

УДК 621.4:629.5

ВИКОРИСТАННЯ СУДНОВИХ ГІБРИДНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ АТМОСФЕРНОЇ ЕМІСІЇ**Горбов В.М.¹, Мітенкова В.С.²**

*¹кандидат технічних наук, професор, завідувачий кафедрою експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв
victor.gorbov@nuos.edu.ua*

*²кандидат технічних наук, доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв
vera.mytenkova@nuos.edu.ua*

Анотація. Посилення екологічних норм щодо викидів з суден стимулює активне впровадження і розповсюдження нових технологій. Серед таких технічних рішень досить перспективним вважається використання на суднах гібридних енергетичних установок, що зазвичай включають дизель-генератори та системи акумулювання енергії. Наведено стислий аналіз переваг та недоліків подібних установок, а також огляд їх області застосування.

Ключові слова: гібридні енергетичні установки, дизель-генератори, зріджений природний газ, паливні елементи, система акумулювання енергії.

За даними Міжнародної морської організації (ІМО) морський транспорт генерує майже 2,5% парникових газів у світі. ІМО прогнозує, що к 2050 р. забруднення повітря суднами зросте щонайменше на 50% за оптимістичним сценарієм та на 250% – за песимістичним. Також у дослідженні, представленому парламентом ЄС, зазначається, що до 2050 р. світовий флот буде генерувати до 20% глобальних викидів CO₂ [1].

Саме тому значно посилюється інтерес до використання на суднах більш «чистих» технологій та джерел енергії. Досить перспективним вважається отримання електричної енергії для суднових потреб без спалювання вуглеводневих палив у дизельних двигунах (внаслідок чого зазвичай і генерується CO₂). Це можна реалізувати шляхом використання акумуляторних батарей, сонячних батарей або паливних елементів (ПЕ) у складі так званих гібридних енергетичних установок (ГЕУ). Для ПЕ в якості основних палив для протікання електрохімічних реакцій розглядаються зріджений природний газ (ЗПГ), водень, аміак і метанол. З огляду на розвиток технологій зберігання цих палив на борту, а також наявної бункерувальної інфраструктури, ЗПГ є найбільш реальним варіантом для активного впровадження у найближчий перспективі.

Можна виділити декілька концепцій використання електричної енергії на суднах [1]:

- дизель-електричні енергетичні установки;
- ГЕУ – батареї замість одного або декількох дизель-генераторів, що працюють додатково до двигунів внутрішнього згоряння;
- повністю електрична енергетична установка, що включає лише батареї та/або паливні елементи в якості єдиних джерел енергії на борту.

Відповідно до нормативних документах класифікаційного товариства ABS (American Bureau of Shipping) гібридні електроенергетичні системи включають електрогенератори, приводом яких є двигуни внутрішнього згоряння, або валогенератори, або двигуни, що приводяться в дію головним двигуном, з системою акумулювання енергії, яка може складатися з батарей, суперконденсаторів, паливних елементів або іншого обладнання для отримання електричної енергії на загальносудновій та пропульсивній потреби. Схема та склад ГЕУ може підібрана індивідуально для кожного судна в залежності від вимог і, таким чином, оптимізована під використання кожного компонента з максимальною ефективністю [2].

Важливою особливістю гібридних енергетичних установок є можливість хоча би частину ходового часу працювати без двигунів внутрішнього згоряння, лише за рахунок енергії в акумуляторних батареях або ПЕ.

Активною розробкою ГЕУ займаються провідні компанії-виробники суднового обладнання, такі як Wärtsilä, MAN Energy Solution, Rolls-Royce та інші.

Так, компанія Wärtsilä представила інноваційні концепції гібридних енергетичних установок для буксирів, круїзних лайнерів, поромів, земснарядів, офшорних суден, що включають електричні батареї у поєднанні з паливними елементами, що працюють на водні або ЗПГ для забезпечення можливості експлуатації з нульовою емісією вуглецю протягом частини ходового часу [3].

Випробування, проведені Wärtsilä на буксирах, показали що при застосуванні ГЕУ викиди діоксиду вуглецю знижуються на 23%, оксидів азоту – на 40%, сірки – на 22%, твердих часток – на 48% порівняно із традиційними дизель-механічними установками [4].

Окрім покращення екологічних характеристик до переваг гібридних енергетичних установок можна віднести [5]:

- оптимальне завантаження дизельних двигунів, що дозволяє мінімізувати питому витрату палива;
- швидке покриття пропульсивних та загальносуднових потреб у енергії, що виникають раптово;
- обмеження максимального навантаження та запобігання невстановленим навантаженням на дизельних двигунах, що знижує витрати на їх обслуговування;
- наявність запасу електроенергії, що дозволяє відмовитися від резервного дизель-генератора та, в деяких випадках, зменшити кількість двигунів, що знаходяться в експлуатації;
- нульова емісія при роботі лише на батареях.

