1001.16.01.11](https://doi.org/10.12716/1001.16.01.11).
30. Myrhorod, V. Approximation-markov models of changes in the technical condition parameters of power and energy installations in long-term operation [Text] / Myrhorod, V., Gvozdeva, I., Budashko, V. // Aerospace technic and technology. – 2022. – V. 4 (I.2). – P. 73-79. Doi: [10.32620/aktt.2022.4sup2.11](https://doi.org/10.32620/aktt.2022.4sup2.11).
31. Будашко, В. В. Захист причипних артилерійських гармат [Текст] / В. В. Будашко, А. К. Сандлер, А. А. Шевченко, Д. І. Марфела // Патент UA на корисну модель № 150836, 2022. Режим доступу: \WWW/ URL: <http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=search>. – 28.09.2022 р. – Загол. з екрану.
32. Sandler, A. Improving tools for diagnosing technical condition of ship electric power installations [Text] / A. Sandler, V. Budashko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – V. 5. – № 5(119). – P. 25-33. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2022.266267](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266267).
33. Budashko, V., Sandler, A., & Khniunin, S. (2023). Improving the method of linear-quadratic control over a physical model of vessel with azimuthal thrusters. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(2 (121), 49–71. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.273934>.
34. Будашко, В. В. Волоконно-оптичний інклінометр [Текст] / А. К. Сандлер, В. В. Будашко // Патент UA на корисну модель № 153064, 2023, МПК (2023.1) G01M 11/00 G01C 9/00; Заявник та володар патенту Національний університет "Одеська морська академія". – u202203784. – заявл. 11.10.2022; опубл. 17.05.2023, бюл. № 20/2023. – 3 с. Режим доступу: \WWW/ URL: <http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=search>. – 28.05.2023 р. – Загол. з екрану.
35. Sandler, A., Budashko, V., Khniunin, S., Bogach, V. (2023). Improving the mathematical model of a fiber-optic inclinometer for vibration diagnostics of elements in the propulsion system with sliding bearings. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Applied physics, 5 (5(125)), 24-31. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289773>.

Артюх Владислав Олексійович

магістр, Національний університет "Одеська морська академія", м. Одеса;

e-mail: artiukh27@gmail.com

Бічев Владислав Іванович

магістр, Національний університет "Одеська морська академія", м. Одеса;

e-mail: vbichev61@gmail.com

Науковий керівник Будашко Віталій Віталійович

д.т.н., директор ННІ А та ЕМ національного університету "Одеська морська академія", м. Одеса;

e-mail: bvv@te.net.ua

УДК 629.5.064(45)

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВОЇ СИСТЕМИ MGPS

Бекк А.О., Дрозд О. В.

Національний університет Одеська морська академія

На судах з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) поширене охолодження головного двигуна за допомогою заборотної води (Over board cooling system), так як більшість суден ходять у районах плавання із солоною заборотною водою. З'являється проблема, яка полягає в появі корозії, та, внаслідок розмноження мікроорганізмів, нальоту на стінках трубопроводу, що приводить до зниження продуктивності:

- процесу охолодження,
- прохідного діаметру трубопроводу.

Для уникнення цієї проблеми боротьби з корозією використовують різні сучасні системи автоматичного керування процесом. Найбільш поширеною в використанні на судах є система MGPS (MARINE GROWTH PREVENTION SYSTEM)(рис.1) .

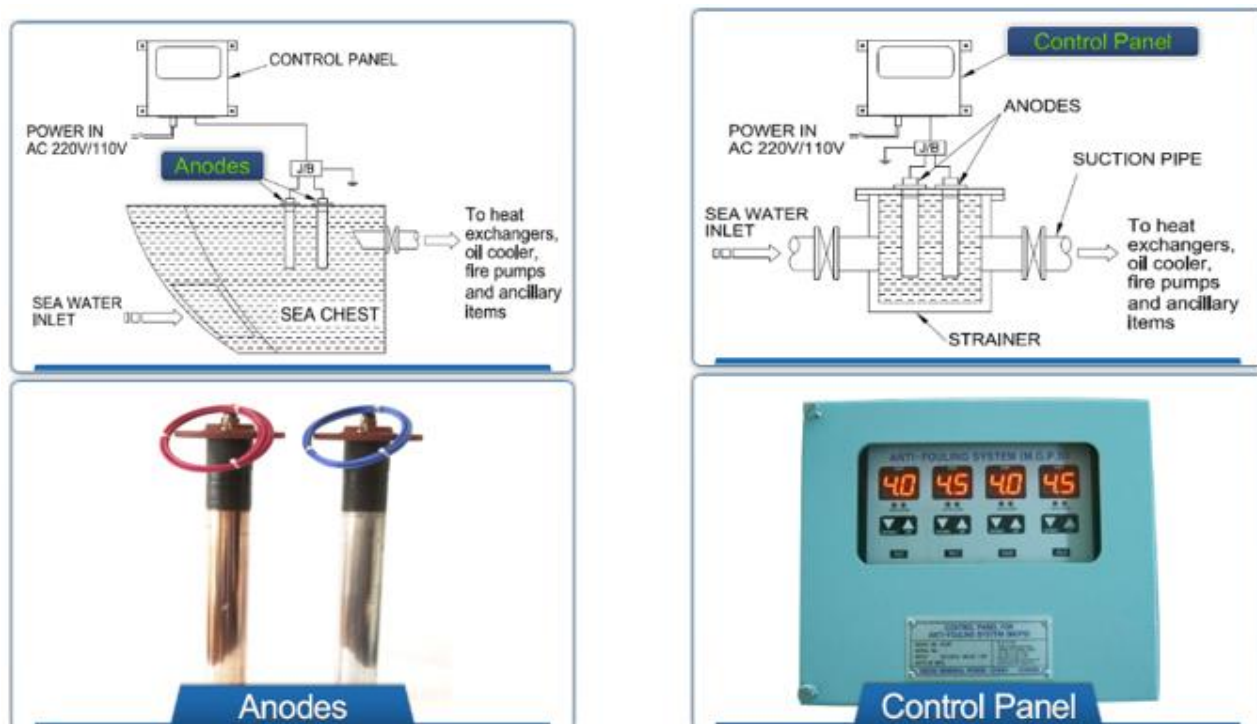


Рисунок 1 – Робота системи MGPS

Система складається з блоку управління, який подає струм на аноди. Мідний анод виробляє іони, які омиваються морською водою в системи трубопроводів конструкції. Концентрація міді в розчині становить менш за дві частини на мільярд, але цього достатньо, щоб запобігти розмноженню шкідливих морських мікроорганізмів.

