

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 судах 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 Convertteam. 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.

УДК 621.314.52

БАГАТОРІВНЕВІ ІНВЕРТОРИ НАПРУГИ СУДНОВОГО ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ

О. М. Лебедь

Херсонська державна морська академія

***Анотація:** У системах електроруху суден потужністю до 5–7 МВт як електродвигун гребної установки електротехнічного комплексу використовується асинхронний двигун (АД) з короткозамкненим ротором, живлення на який подається від інвертора напруги, що перетворює постійну напругу на змінну. Для регулювання частоти обертання АД використовується частотний метод, у якому регулюється як значення напруги, так і частота, що надходить до обмотки АД. Такий спосіб дозволяє регулювати частоту обертання АД за високого коефіцієнта корисної дії (ККД). Регулювання вихідної напруги здійснюється шляхом широтно-імпульсної модуляції з урахуванням автономних інверторів напруги. Наявність гармонік вищих порядків за струмом та напругою призводить до*

втрати потужності та ККД електротехнічного комплексу. На спектр та амплітуду вищих гармонік напруги та струму в обмотках електродвигуна впливає частота широтно-імпульсної модуляції та відповідно багаторівневість автономних інверторів напруги. Проводилося моделювання на MATLAB/Simulink, при використанні від дворівневих та п'ятирівневих інверторів. При підвищенні частоти широтно-імпульсної модуляції до 3300 Гц дворівневі інвертори показують задовільні результати гармонійного складу струму в електродвигуні і коефіцієнт гармонік не перевищує 4 %. Для трирівневого 1800–1900 Гц, чотирирівневого 2000 Гц, п'ятирівневого 1300–1400 Гц також було виявлено, що при частоті широтно-імпульсної модуляції 500 Гц найменший коефіцієнт гармонік відповідав трирівневному інвертору, а при частоті 800 Гц найменший коефіцієнт гармонік відповідав чотирирівневному інвертору. При подальшому збільшенні рівня інверторів та частоти широтно-імпульсної модуляції спостерігалось зменшення коефіцієнта гармонік струму.

Ключові слова: електрорух, асинхронний двигун, гармоніка, автономний інвертор напруги, широтно-імпульсна модуляція.

MULTI-LEVEL VOLTAGE INVERTERS IN THE SHIP ELECTRICAL COMPLEX

O. M. Lebed

Kherson State Maritime Academy

Abstract: In electric propulsion systems of ships with a power of up to 5–7 MW, an asynchronous motor with a squirrel-cage rotor is used as the electric motor of the propulsion plant of the electrical complex, which is powered by a voltage inverter that converts direct voltage into alternating voltage. To control the speed of the IM, the frequency method is used, in which both the voltage value and the frequency supplied to the IM windings are regulated. This method allows you to adjust the speed of the IM with high efficiency. The output voltage is regulated by the method of pulse-width modulation based on autonomous voltage inverters. The presence of harmonics of higher orders in current and voltage leads to a loss of power and efficiency of the electrical complex. The spectrum and amplitude of the higher harmonics of voltage and current in the motor windings are affected by the frequency of pulse-width modulation and, accordingly, the multi-level nature of autonomous voltage inverters. Simulation was carried out in MATLAB/Simulink, using two-level and five-level inverters. With an increase in the frequency of pulse-width modulation to 3300 Hz, two-level inverters show satisfactory results in terms of the harmonic composition of the current in the electric motor and the harmonic coefficient does not exceed 4 %. For three-level 1800–1900 Hz, four-level 2000 Hz, five-level 1300–1400 Hz. It was also found that at a pulse-width modulation frequency of 500 Hz, the lowest harmonic distortion corresponded to a three-level inverter, and at a frequency of 800 Hz, the lowest harmonic distortion corresponded to a four-level inverter. With a further increase in the level of inverters and the frequency of pulse-width modulation, a decrease in the current harmonic coefficient was observed.

Keywords: electric motion, asynchronous motor, harmonics, autonomous voltage inverter, pulse-width modulation.

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.