Отже, використання гібридних енергетичних установок дозволяє суттєво знизити викиди у атмосферу основних забруднюючих компонентів, зокрема парникового газу CO₂. На відміну від повністю електричних установок ГЕУ можуть використовуватися не тільки на малих, але і на середніх та великих за розмірами суднах, в т. ч. необмеженого району плавання. Найбільш перспективним сегментом флоту в коротко- та середньостроковій перспективі є ті групи суден, де вже ефективно застосовуються дизель-електричні установки, а саме буксири, різні типи поромів, круїзні лайнери, судна технічного флоту, офшорні судна. В разі включення до складу ГЕУ паливних елементів для них можна використовувати в якості джерела водню природний газ та метанол, що одночасно можуть застосовуватися в якості палив і для дизельних двигунів.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Why ships of the future will run on electricity. Available from: <https://www.infineon.com/cms/en/discoveries/electrified-ships/>.

[2] American Bureau of Shipping, 2020. Guide for Hybrid Electric Power Systems for Marine and Offshore Applications. 3. Wärtsilä, 2018, Wärtsilä HY. Available from: <https://www.wartsila.com/docs/default-source/product-files/hybrid/wartsila-hy-2018.pdf>.

[3] Wärtsilä, 2018, Wärtsilä HY Tug propulsion system. Available from: https://www.wartsila.com/docs/default-source/marine-documents/business-white-papers/white-paper_wartsila-hy-tug-propulsion-system.pdf.

[4] MAN Energy Solution, Technology for ecology. Available from: https://www.man-es.com/docs/default-source/marine/2366382_technology-for-ecology_21082020.pdf?sfvrsn=d3e51a68_4.

Application of ship hybrid power plants to decrease air pollution

Gorbov V.M¹., Mitienkova V.S.²

^{1,2} Department of Ship Power Plants Operation & Heat-power Engineering Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Strengthening the environmental requirements for ship emission stimulates the active application and proliferation of new technologies. Among such technical solutions, the use of hybrid power plants on ships, which usually include diesel-generator sets and energy storage systems, is considered to be quite promising. A brief analysis of the advantages and disadvantages of these plants, as well as an overview of their scope is presented.

Keywords: hybrid power plants, diesel engine driven generators, liquified natural gas, fuel cells, energy storage system.

УДК 621.181.27

О МЕХАНИЗМЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРОЗИИ ПРИ СЖИГАНИИ ВОДОТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Горячкин А.В.¹, Колбасенко О.В.², Филиппук А.Н.³,
Корниенко В.С.⁴, Тендитный Ю.Г.⁵, Тендитная Н.В.⁶

¹кандидат технических наук Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;

²аспирант Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;

³старший преподаватель Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;

⁴кандидат технических наук Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;
kornienkovika1987@gmail.com,

⁵старший преподаватель Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;

⁶старший преподаватель Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;

Аннотация. Рассмотрен механизм низкотемпературной коррозии при сжигании водотопливных эмульсий. Установлено, что на скорость коррозии большое влияние оказывает степень увлажненности отложений поверхности нагрева.

Ключевые слова: водотопливные эмульсии, горение, коррозионные процессы, тепловая эффективность.

По вопросу механизма низкотемпературной коррозии (НТК) опубликовано немного работ, особенно по совместному воздействию различных факторов. Поэтому нет единого мнения по этому вопросу и трудно указать какой из факторов оказывает преимущественное влияние и определяет в основном механизм и интенсивность коррозионного процесса.

При воздействии на поверхность металла продуктов сгорания, содержащих кислород и пары серной кислоты, по мнению авторов [1] возможно протекание двух процессов (рис. 1): окисления стали с образованием оксидов железа и взаимодействия стали с кислотой с выделением сульфатов.

В результате взаимного влияния этих двух процессов возможно образование двух коррозионных зон: зоны I, где значение K определяется скоростью взаимодействия металла с кислотой, а продуктами коррозии являются сульфаты (участок AB), и зоны II, где скорости обоих процессов соизмеримы. Во второй зоне суммарная кривая K будет иметь минимум (участок BC). Продуктами коррозии являются сульфаты и оксиды железа. При сравнительно высокой температуре стенки ($t_{ст} > 90...110\text{ }^{\circ}\text{C}$) на поверхности должен конденсироваться раствор H_2SO_4