Основний принцип роботи MGPS – електроліз. Процес включає використання мідних, алюмінієвих та залізних анодів. Іони поширюються за системою і утворюють протиобертальну та антикорозійну плівку на трубопроводах морської води, проміжних охолоджувачах, конденсаторах, теплообмінниках, клапанах, холодильних системах, охолоджувачах коробок та внутрішніх блоках змінного струму. Це призводить до збільшення циркуляції заборотної

води та усунення корозії у трубопроводах, збільшення тривалості анодів та їх ефективності. Це означає економію енергії анодів.

Після системи MGPS частина заборотної води рухається в опріснювальну установку, принцип роботи якої полягає в перетворенні солоної води в прісну для потреб судна, а саме: для господарських потреб, охолодження дизель генераторів, пароутворення у котлі тощо (рис.2).

Для опріснення використовується елементарне випаровування, яке в опріснювальній установці створюється за допомогою вакууму, який створюється ежектором, внаслідок цього знижується температура кипіння води. А саме кипіння води, тобто нагрівання води для пароутворення, відбувається за рахунок води, яка охолоджує головний двигун, і забирає теплоту з корпусу ДВЗ, і потім віддає опріснювачу. Таким чином підвищується К.К.Д. Cooling system.

На практиці опріснення відбувається після відпрацювання системи MGPS. Іноді виникає проблема у самому корпусі MGPS, який має гумове облицювання, і в середині корпусу може виникнути пошкодження. В результаті утворюється водяний потік, який руйнує усі аноди, в першу чергу мідний, який стоїть першим в схемі на нагнітальній стороні, і за цим йде одразу ушкодження гуми. Спочатку помітно роз'їдання мідного анода, який негайно треба замінювати.

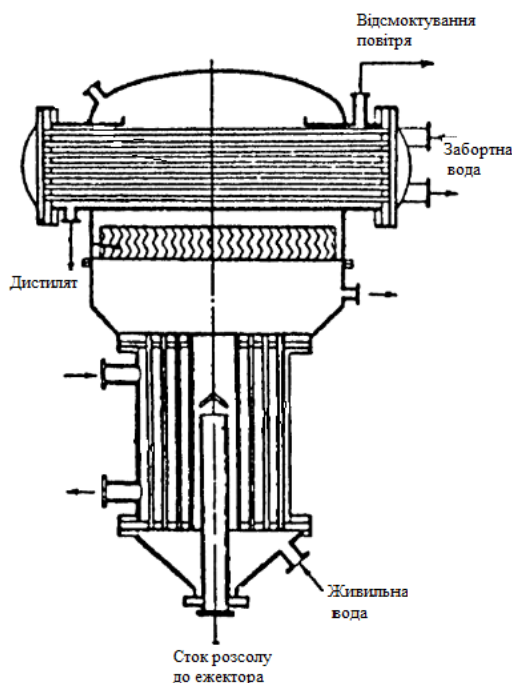


Рисунок 2 – Судновий опріснювач

На судні "HORIZONHIGHWAY" виникла та ж сама причина, яку було усунено вище зазначеним засобом. Але за 12 днів проблема знову з'явилася. Почали шукати причину в іншому, внаслідок чого було знайдено те ж саме пошкодження в гумі діаметром приблизно 10 мм. Усі спроби усунути дефект не були успішними, і з часом експериментів мідні аноди закінчилися, і було вирішено відключити систему до моменту заміни корпусу на новий у порту.

Так як система не працювала, почалося підвищення солоності в опріснювачі, і замість належних 0.6 ММР виходило 1.3 ММР, усунути яку засобами налаштування опріснювальної установки не виходило. Тільки після заміни корпусу MGPS водоопріснювальна установка почала працювати в штатному режимі.

На суднах, які обладнані системою MGPS, повинно здійснювати моніторинг робочого стану цієї системи, і залежної від цього, штатного режиму роботи водоопріснювальної установки. Це дозволить забезпечити надійність суднового обладнання і вирішити проблему енергоефективності при застосуванні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Суднові водоопріснювальні установки: навчально-методичний посібник/ М. А. Козьмініх, О.В. Дрозд. – Одеса: НУОМА, 2021. – 84 с.
2. Шевченко, В. В. Филипчук, А. Н, Покорный, В. В. Применение электродиализа для обессоливания и умягчения морской воды // Современные информационные и инновационные технологии на транспорте (MINTT - 2010: сб. научных трудов). – т.2 – Херсон: ХДМИ, 2010. – С. 271-272.

Бекк Артур Олександрович
здобувач вищої освіти бакалаврського рівня, Національного університету "Одеська морська академія", м. Одеса;

Науковий керівник Дрозд Олена Володимирівна
доцент кафедри суднових допоміжних установок і холодильної техніки
національного університету "Одеська морська академія", м. Одеса.

УДК 331.453

ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВИХ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МЕХАНІЗМІВ

Барков В.Ю., Шеметенков Д.О., Бондаренко А.В., Сандлер А.К.
Національний університет «Одеська морська академія»

Сучасне енергомашинобудування характеризується активним впровадженням нових технологій й матеріалів, що дозволяють забезпечити високу швидкість вантажних операцій і надійність протягом усього життєвого циклу вантажопідйомного механізму. Пропозиції виробників регулярно обновляються більш досконалими й надійними конструкціями. Однак, аналіз статистики руйнувань і травматизму членів вантажних бригад і екіпажів, показує, що надійність суднових вантажопідйомних механізмів (С ВПМ) є серйозною проблемою.

За інформацією провідних судноплавних компаній світу основні причини аварійних подій при роботі із судновою вантажопідйомною технікою – експлуатація технічно несправних механізмів, невиконання в необхідному обсязі технічних обслуговуванні й капітально- відновлювальних ремонтів, а також порушення правил перевантажувальних робіт.

Сьогодні ріст ринку СВПМ здійснюється, в основному, закордонними виробниками. Ця обставина також впливає на безпеку технічної експлуатації. Так, наприклад, більшість вітчизняних СВПМ розраховані на експлуатацію в умовах від $-40 \dots 40^{\circ}\text{C}$. Більшість моделей закордонних СВПМ сертифіковані для температурного діапазону роботи до $-25 \dots 30^{\circ}\text{C}$, що у свою чергу впливає на безпеку їх використання в деяких кліматичних зонах. Особливість ситуації на ринку СВПМ полягає в тому, що конкуренція між новим вітчизняним і новим закордонним обладнанням практично відсутня через високі ціни й високої якості останнього. Склалася ситуація критичного відставання технічних характеристик вітчизняної продукції від закордонних машин на 15 ... 20 років. Тому в останні роки закупівля старого імпортного устаткування значно збільшилася.

