

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЯКОСТІ**



Сьома Міжнародна науково-практична конференція

**«ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ,
МЕТРОЛОГІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ
ТЕХНОЛОГІЇ»**

10 – 11 жовтня 2017 р.

Одеса 2017

УДК 389:621:531:006.07:53.08:539.4
ББК 30
М 546

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради
Одеської державної академії технічного регулювання та якості (ОДАТРЯ)
Міністерства освіти і науки України від 28.09.2017 р., протокол № 2.*

Головний редактор:

Л. В. Коломієць, доктор технічних наук, професор, ректор ОДАТРЯ

Відповідальний за випуск:

Г. Д. Братченко, доктор технічних наук, професор.

Матеріали подані в авторській редакції.
За зміст публікації несе відповідальність автор.

М 546 Технічне регулювання, метрологія та інформаційні технології: матеріали Сьомої Міжнародної науково-практичної конференції (Одеса, 10-11 жовтня 2017 р.) / ред. Л В Коломієць, Г. Д. Братченко, В. Д. Постоварова; Одеська державна академія технічного регулювання та якості. – Одеса, Бондаренко М. О., 2017. – 251 с.

ISBN 978-617-7424-73-3

У збірнику представлено матеріали конференції, присвяченої проблемам технічного регулювання та якості, стандартизації та споживчої політики, метрології та метрологічного забезпечення, розробки інформаційно-вимірвальних систем та приладобудування.

Розраховано на викладачів, аспірантів, наукових та інженерних працівників, які спеціалізуються в області вивчення та дослідження цих проблем.

УДК 389:621:531:006.07:53.08:539.4
ББК 30

ISBN 978-617-7424-73-3

©Одеська державна академія технічного регулювання та якості, 2017 р.

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМА ВИБРАТОРА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИВ-92 Зборовская И. А., к.т.н., доц., Кудряшов В. А., Новикова А. И.	78
ФОРМУВАННЯ СТРИБКА КОНЦЕНТРАЦІЇ В НЕОДНОРІДНІЙ ІЗОТЕРМІЧНІЙ ПЛАЗМІ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З МОДУЛЬОВАНИМ ЕЛЕКТРОННИМ ПУЧКОМ: АНАЛІТИЧНІ ОЦІНКИ Сорока С. В., к. фіз.-мат. н., Анісімов І. О., д. фіз.-мат. н., проф.	80
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЧНОСТИ И ЖЕСТКОСТИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ БОКОВОЙ РАМЫ ТЕЛЕЖКИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА Лимаренко А. М., к.т.н., доц., Романов А. А., Яцинюк Е. М., Анискин А.	85
НОВИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ БЕЗПЕЧНОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ В УКРАЇНІ Євтушенко Т. В., Сухенко В. Ю., д.т.н., професор	91
ОПТИМАЛЬНИЙ АЛГОРИТМ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ПРИ ВИМІРЮВАНІ ДЕФОРМАЦІЇ Ганєва Т. І. к.т.н., доцент	93
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРНЫХ И СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ИХ ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ АЗВ5 Банзак О. В., д.т.н., доцент	96
ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ БИТТЯ КОРПУСУ РЕДУКТОРА ВІДНОСНО ОСІ КОЛІСНОЇ ПАРИ Перетяка Н. О.	98
СЕКЦІЯ 3 ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ	100
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ УТИЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ Ярошенко В. М., к.т.н., доцент	101
СПОСОБИ ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКІВ ВІБРАЦІЇ ТА ШУМІВ Лещенко О. І., к.т.н., доцент, Зборовська І. А., к.т.н., доцент, Притуляк Е. М., Лещенко К. О.	104
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТУРБОКОМПРЕСОРІВ ДЛЯ НАДДУВУ ДВС Мілованов В. І., д.т.н., проф., Губінов Д. О.	107

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ УТИЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

Ярошенко В. М., к.т.н., доцент
Одеська національна академія харчових технологій,
м. Одеса

Сучасні малообертові і середньообертові суднові двигуни внутрішнього згорання мають ефективний коефіцієнт корисної дії $\eta_e=45 - 50 \%$. Це означає, що більше половини теплоти, яка генерується при згоранні палива, перетворюється у вторинні теплові потоки, які загалом передаються (викидаються) до навколишнього середовища. Аналіз теплових балансів енергетичного обладнання суден різного призначення показує, що рівень утилізації теплоти суднових дизельних установок, часто знаходиться нижче технічно досяжної межі і може розглядатись як джерело підвищення енергетичної та екологічної ефективності суднових енергетичних систем.

