МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
КОМПАНІЯ «АМІКО ГРУПП»
ПІВДЕННИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
МОРСЬКЕ ІНЖЕНЕРНЕ БЮРО
АТ «ЗАВОД «ЕКВАТОР»
ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УКРАЇНИ
У МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ
ДП «ДОСЛІДНО-ПРОЕКТНИЙ ЦЕНТР КОРАБЛЕБУДУВАННЯ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ»
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРБІНСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (КИТАЙ)
УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ М. ЦЗЯНСУ (КИТАЙ)
ГДАНСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
ЗАХІДНО-ПОМЕРАНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
КОШАЛІНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
БАТУМСЬКИЙ НАВЧАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАВІГАЦІЇ (ГРУЗІЯ)

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ

IX міжнародної науково-технічної конференції

18 – 19 жовтня 2018 р.

Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9 м. Миколаїв

Миколаїв, НУК, 2018

Волянська Я.Б., Підлубний Д.О., Андреєв О.О., Бондаренко П.С., Нарінян Р.О. Сучасні напрямки розвитку електроприводів суднових ліфтових підйомних механізмів. 370

Волянський С.М., Біленький О.О., Сливка А.А., Глушко В.М., Ординцев О.С Вдосконалення конструкції безредукторної лебідки з поліпшеними динамічними та енергетичними показниками. 372

Алоба Л.Т., Грудініна Г.С. Математичне моделювання системи автоматичного керування автономним ненаселеним підводним апаратом як агентом групи. 373

Жук Д.О., Осадченко Ю.В., Кіпень М.С., Корнілов В.С., Савченко О.В. Визначення ефективності демпфуючих пристроїв як засобів підвищення якості електроенергії в суднових елекроенергетичних системах. 375

Костенко Д.В., Трибулькевич С.Л. Особливості вибору конденсатору ланки постійного струму аін з шім. 379

Фролов О.М., Божок Я.О., Лущик В.М . Схема управления 4-х фазным БДПТ с высокой стабильностью частоты вращения внутри одного оборота. 382

Шевченко В.В., Береговий Б.Ю., Поделяк С.В. Розробка та впровадження альтернативного джерела – вітрогенератора на морських суднах. 384

Секція № 9. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ В ПРОМИСЛОВОСТІ, ОСВІТІ ТА СОЦІАЛЬНІЙ СФЕРІ

Приходько С.Б., Кудін О.О. Нелінійна регресійна модель на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B. 387

Приходько С.Б., Кизима В.С., Приходько А.С. Інформаційна технологія для оцінювання розміру програмного забезпечення JAVA-систем з відкритим кодом за рівнянням нелінійної регресії. 388

Савіна О.Ю., Маркіна Л.М. Ідентифікація ризиків портфеля наукомістких проектів підприємства з утилізації відходів за технологією «екопірогенезіс». 389

Бурунсуз К.С. Механізм управління проектами зі створення енергетичних комплексів з плазмохімічними елементами на стадії їх ініціації. 391

Модестов М.О., Приходько С.Б. Розпізнавання клавіатурного почерку користувача використовуючи еліпс передбачення. 393

Михелєв І.Л., Варзарь С.О. Аналіз мобільних платформ та видів розробки мобільних додатків під ці платформи. 394

Пономаренко Т.В., Фролов К.А. Використання теорії не-факторів в задачі бінарної класифікації. 395

Пономаренко Т.В., Сізов К.В. Дослідження ефективності застосування розподілених обчислень за допомогою Raspberry Pi у побудові розподілених кластерів. 399

Гайда А.Ю., Фарионова Т.А., Слободян С.О. Управление динамическими системами на основе нейросетевых моделей. 400

Конотоп Д.І. Створення та супроводження узагальненої моделі складних технічних об'єктів. 402

Makarova L.M., Andreeva A.S. Information technology for size estimation of web-applications implemented in Java. 405

Макарова Л.М., Албул Р.М. Удосконалення інформаційної технології для оцінювання кількості дефектів програмного забезпечення. 406

Макарова Л.М., Глумаков О.В. Програмне забезпечення інформаційної технології для оцінювання часу обробки автотранспорту на зерновому терміналі. 407

Олейников Д.В. Дослідження методів послідовних моделей і прогнозування та розробка системи підтримки прийняття рішень «Домашній комірник» 408

