

5. Гунько В.І. та інш. Спосіб виготовлення високовольтних імпульсних конденсаторів з трьохшаровим плівковим діелектриком. Патент України № 103352, Бюл. № 23, 2015.

6. Гунько В.І. та інш. Спосіб просочення електричних конденсаторів з плівковим діелектриком. Патент України № 57999, Бюл. № 6, 2011.

7. Гребенников И.Ю. и др. Исследование зависимости ресурса высоковольтных импульсных конденсаторов с пленочным диэлектриком от режимов эксплуатации. Электротехника, № 6, 2006. С. 36-41.

Creation of multifunctional high voltage pulse capacitor, designed for operation in modes with high repetition rate of charges-discharges.

Gun'ko V.I., Dmytrishyn O.Ya., Perekupka I.A., Tanasova E.D., Fechshuk T.A.

Institute of impulse processes and technologies of NAS of Ukraine, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. This work is final in terms of creating a multifunctional high-voltage pulse capacitor, which is designed for operation in modes with a high repetition rate of charges-discharges up to 100 Hz. This makes it possible to form a capacitive storage of electrical energy from a single capacitor, which allows you to vary the parameters of the discharge pulse while changing the electrical capacity of the capacitor and its operating voltage.

Keywords: high voltage pulse capacitor, film dielectric system, polypropylene film, phenylxylethane.

УДК: 681.5.015:620.179.17

**ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ НАВЧАЛЬНО-ТРЕНАЖЕРНОГО
СТЕНДУ СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

Жук Д.О.¹, Новогрецький С.М.², Александровський С.Ю.³, Бандура С.І.⁴

¹к.т.н., доц. зав. каф. СЕЕС Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
vicedirector2012@gmail.com

²к.т.н., доц. каф. СЕЕС Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
sergii.novogretskyi@nuos.edu.ua

³ старший викладач каф. СЕЕС Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
stanalex016@gmail.com

⁴ старший викладач каф. СЕЕС Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
sergii.bandura@nuos.edu.ua

Анотація. В роботі запропонована концепція побудови структурної схеми навчально-тренажерного стенду суднової електростанції (НТССЕ) і розглянуті принципи управління генераторної секцією. НТССЕ призначений для проведення практичних і лабораторних занять для студентів, які навчаються за спеціальністю 271 «Річковий та морський транспорт», а так само виконання широкого спектру наукових досліджень у галузі електромагнітної сумісності та якості електроенергії в суднових електроенергетичних системах з електроустановками на базі напівпровідникових перетворювачів.

Ключові слова: електроенергетична система судна, тренажер, генераторна секція, управління, збудження.

В ході дослідження питань проектування навчального тренажера було прийнято рішення, що до складу лабораторного обладнання повинні бути включені наступні основні складові: апаратна модель суднової електростанції з головним розподільчим щитом і імітаторами дизель-генераторних установок; стенд навантажень; персональні комп'ютери; вимірювальні прилади зі стандартними інтерфейсами з ПЕОМ [1].

Головними вимогами до тренажерного обладнання є конструктивна і функціональна схожість з реальними судовими аналогами; технічна реалізація з урахуванням типових схемних рішень, впроваджених на сучасних судах; використання елементної бази, аналогічної судовий; забезпечення можливості відпрацювання всіх основних технічних функцій електромеханіка згідно Міжнародної конвенції про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ) [2].

Розроблений НТССЕ дозволяє здійснювати наступні операції

- автоматичне керування збудженням генератора;
- контроль напруги генератора;
- контроль струму навантаження;
- контроль і підтримання частоти;
- можливість автоматичної синхронізації генераторів;
- автоматичне перерозподіл навантаження між паралельно працюючими генераторами;
- можливість використання будь-якого з генераторів як резервного з автоматичним його пуском;
- управління індикацією аварійних режимів;
- можливість дистанційного керування генераторної секцією;
- можливість модернізації системи;
- можливість проведення науково-дослідних робіт з використанням обладнання тренажера;
- можливість повторення будь-якого з вузлів в умовах лабораторії СЕЕС.

Навчально-тренажерний стенд складається з головного розподільного щита (ГРЩ), чотирьох генераторних агрегатів і стенду навантаження (рис.1). ГРЩ в свою чергу функціонально розбитий на п'ять секцій: дві дизель-генераторні секції, секція управління, валогенераторна секція, секція аварійного генератора і живлення з берега [3].

