

УДК 338.23

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ В СУДНОБУДУВАННІ**Наливайко В.С.**, к.т.н., проф. НУК,*Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова***Авдюнін Р.Ю.**, викладач, **Челпанов А.О.**, студент*Херсонський навчально-науковий інститут**Національного університету кораблебудування імені адм. Макарова*

Анотація. Суднобудування має прямий вплив на довкілля, це стосується будівництва, технічного обслуговування, експлуатації та ремонту суден, і є серйозною проблемою для цієї галузі. Необхідність активізації зусиль для зменшення викидів токсичних компонентів в атмосферу зростає, оскільки вплив галузі на довкілля стає дедалі помітнішим у суспільному надбанні. Для стабілізації екологічного стану навколишнього середовища в даній доповіді наведено основні рекомендовані рішення (ІМО) які є економічно доцільними при експлуатації суден.

Ключові слова: Суднобудування, ДВЗ, екологізація,

Розробка інноваційних технологій протягом всієї історії завжди була спрямована на покращення життя людини. У суднобудуванні також спостерігається характерна тенденція. На жаль, цей прогрес має свою ціну - негативний вплив на навколишнє середовища.

При експлуатації судових двигунів внутрішнього згоряння (СДВЗ) утворюється значна кількість токсичних компонентів що забруднюють атмосферу. [1]. Найбільший забрудник – високов'язке паливо, яке під час реакції згоряння в циліндрі виділяє переважно оксиди сірки (SOx), оксиди азоту (NOx) і вуглекислий газ (CO₂). Щоб зменшити цей вплив на навколишнє середовище, Міжнародна морська організація (ІМО) запровадила зони контролю викидів (ЕСА) [2]. Зони контролю за викидами – це морські зони, в яких було встановлено більш суворий контроль для мінімізації викидів у атмосферу з суден, як визначено в Додатку VI Протоколу MARPOL 1997 року. Найпростіший спосіб зменшити викиди токсичних сполук в атмосферу - це перейти з високов'язких сортів палив на більш дороге дизельне паливо зі зниженим вмістом сірки (ULSD).

1. Рекомендовані рішення (ІМО) по захисту навколишнього середовища

Однією з екологічних проблем, що впливають на природне середовище, є вміст сірки в паливі, який пов'язаний із хімічним складом сирової нафти. У процесі горіння сірка окислюється, утворюючи оксиди SO₂ і SO₃. Викиди оксидів сірки об'єднуються і вони підпадають під обмеження як SOx. При розгляді технічних рішень щодо зменшення викидів токсичних речовин у зонах ЕСА найважливішими питаннями є витрати, пов'язані з необхідною модернізацією судових енергетичних установок. Витрати є фактором, який найбільше впливає на рішення судновласників.

Для зменшення вмісту оксидів сірки у складі відпрацьованих газів СДВЗ використовується ряд різних методів. Одним із них є використання каталізаторів [3]. Каталізатори можуть бути в паливі у вигляді залишків після обробки сирової нафти. Іншим способом зменшення викидів SOx є використання палива з меншим вмістом сірки. Паливна система повинна бути адаптована до спалювання палива з низьким вмістом сірки. Однак більшість судновласників використовують залишкове паливо з економічних причин. Вартість палива з низьким вмістом сірки в середньому більш ніж на 50% дорожча за ціну залишкового палива [1]. Методами зниження вмісту SOx у паливі може бути очищення газів шляхом їх обробки в пристроях, які називаються скруберами. Вони ефективно видаляють оксиди сірки з вихлопних газів, але проблема виникає в утилізації відходів.

Однак проблемою переходу на паливо з низьким вмістом сірки є економічний фактор – ціни на паливо залежать від вмісту сірки. Причина – дорогий процес сіркоочистки. Лужні присадки до мастила в двигуні нейтралізують невелику частинку сірки, що міститься в паливі, перетворюючи її на нейтральні сполуки кальцію. Однак кількість нейтралізованої таким чином сірки настільки мала, що це не вважається ефективним способом зменшення SOx.