Дрозд А.Ю. Використання методу кластерного аналізу для оцінки попиту на товар в мережі комісійних магазинів. 409

Knyrik K.O., Knyrik N.R., Mykheliev I.L. Choosing software architecture for mobile systems. 411

Михалько Я.О. Удосконалення математичної моделі оцінювання кількості рядків коду ігрових програм на Java, та розробка програмного забезпечення для її реалізації. 412

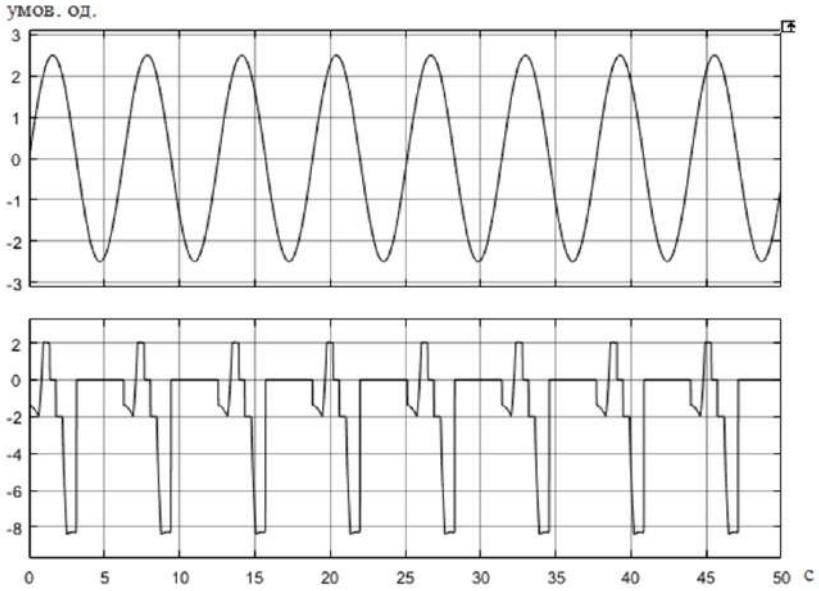

Рисунок 3 – Вхідний сигнал від регулятора дистанції

ВИСНОВКИ

1) Розроблено математичну модель автоматичної системи керування автономним ненаселеним підводним апаратом, що працює як агент у сукупності інших об'єктів.

2) Розроблена система керування складається з двох основних блоків керування: контроль дистанції та регулювання курсу, які було реалізовано на базі нечітких регуляторів типу Мамдані з дефазифікацією керуючої змінної за методом центра ваги.

3) В системі Simulink проведено симуляцію роботи АНПА, задачею якого було контролювати встановлений діапазон відхилення руху від заданого об'єкта, що рухався по синусоїдальній траєкторії. Важливо враховувати, що АНПА не може в точності повторювати траєкторії руху контрольованого об'єкта, так як необхідний час для зміни курсу та швидкості руху.

4) Отримані результати дозволяють підвищити якість керування групою дистанційно керованих ненаселенипідводних апаратів, при виконанні маневреного руху АНПА.

Список використаних джерел

1. **Попов Э.В.** Искусственный интеллект [Текст] / справочник – М.: Радио и связь, 1990. – Т.1. – 461 с., Т.2. – 304 с., Т.3 – 363 с.

2. **Макаров И.М.** Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления [Текст] / И.М. Макаров, В.М. Лохин // – М.: Наука, 2006. – 333 с.

3. **Блінцов С. В.** Математичне моделювання динаміки автономного підводного апарата на плоскій циркуляції [Текст] / С.В. Блінцов, Г.С. Грудініна // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2017. – №4.

4. **Ставинський А. А.** Удосконалення математичної моделі самохідного підводного апарата для дослідження просторового руху [Текст] / А.А. Ставинський, С.В. Блінцов // Збірник наукових праць НУК. – 2004. – № 3. – 396 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕМПФУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ЯК ЗАСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СУДНОВИХ ЕЛЕКРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Жук Д.О., Осадченко Ю.В., Кіпень М.С., Корнілов В.С., Савченко О.В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Анотація. Розглянуто чотири випадки роботи електроенергетичної системи з потужними напівпровідниковими перетворювачами (НП): без демпфуючих пристроїв (ДП) та з трьома видами ДП. Створено та досліджено MATLAB-модель. Отримані, залежно від різних умов криві фазної напруги на шинах головних розподільчих щитів (ГРЩ). Після виконання швидкого перетворення Фур'є кривих напруг, отримані відповідні амплітудні спектри гармонічних складових для аналізу ефективності ДП.