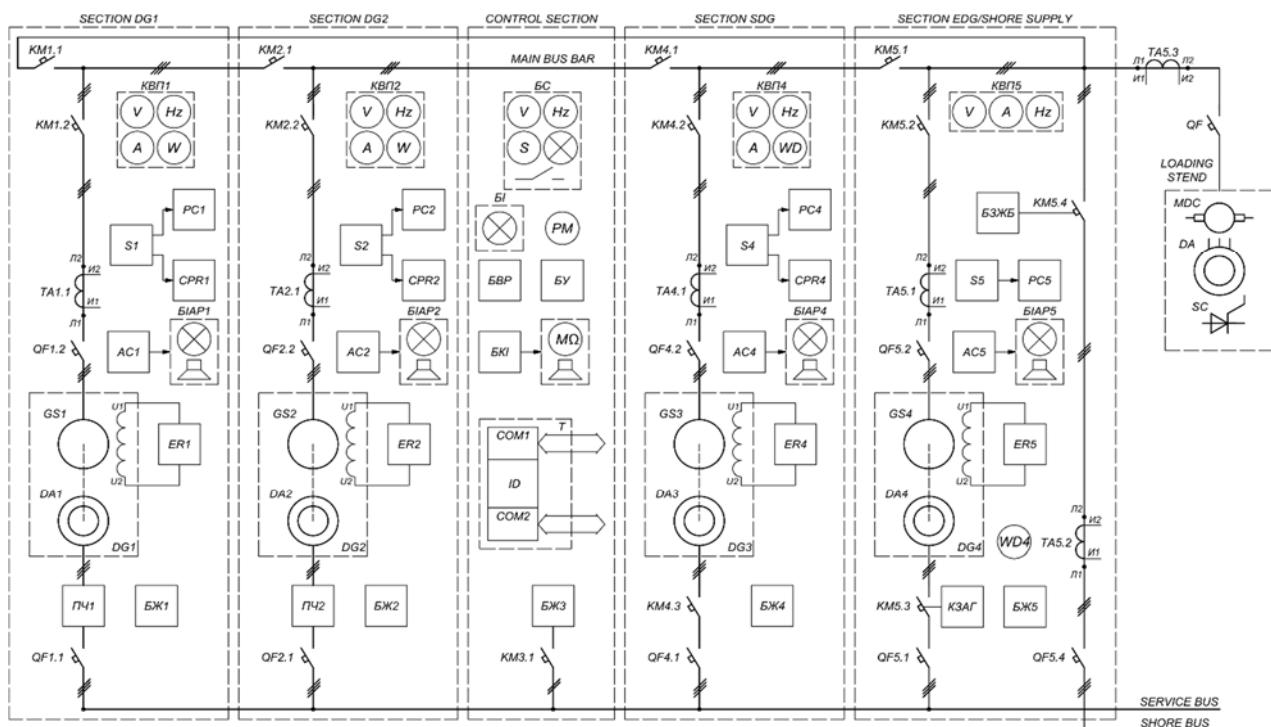


Рис.1. Структурна схема НТССЕ

Дизель-генераторні секції *DG1* і *DG2* включають в себе блок датчиків *S*, блок контролю потужності *PC*, блок струмового захисту *CPR*, регулятор напруги *ER*, блок управління сигналами тривоги *AC* з блоком індикації аварійних режимів БІАР, контрольно вимірювальні прилади КВП. Генераторні агрегати *DG* складаються з синхронних генераторів *GS* і приводних асинхронних двигунів *DA*, що імітують дизелі.

Швидкість обертання приводних двигунів *DA* регулюється за допомогою частотних перетворювачів ПЧ, підключених до шини живлення *SERVICE BUS*. Структура і склад валогенераторної секції *SDG* відрізняється тільки тим, що приводний двигун *DA3* не має необхідності регулювання швидкості. Секція аварійного генератора і живлення з берега *EDG/SHORE SUPPLY* також не містить перетворювача частоти ПЧ. Аварійний генератор *EDG* підключається на шини електростанції після подачі сигналу з контролера запуску аварійного генератора КЗАГ. Крім того відсутня блок контролю потужності. Схема живлення з берега містить блок захисту БЗЖБ і цифровий мультиметр *WD4*, що вимірює всі необхідні параметри берегової мережі *SHORE BUS*. Секція управління *CONTROL SECTION* включає в себе блок синхронізації БС, що забезпечує різні способи синхронізації (ручне, напівавтоматичне, автоматичне), блок включення резерву БВР, блок контролю ізоляції БКІ, блок індикації БІ, термінал Т, блок живлення БЖ. Крім того, в секції управління встановлений аналізатор якості електроенергії *PM*. Кожна секція має свій блок живлення БЖ, що забезпечує усіма необхідними напругами пристрої автоматики, контролю і сигналізації.

