

УДК 629.123.03

## THE CONTROL SYSTEM OF ROTARY MULTISECTION SAILING ENGINE

## СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РОТОРНИМ БАГАТОСЕКЦІЙНИМ ВІТРОРУШІЄМ

*S. Zaichko, professor, A. Sandler, assistant professor, O. Karpilov, senior lecturer*  
*С.І. Заїчко, професор, А.К. Сандлер, доцент, О. Ю. Карпілов, старший*  
*викладач*

*Національний університет «Одеська морська академія», Україна*  
*National University «Odessa Maritime Academy», Ukraine*

### ABSTRACT

For ensuring the navigation safety of moving vessels with sailing engines necessary to effectively manage the sail propulsion system as an element. Existing control systems do not fully answer by their specification and technical characteristics the control tasks of multisecti on sailing engines. Possibilities of existing well-known systems are limited in the amount of use and compensation for the effect of navigation and metrological performance factors.

A new circuit solution of the Power Management system concerns multiple units of rotary sailing engines.

The designed system is implemented on the basis of managing the most important factors affecting the efficacy and safety of vessels with auxiliary sails.

**Keywords:** sail, the control system, navigational factors.

### Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними задачами

Останні тридцять років з'явилася тенденція використання альтернативних нафти джерел енергії, особливо екологічно чистої енергії вітру і сонця, що обумовлено обмеженістю запасів нафти, їх неухильним виснаженням і постійним зростанням витрат на видобуток нафти. На флоті проблема скорочення споживання палива може бути вирішена шляхом використання енергії вітру для руху суден, що вимагає розробки і встановлення на транспортних судах вітрорушіїв різних типів.

У цих умовах ефективність управління багато в чому обумовлена повнотою використання пропульсивних, навігаційних та гідрометеорологічних чинників для просторової орієнтації сегментів вітрорушіїв [1, 2].

**Аналіз останніх досягнень та публікацій, в яких розпочато розв'язування даної проблеми та висвітлювання нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми**

У той же час, аналіз існуючих систем керування вітрорушієм показав, що можливості більшості використовуваних систем не дозволяють задіяти для роботи всі експлуатаційні чинники. Для виявлення причин проблеми, що склалася, проаналізовані склад та функціонал конструкції найпоширеніших систем керування.

Відома система керування вітрильним вітрорушієм, що містить блок моніторингу положення вітрорушія, блок керування на основі релейної техніки, блок контролю напрямку та швидкістю вітру, пульт дистанційного керування, блок керування силовими сервоприводами, блок виконавчих приводів (рис. 1) [3].

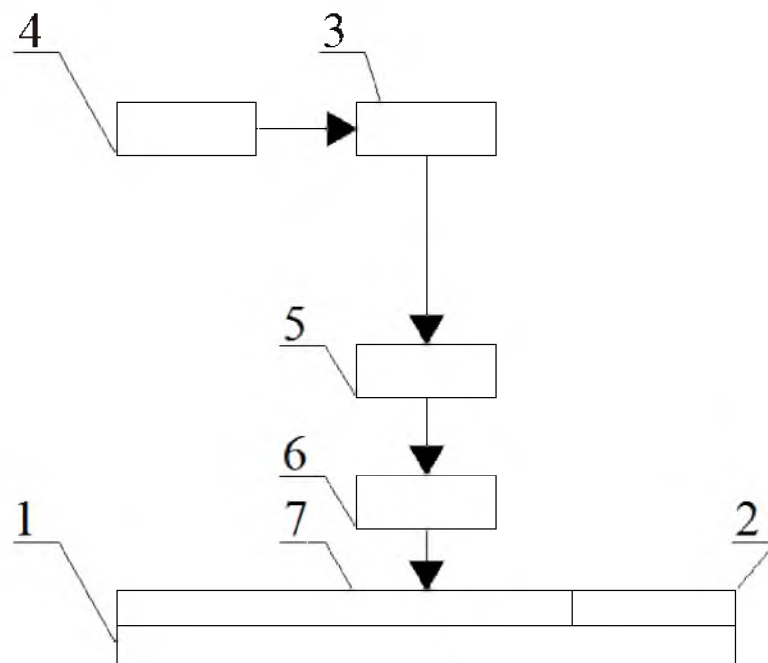


Рис. 1. Система керування вітрорушієм: 1 – вітрорушій (жорстке сегментне вітрило); 2 – блок моніторингу положення сегментів вітрорушія; 3 – блок керування на основі релейної техніки; 4 – блок контролю напрямку та швидкістю вітру; 5 – пульт дистанційного керування; 6 – блок керування силовими сервоприводами; 7 – блок виконавчих приводів

