

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Одеська морська академія»
Одеське відділення Інституту морської техніки, науки і технології Великобританії (IMarEST)
Морський інститут України (Nautical Institute of Ukraine).

МАТЕРІАЛИ

X Міжнародної науково-технічної конференції

«СУДНОВА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЯ, ЕЛЕКТРОНІКА І АВТОМАТИКА»

24.11.2020 – 25.11.2020



SHIPS' ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONICS AND
AUTOMATION

www.femire.onma.edu.ua

Одеса – 2020

Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції
Материалы X Международной научно-технической конференции
Materials of the 10th international scientific and practical conference

**СУДНОВА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЯ, ЕЛЕКТРОНІКА І
АВТОМАТИКА**

**СУДОВАЯ ЭЛЕКТРОИНЖЕНЕРИЯ, ЭЛЕКТРОНИКА И
АВТОМАТИКА**

**SHIPS' ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONICS AND
AUTOMATION**

SEEEA-2020

Збірка матеріалів конференції

**24-25 листопада
2020 року
Одеса, Україна**

**24-25 ноября
2020 года
Одесса, Украина**

**November 24-25
2020
Odessa, Ukraine**

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Захарченко В. М. – д.т.н., професор (Україна);	Михайлов С. А. – д.т.н., професор (Україна);
Голіков В.А. – д.т.н., професор (Україна);	Гвоздева І. М. – д.т.н., професор (Україна);
Будашко В.В. – д.т.н., доцент (Україна);	Кошевий В. М. – д.т.н., професор (Україна);
Романюк В.В. – д.т.н., професор (Польща);	Попов В. Г. – д. ф-м. наук, професор (Україна);
Петрушин В.С. – д.т.н., професор (Україна);	Хандакжи Камаль – к.т.н., (Йорданія);
Муха М. Й. – д.т.н., доцент (Україна);	Базил Шафик – к.т.н., (Сирія);
Бушер В.В. – д.т.н., професор (Україна);	Луковцев В. С. – к.т.н., доцент (Україна).
Космас Здрозис – к.т.н., (Греція);	

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

<i>Голова:</i>	Міюсов М. В. – ректор НУ «ОМА», д.т.н., професор.
<i>Члени оргкомітету:</i>	Будашко В.В. – директор навчально-наукового інституту автоматики та електромеханіки; Оженко Є.М. – завідувач кафедри автоматизації суднових енергетичних установок; Торський В. Г. – професор кафедри морських технологій; Голобородько О.І. – начальник ВТЗН.
<i>Відповідальний секретар:</i>	Глазєва О.В. – заступник директора навчально-наукового інституту автоматики та електромеханіки.

У збірнику матеріалів конференції розміщено тези доповідей X міжнародної науково-технічної конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», що відбулась 24-25 листопада 2020 року у Національному університеті «Одеська морська академія».

Тематика конференції охоплює наступні науково-методичні напрямки: енергозбереження в судновій енергетиці, технічна експлуатація сучасного електрообладнання та систем управління суден, енергоефективність та надійність електромеханічних систем, математичне моделювання процесів і явищ в енергетичних установках та радіотехніці, інформаційна безпека, автоматизація суднових технічних засобів, освітні та професійні стандарти.

Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», 24.11.2020 - 25.11.2020. – Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 243 с.

Матеріали публікуються згідно з поданими авторами оригіналами, які є відповідальними за їх зміст.

ЗМІСТ

Секція 1. СУДНОВЕ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРОННА АПАРАТУРА ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Луковцев В.С. Бандуров Г. І.

Виявлення та усунення асинхронного режиму після зовнішнього короткого замикання..... 9

Луковцев В.С., Бринза Г.

Дослідження асинхронного режиму після втрати збудження..... 12

Завадський В.А., Дранчук С.М., Кучеренко І.О.

Пристрій для вимірювання температурної сталості аналогово-частотних перетворювачів для тензометричних датчиків суднового обладнання..... 14

Крючков В.В., Михайленко В.С., Лещенко В.В.

Повышение эффективности эксплуатации судовых технологических средств путем внедрения системы поддержки принятия решений на базе нечеткой логики..... 18

Комарніцький Д.Д., Проноза М.О., Зарицька О.І.