2 Технічний та екологічний аналіз і труднощі, пов'язані із застосуванням рішень щодо покращення навколишнього середовища.

В якості різних екологічних рішень можна назвати використання палива з низьким вмістом сірки, що відповідає нормам викидів, встановлення скрубера та конвертація двигуна на роботу під використання природного газу.

2.1 Використання скрубера відпрацьованих газів

Альтернативним рішенням зниження обмежень викидів оксиду сірки є використання спеціального обладнання – скрубера відпрацьованих газів ДВЗ. Завдяки цьому рішення можна використовувати паливо з високим вмістом сірки, оскільки ця система знижує рівень викидів оксиду сірки в атмосферу. В результаті запроваджених правил такі компанії, як MAN, Wärtsilä та Hamworthy, розробили відповідну технологію скрубера, яку можна використовувати на судах.

Скрубери можна розділити на два основних типи: мокрі, які використовують морську або прісну воду як промивне середовище, і сухі, у яких використовується сухий сорбент. Мокрі скрубери можуть працювати у відкритому, закритому та гібридному циклах.

Скрубери, які використовуються в суднобудуванні, працюють у замкненій системі та використовують прісну воду, оброблену гідроксидом натрію NaOH, як промивне середовище. У результаті цього процесу оксиди сірки SOx видаляються з димового газу у вигляді сульфату натрію. На відміну від відкритих скрубера, промивна вода після всього процесу та очищення повторно циркулює та використовується знову. Недоліком замкненої системи є збільшені габарити через необхідність встановлення додаткових цистерн для промивної води та обладнання, необхідного для зберігання та дозування гідроксиду натрію.

У зв'язку з тим, що на маршруті немає можливості скидати воду з скрубера циклу безпосередньо в море, як у випадку скрубера відкритого контуру, найбільш доцільним буде використання мокрого скрубера замкнутого циклу (рис. 1).



Рис. 1 Мокрий скрубер замкнутого циклу

2.2 Використання скрапленого природного газу

Перспективним рішенням для скорочення викидів оксиду сірки є забезпечення роботи судових двигунів роботою на скрапленому газі. Це рішення цікаве тим, що воно зменшує

викиди SO_x настільки, щоб відповідати високим вимогам у зонах ЕСА, і воно на 20-40% дешевше, ніж сира нафта. LPG не містить сірки і важких металів, таких як кобальт, свинець, ртуть, тому при згорянні не утворюються оксиди сірки і пил.

Також відсутні тверді відходи горіння, такі як шлак, зола чи сажа. У порівнянні з традиційним паливом, яке використовується на суднах. Природний газ, що спалюється, виділяє значно менше оксидів азоту та вуглекислого газу. В результаті спалювання LPG утворюється приблизно на 85-90% менше викидів оксидів азоту і на 15-25% менше викидів вуглекислого газу, ніж у випадку спалювання традиційного палива [4, 5].

Переваги використання палива з низьким вмістом сірки

- відповідність нормам викидів оксиду сірки,
- розвинена мережа бункерування палива,
- низькі інвестиції або їх відсутність.

Недоліки:

- збільшення витрат на паливо в порівнянні з НФО на 30-40%, – зміна палива під час круїзу може спричинити так званий Blackout,
- проблеми, пов'язані із зниженням температури займання,
- відсутність зниження NO_x.

Переваги використання скрубера вихлопних газів та виков'язкого палива:

- відповідність нормам викидів оксиду сірки,
- не потрібно монтувати нові паливні цистерни,
- використання дешевшого важкого палива,
- менші інвестиційні витрати, ніж у випадку постачання LPG.

Недоліки:

- займає додаткове місце на судні,
- необхідність збору шламу в порту,
- витрати, пов'язані з обслуговуванням,
- велика вартість самого скрубера.

Переваги постачання скрапленого природного газу:

- відповідність нормам викидів оксиду сірки,
- нижчі витрати на використання, ніж у випадку встановлення скруберів,
- низька ціна палива.

Недоліки:

- дуже великі інвестиційні витрати,
- недостатньо розвинена мережа бункерування,
- цистерни для LPG займають багато місця.