Недоліки пристрою, які обумовлені здійснення керування вітрорушієм тільки на підставі інформації з блоку контролю напрямку та швидкості вітру:

- відсутній контроль навігаційних та гідрометеорологічних чинників;
- відсутність корегування станом вітрорушія від навантаження головної енергетичної установки, навігаційних та гідрометеорологічних чинників;
- неможливість керування окремими сегментами вітрорушія для ефективного використання енергії вітру на різних висотах щогли;
- недостатня швидкість реагування релейної техніки на швидкі зміни повітряного тиску вітру у штормових умовах.

Більш досконалою є система керування вітрорушієм, яка складається з блоку моніторингу положення вітрорушія, блок керування на основі мікроконтролерної техніки, блоку азимутального контролю вітру, блоку контролю крену судна, пульта дистанційного керування, блоку керування

силовими сервоприводами, локального пульта керування, блоку виконавчих приводів (рис. 2) [4, 5].

Недоліки пристрою, які обумовлені які обумовлені здійснення керування вітрорушієм тільки на підставі інформації з блоків контролю напрямку та швидкості вітру крену судна та зв'язку блоку моніторингу положення вітрорушія безпосередньо з блоком керування силовими сервоприводами:

- відсутній контроль навігаційних та гідрометеорологічних чинників;
- відсутність корегування станом вітрорушія від навантаження головної енергетичної установки, навігаційних та гідрометеорологічних чинників;

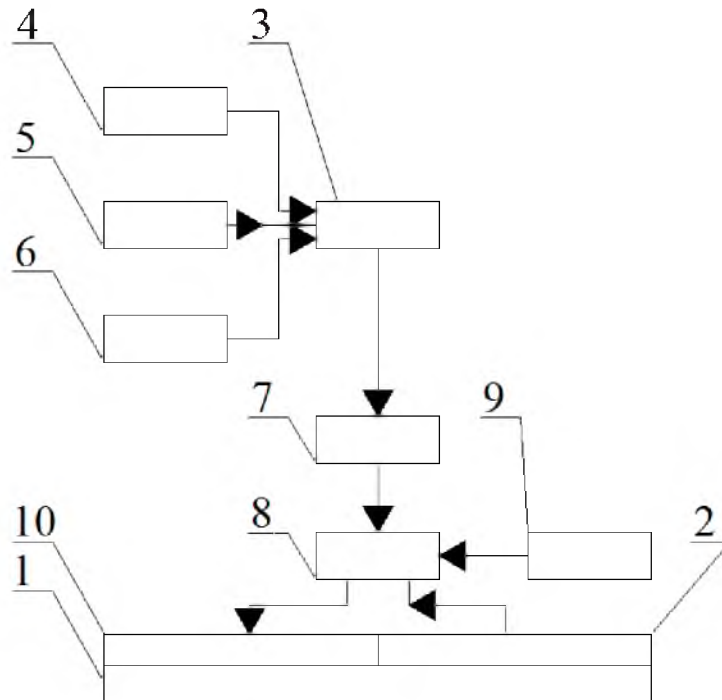


Рис. 2. Система керування вітрорушієм: 1 – вітрорушій (жорстке сегментне вітрило); 2 – блок моніторингу положення сегментів вітрорушія; 3 – блок керування на основі мікроконтролерної техніки; 4 – блок азимутального контролю вітру; 5 – блок контролю крену судна; 6 – блок контролю становища доколишнього середовища; 7 – пульт дистанційного керування; 8 – блок керування силовими сервоприводами; 9 – локальний пульт керування; 10 – блок виконавчих приводів

- неможливість керування окремими сегментами вітрорушія для ефективного використання енергії вітру на різних висотах щогли;
- неможливість внесення необхідних поправок керування, що ураховують стан поверхні вітрорушія (зволоження, обмерзання, тощо).

### Формулювання мети статі (постановка задачі)

В умовах, що склалися, доцільною стала розробка нового схемотехнічного рішення системи керування вітрорушієм. Передбачалося, що функціонал системи повинен забезпечити:

- контроль всіх навігаційних та гідрометеорологічних чинників;
- можливість корегування стану вітрорушія від навантаження головної енергетичної установки;

- керування окремими сегментами вітрорушія для ефективного використання енергії вітру на різних висотах щогли;
- урахуванням стану поверхні вітрорушія;
- збереженість високого рівня чутливості, простоти та надійності схмотехнічних рішень систем відомих типів.