У зв'язку з вищевикладеним, виникає необхідність модифікації вітчизняної продукції, здатної конкурувати із закордонними виробниками СВПМ. Для досягнення необхідних результатів профілактики, поряд з посиленням організаційних і технічних профілактичних заходів, слід більш енергійно використовувати інноваційні інженерно-технічні методи й засоби підвищення надійності СВПМ. Крім того, профілактична робота з усім контингентом суднового й берегового персоналу з позиції професіоналізму, вимог по охороні праці відповідно до вимог нормативно-правової бази, потребує серйозної модернізації.

На сьогоднішній день розроблений ряд науково-технічних, інженерних, патентних рішень, що забезпечують безпеку при експлуатації СВПМ за рахунок підвищення надійності конструкцій.

Найбільш перспективним, на думку провідних виробників кранового встаткування, може бути перехід до дистанційного керування СВПМ.

Однак, впровадження дистанційного керування вимагає серйозної доробки інформаційно-вимірювальної системи (ІВС) усіх вантажних засобів судна. Це обумовлене необхідністю запобігання зіткнень кранів між собою, а також кранів з нерухливими об'єктами [1, 2]. Крім того, при одночасній роботі всіх кранів система керування повинна підтримувати систему стабілізації крену судна.

Для ефективного рішення зазначених завдань до складу ІВС повинні бути імплементовані пристрої для автоматичного визначення фактичної позиції, швидкості й прискорення обертання, граничного моменту навантаження кожного крана, а також регулювання висоти підйому вантажу.

Розширення функцій ІВС в умовах комплексного впливу дестабілізуючих факторів (ДФ) прямо пов'язане із проблемою збереження рівня вірогідності інформації як у первинних перетворювачах, так і в комунікативних лініях. Процеси старіння в датчиках і лініях зв'язку безупинно відбуваються як під час роботи, так і під час зберігання й транспортування виробів. Дія ДФ приводить до істотної зміни номінальних вихідних характеристик перетворювачів і до виникнення погрешностей вимірів.

Подолати проблему вірогідності інформації, на наш погляд, можливо шляхом широкого впровадження волоконно-оптичних пристроїв. Сьогодні волоконно-оптичні вироби еволюціонують по двом напрямкам, – як структурні елементи систем зв'язки й сенсорних комплексів [3, 4].

У роботі [5] досліджене питання інтеграції волоконно-оптичних датчиків (ВОД) на основі оптичних крапкових гіроскопів в існуючі системи керування вантажними кранами. У результаті дослідження встановлене таке. Для оптимізації швидкісного режиму повороту крана, необхідно використовувати інформацію не менш, чим із трьох ВОД. Один з ВОД раціонально монтувати на торці осі блоку шківів. Зміна геометрії осі при підйомі вантажу буде фіксуватися по відхиленню торцевої поверхні осі від вертикальної площини. Другий датчик монтувати в центрі кришки підшипника вантажної стріли. Третій датчик установити усередині вежі крана на вертикальній осі вежі. Однак, залишився не дослідженим питання про вплив неідентичності датчиків на роботу системи керування СВПМ.

Запропоновано використовувати замість декількох крапкових датчиків єдиний розподілений ВОД.

Серед безлічі ВОД, датчики з волоконними ґратами Бреґга (ВГБ) набули широкої популярності. Враховуючи їхні можливості вимірювання безлічі параметрів у сполученні з варіативністю дизайну, тобто використання як єдиної точки або багатоточкового каскаду датчиків роблять з ВГБ ідеальними пристроями для необмеженої кількості застосувань та їх технічних реалізацій у сфері СВПМ.

ВГБ є фільтрами з перестроюваними довжинами хвилі, чутливими до фізичного, що дає змогу їх застосовувати як датчики в галузі контролю механічної напруги у елементах СВПМ великої довжини. Їх головною перевагою є те, що вимірювана інформація є закодована в

довжині хвилі, яка є абсолютною величиною. Це робить ВОД незалежним від флуктуації рівня випромінювання так, що система є інваріантною до потужності випромінювання і його втрат світла у лінії оптичного зв'язку, що шкодить більшості інших типів ВОД. До інших переваг цих ВОД з ВГБ належать дистанційна робота, висока чутливість та інваріантність до дестабілізуючих експлуатаційних факторів. Ще одною перевагою ВГБ є їхній маленький діаметр, що дає змогу інтеграцію в матеріали або структури, де малі розміри є критично необхідні, такі як внутрішній моніторинг натягу в матеріалознавстві з високим ступенем локалізації, роздільної здатності та відгуку [6]. Низькі втрати внесення і вузька смуга відбитої або пропущеної довжини хвилі дає змогу застосувати технології мультиплікації каналів у одномодовому волокні, що може застосовуватися в будь-якій архітектурі оптичної мережі і змінюватися упродовж часу, що робить систему гнучкою. Отже, ВГБ датчик дає змогу здійснювати локалізований, розподілений або квазірозподілений моніторинг різних матеріалів і елементів, які є складовими частинами СВІМ.

Суттєвим важливим аспектом є сфера застосування, де збитки від відсутності моніторингу перевищують вартість систем моніторингу в декілька порядків. Необхідно звичайно подолати ринкові бар'єри для того, щоб ця технологія і ВОД з ВГБ загалом отримали зацікавлення виробників СВІМ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Никитин, Е. В. Обеспечение остойчивости и безопасности судна при проведении подъемных работ судовыми кранами. // Судовождение. – 2009. – Вып. 16. – С. 119 - 126.
2. Мельникова, Л. В., Тепляков, А. Г. Реализация оптимального управления механизмом передвижения с использованием системы ТПН-АД. // Электромашиностроение и электрооборудование. – 2000. – Вып. 54. – С. 21 - 25.
3. Сандлер, А. К. Метод підвищення ефективності діагностування технічного стану суднових газотурбінних установок на основі волоконно-оптичних технологій: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Київський університет інфраструктури та технологій. – К., 2021. – 20 с.
4. Сандлер, А. К., Опришко, М. О. Автоматизований засіб підвищення безпеки під час перевантаження зернових культур на судах // Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. – 2021. – Т. 13. – №. 1. – Одеса: ОНАХТ. – С. 50-54. DOI <https://doi.org/10.15673/atbp.v13i1.2000>.
5. Сандлер, А. К., Дрозд, Е. В. Модернизация системы управления судовым краном // Автоматика-2012: XIX Міжнародна конференція з автоматичного управління, 26-28 вересня 2012 р.: матеріали конференції. – К.: НУХТ. – 2012. – С. 315-316.
6. Лебідь, С. Ю., Закалик, Л. І. Інновації в галузі волоконно-оптичних систем: перспектива застосування в Україні// Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.5. – С. 340-344.