Вплив конструкції ротора електродвигунів з постійними магнітами для «Азіпод» на основні характеристики СДПМ..... 22

Крицький Б.В., Крицький В.В., Бушер В.В.

Автоматизація систем керування кормовою та бічною апарелями ролкера 26

Сапожник І. І., Бушер В. В.

Оптимізація керування судновим ліфтом..... 32

Гаур Т.О., Зарицька О.І., Ліщинський А.О., Цацко В.І.

Дослідження суднової паливної системи із тензометричним витратоміром рідини..... 38

Дранчук С.М., Кочетков О.В., Мудрьонов І.С., Цацко В.І.

Дослідження впливу конструкції вимірювального трубопроводу на результати вимірювання витрат рідини в суднових системах..... 42

Михайленко В.С., Янков П.С., Лещенко В.В.

Вдосконалення системи управління електроприводу рециркуляційного вентилятору суднового допоміжного котла з метою зниження шкідливих викидів газів в атмосферу..... 45

Вишневський Д.Л., Муха М.Й.

Перспективи використання конденсаторної системи управління в складі суднової електростанції..... 48

Рожков С.О., Жук О.К., Жук Д.О.

Удосконалення зарядних систем для акумуляторних морських суден..... 49

Бушер В.В., Лозгачов А.С.

Анализ способов реализации лимитирования рабочей зоны палубных грузовых кранов с электро- и электрогидравлическим приводом..... 54

Сандлер А.К., Кузнецова А.А.

Датчик износа поверхностей цилиндро-поршневых групп двигателей внутреннего сгорания..... 58

Сандлер А.К., Опрышко М.О.

Волоконно-оптический датчик контроля состояния технических жидкостей и газов 63

Пономаренко В.В., Шевченко В.А., Теплов Ю.І.

Спосіб підвищення швидкодії вимірювання параметрів суднових електроенергетичних систем..... 68

Шапо В.Ф.

Применение технологии INTEL VPRO для удалённого администрирования компьютерных систем..... 75

Шестака А. І., Мельнікова Л. В.

Пропозиції щодо автоматизації операцій вивантаження контейнерів палубним краном..... 80

Секція 2. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА НАДІЙНІСТЬ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Budashko V., Vlasov V., Kosmas Zdrozis, Basil Shafiq

Design of power plants, propulsion complexes and control systems for ships of the future..... 85

Шевченко В.А., Самонов С.Ф., Дубовик В.О., Кульбацький А.А.

Система берегового високовольного електропостачання суден..... 96

Петрушин В.С., Пасечка М.В.

Розробка гребної електричної установки змінного струму з циклоконвер- 99
тором судна спеціального призначення.....

Секція 3. ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Рожков С.О., Жук О.К., Жук Д.О.

Енергоефективність суден та якість електроенергії в суднових ЕЕС..... 102

Малявін І.П.

Вплив режиму роботи силових каналів знижуючого типу на вихідні 107
пульсації багатофазних імпульсних перетворювачів.....

Дранкова А.О., Красовський І.І., Семенюк А.О.

Підвищення показників якості судової електромережі з нелінійним 111
навантаженням при використанні активних фільтрів.....

Секція 4. СУЧАСНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ, КОМПОНЕНТИ ТА ДІАГНОСТИКА

Дудко С.А., Рак О.М., Дубовик В.О.

Алгоритми пошуку і усунення «електричного шуму» в електронній си- 115
стемі управління головним двигуном.....

Секція 5. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ І ЯВИЩ В ЕЛЕМЕНТАХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Кривий О.Ф.

Методи побудови математичних моделей гідродинамічних сил на корпусі 120
судна.....

Гвоздева І.М., Миргород В.Ф., Демиров А.А.

Математическая модель температурного режима судовых дизель- 124
генераторных установок на основе радиально-базисной нейронной сети....

Карпеленя А.О., Бушер В.В., Захарченко В.М., Глазєва О.В.

Оптимізація використання просторово-векторної модуляції при компен- 128
сації аварій в високовольтних каскадних перетворювачах частоти.....

Попов В.Г., Кирилова О.І.

Математичне моделювання контактної взаємодії при крутильних коливаннях..... 133

Кривий О.Ф. Морозов Ю.О.