Стенд навантаження *LOADING STEND* представляє собою набір різних видів силових навантажувальних пристроїв, які застосовуються на сучасних судах. Як навантаження використовуються як машини змінного струму, так і постійного струму, а так само різні напівпровідникові перетворювачі, які широко застосовуються в різних суднових електроприводах.

Для оптимізації проектування комплексної системи управління генераторної секцією було прийнято рішення розбити її на окремі функціональні вузли (рис.2), при чому живлення всіх вузлів виконується від загального блоку живлення (рис.2 а)).

Блок живлення виробляє двополярну постійну нестабілізовану напругу ± 24 вольт, що дозволяє застосовувати в ланцюгах управління низьковольтні реле постійного струму. Для живлення електронних вузлів в інших блоках в цьому випадку можна застосовувати інтегральні стабілізатори напруги на 5 або 15 вольт або найпростіші параметричні обмежувачі, що знижує вимоги до основного блоку живлення і усуває проблеми з перешкодами по живленню. С цією ж метою загальний провід розділений на два - силовий і сигнальний.

Значення струму і напруги для ланцюгів управління виробляються вимірювальним блоком (рис.2а)), з якого в систему надходять напруги, пропорційні струмам навантаження фаз *A* і *C*, а також дві напруги: одна пропорційна фазній напрузі і збігається за фазою з напругою фази *A*; друга пропорційна лінійної і збігається за фазою з напругою *BC*. Таке рішення дозволяє побудувати датчики активної і реактивної потужності на основі однотипних фазових детекторів, датчик активної потужності використовується в блоці контролю навантаження, а датчик реактивної потужності - в регуляторі збудження.

Регулювання збудження (рис.2б)) проводиться ключем на польовому транзисторі, керованим по широтно-імпульсного принципу. До входу *Rv* підключений потенціометр регулювання збудження, до входу ВГП - вимикач гасіння поля.

Всі виходи реле захисту і виходи регулювання частоти виконані за схемою "відкритий колектор", що дає можливість з'єднувати ці лінії паралельно і подавати на них сигнали від сторонніх джерел, наприклад, регулятор частоти може управлятися вручну, від блоку контролю навантаження або від автоматичного синхронізатора без будь-яких додаткових перемикачів.

Реле зворотного потужності (рис.2г)), реле напруги (рис.2д)), і реле струмового захисту (рис.2е)), керують одним і тим же реле відключення генераторного автомата.

Лінії провідний / ведений і контролю навантаження (рис.2г)), як і силовий загальний провід, об'єднуються на шину, що проходить через всі генераторні секції для об'єднання їх в одну систему. Вибір ведучого генератора здійснюється шляхом здачі сигналу на вхід *Master* блоку контролю навантаження з секції управління.

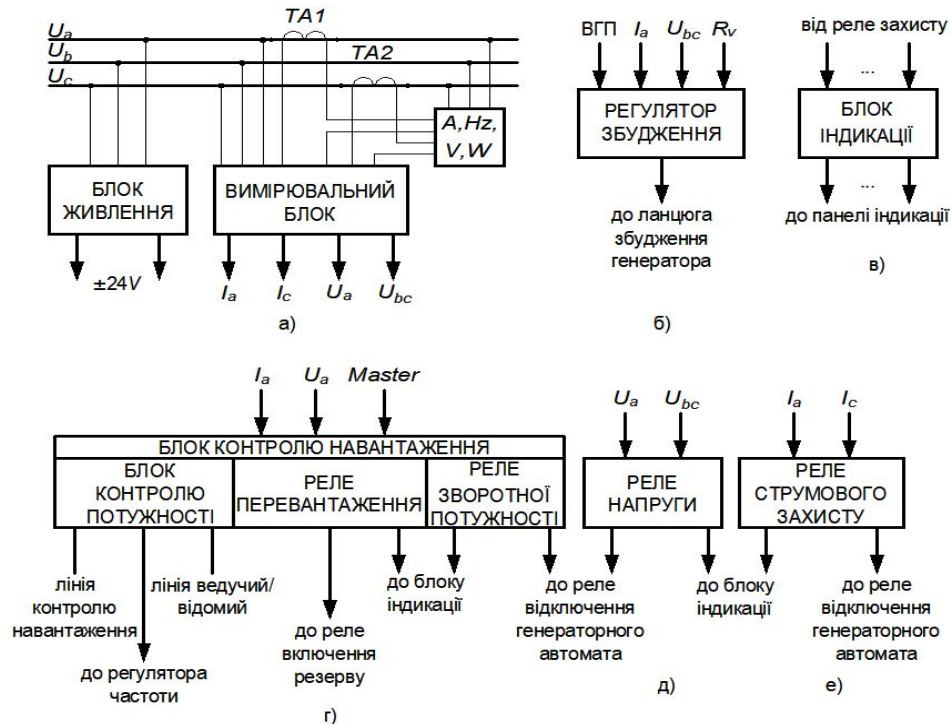


Рис.2. Функціональні блоки автоматики генераторних секцій

До недоліку подібного рішення можна віднести те, що при відсутності самозбудження генератора секція непрацездатна, так само, як і при виході з ладу єдиного блоку живлення. Крім того, діапазон зміни напруги, пропорційного вихідному струму, не дозволяє вимірювати значних (більш ніж 3-4-кратних) перевантажень.