Ключові слова: напівпровідникові перетворювачі, суднова електроенергетична система, демпфуючі пристрої, гармоніки, керовані вентилі.

Abstract. The operation of electric power system (EPS) with powerful semiconductor converters (SC) are considered in four different modes. It's is EPS without damping devices (DD) and EPS with three types of DD. The creation and investigation of EPS MATLAB model is carried out. The shapes of phase voltage on the switchboard buses are obtained, depending on the different conditions. To analyze of DD the harmonic spectra of phase voltage are performed by fast Fourier transform (FFT).

Key words: semiconductor transducers, ship electric power system, damping devices, harmonics, controlled valves.

Вступ. Дослідження, виконані у [1, 2] показують, що вищі гармоніки напруги в суднових електроенергетичних системах (СЕЕС) обумовлені як ідеалізованими комутаційними імпульсами, так і затухаючими високочастотними коливаннями, які супроводжують процеси ввімкнення і вимикання тиристорів в керованих випрямлячах (КВ). Такі гармоніки обумовлюють появу кондуктивних низькочастотних і високочастотних (НЧ і ВЧ) електромагнітних перешкод у діапазоні частоти відповідно 0…2,5 кГц і 2,5 кГц…30 МГц.

Комутаційні ВЧ коливання істотно впливають як на амплітудний спектр напруги у мережі живлення в області високих частот, так і на інтегральний показник несинусоїдальності напруги – коефіцієнт спотворення синусоїдальності K_U. Такі коливання визначають склад електромагнітних перешкод, які знижують ефективність роботи відповідальних суднових споживачів [1]. Дослідженню ВЧ коливань, що супроводжують комутації тиристорів КВ, присвячено значну кількість публікацій [3-7 та ін.], однак питання їх демпфування у складі напруги мережі живлення досліджені недостатньо.

Загальновідомі індивідуальні демпфуючі пристрої (ДП) напівпровідникових перетворювачів (НП). Вони мають вигляд *RC* кіл і включаються паралельно тиристорам або вентильним блокам перетворювача, забезпечуючи локальний захист останніх від комутаційних перенапруг. Сучасні силові напівпровідникові збірки провідних світових виробників IRF, MOTOROLA, SEMIKRON і т.д. стандартно комплектуються подібними пристроями. Робота таких ДП практично не впливає на ВЧ коливання напруги в системі (на шинах ГРЩ).

Мета роботи. Підвищення енергоефективності СЕЕС шляхом демпфування високочастотних комутаційних коливань, які виникають внаслідок роботи потужних керованих НП.

В [8] виконано порівняльний аналіз ДП, призначених для захисту вентилів. Відомі методи розрахунку індивідуальних ДП представлені в [9, 10], де розглядаються питання їх оптимізації з точки зору зменшення потужності втрат і зниження масогабаритних показників.

Цікавим є використання подібних ДП як системних – які підключаються безпосередньо до шин ГРЩ і обмежують комутаційні перенапруги в мережі, обумовлені роботою одного або групи КВ.

Ефективність системних ДП (рис.1) визначається ступенем зниження гармонік комутаційних ВЧ коливань в напрузі мережі. Наведені нижче вирази для визначення параметрів ДП отримані виходячи з умови обмеження гармонік ВЧ коливань до рівня гармонік відповідних частот ідеалізованих комутаційних спотворень напруги мережі.