Для розв'язування поставленої задачі запропонована доопрацьована схема системи керування.

### Виклад матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Суть запропонованого схмотехнічного рішення пояснюється кресленням (рис. 3), де зображено система керування вітрорушієм, що складається з вітрорушія 1, блоку моніторингу положення сегментів вітрорушія 2, блоку керування на основі мікроконтролерної техніки 3, блоку азимутального контролю вітру 4, блоку гіроскопів для контролю просторового положення судна 5, пульта дистанційного керування 10, блоку керування силовими сервоприводами 11, локального пульта керування 12 та блоку виконавчих приводів 13.

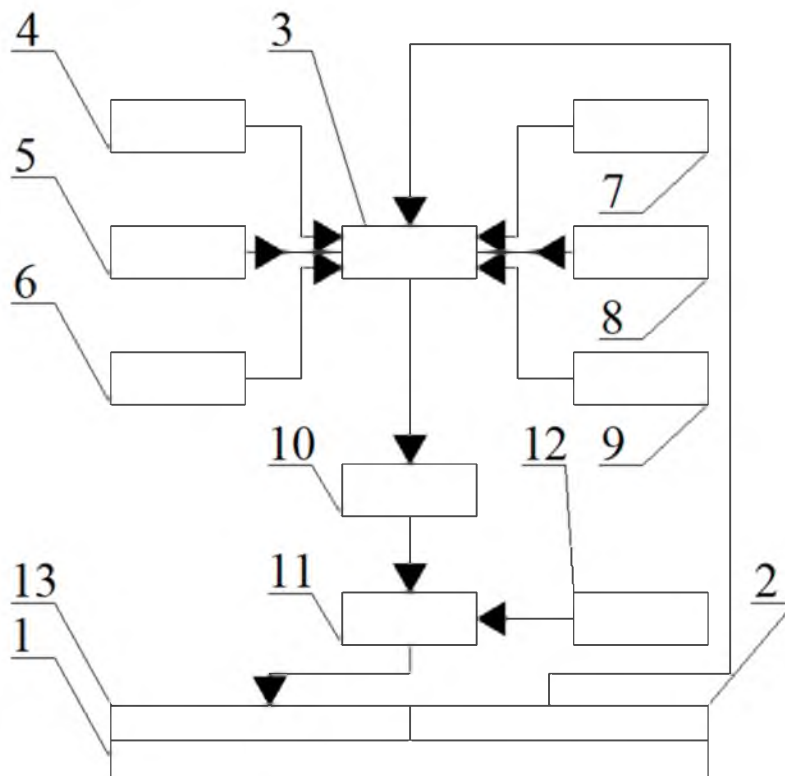


Рис. 3. Система керування вітрорушієм: 1 – вітрорушій (жорстке сегментне вітрило); 2 – блок моніторингу положення сегментів вітрорушія; 3 – блок керування на основі мікроконтролерної техніки; 4 – блок азимутального контролю вітру; 5 – блок гіроскопів для контролю просторового положення судна (крен та диферент); 6 – блок контролю становища довколишнього середовища; 7 – блок контролю навантаження головної енергетичної установки; 8 – блок розподіленого контролю хвильового навантаження на корпус судна; 9 – блок контролю осадки судна; 10 – пульт дистанційного керування; 11 – блок керування силовими сервоприводами; 12 – локальний пульт керування; 13 – блок виконавчих приводів

Крім того, до складу системи залучені блок контролю становища довколишнього середовища 6, блок контролю навантаження головної енергетичної установки 7, блок розподіленого контролю хвильового навантаження на корпус судна 8, блок контролю осадки судна 9.

Інформація до блоку азимутального контролю вітру та блоку моніторингу положення сегментів вітрорушії надходить від розгалуженої мережі розподілених за довжиною щогли та сегментами вітрорушії датчиків. На блок гіроскопів просторового положення судна покладена задача контролю не тільки крену, але й диференту судна. А інформація, стосовно положення сегментів вітрорушії ( відповідний блок моніторингу), надходить безпосередньо до блоку керування на основі мікроконтролерної техніки.

Команди на корегування положення сегментів вітрорушії генеруються як наслідок багатofакторного аналізу стану головної енергетичної установки, навігаційних та гідрометеорологічних чинників [5, 6, 7].

Для здійснення винаходу застосовано комбінацію блоків контролю стану головної енергетичної установки, навігаційних та гідрометеорологічних чинників.