Барков Владислав Юрійович

здобувач вищої освіти магістерського рівня Національного університету "Одеська морська академія", м. Одеса;

Шеметенков Даниїл Олегович

здобувач вищої освіти магістерського рівня Національного університету "Одеська морська академія", м. Одеса;

Науковий керівник Бондаренко Андрій Володимирович

к.т.н., доцент, заступник директора ННІАтаЕМ національного університету "Одеська морська академія", м. Одеса.

Науковий керівник Сандлер Альберт Кирилович

к.т.н., доцент кафедри ТАУтаОТ національного університету "Одеська морська академія", м. Одеса.

УДК 534.22

ДОСЛІДЖЕННЯ П'ЄЗОЕЛЕМЕНТУ БІМОРФНИХ ПЛАСТИН

Дмухайлов Д.Д.

Національний університет «Одеська Морська Академія»

П'єзокераміка, матеріал з унікальними п'єзоелектричними властивостями, стала об'єктом захоплюючих досліджень у галузі розробки та створення нових технологій. Одним із ключових аспектів у цій галузі є вивчення біморфних п'єзокерамічних пластин та їх потенціалу для різноманітних додатків.

Біморфні п'єзокерамічні пластини є конструкцією з декількох шарів п'єзоелектричного матеріалу, зазвичай кераміки або кристала, з протилежно орієнтованими полярностями. Це дозволяє створювати механічно гнучкі та чутливі елементи.

Біморфні елементи, що складаються із двох п'єзоелементів, були названі симетричними. Йдеться тут про симетрію матеріалу біморфного елемента щодо нейтральної площини при його згинанні. Біморфні елементи, що складаються з п'єзоелементу та металевої пластини, були названі асиметричними.

П'єзокерамічна пластина виготовляється з п'єзокераміки системи, яка є твердим розчином титанату свинцю і цирконату свинцю з модифікуючими добавками.

Найчастіше товщина пластин становить 0,3 – 0,35 мм, довжина варіюється від 4 до 60 мм, а ширина від 1,6 до 20 мм.

На п'єзокерамічну пластину наносяться електроди зі срібла чи нікелю. Срібні електроди мають білий однорідний колір, товщина шару 0,006 – 0,01 мм. Срібні електроди не рекомендується використовувати за наявності сильних електричних полів постійного струму, оскільки можлива міграція срібла, що призводить до замикання двох електродів.

Нікелеві електроди мають сірий колір, товщина 0,001 – 0,003 мм, вони мають хорошу стійкість до корозії і забезпечують надійну роботу при постійній і змінній напрузі. Після нанесення на п'єзокерамічну пластину електродів, вона поляризується в сильному постійному електричному полі і набуває п'єзоелектричних властивостей.

Біморф, зібраний із двох пластин, напрямок поляризації яких однаковий, називають паралельним біморфом. Біморф, у якому поляризація пластин має протилежний напрямок, позначають як послідовний біморф. Центральне прокладання може виготовлятися з різних матеріалів, наприклад, берилієвої бронзи, нержавіючої сталі, нікелевої фольги, графіту, композитів.

Для виробів із високою чутливістю можливе виготовлення біморфа без прокладки. Прокладання збільшує механічну міцність, але зменшує величину переміщення. Застосування прокладки з нержавіючої сталі забезпечує на 25% більшу міцність елемента.

Для склеювання застосовується епоксидний або акрилатовий клей, що забезпечує міцну сполуку. Еластичність клейового з'єднання зазвичай усуває можливість появи вібраційної втоми при тривалій роботі.

Біморф може працювати у двох режимах. При використанні прямого п'єзоефекту відбувається перетворення механічної енергії, прикладеної до біморфа, в електричну. Механічне зусилля спричиняє вигин біморфу. При цьому відбувається стиск однієї зі складових пластин та розтягнення іншої. Це викликає у біморфі утворення заряду. Біморф працює у режимі генератора.

Біморф, що працює в режимі генератора, використовується як гнучкий датчик. Датчик генераторного типу не вимагає функціонування зовнішнього джерела живлення. Датчик призначений для перетворення динамічних деформацій на електричні сигнали з подальшою обробкою та реєстрацією різними приладами. Датчик може бути використаний як самостійний перетворювач механічної деформації в електричний сигнал, так і бути складовою більш

складного приладу. Датчик може бути пов'язаний із системою контролю та управління двома основними способами: за схемою реєстрації напруги або за схемою реєстрації заряду.

Біморф, що використовує зворотний п'єзоэффект – перетворення електричних сигналів на механічні зусилля – п'єзоелектричний актуатор. Біморфний п'єзоелектричний актуатор є пасивним нелінійним чотирьохполюсником і вимагає наявності джерела живлення для збудження.

Для визначення характеристик біморфних п'єзокерамічних пластин можна використовувати ряд формул, що описують їх основні параметри. Однією з ключових характеристик є генерація електричного заряду або напруги під впливом механічних деформацій, або навпаки, створення механічних деформацій під впливом електричного поля:

$$d = \frac{F}{S \cdot E};$$

де d – п'єзоелектрична постійна, м/Н; F – прикладена сила, Н; S – площа п'єзокерамічної пластини, м²; E – напруга (В) або оборотна поляризація (К). Ця формула демонструє, як механічна сила, прикладена до п'єзокерамічної пластини, впливає генерацію чи споживання електричного заряду.

Заряд на п'єзоелементі можна визначити за формулою:

$$Q = d \cdot F = d \cdot P \cdot S;$$

де d – п'єзомодуль; F – сила, що діє на п'єзоелемент; S – площа п'єзокерамічної пластини.