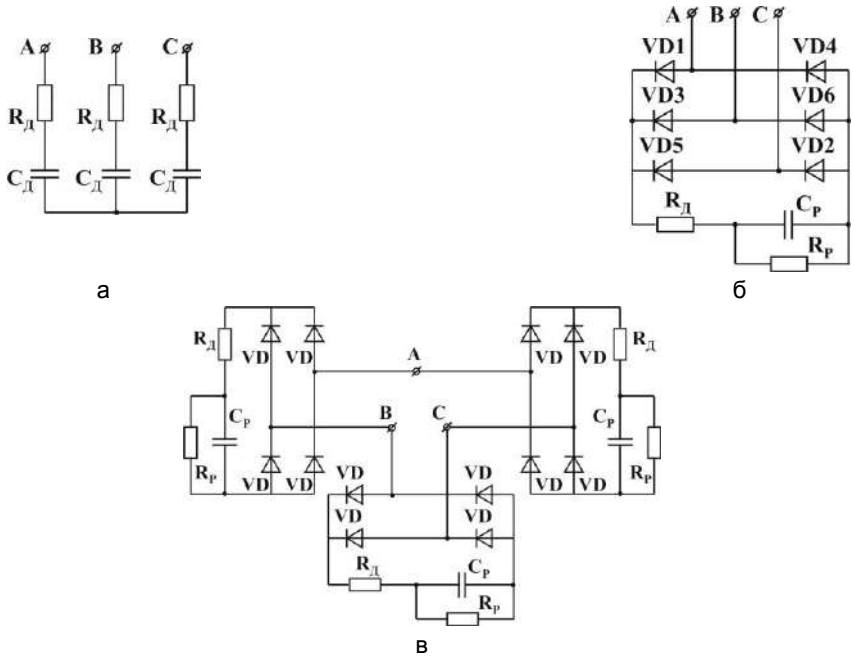

Рисунок 1. Схеми системних демпфуючих пристроїв

$$R_Д > 0{,}52\sqrt{L_S / C_Д}\,;\; R_Д < 0{,}1\sqrt{C_Д L_s / C_S}\,, \tag{1}$$

де L_S - еквівалентна індуктивності живлячої мережі; C_S - власна (паразитна) ємність мережі живлення.

Ємність $C_Д$ обирається набагато більшою C_S і становить кілька десятків мкФ. Недолік даної схеми – виникнення при збільшенні ємності, з метою підвищення демпфуючого ефекту, «штучної» ємнісної комутації, що супроводжується перенапругами на вентилях.

Схема представлена на рис. 1, б, має вигляд діодного моста з *RC* навантаженням і розрядним опором R_p. Розрахунок її елементів проводиться з наступних умов

$$R_p C_Д = 0{,}002...0{,}005;\;\; R_Д = (0{,}14...1{,}6)\sqrt{L_S / C_Д}\,.. \tag{2}$$

Схема, наведена на рис. 2 не забезпечує зниження рівнів ВЧ коливань при виключенні вентилів КВ в основному робочому піддіапазоні $0^\circ < \alpha < 60^\circ$, хоча ефективно працює в піддіапазоні $60^\circ < \alpha < 120^\circ$. Даного недоліку позбавлений пристрій виконаний за схемою (рис. 1, в), що складається з трьох однофазних діодних мостів з *RC* навантаженням.

Робота пристрою при всіх значеннях α аналогічна роботі попередньої схеми в піддіапазоні $60^\circ < \alpha < 120^\circ$, співвідношення, що визначають вибір параметрів $R_Д$ і $C_Д$ зберігаються.