Фундаментальні розв'язки для кусково-однорідного трансверсально-ізотропного простору..... 137

Попов В.Г., Литвин О.В.

Моделювання напруженого стану в околі дефекта у вигляді n-ланкового включення при дії хвилі поздовжнього зсуву..... 141

Попов В. Г., Мішарін А.С.

Математичне моделювання напруженого стану в околі жорсткого включення з тріщиною на продовженні при зсувному гармонійному навантаженні..... 145

Орлова Н.Д.

Особливості математичних моделей процесу вібраційного подрібнення рослиної сировини..... 149

Копійка П.І., Слободенюк М.В., Чабан О.Х.

Математическое моделирование элементов волновой электростанции карусельного типа..... 152

Василець Д.І., Налева Г.В., Онищенко О.А.

Особливості функціонування та розробка алгоритму моделювання вентильно-індукторних електроприводів суднових механізмів та систем..... 157

Демидов О., Попов В.Г.

Математичне моделювання перехідних процесів в скінченних циліндрах з тріщинами при раптовому крутному навантаженні..... 161

Тимофєєв К.В., Бутаков І.Б., Козловський М.І.

Дослідження системи динамічного позиціонування офшорного судна..... 165

Секція 6. РАДІОТЕХНІКА, РАДІОЕЛЕКТРОННІ АПАРАТИ ТА ЗВ'ЯЗОК

Ковальов М.І.

Проектування термостійких РЕЗ підвищеного ступеня інтеграції..... 169

Кошевий В. М., Джаіані Л. М.

Синтез пари сигнал – фільтр при різних характерах допустимої амплітудної модуляції..... 171

Секція 7. ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА

Михайлов Н.С., Лукьяненко Р.Н.

Модель киберзащищенной системы автоматического управления курсом автономного судна..... 175

Шевцов Ю.С., Михайлов Н.С., Исарев И.И.

Защита цифровых данных в береговом сегменте морской инфраструктуры..... 180

Шевцов Ю.С., Михайлов Н.С., Дмухайлов Д.Д.

Захист цифрових даних в судновому сегменті морської інфраструктури... 183

Михайлов С.А., Кононенко А.С.

Анализ моделей и алгоритмов обнаружения компьютерных атак..... 186

Михайлов С.А., Харченко Р.Ю.

Підвищення рівня інформаційної безпеки конфіденційних даних судових інформаційних мереж 191

Секція 9. АВТОМАТИЗАЦІЯ СУДНОВИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

Нікольський В.В., Оженко Є.М., Вовкович С.О., Кукузей Р.І.

Оцінка можливості використання п'єзоелектричного приводу для управління випускним клапаном судового малооборотного двигуна..... 193

Дрозд О.В.

Вдосконалення судових стрічкових конвеєрів..... 196

Миргород В.Ф., Гвоздева І.М., Ефанов І.Г.

Усовершенствование характеристик регуляторов судовых систем автоматического управления с помощью применения признака подобия по масштабу времени..... 200

Миргород В.Ф., Гвоздева І.М., Ковтун А.І.

Удосконалення характеристик судових систем автоматичного управління за допомогою застосування ланок із дробовим показником інтегрального перетворення..... 205

Секція 3. ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

УДК 621.314.26

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СУДЕН ТА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СУДНОВИХ ЕЕС

С.О. Рожков, д.т.н., професор
Херсонська державна морська академія

О.К. Жук, к.т.н., доцент

Д.О. Жук, к.т.н., доцент

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Анотація: Розглянуто основні напрями забезпечення енергоефективності та якості електроенергії в суднових енергоустановках з потужними напівпровідниковими перетворювачами, запропоновані методи і засоби їх реалізації.

Ключові слова: енергоефективність, напівпровідникові перетворювачі, якість електроенергії.

ENERGY EFFICIENCY OF VESSELS AND QUALITY OF ELECTRICITY IN SHIP ELECTRIC POWER SYSTEM

S.Rozhkov, Dr. of Science, Professor
Kherson State Maritime Academy

O.Zhuk, Ph.D., Associate Professor

D.Zhuk, Ph.D., Associate Professor

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract: The main directions of ensuring energy efficiency and quality of electricity in ship power plants with powerful semiconductor converters are considered, methods and means of their realization are offered.