Для термодинамічної оцінки при виборі системи утилізації теплоти найбільш доцільно використовувати ексергетичну функцію, яка враховує не тільки кількість теплоти, але і її якісні характеристики (максимальну технічну роботу спроможність) [2].

В якості прикладу на рис. 1 показана діаграма енергетичних потоків малообертового суднового двигуна [3], а в таблиці 1, наводяться розрахункові ексергетичні характеристики цих же потоків. За допомогою ексергетичного аналізу визначаються найбільш пріоритетні теплові потоки для систем утилізації.

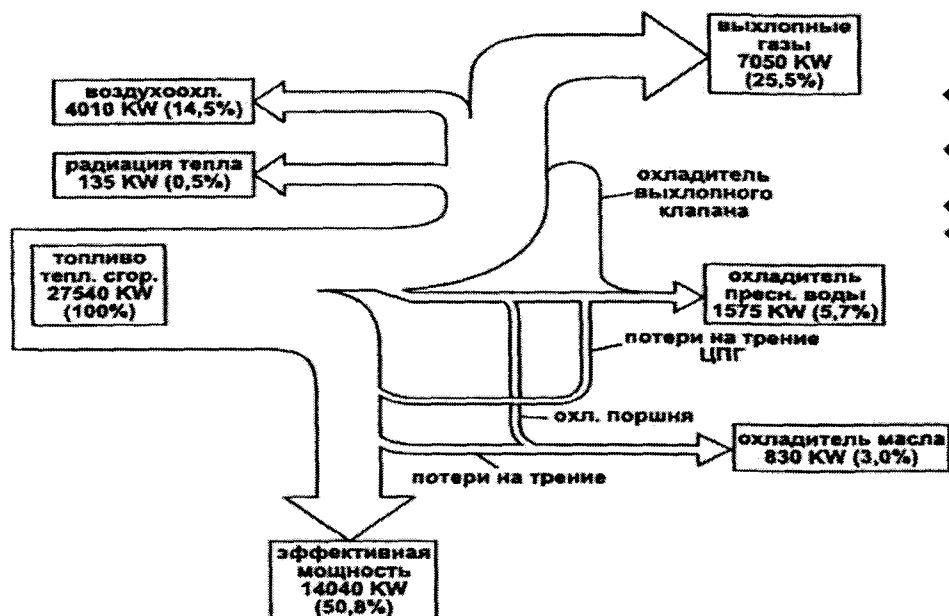


Рисунок 1 – Розподіл теплових потоків малообертового суднового дизеля

При розрахунках ексергії вторинних потоків використовувались середньостатистичні дані для малообертових дизелів: вихідні газы (температурний рівень 280°C), надувне повітря (температурний рівень 170°C), вода із системи охолодження дизеля (температурний рівень 90°C), вода із системи охолодження мастила (температурний рівень приблизно 60°C).

Таким чином, по ексергетичній цінності найбільшими тепловими потоками є вихідні газы, повітряний охолоджувач та охолоджувач прісної води. Утилізація показаних вище вторинних теплових потоків в різних технічних системах

може суттєво підвищити загальну енергетичну ефективність суднової енергетичної системи.

Таблиця 1. Ексергетичні потоки суднового мало обертового двигуна

Загальні дані (назва)	Потоки ексергії, кВт	Відсоток, %
Камера згорання (вхідна ексергія)	21480	100
Ефективна потужність	14040	65,4
Охолоджувач прісної води	288	1,35
Охолоджувач мастила	187	0,87
Повітряний охолоджувач	796	3,7
Радіаційний потік	67	0,05
Вихідні гази	3154	14,7
Рекупераційний потік в турбонагнітачі	2534	11,8
Гідравлічні втрати ексергії	414	1,9

Наряду з традиційними судновими утилізаційними системами, такими, як котельні, утилізаційні паротурбінні та тепловикористовуючі холодильні установки, для підвищення ефективності суднових енергетичних систем можуть застосовуватись теплонасосні установки (ТНУ) [1].