Висновки. Запропонована і реалізована на кафедрі ССЕС ННІАЕ НУК структурна схема НТССЕ дозволяє проводити практичні та лабораторні заняття за фахом 271 «Річковий та морський транспорт» і охоплює широке коло питань експлуатації та обслуговування електрообладнання суднових електростанцій.

Тренажер НТССЕ також зручний для різних видів модернізації і може використовуватися для виконання широкого спектру наукових досліджень в області електромагнітної сумісності та якості електроенергії в суднових електроенергетичних системах з електроустановками на базі напівпровідникових перетворювачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Трушляков Є. І., Слободян С. О., Жук Д. О., Носовський А. М. Навчально-тренажерна підготовка суднових електромеханіків, Міжнародна науково-практична конференція, присвячена пам'яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. Миколаїв, НУК, 2019.
2. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ/STCW-78) з поправками 2010 р.
3. Яковлев Г.С. Судовые электроэнергетические системы: Л. Судостроение, 1967. 112 с.

Principles of building a structural scheme of a training and simulator stand of a ship power station

Zhuk Dmytro¹, Novogretskyi Sergii², Aleksandrovskyi Stanislav³, Bandura Sergii⁴
^{1,2,3,4} Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Mykolaiv

Abstract. The paper proposes a concept for constructing a structural scheme of a training simulator for a ship power systems (TSSPS) and considers the principles of control of the generator's section. NTSSE is designed to conduct practical and laboratory classes for students studying in the specialty 271 "River and sea transport", as well as perform a wide range of scientific research in the field of electromagnetic compatibility and quality of electricity in ship power systems with electrical installations based on semiconductor converters.

Keywords: electrical power system of the ship, simulator, generator section, control, excitation.

УДК 621.36:681.5

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З РІЗНОЮ ГЕОМЕТРИЧНОЮ ФОРМОЮ НАПІВПРОВІДНИКОВОГО МАТЕРІАЛУ

Кириченко О. С.

*кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматики
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
askyrychenko@gmail.com*

Анотація. В роботі проведено порівняльний аналіз термоелектричних елементів з різною формою напівпровідникового матеріалу. На основі розроблених математичних моделей термоелектричних елементів отримано їх електротеплові характеристики. За результатами аналізу обрано найкращу конструкцію термоелектричного елемента, що забезпечить підвищення термоелектричного ефекту Пельтьє.

Ключові слова: термоелектричний елемент, системи автоматики, порівняльний аналіз, термоелектричний ефект, температура охолодження

В даному повідомленні висвітлено результати порівняльного аналізу термоелектричних елементів з різною геометричною формою напівпровідникового матеріалу, який проведено на основі чисельного розрахунку розроблених геометричних та кінцево-елементних моделей. Як відомо, термоелектричні модулі, що складені з множини окремих термоелектричних елементів, широко застосовуються в специфічному електроустаткуванні систем автоматики [1, с. 58]. Тому питання підвищення ефективності використання термоелектричного ефекту Пельтьє і, як наслідок, підвищення ефективності електроустаткування систем автоматики залишаються актуальними.

Порівняльному аналізу підлягали термоелектричні елементи з наступними формами напівпровідникового матеріалу: куб, циліндр, усічена піраміда, дві усічені піраміди (рис. 1). Об'єм і висота геометричних тіл напівпровідникового матеріалу в кожному розглядуваному випадку є сталими і рівними 8 мм^3 і 2 мм відповідно. Фактично при порівнянні не змінювалась матеріалоемність напівпровідникового матеріалу, а лише геометрична форма тіла, яким він представлений. В якості базового методу розрахунку використано метод скінченних елементів, при розрахунках термоелектричні елементи вважались теплоізованими.

На основі отриманих результатів можна скласти порівняльну табл. 1 щодо ефективності використання термоелектричного ефекту при застосуванні різних геометричних форм напівпровідникового матеріалу в термоелектричних елементах. Слід відмітити, що в даний час в переважній більшості використовуються термоелектричні елементи з напівпровідниковим матеріалом в формі куба, та, іноді, в формі циліндра [2, с. 75].