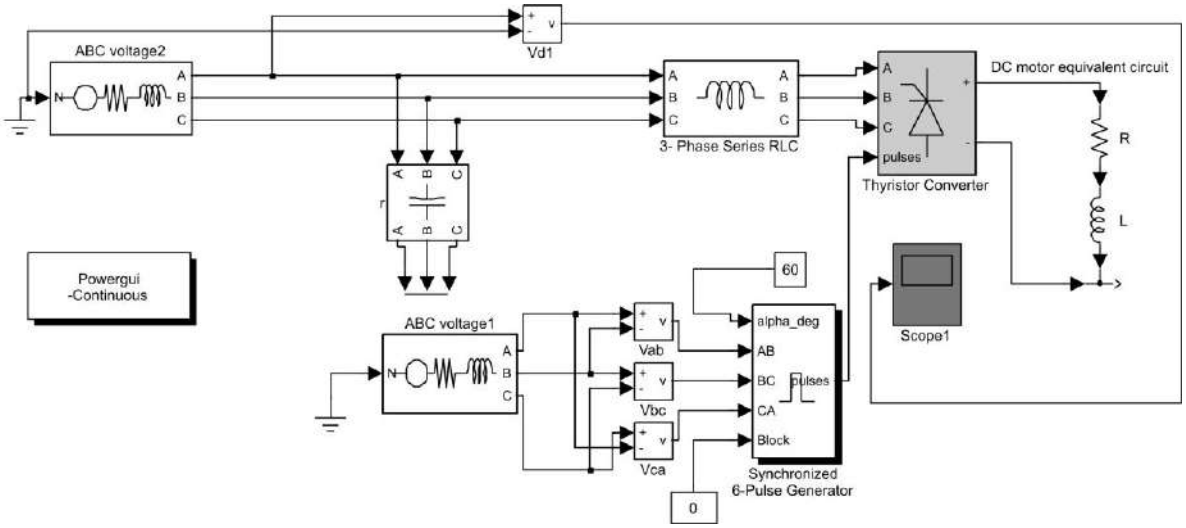

Рисунок 2. Схема моделі СЕЕС з трьохфазним мостовим КВ і паразитною ємністю

Для оцінки ефективності розглянутих ДП в MATLAB складена модель СЕЕС з трифазним мостовим КВ (рис. 2), що має наступні основні параметри: фазна напруга мережі $U_S = 220$ В, частота $f_S = 50$ Гц, фазна індуктивність $L_S = 0{,}6$ мГн, паразитна фазна ємність $C_S = 1{,}6$ мкФ; навантаження - активний опір $R_d = 6{,}4$ Ом, індуктивність $L_d = 0{,}096$ Гн; перетворювач - фазна індуктивність $L_П = 3{,}5 \cdot 10^{-4}$ Гн, кути ввімкнення і комутації КВ становлять відповідно $\alpha = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$.

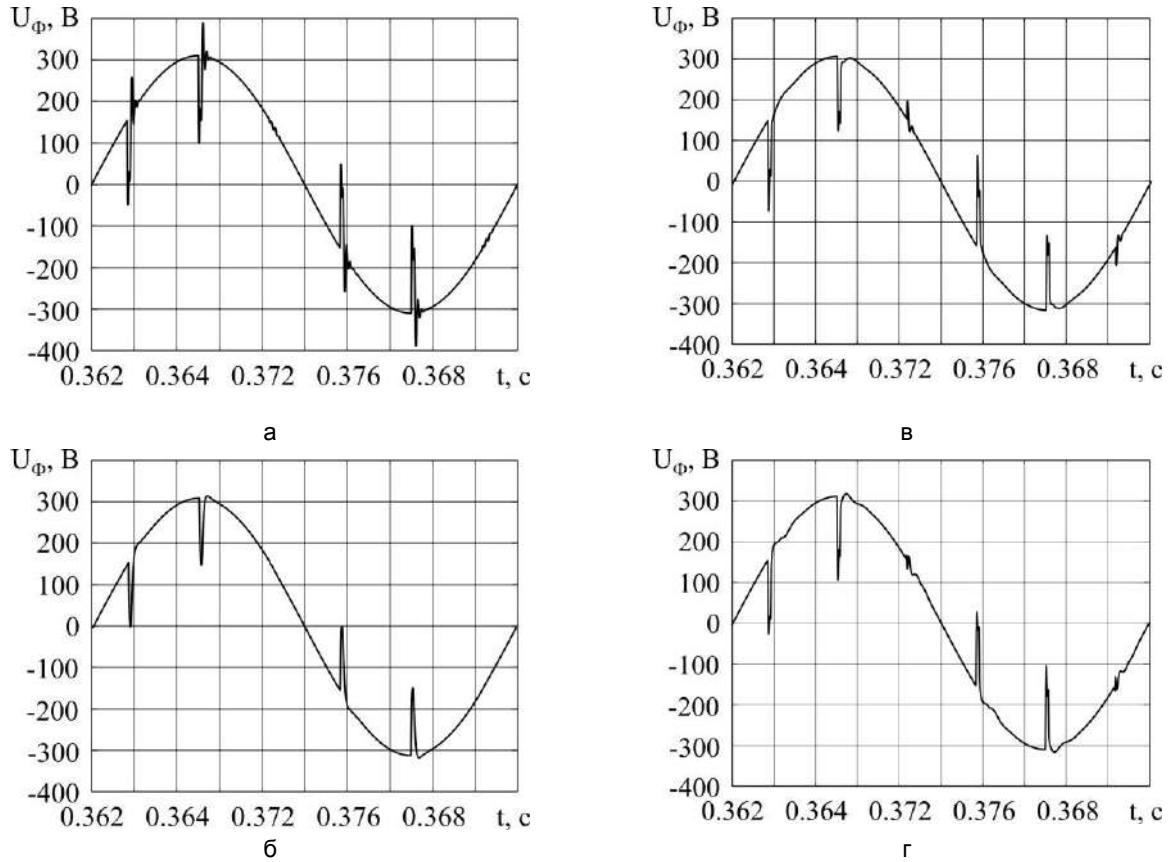

Рисунок 3. Форми кривих фазних напруг на шинах ГРЩ: а – без використання ДП; б,в,г – з використанням ДП