Межу механічної міцності при статичному вигині $\sigma_{\text{виг}}$ (Па) визначають за відстані між опорами, що дорівнює 50 мм, і швидкості зростання навантаження не більше 40 Н/с з похибкою вимірювання не більше 10%. Значення межі міцності при статичному згині вираховують по формулі:

$$\sigma_{\text{виг}} = \frac{1,5 \cdot F_{\text{гр}} \cdot l}{hb^2};$$

де $F_{\text{гр}}$ – гранична сила, прикладена до зразка, Н; l – відстань між опорами м; h – ширина зразка, м; b – товщина зразка, м. Похибка вимірювання межі міцності при статичному згині повинна становити 3% діапазону шкали манометра.

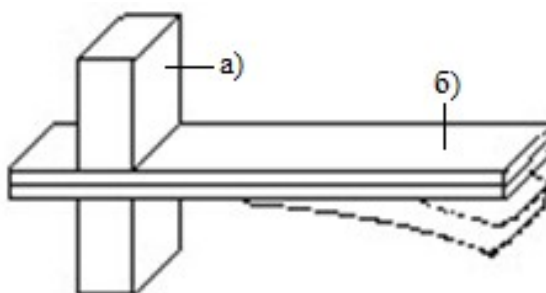


Рисунок 1 – Конструкція п'єзоелементу біморфної пластини встановленого в консолі:
а) консоль; б) п'єзоелемент

Можливі сфери застосування біморфних п'єзокерамічних пластин у судновій галузі:

1. Активні системи контролю та стабілізації

- Гідроакустичні системи: Біморфні п'єзокерамічні пластини можуть використовуватися у створенні гідроакустичних датчиків і систем виявлення підводних об'єктів. Вони можуть бути вбудовані в корпуси суден для забезпечення більш точного та швидкого виявлення підводних об'єктів або змін у морському середовищі.

- Активні системи стабілізації: Завдяки здатності змінювати форму під впливом електричного поля, біморфні п'єзокерамічні пластини можуть бути використані в системах активної стабілізації суден, що допоможе покращити їхню стійкість у різних умовах морського середовища.

- Управління поверхневим тертям: Шляхом зміни форми біморфні п'єзокерамічні пластини можуть керувати тертям між корпусом судна та водою, що може вплинути на швидкість, ефективність руху та витрату палива.

2. Обслуговування та ремонт

- Інспекція підводних частин судна: Біморфні п'єзокерамічні пластини можуть використовуватися для створення гнучких та чутливих інспекційних пристроїв, здатних проникати у вузькі або важкодоступні області підводної частини судна для виявлення пошкоджень або виконання ремонтних робіт.

Використання біморфних п'єзокерамічних пластин у суднової галузі є перспективною областю, яка може покращити ефективність, безпеку та обслуговування суден. Це може вимагати подальших досліджень та розробок для адаптації цих технологій до конкретних потреб суднобудування.

Сучасні дослідження в галузі біморфних п'єзокерамічних пластин фокусуються на покращенні їх виробничих технологій, збільшенні чутливості, розширенні діапазону робочих частот та мініатюризації. Вчені також досліджують нові композиційні матеріали та структури для покращення характеристик біморфних п'єзокерамічних пластин.

Отже, дослідження біморфних п'єзокерамічних пластин є захоплюючою областю наукових досліджень із широким спектром потенційних застосувань у суднової галузі. Подальші дослідження та інновації у цій області можуть значно розширити можливості цього матеріалу та покращити його ефективність у технологічних додатках.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вдосконалення оптичних комутаторів / О.В. Рябцов, Д.Д. Дмухайлов Інновації та технології на морському та внутрішньому водному транспорті // Матеріали науково-технічна конференція молодих вчених: Одеса, Національний університет «Одеська морська академія» 2022. с. 14-15.

2. П'єзоелектричні перетворювачі/В.М. Шарапов, І.Г. Мінаєв, Ю.Ю. Бондаренко, Т.Ю. Кисіль, М.П. Мусієнко, С.В. Ротте, І.Б. Чудаєва; Під ред. В.М. Шарапова. – Черкаси: ЧДТУ, 2004.

3. Рябцов О.В. Оптична комутація сигналів в судових інформаційних системах / О.В. Рябцов, Д.Д. Дмухайлов // Матеріали XII міжнародної науково-технічної конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», 22.11.2022 – 23.11.2022. – Одеса: НУ «ОМА», 2023. – С. 10-13.

Дмухайлов Данііл Дмитрович

здобувач другого рівню вищої освіти національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса

e-mail: daniildmukhailov@gmail.com

Науковий керівник Рябцов Олександр Васильович

к.т.н., доцент кафедри електрообладнання і автоматики суден національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса

e-mail: alex.ryabtsov@gmail.com

УДК 341.225.5

СУЧАСНИЙ СТАН СОЦІАЛЬНОГО ЗАХИСТУ МОРЯКІВ

Марченко В.Т.

Національний університет «Одеська Морська Академія»

Соціальний захист є невід'ємною складовою прав людини, що вимагає приділяти особливу увагу формуванню соціальних стандартів на національному та міжнародному морському ринку праці. На сьогодні радикальні економічні перетворення в Україні, гостро виділили проблему зайнятості працівників морського торговельного флоту. Істотне скорочення національного флоту, фінансова ситуація, що склалася, в галузі поставили перед моряками України проблему пошуку роботи на світовому ринку. Тому істотним є питання про соціальний захист моряків, що працюють за кордоном, як з боку судновласника-працедавця, так і держави прапора, держави юрисдикції і держави громадянства. За таких обставин вивчення закордонного досвіду соціального забезпечення моряків є актуальним питанням, має науковий та практичний інтерес.

Серед авторів, роботи яких з питання соціального захисту моряків були досліджені, Костиря О.В., Півторак Г. Ф., Наливко Н.В., Пузанова Г.Й., Підпала І.В., Ексарчопулос Г., Жанг П., Пріс-Робертс Н., Жао М. та ін. Незважаючи на увагу до означених питань, проблематика залишається актуальною та викликає постійний інтерес науковців та практикуючих правників.

Як справедливо зазначають Костиря О.В. та Півторак Г.Ф., проблема соціального захисту моряків стосується двох площин: соціальний захист моряків, які працюють в Україні; та соціальний захист моряків, які працюють під прапором іншої держави. Окремого законодавства щодо соціального захисту моряків не існує. Фактично це питання розглядається або в межах правових актів України щодо соціального захисту та соціального забезпечення або в межах міжнародних правових актів щодо роботи моряків [1, с. 118].

