УДК 621.314.52

ПОРІВНЯЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНОВОГО ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ

О. М. Лебедь
Херсонська державна морська академія

Анотація: *Системи електроруху суден мають переваги щодо пропульсивних установок. Створення енергоефективних електротехнічних комплексів є основним напрямом у створенні суднових рушійних комплексів. Безтрансформаторні єдині електротехнічні комплекси мають ряд переваг стосовно типових електротехнічних комплексів. Проведено порівняльний аналіз використання єдиних безтрансформаторних електротехнічних комплексів із традиційними та показано перспективність їх застосування. Введення узгоджувальних трансформаторів лише у ланцюг суднових споживачів електроенергії веде до підвищення коефіцієнта корисної дії, збільшення коефіцієнта потужності, зменшення маси, зменшення вартості електротехнічного комплексу.*

Ключові слова: *електрорух, єдина електроенергетична система, головна енергетична установка, перетворювач частоти, узгоджуючий трансформатор.*

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE SHIP'S ELECTRICAL ENGINEERING COMPLEX

O. M. Lebed
Kherson State Maritime Academy

Abstract: *Ship electric propulsion systems have advantages over propulsion systems. The creation of energy-efficient electrical complexes is the main direction in the creation of ship propulsion systems. Transformerless single electrical complexes have a number of advantages in relation to typical electrical complexes. A comparative analysis of the use of unified transformerless electrical complexes with traditional ones has been carried out and the prospects for their use have been shown. The introduction of matching transformers only in the circuit of ship consumers of electricity leads to an increase in efficiency, an increase in power factor, a decrease in mass, and a decrease in the cost of the electrical complex.*

Keywords: *electric propulsion, unified electric power system, main power plant, frequency converter, matching transformer.*

Системи електроруху (СЕР) суден мають переваги щодо пропульсивних комплексів. Це як підвищення надійності суднового електротехнічного комплексу, так і самого пропульсивного комплексу [1, 2].

Варто також відзначити поліпшення маневреності судна, підвищення енергетичних та експлуатаційних характеристик, екологічність та раціональне розташування корисного вантажу, що у свою чергу веде до збільшення рентабельності вантажоперевезень.

Перетворювачі частоти (ПЧ) дозволяють вирішити проблеми електромагнітної сумісності потужних електричних установок та інших суднових споживачів електроенергії, що у свою чергу дало змогу об'єднати

суднову електростанцію та всі споживачі електроенергії в єдину електроенергетичну систему (ЄЕЕС) [3, 4].

При цьому слід враховувати також особливості даних установок, як порівняння потужності джерел та приймачів електроенергії, порівняно невелику протяжність ліній електропередач, широкий діапазон зміни навантаження в експлуатаційних режимах роботи судна, наявність потужних напівпровідникових перетворювачів, що впливають на якість електроенергії в судновій мережі. Технологічні операції виконуються електричними пристроями, а теплові двигуни використовуються для виробництва електроенергії.

Однією з найбільш поширеною типовою схемою ЄЕЕС є електростанція, яка будується на базі синхронних генераторів змінного струму, частота напруги якої становить 50 або 60 Гц, а рівень напруги залежить від величини необхідної потужності.

У типовій структурі головна енергетична установка (ГЕУ) змінного струму отримує живлення від суднової електростанції судна змінного струму через узгоджувальні трансформатори, які необхідні для узгодження рівня напруги суднової електростанції та ГЕУ, отримання двох систем ізольованих напруг, зміщених одна до одної на 30 електричних градусів, забезпечення електромагнітної сумісності ГЕУ із споживачами власних потреб.

На рисунку 1 представлено схему роботи одного електродвигуна [5].