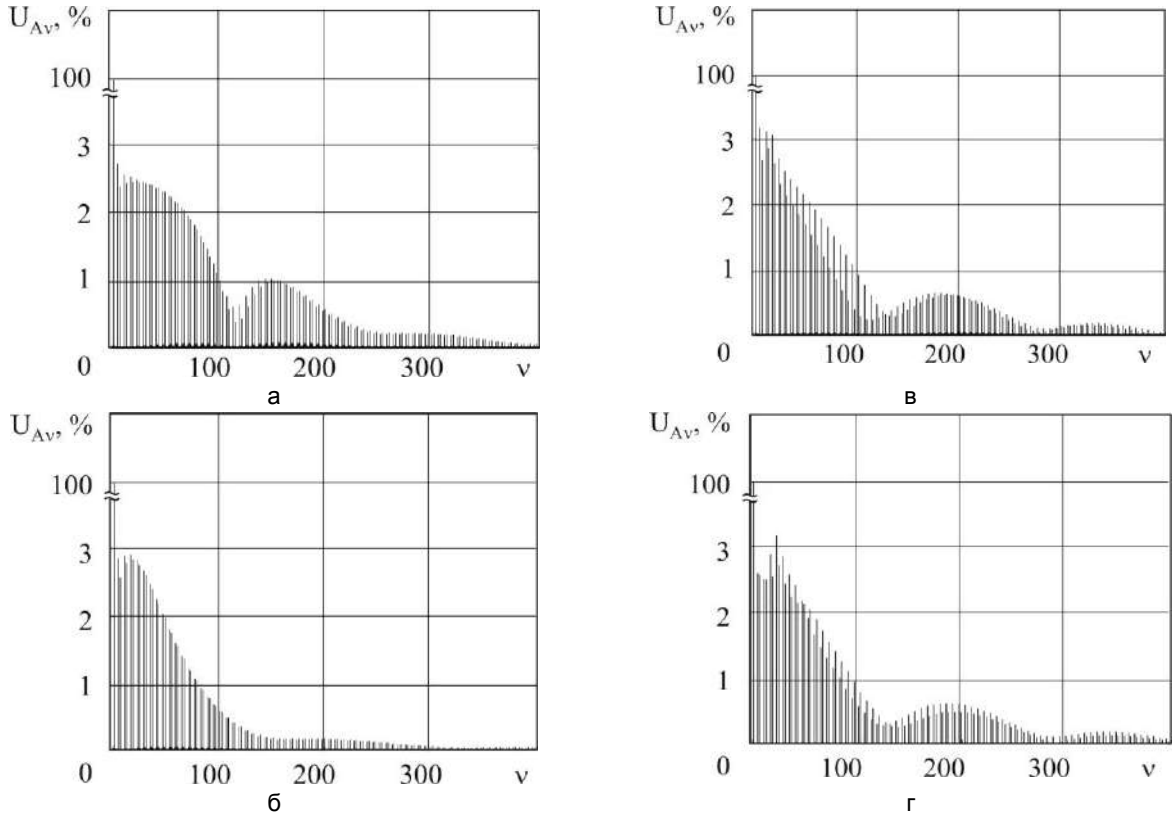

Рисунок 4. Амплітудні спектри фазних напруг на шинах ГРЩ в ЕЕС з КВ при відсутності і наявності демпфуючи пристроїв

Розглянуто чотири випадки роботи СЕЕС: без ДП; з ДП за схемами на рис. 1, а-в. На рис. 3, а-г представлені отримані, залежно від умов функціонування СЕЕС, криві фазної напруги на шинах ГРЩ. Після

виконання швидкого перетворення Фур'є (FFT) кривих напруг, приведених на рис. 3, отримані відповідні амплітудні спектри (рис. 4).