Keywords: energy efficiency, semiconductor converters, power quality.

Вступ. Генеральним напрямком удосконалення автономних енергетичних систем морських суден та плавспоруд є підвищення їх енергоефективності, оскільки коефіцієнт використання палива судновими первинними джерелами механічної енергії – дизельними двигунами складає всього 40%, а решта розсіюється через теплові втрати та вихлопи. Суднові енергетичні установки є також джерелами викидів парникових газів (CO_2 , NO_x , CH_4 і т.п.). Один тільки сектор судноплавства споживає біля 300 мільйонів метричних тон палива на рік [1] і створює 15% глобальних викидів оксиду азоту NO_x при прогнозованому збільшенню цих показників у майбутньому. Тому Міжнародна морська організація (ІМО) встановила обмеження на викиди, які регулюються Міжнародною конвенцією по запобіганню забрудненню з суден (MARPOL) [2].

Підвищення енергоефективності одночасно сприяє як скороченню споживання палива, так і зменшенню понаднормових викидів. Зазначена мета досягається шляхом широкого застосування в архітектурі автономних електроенергетичних систем (ЕЕС) засобів силової електроніки – потужних напівпровіднико-

вих перетворювачів (НП), які використовуються, насамперед, у гребних електроустановках (ГЕУ). Головною перевагою ГЕУ є можливість оптимізувати завантаження головних теплових двигунів для отримання максимального ККД та зменшення витрат палива з одночасним досягненням більшої маневреності [3].

Однак, функціонування напівпровідникових перетворювачів викликає зниження якості електроенергії та породжує проблему електромагнітної сумісності в автономній мережі. Зареєстровано ряд серйозних аварій, що сталися через неприпустимий рівень вищих гармонік напруг і струмів в ЕЕС, зумовлених НП, наприклад катастрофічний вибух конденсатора на борту RMS «Queen Mary» [4]. Для запобігання подібних аварій, забезпечення надійного функціонування суден та безпеки екіпажів морські регулюючі органи, разом з ІЕС, ІЕЕЕ, АВС та ін., розробляють стандарти якості електроенергії з підвищеними вимогами до її показників [5].

Енергоефективність та якість електроенергії мають глибокий внутрішній зв'язок та взаємний вплив.

Метою даної роботи є аналіз основних напрямів забезпечення енергоефективності та якості електроенергії в суднових енергоустановках з потужними НП шляхом врахування структурних та режимних факторів впливу на відповідні поняття та показників, що їх визначають.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі:

- аналіз архітектури ЕЕС з НП сучасних морських об'єктів;
- аналіз топології НП та комплексів на їх основі;
- визначення показників енергоефективності та способів їх підвищення;
- удосконалення стандартів якості електроенергії в суднових ЕЕС з НП та засобів забезпечення їх вимог.

Архітектура ЕЕС та НП. Незважаючи на різнотипність суден, конфігурації ЕЕС з ГЕУ та характеристики їхніх елементів мають спільні риси:

1 Топологія інтегрованої ЕЕС зі спільними шинами змінного струму головного розподільчого щита (ГРЩ).

2. Велика номінальна потужність ЕЕС. Потужність кожної секції може досягати 20 МВт, а загальна встановлена потужність генераторів – 80 МВт і більше. Наприклад, у найбільшого на сьогодні круїзного лайнера «Allure of the Seas» потужності ЕЕС та ГЕУ становлять відповідно 97 МВт і 60 МВт.

3. Використання на шинах ГРЩ високої напруги (від 690 В до 11 кВ).

4. Переважне застосування в сучасних гребних та підрулюючих установках перетворювачів частоти (ПЧ) з ланкою постійного струму за схемою «випрямляч (В) – автономний інвертор (АІ)». Найчастіше використовуються автономні інвертори струму (АІС) на одноопераційних SCR тиристорах (в установках найбільшої потужності з синхронними двигунами) та автономні інвертори напруги (АІН) з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ) на GTO або IGBT модулях (в установках з асинхронними двигунами) [6, 7].