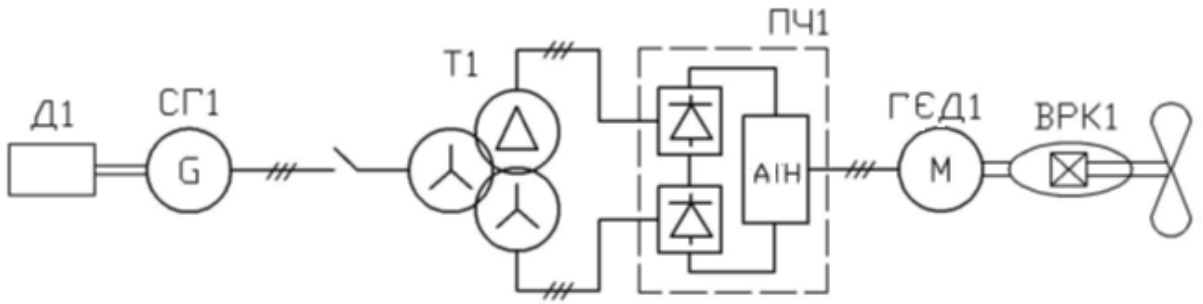

Рисунок 1 – Схема роботи одного електродвигуна з узгоджуючим трансформатором

Наявність узгоджувального трансформатора з трьома обмотками дозволяє придушити 5 і 7 гармонічні складові струму при роботі шестипульсних випрямлячів, що забезпечує високу якість напруги на шинах головного розподільного щита, від якого отримують живлення споживачі власних потреб судна. Узгоджувальний трансформатор забезпечує узгодження рівнів напруги суднової електростанції судна та гребної електричної установки, забезпечує електромагнітну сумісність ГЕУ та суднових електроприладів, а також здійснює гальванічну розв'язку суднової електростанції судна та гребної електричної установки.

Варто зазначити, що на суднах, що мають системи електроруху, основними споживачами електроенергії є електричні гребні установки. Інші суднові споживачі електроенергії можуть мати сумарну потужність значно меншу за

потужність ГЕУ. Для таких суден доцільно будувати електроенергетичну систему таким чином, щоб скоротити кількість перетворень електроенергії при її передачі від генераторів до гребних електродвигунів (ГЕД). Для зниження втрат потужності в ЄЕЕС при передачі електроенергії від суднової електростанції до гребних електродвигунів можна виключити з ланцюга передачі електроенергії від генераторів до електродвигунів трансформатори. Узгоджуючий трансформатор має значну масу, габарити і вартість. При перетворенні напруги у необхідний рівень на трансформаторі відбуваються втрати потужності, що знижує загальний ККД системи. Знижений ККД системи, через наявність узгоджувального трансформатора, веде до збільшення витрати палива при експлуатації судна, що веде до збільшення витрат.

На рисунку 2 представлена схема СЕЕС, у якій гребна електрична установка працює безпосередньо від генераторних агрегатів. Гребний електродвигун отримує живлення від перетворювача частоти з урахуванням трирівневого автономного інвертора напруги (АІН). Два ізольовані джерела постійного струму, отримані шляхом застосування двох трифазних генераторних агрегатів. Споживачі потреб напруги (СПН) підключаються до вторинних обмоток трансформаторів Т1 і Т2. Первинні обмотки трансформаторів Т1 та Т2 підключаються до трифазних обмоток генераторів СГ1 та СГ2.