У статичному режимі (судно ошвартоване до причалу перед виходом у море) ґрунтуючись на даних щодо вологості та температури повітря, а також крену та диференту судна, блоком контролерної техніки створюються первинні поправки та корегується первинне просторове положення сегментів вітрорушії.

У динамічному режимі (режим повного ходу) основний керуючий сигнал для корегування просторового положення сегментів вітрорушії кожного ярусу генерується в блоках контролю навантаження головної енергетичної установки, азимутального контролю вітру, гіроскопів для контролю просторового положення судна, розподіленого контролю хвильового навантаження на корпус судна та контролю осадки судна. У цих блоках опрацювання вхідної інформації та корегуючих сигналів виключно в масштабі реального часу.

У динамічному режимі (аварійний режим) коригуючий сигнал на зміну кута сегментів вітрорушії або повного згортання вітрорушії генерується після фіксації блоками азимутального контролю вітру, гіроскопів для контролю просторового положення судна та розподіленого контролю хвильового навантаження на корпус судна значень, перевищення яких може створити безпеку для подальшої експлуатації судна [8].

### **Висновки та перспектива подальшої роботи за даним напрямком**

Запропоноване схемотехнічне рішення відрізняється тим, що до складу системи залучені блок контролю становища довколишнього середовища, блок контролю навантаження головної енергетичної установки, блок розподіленого контролю хвильового навантаження на корпус судна, блок контролю осадки судна. До складу блоку азимутального контролю вітру та блоку моніторингу положення сегментів вітрорушії залучені розподілені за довжиною щогли та сегментами вітрорушії датчики. Блок гіроскопів для контролю просторового положення судна контролює також диферент судна. Блок моніторингу

положення сегментів вітрорушія зв'язаний з блоком керування на основі мікроконтролерної техніки.

Очікуваний технічний ефект забезпечить:

- більш адекватне перетворення параметрів тиску вітрового поля у швидкість ходу судна;
- врахування й компенсацію впливу гідрометеорологічних та навігаційних чинників судноводіння;
- підвищення коефіцієнту корисної дії вітрорушія за рахунок пошарового керування сегментами вітрорушія;
- можливість внесення необхідних поправок керування, що ураховують стан поверхні вітрорушія (зволоження, обмерзання, тощо).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Заичко С. И. Совершенствование методов управления судами с ветродвижителями: автореферат дис. канд. тех наук: 05.22.16/ Одесская национальная морская академия. – Одесса, - 2004. – 16 с.
2. Обоснование эффективности судовых ветрогенераторных установок / Бурмакин О. А., Малышев Ю. С., Варечкин Ю. В., Сычушкин И. В. // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева / НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – № 2 (104). – С. 160 – 166.
3. Вагущенко Л.Л. Системы автоматического управления движением судна. / Л. Вагущенко, Н. Цымбал – 3–е изд., перераб. и доп.– Одесса: Феникс, 2007. – 328 с.
4. Масанори И. Система автоматического управления парусами грузового судна со вспомогательным парусным вооружением/ Масанори И.: КР ВЦП. – КЛ-73716. – 27 с. Кейсоку то сейге. – 1984. – 23. №2. – С. 190 – 197.
5. Миусов М.В. Режимы работы и автоматизации пропульсивного комплекса теплохода с ветродвижителями / Михаил Валентинович Миусов – Одесса: Одесская государственная морская академия; ОКФА, 1996. – 256 с.
6. Карпилов А.Ю., Сандлер А.К. Волоконная оптика в системах управления ветровыми движителями. // Научно–практична конференція "Актуальні питання суднової електротехніки і радіотехніки", 12 – 18 грудня 2012 р.: матеріали конференції – Одеса: ОНМА, 2012. – С. 30 – 32.
7. Сандлер, А.К., Карпилов А.Ю. Повышение точности управления ветродвижителем // Энергетика судна: експлуатація та ремонт: матеріали науково–технічної конференції – Одеса: ОНМА. – 2014. – С. 120 – 122.
8. Волоконно-оптичний гігрометр. Деклараційний патент України МПК (2013.01) G02B 6/00 G01N 25/56 (2006.1). / Сандлер А.К., Цюпко Ю.М., Сандлер О.А., Цюпко К.Ю.; заявники та володарі патенту Сандлер А.К., Цюпко, Ю.М., Сандлер О.А., Цюпко К.Ю. – № 79525. – заявл. 24.10.2012. – опубл. 25.04.2013, бюл. № 8.