5. Поліпшення якості електроенергії в судновій мережі та зменшення спотворень струму, який споживається ПЧ, стандартним способом – підвищенням пульсності вхідного випрямляча (з 6 до 12 або 24) шляхом використання сило-

вого трансформатора з декількома фазоповоротними вторинними обмотками та багатомостових випрямних схем [6]. Забезпечення практично синусоїдальної форми струму асинхронних двигунів досягається без застосування додаткових вихідних фільтрів ПЧ за рахунок використання багаторівневих АІН з ШІМ.

Показники енергоефективності та способи їх покращення.

ІМО у 2011 р. ініціював проектування енергоефективності, згідно з чим було запропоновано теоретичний показник енергоефективності – індекс EEDI (EEDI – The Energy Efficiency Design Index), якому повинні відповідати всі судна, побудовані після 2013 р [2]. EEDI поєднує в оцінці енергоефективності обсяги викидів CO₂, відповідні обсягам корисних перевезень на милю у вигляді їх відношення і має розмірність (г CO₂/т·миля). Використання EEDI при визначенні енергоефективності ґрунтується на його корельованості з іншим спорідненим показником – індексом EEOI, який визначається фактичними витратами палива на одиницю транспортної роботи.

Повна формула розрахунку EEDI може бути зведена до вигляду [8]:

$$EEDI = (A + B + C - D) / E,$$

де A , B , C – викиди CO₂ відповідно головних двигунів, допоміжних двигунів, двигунів генераторних установок, D – скорочення викидів завдяки інноваційним технологіям, E – обсяги корисних перевезень (транспортна робота). Таким чином, судно, енергоефективність якого відповідає вимогам ІМО, повинно мати значення EEDI, яке не перевищує відповідний норматив.

До способів підвищення енергоефективності відносяться:

- удосконалення конструкції: чим менший EEDI, тим більш енергоефективною є конструкція судна;
- заміна важкого морського дизельного палива СПГ;
- зменшення питомої витрати палива і збільшення ККД в умовах неповного (нижче 50%) завантаження дизельного двигуна шляхом збільшення частоти його обертання відповідно до залежностей [9], наведених на рисунку 1;
- перехід до нової архітектури єдиної ЕЕС з шинами постійного струму (рисунок 2), оскільки підвищення ефективності дизельного двигуна у дизель-генераторній установці шляхом регулювання швидкості обертання у відповідності до профілю навантаження у звичайній єдиній ЕЕС з шинами змінного струму практично неможливо.

У системі, показаній на рисунку 2, швидкість обертання дизелів і, відповідно, частота напруги дизель-генераторів можуть вільно змінюватись за необхідністю. Стабілізація частоти і напруги живлення загальносуднових навантажень забезпечується за рахунок додаткових DC/AC перетворювачів порівняно невеликої потужності.

Основні показники якості електроенергії в суднових ЕЕС та їх забезпечення.

У суднових ЕЕС використовуються джерела електроенергії – синхронні генератори у морському виконанні, які мають відносно високий опір короткого замикання (15-20%), що викликає надмірні рівні гармонічних спотворень напруги внаслідок споживання НП несинусоїдальних струмів.

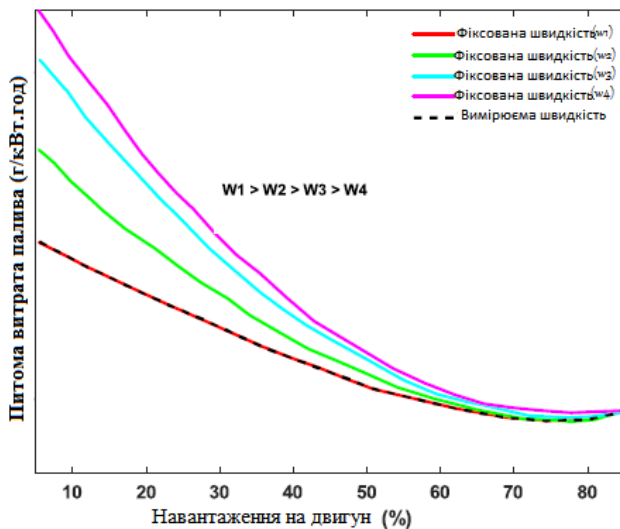


Рисунок 1 – Питомі витрати палива при зміні навантаження і швидкості обертання дизельного двигуна