Спільний аналіз часових діаграм і амплітудних спектрів напруг (рис. 3, рис. 4), показує, що найбільш ефективним з розглянутих ДП є демпфуючі *RC* кола, які забезпечують істотне зниження рівнів гармонік, що генеруються в мережу в області частот вище 2,5 кГц. Низькочастотні гармоніки в діапазоні частот (0 ... 2,5кГц) ослаблюються розглянутими ДП слабо.

Для забезпечення нормальної роботи демпфуючих *RC* кіл на практиці необхідне обмеження ємності $C_Д$, щоб уникнути появи перенапруг внаслідок ефекту «штучної комутації».

Висновки. Отримані значення коефіцієнтів несинусоїдальності напруг K_U при роботі ДП за схемами (рис. 3, а-г) відповідно становлять 13,32%; 11,55%; 12,64%; 12,28%, що перевищує встановлений Регістром Судноплавства України рівень 10%. Звідси випливає, що системні ДП не можуть самостійно використовуватися для забезпечення необхідної якості електроенергії в СЕЕС морських споруд з потужними КВ. Для підвищення ефективності зниження гармонік, що генеруються КВ в таких ЕЕС у всьому діапазоні частот, можна рекомендувати одночасне ввімкнення демпфуючих *RC* кіл і системних резонансних НЧ фільтрів.

Список використаної літератури

1. **Жук А.К., Жук Д.А.** Комплексная оценка и обеспечение качества электроэнергии в единой ЭЭС двойного рода тока бурового судна «Газпром–1» // Наукові праці КДПУ: Випуск 2/2002(12) – 2002. – С. 208 – 211.
2. **Жук Д.А.** Особенности ЭЭС современных буровых судов с динамическим позиционированием // Зб. наук. праць НУК. – №4. – 2004. – С. 103 – 111.
3. **Жук А.К., Жук Д.А.** Аналіз эффективности демпфирующих устройств при подавлении гармоник коммутационных высокочастотных колебаний в ЭЭС с управляемыми выпрямителями. Проблеми автоматики та електрообладнання транспортних засобів: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2005. – С. 51 – 58.
4. **Анисимов Я.Ф., Васильев Е.П.** Электромагнитная совместимость полупроводниковых преобразователей и судовых электроустановок. – Л.: Судостроение, 1990. – 264 с.
5. **Жук А.К., Жук Д.А., Трибулькевич С.Л.** Анализ несинусоидальности напряжения в системах с тиристорными преобразователями при наличии коммутационных колебаний // Електромашинобудування і електрообладнання. Респ. міжвід. наук.-техн. сб. – 2005. – Вип. 63. – С. 37 – 45.
6. **Кутузов С.И.** Взаимная компенсация гармоник, вносимых в автономную энергосистему статическими и электромеханическими преобразователями // Электричество. – 2002. – №3. – С. 16 – 19.
7. **Кутузов С.И.** Особенности ограничения высших гармоник, вносимых в автономную энергосистему синхронной машиной // Электричество. – 1996. – №3. – С. 2 – 8.
8. **Лабунцов В.А., Чаплыгин Е.Е.** Компенсаторы неактивной мощности на вентилях с естественной коммутацией // Электричество. – 1996. – №9. – С. 55 – 59.
9. **A. Lohner, P. Mauracher, D. Fischer,** "Batteriemanagement, neue Methoden zur Erhцhung der Zuverlдssigkeit von USV–Anlagen", etz, H. 4, 1996, S. 18 – 22.
10. **A. Mertens,** "Harmonic Distortion in Three–Phase Inverters Controlled by Synchronous Sigma– Delta–Modulation", ETEP, Vol. 2, No. 6, Nov./Dec. 1992.

УДК 621.314

ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ КОНДЕНСАТОРУ ЛАНКИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ АІН З ШІМ

Костенко Д.В., к.т.н.; Трибулькевич С.Л.,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова , м. Миколаїв, Україна

Основним призначенням конденсатора, встановленого в ланці постійного струму, є усунення перенапруг, викликаних комутацією силових ключів інвертора і згладжування пульсацій напруги, викликаних роботою випрямляча. Слід зазначити, що напруга в ланці постійного струму під навантаженням перетворювача має форму періодично змінюється однополярного сигналу, модульованого в загальному випадку низькочастотної і високочастотної складовими.