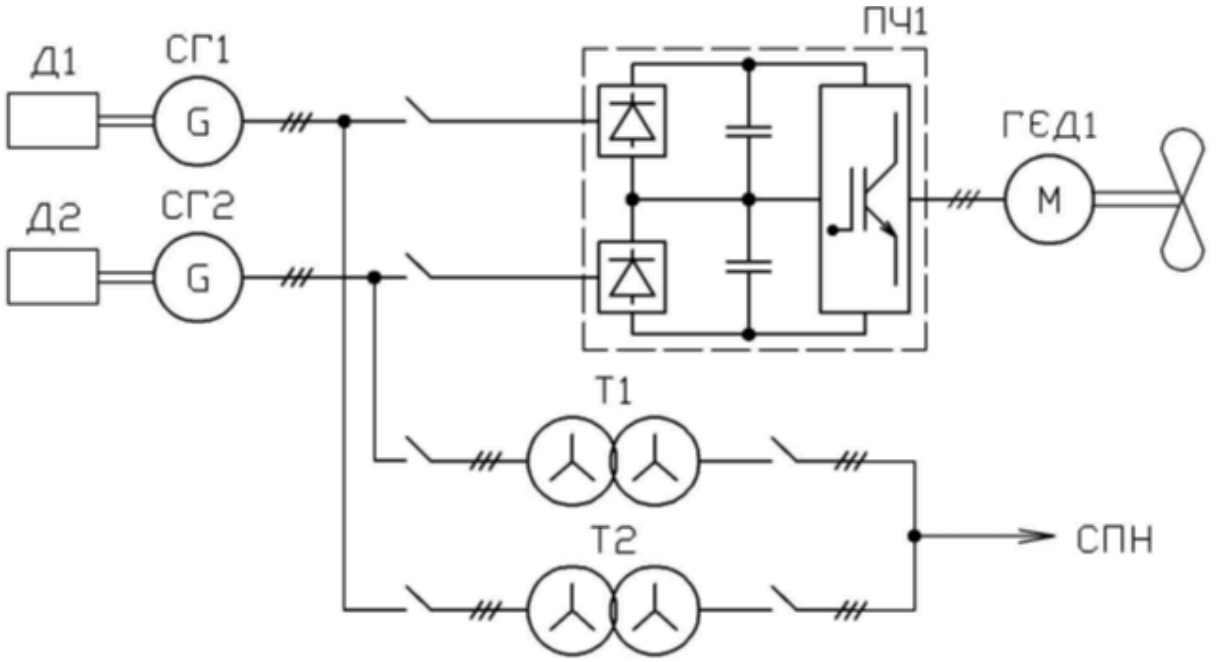

Рисунок 2 – Схема безтрансформаторної ЄЕЕС

Ця схема забезпечує більш високий ККД установки, коефіцієнт потужності. Зниження маси установки зменшує її вартість, дає змогу збільшити перевезення корисних вантажів, що призводить до збільшення рентабельності рейсу.

Таким чином можна зробити висновок, що на суднах з електрорухом у схемах ЄЕЕС доцільно виключити трансформатори з ланцюга живлення ГЕД та ввести трансформатори в ланцюги живлення суднових споживачів. Це дає можливість скоротити масу та габарити ЄЕЕС, підвищити коефіцієнт корисної дії ЄЕЕС, а також вибрати для живлення ГЕД оптимальний рівень напруги та забезпечити стандартний рівень напруги для живлення суднових споживачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Васин И. М., Хомяк В. А., Григорьев А. В. Комплексный подход при создании судовых электроэнергетических систем и установок // Судостроение. № 2. 2008. С. 30–31.
2. Григорьев А. В. Экспериментальные исследования системы электродвижения переменного тока с полупроводниковым преобразователем // Судостроение. № 3. 2007. С. 30–32.
3. Григорьев А. В., Ляпидов К. С., Макаров Л. С. Единая электроэнергетическая установка гидрографического судна на базе системы электродвижения переменного тока // Судостроение. 2006. № 4. С. 33–34.
4. Пашин В. М., Свиридов Г. М. Новые принципы построения мощных статических преобразователей гребных электрических установок // Судостроение. № 2. 2007. С. 29–33.
5. L. Leclere, C. Galmiche Converteam. A Transformerless Full Redundant Electrical Propulsion Solution to Enhance Power Density, A Vailability and Low Noise Signature / IEEE ESTS 2011, April, 10–13, 2011, Virginia, pp. 296–299.

Лебедь Олег Миколайович *к.т.н., доцент кафедри «Природничо-наукова підготовка» Херсонської державної морської академії. ORCID: https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0001-5603-9244; lebed_lom@ukr.net.*