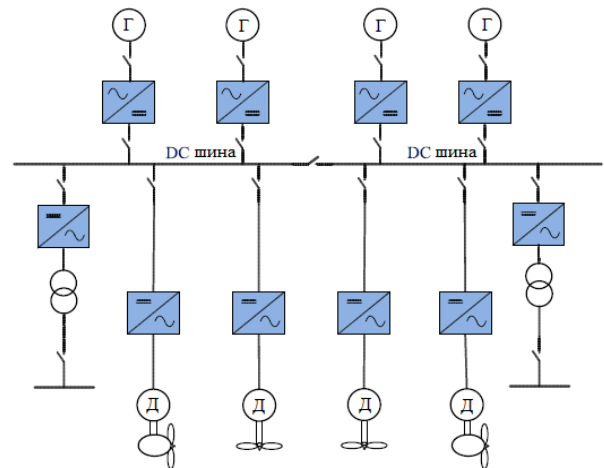


Рисунок 2 – Схема єдиної суднової ЕЕС з шинами постійного струму

Міжнародні стандарти IEC / ISO / IEEE, якими керується ІМО, визначають норми на наступні головні показники якості електроенергії [5]:

- коефіцієнти несинусоїдальності напруги по окремих гармоніках та інтегральний (THD – Total Harmonic Distortion) – відповідно, $K_{U(v)} = U_{(v)}/U_{(1)}$ та $K_U = (\sum_{v=2}^N U_{(v)}^2)^{0,5} / U_{(1)}$;
- відповідні коефіцієнти $K_{I(v)}$ та K_I , що визначають несинусоїдальність струму.

Основним показником енергоефективності ПЧ, що одночасно впливає і на якість електроенергії, є коефіцієнт потужності – відношення активної потужності перетворювача до його повної потужності [5]:

$$\chi = P_{\pi} / S_{\pi} = \lambda \cdot \cos \varphi_{(1)},$$

де $\lambda = [(1 + K_U^2)(1 + K_I^2)]^{-0,5}$ – коефіцієнт спотворення, $\cos \varphi_{(1)}$ – коефіцієнт зсуву основних гармонік напруги і струму, споживаного НП.

На рисунку 3, а, б наведено одержані в [10] узагальнені залежності χ та його складових від відносної потужності ПЧ $P_{\pi}^* = P_{\pi} / S_{\pi}$ (S_{π} – повна потужність КЗ у точці підключення P у складі ПЧ). Сімейства залежностей побудовані для ПЧ за схемою В-АІН з ШІМ відповідно з ємнісним (рисунок 3, а) та індуктивно-ємнісним (рисунок 3, б) згладжувальним фільтром.

З рисунку 3, а витікає, що підвищення коефіцієнта потужності ($\chi \geq 0,9$) при одночасному зменшенні спотворення споживаного струму ($K_I \leq 0,35$) можливо і для схеми ПЧ з порівняно дешевим ємнісним фільтром, якщо забезпечено режим при $P^* \geq 0,03$. Для досягнення цієї мети завжди можна використати підключення ПЧ через трансформатор або додатковий лінійний реактор.