Важливим кроком у справі захисту соціальних прав моряків є ухвалення Конвенції МОП № 102 Про мінімальні норми соціального забезпечення (Social Security (Minimum Standards) Convention, 1952 (No. 102)). Ратифікація Конвенції МОП № 102 відбулась в Україні у 2016 році. Згідно з вимогами цієї конвенції Держави-члени можуть за своїм вибором застосовувати або мінімальні норми, які встановлює конвенція, або вищі норми, встановлені наступними актами, ухваленими у сфері соціального забезпечення [2; 3].

Проте слід звернути увагу, що проблема соціального захисту моряків належним чином в Україні досі не внормована, не зважаючи на певні кроки у цьому напрямку, Конвенція про працю в морському судноплаванні № 186 2006 р. (Maritime Labour Convention, далі – MLC 2006 або Конвенція) не ратифікована [4].

В Україні немає жодного нормативно-правового акта, який би регулював питання щодо соціального захисту моряків і членів їхніх сімей [5, с. 189].

Виникненню таких проблем можливо запобігти за допомогою забезпечення обов'язкової освіти моряків і судновласників.

Отже, Держави прапора не звільняються від забезпечення соціального захисту моряків, які працюють на їхніх суднах, принаймні відповідно до пункту 5 стандарту A4.5 MLC 2006. Це положення вимагає, щоб усі ці моряки мали доступ до пільг передбачених Правилами 4.1 і 4.2 і пов'язаними положеннями Кодексу, а також тими, що є невід'ємною частиною його загальних зобов'язань за міжнародним правом.

Стандарт А 4.5, пункт 6 MLC 2006, чітко визначає, що держави прапора зобов'язані забезпечити належне охоплення моряків за видами соціального забезпечення. Наприклад, МОП звертає увагу, що деякі уряди не вжили жодних заходів для надання пільг морякам-нерезидентам, які працюють на суднах, що плавають під їх прапором та нагадує, що,

незважаючи на те, що основне зобов'язання лежить на державі-члені, в якій моряк зазвичай проживає, країни-члени також мають зобов'язання розглянути різні способи, за допомогою яких подібні виплати будуть згідно з національним законодавством надаватися морякам за відсутності належного покриття в дев'яти галузях соціального забезпечення. Також комітет МОП просить уряд країн надати інформацію про будь-які заходи. У межах Європейського Союзу це нагадування отримали Бельгія, Греція, Італія, Латвія та Литва.

Інакше кажучи, моряк повинен бути охоплений соціальним забезпеченням у країні проживання, а у разі невиконання зобов'язань - державою прапора. Завжди відповідальність несе судновласник у разі травми на виробництві, професійного захворювання або смерті, оскільки останній зобов'язаний сплатити медичні витрати, включаючи лікування в стаціонарі, ліки та проживання до одужання, заробітну плату на борту та на березі за домовленістю та компенсацію у разі смерті або тривалої втрати працездатності.

Отже, MLC 2006 все ще покладає значну відповідальність у сфері соціального захисту моряків, на держави прапора. На цьому наголошують як Європейська федерація працівників транспорту (European Transport Workers' Federation), так і автори відповідних досліджень [6; 7].

ЛІТЕРАТУРА

1. Костира О. В., Півторак Г. Ф. Історичний розвиток діяльності Міжнародної організації праці з соціального захисту моряків. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Сер.: Юриспруденція*. № 57. 2022. С. 115-119.
2. Конвенція №102 Про мінімальні норми соціального забезпечення. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/993_011#Text (дата звернення: 16.11.2023).
3. Про ратифікацію Конвенції Міжнародної організації праці про мінімальні норми соціального забезпечення № 102 : Закон України від 16 березня 2016 року № 1024-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1024-19#n5> (дата звернення: 16.11.2023).
4. Конвенція про працю в морському судноплавстві № 186 2006 р. URL: <https://mtu.gov.ua/files/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F%202006.pdf> (дата звернення: 16.11.2023).
5. Наливко Н.В., Пузанова Г.Й. Соціальний захист моряків як об'єкт правового регулювання. *Юридичний науковий електронний журнал* 2021. № 12. С. 187-190. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0374/2021-12/45>.
6. Social security rights of the European resident seafarers – a joint report of the European Transport Workers' Federation and World Maritime University : March 25, 2022. URL: <https://www.etf-europe.org/resource/social-security-rights-of-the-european-resident-seafarers-a-joint-report-of-the-european-transport-workers-federation-and-world-maritime-university/>.
7. Exarchopoulos G., Zhang P., Pryce-Roberts N., Zhao M. Seafarers' welfare: A critical review of the related legal issues under the Maritime Labour Convention 2006. *Marine Policy*. Vol. 93. 2018. P. 62-70. https://storage.mtwtu.org.ua/source/1/sYAjSGMULjYCiEE1K_FCYaW4kTZL_I.pdf

Марченко В.Т.

здобувач третього рівню вищої освіти національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса

Костира О.В.

к.юр.н., доцент кафедри морського права національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса

e-mail: bev1@ukr.net

УДК 621.431.74-523,8(045)

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ СУДНОВИХ ГОЛОВНИХ ДВИГУНІВ З ЕЛЕКТРОННОЮ СИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ ПОДАЧИ ПАЛИВА

Канєвський С. О.

Національний університет «Одеська морська академія»

Наприкінці двадцятого століття при будівництві суден почали використовувати головні двигуни (ГД) з електронною системою управління подачі палива. Суднові малооборотні двигуни (МОД) з електронним упорскуванням палива є частиною більш загального процесу автоматизації та вдосконалення енергетичних комплексів з використанням інтегрованих систем управління судном.

Система подачі палива «інтелектуального двигуна» спроектована так само, але на відміну від дизелів з розподільчим валом, вона може бути оптимізована для роботи на різних режимах судна.

Система впорскування палива регулює кількість та момент упорскування палива в кожен циліндр для забезпечення оптимального згоряння та високої ефективності.

Перевагами суднових двигунів з електронною системою управління подачі палива є їх ефективність, екологічність, універсальність, краща діагностика [3]. А саме:

1. Ефективність використання проявляється в оптимізації режимів роботи та згорянні палива, що сприяє підвищенню ефективності та зниженню витрати палива.

2. Екологічність досягається за рахунок більш точного контролю впорскування та згоряння палива в циліндрах головного двигуна з подальшим зменшенням шкідливих викидів в навколишнє середовище.

3. Універсальність досягається завдяки розвиненим електронним інтегрованим системам управління, які можуть бути легко налаштовані та адаптовані до різних типів палива та умов експлуатації на різних типах суден.