3. Інші альтернативні технічні рішення

Звичайно, електроприводи є природним кроком до екології, особливо на невеликих територіях (фіорди в Норвегії), оскільки вони мають деякі обмеження, які в основному пов'язані з радіусом дії. Наприклад, пором довжиною 80 метрів і шириною 20 метрів приводиться в рух двома електродвигунами, потужністю 450 кВт кожен.

Паливні елементи виробляють електроенергію за рахунок реакції окислення палива. Більшість паливних елементів для виробництва електроенергії використовують лише водень на аноді та кисень на катоді (водневі елементи). Процес виробництва енергії не змінює хімічну природу електродів і електролітів, що використовуються. Вироблена електроенергія зможе жити не тільки бортові пристрої, а й електродвигун, який встановлено на судні.

Перевагою водневих елементів є мале забруднення повітря, яке вони спричиняють. Утворювані в них відпрацьовані гази складаються виключно з екологічно нейтральної водяної пари.

Висновки. Для того щоб мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище при експлуатації існує декілька інноваційних технологічних рішень.

Найпростішим способом захисту навколишнього середовища, хоча і не позбавленим недоліків, є використання палива з низьким вмістом сірки, але за значно вищою ціною порівняно з високов'язким паливом.

Альтернативним рішенням підвищення обмежень викидів оксиду сірки є використання спеціального обладнання – скрубєрів димових газів. Найбільшою екологічною проблемою в даному випадку є використання мокрих скрубєрів, оскільки це не зменшує кількість викидів сірки в екосистему, а лише змінює напрямок викидів, практично виключає фазу викидів сірки в атмосферу. Тому мокрий скрубєр у замкнутому контурі буде найбільш придатним у цьому відношенні.

Використання СПГ дозволить не тільки знизити шкідливий вплив відпрацьованих газів ДВЗ на атмосферу портових акваторій і водних шляхів відповідно до екологічних вимог ІМО, але і скоротить експлуатаційні витрати і собівартість перевезень;

Альтернативним кроком до екологічної експлуатації є використання електроприводів. На жаль, рішення також мають деякі обмеження, які стосуються в першу чергу на асортимент. Через ці проблеми технологія, яка здатна усунути цю перешкоду, тобто водневий двигун, стає все більш популярною.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Kowalski, M., Jankowski, A., Research Performance of Novel Design of Diesel Engine, Journal of KONES, Vol. 24, Issue 4, DOI: 10.5604/01.3001.0010.3157, pp. 99-108, Warsaw 2017.
2. Łosiewicz, Z., Łukasik, Z., Дизель-електрична пропульсія на морських судах - проектні припущення з точки зору експлуатаційної придатності та безпеки навігації, Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, T. 18, No. 6, стор. 886-890, 2017.
3. Haller, P. Jankowski, A. Kolanek, Cz. Walkowiak, W. W. ,Research of water – fuel microemulsions as fuel for diesel engine, Journal of KONES, Vol. 19, No. 3, pp. 165-170, 2012.
4. Giernalczyk, M., Metody redukcji emisji do atmosfery związków toksycznych oraz CO₂ przez statki, Logistyka, No. 6, pp. 655-665, 2014.
5. Wartsila. (2019). *Wärtsilä awarded milestone order to supply 2-stroke dual-fuel engines for large LNG carriers*. Retrieved from <https://www.wartsila.com/media/news/09-09-2014-wartsila-awarded-milestone-order-to-supply-2-stroke-dual-fuel-engines-for-large-lng-carriers>

Analysis Of Environmental Issues In Shipbuilding

Nalyvaiko V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Avdiunin R., Chelpanov A.O.

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Shipbuilding has a direct impact on the environment, it includes the construction, maintenance, operation and repair of ships, and is a serious problem for this industry. The need for increased efforts to reduce emissions of toxic compounds into the atmosphere is growing as the environmental impact of industry becomes more visible to the public. In order to stabilize the ecological state of the environment, this report presents the main recommended solutions (IMO) that are economically feasible in the operation of ships.

Key words: Shipbuilding; internal combustion engine (ICE); environmentalization