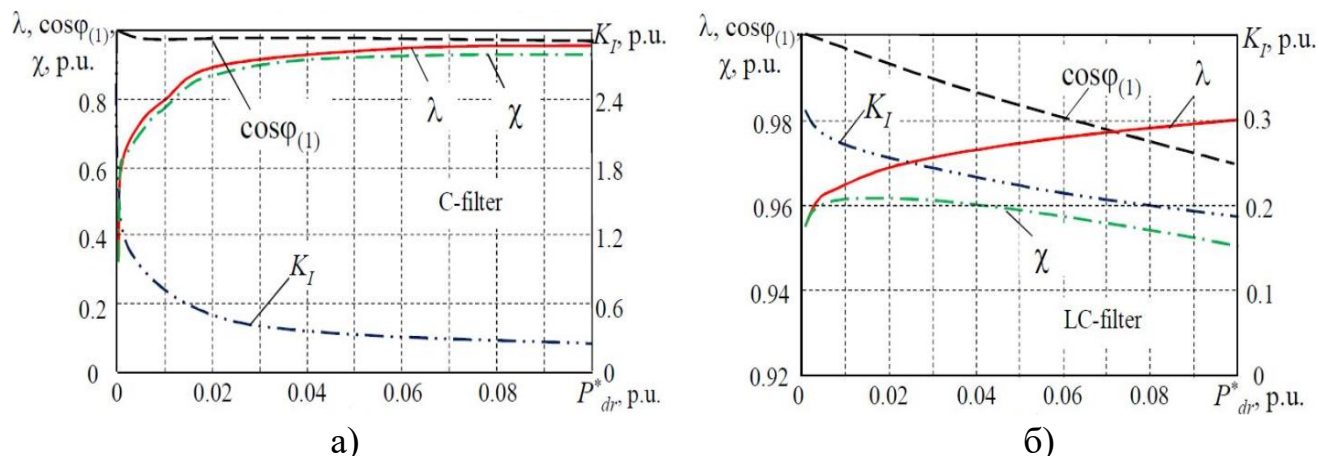


Рисунок 3 – Залежності коефіцієнта потужності ПЧ та його складових у схемах:

- а) – з ємнісним згладжувальним фільтром;
 б) – з індуктивно-ємнісним згладжувальним фільтром

Висновки: виконано дослідження основних напрямів забезпечення енергоефективності та якості електроенергії в суднових енергоустановках з потужними НП, запропоновані методи і засоби їх реалізації.

ЛІТЕРАТУРА

1. ABB. ABB: Energy Efficiency in Marine Vessels. Accessed: Jun. 7, 2017. [Online]. Available: https://library.e.abb.com/public/9c632630a46c06dac1257a8a003ac7dc/ABB%20Generations_16%20Energy%20efficiency%20in%20marine%20vessels.pdf
2. MARPOL Annex VI Chapter 4: Energy Efficiency Regulations for Ships, Int. Mar. Org., London, U.K., 2011.
3. J. F. Hansen, F. Wendt, "History and state of the art in commercial electric ship propulsion, integrated power systems, and future trends", *Proc. IEEE*, vol. 103, no. 12, pp. 2229-2242, Dec. 2015.
4. Catastrophic failure of a capacitor and explosion in an 11kV harmonic filter on board the passenger cruise vessel RMS Queen Mary 2 : MAIB SAFETY BULLETIN 4/2010.
5. IEEE Standard for Power Electronics Open System Interfaces in Zonal Electrical Distribution Systems Rated Above 100 kW, IEEE Standard 1826-2012, 2012.
6. A. K. Ådnanes, A. J. Sørensen, and T. Hackman, "Essential characteristics of electrical propulsion and thruster drives in DP vessels", in *Proc. Dyn. Positioning Conf.*, 1997, pp. 1-20.
7. A.K. Ådnanes, "Maritime Electrical Installations And Diesel Electric Propulsion", ABB AS Marine Oslo, April 2003.
8. MAN Diesel & Turbo. EEDI_Energy Efficiency Design Index. Accessed: Jun. 7, 2018. [Online] Available: <https://marine.mandieselturbo>.
9. Z. Jin, M. Savaghebi, J. C. Vasquez, L. Meng, and J. M. Guerrero, "Maritime DC microgrids-a combination of microgrid technologies and maritime onboard power system for future ships", in *Proc. IEEE 8th Int. Power Electron. Motion Control Conf. (IPEMC-ECCE Asia)*, May 2016, pp. 179-184.
10. O. Zhuk, D. Zhuk, O. D'yakonov, "Input Voltages and Currents Distortion and Power Factor of Frequency Converters" // 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). Conf. Proc., 2020, Kyiv, Ukraine. IEEE Catalog Number: CFP2005U-ART ISBN: 978-1-7281-9713-5, pp. 791 – 796.

Наукове видання

МАТЕРІАЛИ

X Міжнародної науково-технічної конференції

"СУДНОВА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЯ, ЕЛЕКТРОНІКА І АВТОМАТИКА"

24.11.2020 – 25.11.2020

Комп'ютерна верстка *Глазева О.В.*

Підписано до друку 18.12.2020.

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 14,18.

Наклад 300. Зам. № И20-12-98.

НУ «ОМА»

Свідоцтво ДК № 1292 от 20.03.2003

65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 8

тел./факс: (0482) 34-14-12

publish@ma.odessa.ua