4. Діагностика. Експлуатація МОД з електронною системою управління подачі палива дозволяє проводити постійно моніторинг стану двигуна, робити його діагностику, що дає можливість своєчасно реагувати на сигнали аварійно-попереджувальної сигналізації та усувати несправності, які виникають в процесі роботи ГД [1,2]. Це спрощує роботу для механіків в обслуговуванні та збільшує надійність суднової енергетичної установки.

Загалом використання суднових двигунів внутрішнього згоряння з електронною системою управління сприяє покращенню екологічних характеристик у судноплавстві, підвищенню економічності експлуатації суден за рахунок зменшення витрат на паливо та безпеки мореплавства.

Висновки:

1. Використання електронних систем управління подачі палива в суднових МОД забезпечує більш ефективне та економічне функціонування двигунів.

2. При експлуатації ГД даного типу зменшується кількість викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище.

3. Необхідно забезпечити підготовку майбутніх інженерів електромеханіків в напрямку експлуатації системи управління ГД [2,3] та усуненню несправностей, які пов'язані з «електричним шумом» [1].

ЛІТЕРАТУРА

1. Дудко С.А., Рак О.М., Дубовик В.О. Алгоритм пошуку і усунення «електричного шуму» в електронній системі управління головним двигуном / Матеріали міжнародної науково-методичної

конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», 24.11.2020 - 25.11.2020. – Одеса: НУ «ОМА», 2020. – С.115-119. <http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/SEEEA-2020.24.11.20.pdf>

2. Дудко С.А., Дубовик В.О., Бондаренко А.В. Аналіз режимів роботи та стану головного двигуна за допомогою навантажувальної діаграми реального часу / Матеріали міжнародної науково-методичної конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», 22.11.2022 - 23.11.2022. – Одеса: НУ «ОМА», 2022. – С.118-124. http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/SEEEA-2022.22.11.22_1.pdf

3. [http://maytau.ut.edu.vn/userfiles/files/50-108ME/ME-C - Vol. II MAINTENANCE.pdf](http://maytau.ut.edu.vn/userfiles/files/50-108ME/ME-C-Vol.II%20MAINTENANCE.pdf)

Канєвський Станіслав Олексійович

студент, Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса

e-mail: stanislavkanyevsky@hotmail.com

Науковий керівник Дубовик Віталій Олександрович

ст. викладач кафедри електричної інженерії та електроніки Національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса

e-mail: vadubovyk@ukr.net

Науковий керівник Дудко Сергій Анатолійович

інженер-електромеханік, м. Одеса

e-mail: sergiydudko.od@gmail.com

УДК 338.24

КАДРОВИЙ ДЕФІЦИТ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Ширяєва А.Д.

Національний університет «Одеська морська академія»

На сьогоднішній день однією з проблем з якою стикнулися українські підприємства – це кадровий дефіцит. Дане питання охоплює усі сфери життя, починаючи з малих виробничих підприємств і закінчуючи корпораціями, що займаються збутом і реалізацією продукції. Значного ураження зазнали і підприємства на морському транспорті.

Морський транспортний комплекс – це глобальна система, яка охоплює чимало напрямків. Серед них портові адміністрації і установи, сюрвеєрські, стивідорні, експедиторські, логістичні компанії, кріюінги тощо. Якщо підіймати питання щодо діяльності у припортовій зоні, закономірно, що потреба у персоналі там не є високою через ризик терористичних атак і зменшення вантажопотоків. Однак на сервісних підприємствах ситуація дещо відрізняється.

Питання кадрового дефіциту існувало ще у довоєнні часи, проте починаючи з лютого 2022 року становище почало стрімко погіршуватися. Розглянемо основні причини. До них належать:

- освіта;
- недостатня кваліфікація працівників для виконання робіт в тій чи іншій області;
- завищені зарплатні очікування;
- відтік кадрів в інші регіони та країни;
- демографічні проблеми; [1]
- мобілізація;
- наближеність до зони бойових дій;
- загрози життю.

Розглянемо більш детально деякі з факторів впливу. Що стосується освіти, основна проблема полягає в тому, що значно скорочується кількість державних вищих навчальних закладів, скорочується їхнє фінансування й обсяги держзамовлення. До того ж, зростає кількість комерційних ВНЗ, задля отримання диплому витрачається менше зусиль і, як наслідок, погіршується рівень освіченості. За даними 2019 року близько 44% студентів працюють не за спеціальністю, отриманою в навчальному закладі.

Освіта у галузі морського транспорту не є розповсюдженою, кількість ВНЗ, що готують фахівців в цих напрямках невелика. До того ж, наразі не існує освітніх програм, що покривали би потребу в освічених фахівцях таких як суднові агенти, стивідори тощо.

Окрім того, що компанії хочуть винаймати досвідчених працівників у цій сфері, чимала кількість робітників наразі виїхали за кордон і навряд чи повернуться. Постає питання дефіциту кваліфікованих працівників із досвідом роботи на морському транспорті, чий навички і компетенції відповідають запитам роботодавців.

Для підтримки економіки країни у воєнний час, для збереження виробничих потужностей багато суб'єктів господарювання переміщують своє обладнання із зони активних бойових дій на безпечні території, шукають нові виробничі приміщення. Підтримку таким підприємствам надає Уряд країни спільно з Міністерством економіки України. На сьогодні активно продовжується реалізація програми з релокації українських підприємств. У такій ситуації виникає питання щодо переміщення працівників, укомплектування новими фахівцями. Проте із-за бойових дій, евакуації в іншу місцевість тощо, працівники не завжди можуть дістатися до роботи проте продовжують перебувати у трудових відносинах з роботодавцем.

З метою оперативного залучення до виконання роботи нових працівників, а також усунення кадрового дефіциту та браку робочої сили, у тому числі внаслідок фактичної відсутності працівників, які евакуювалися в іншу місцевість або перебувають у відпустці, простої, тимчасово втратили працездатність або місцезнаходження яких тимчасово невідоме, роботодавці можуть укладати з новими працівниками строкові трудові договори у період дії воєнного стану або на період заміщення тимчасово відсутнього працівника[2].

Іншим варіантом вирішення даної проблеми є перехід на дистанційну форму роботи. У період пандемії дана практика отримала широкого розповсюдження і проявила себе як дієвий інструмент утримання і залучення кваліфікованих кадрів. Дана методика підійде для підприємств, що займаються віддаленими операціями: набір моряків, організація перевезень, оформлення документів тощо. Тобто такі, що не потребують обов'язкової фізичної присутності.

Вище ми зазначали, що чимало українців перебувають у міграції. Країни ЄС ведуть активну боротьбу за наших мігрантів як за трудовий ресурс. Частина переїхала з Польщі до Німеччини, де українці знайшли кращі умови життя та вищі заробітки. На початку 2023 року в Польщі перебували 1,56 млн українських біженців, у Німеччині – 0,88 млн. Зараз картина інша: у Польщі перебувають 0,97 млн українців (-38%), у Німеччині – 1,1 млн (+25%). У Чехії роботу мали 45% працездатних українців, у Польщі – майже 90%, у Німеччині – 25%. Таким чином, Україна втратила значну частину свого трудового потенціалу.

Можливості швидкого відновлення трудового потенціалу примарні. Після закінчення війни значна частка українських вимушених мігрантів може залишитися за кордоном. Після зняття обмежень на виїзд до таких родин приєднуються чоловіки. У країнах ЄС можуть залишитися 4,2-5,1 млн українців [3].

Варто виокремити таку категорію робітників як моряки та їхні родини. Через існуючі обмеження на виїзд для чоловіків люди втрачають сталий заробіток, а ті, кому вдалося покинути території України не прагнуть повертатися назад. Таким чином, така ситуація провокує дефіцит робочої сили на флоті, а також має негативні наслідки для економіки країни в цілому, оскільки зменшується кількість валютних надходжень. Єдиним вирішенням ситуації є перегляд законодавчих актів, що регулюють дане питання.

Також подолати проблему кадрового дефіциту на морському транспорті в умовах воєнного стану можна за рахунок дотримання нормативу з працевлаштування людей з інвалідністю. Відповідно до нього, не менше 4% загального штату мають складати люди з обмеженими можливостями.

З початку великої війни ситуація значно змінилася. Якщо до 2022 року працевлаштування людей з інвалідністю було тягарем для бізнесу, то зараз компанії шукають кваліфікованих працівників серед людей, які довгі роки були пасивом на ринку праці, – серед працездатних осіб з інвалідністю.

Їх залучення допомагає гарантувати сталий розвиток бізнесу в період зростання дефіциту кадрів, а в деяких випадках дозволяє навіть його врятувати [3].

ЛІТЕРАТУРА

1. Дефіцит кадрів: веб-сайт. URL: <https://fillin.ua/stati/defitsit-kadrov/>
2. Східне міжрегіональне управління Державної служби України з питань праці: *Як вирішити питання кадрового дефіциту в умовах воєнного часу?*: веб-сайт. URL: <https://kadrovik.isu.net.ua/news/545278-yak-vyrishyty-pytannya-kadrovoho-defitsytu-v-umovakh-voyennoho-chasu>
3. Як бізнесу подолати кадровий дефіцит? *Економічна правда*. 2023. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/11/7/706288/>

Ширяєва А.Д.

здобувач другого рівню вищої освіти ННІМПтаМ, Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса

Науковий керівник Головченко О.М.

д.е.н., професор, професор кафедри економічної теорії і підприємництва на морському транспорті Національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ ОПИС

Коновалов С.В. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ СУДНОВОГО ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА / Коновалов Малявін І.П. // III науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 22.11.2023-23.11.2023 – Одеса: НУ ОМА, 2023. – С.4-5

Швидкий О.С. ВАЛОГЕНЕРАТОР-ДВИГУН З ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ / О.С. Швидкий, К.В. Кардіако, В.В. Будаіко / III науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 22.11.2023-23.11.2023 – Одеса: НУ ОМА, 2023. – С. 6-13

Жакота О.В. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯТЕМПЕРАТУРОЮ ОХОЛОДЖУЮЧОЇ ВОДИ СУДНОВОГО ДИЗЕЛЯ / О.В. Жакота, В. С. Петрушин / III науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 22.11.2023-23.11.2023 – Одеса: НУ ОМА, 2023. – С.14-15

Бічев В.І. ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІТРОГЕНЕРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ / В.І. Бічев, В.О. Артюх, В.В. Будаіко / III науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 22.11.2023-23.11.2023 – Одеса: НУ ОМА, 2023. – С.15-20

Бекк А.О. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВОЇ СИСТЕМИ MGPS / А.О. Бекк, О.В. Дрозд / III науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 22.11.2023-23.11.2023 – Одеса: НУ ОМА, 2023. – С.21-23

Барков В.Ю. ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВИХ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МЕХАНІЗМІВ /В.Ю. Барков, Д.О. Шеметенков, А. В. Бондаренко, А. К. Сандлер / III науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 22.11.2023-23.11.2023 – Одеса: НУ ОМА, 2023. – С.23-25

Дмухайлов Д.Д. ДОСЛІДЖЕННЯ П'ЄЗОЕЛЕМЕНТУ БІМОРФНИХ ПЛАСТИН / Д.Д. Дмухайлов, О.В. Рябцов / III науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 22.11.2023-23.11.2023 – Одеса: НУ ОМА, 2023. – С.26-28

Марченко В.Т. СУЧАСНИЙ СТАН СОЦІАЛЬНОГО ЗАХИСТУ МОРЯКІВ /В.Т. Марченко, О.В. Костира / III науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 22.11.2023-23.11.2023 – Одеса: НУ ОМА, 2023. – С.29-30

Канєвський С.О. ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ СУДНОВИХ ГОЛОВНИХ ДВИГУНІВ З ЕЛЕКТРОННОЮ СИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ ПОДАЧИ ПАЛИВА / С.О. Канєвський, В.О. Дубовик, С.А. Дудко / III науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 22.11.2023-23.11.2023 – Одеса: НУ ОМА, 2023. – С.31-32

Ширяєва А.Д. КАДРОВИЙ ДЕФЦИТ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ / А.Д. Ширяєва / III науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 22.11.2023-23.11.2023 – Одеса: НУ ОМА, 2023. – С.32-34

Наукове видання

МАТЕРІАЛИ

III науково-технічної конференції молодих вчених

«ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ

ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ»

22-23 листопада 2023 року

Комп'ютерна верстка: *Глазєва О.В.*

Підписано до друку 16.01.2024

Формат 60×84/16. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 2,10

Тираж 50 пр. Замовлення № И24-02-31

НУ «ОМА», центр «Видавінформ»

65052, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 8, корп.7

Свідоцтво ДК № 1292 от 20.03.2003

e-mail: publish@onma.edu.ua

Телефони: +38(048)793-24-50

+38 (0482) 793-24-51