Одним із напрямків утилізації теплоти можуть бути теплові насоси, у яких температурний потенціал теплового потоку підвищується до рівня генерації водяної пари при тисках характерних для застосування в суднових енергетичних системах. Водяна пара з тиском (0,3; 0,5 і 0,9 МПа) використовується для різних цілей (для підігріву палива суднових ДВЗ, перевезеного вантажу, а також для функціонування різних загально суднових систем [3].

Утилізаційні теплонасосні установки можуть також ефективно застосовуватись в схемах суднових паротурбінних установок для зниження температури конденсації та підігріву конденсату перед парогенератором, що суттєво підвищує термічний коефіцієнт корисної дії.

Вибір схеми та параметрів роботи утилізаційної теплонасосної установки визначається, з одного боку, необхідністю забезпечення максимального ступеня утилізації теплоти, а з іншого, наявністю на судні специфічних споживачів водяної пари.

В якості робочого тіла ТНУ вибирається холодильний агент, який наряду із загальноприйнятими термодинамічними, теплофізичними та фізико-хімічними вимогами, відповідає екологічним критеріям, які у останні роки часто розглядаються, як пріоритетні. До екологічних вимог відносяться низькі потенціали глобального потепління (парникового ефекту) GWP (Global Warming Potential) і руйнування озону ODP (Ozone Depletion Potential), а також нетоксичність. Крім цього, аналізувався параметр сумарного еквівалентного теплового впливу TEWI (Total Equivalent Warming Impact), який враховує прямий внесок від витоків робочого тіла та побічний внесок у глобальне потепління від емісії CO₂ при виробництві енергії. У якості робочого тіла парокомпресійного теплового насоса розглядався R-600(бутан) (C₄H₁₀), так як його основні термодинамічні та екологічні характеристики найбільш доцільно відповідають технологічним умовам.

Результати порівнянь бутану з іншими холодильними агентами, які використовуються у холодильній техніці, свідчать про перспективність його застосування у якості робочого тіла, що дозволяє йому конкурувати при техніко еко-

номічному порівнянні, як з HCFC (гідрохлорфторвуглеводами) холодоагентами, так і з безгалоїдними (природними) холодильними агентами.

Принципова схема парогенеруючої суднової утилізаційної тепло насосної установки показана на рис. 2. Установка може функціонувати як в автономному режимі, так і в комбінації з існуючою схемою охолодження забортною водою.

Для порівняльного аналізу був вибраний високотемпературний контур системи охолодження прісною водою сучасного малообертового дизеля марки 6S70MC MAN B & W, номінальною ефективною потужністю 14040 кВт з тепловим навантаженням на випарник – 1575 кВт

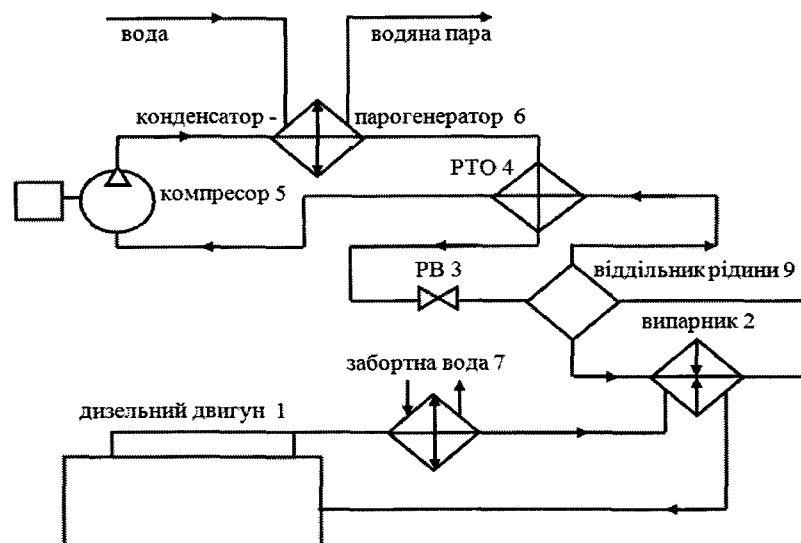


Рисунок 2 – Принципова схема суднового утилізаційного теплового насосу.

Така схема утилізації спроможна забезпечити тепловий потік на рівні 3780 кВт, що дозволяє продукувати приблизно 5 тонн на годину водяної пари з тиском 0,36 МПа, що відповідає температурі насичення 140°C. При цьому, для приводу компресорів теплового насосу можуть застосовуватись утилізаційні газові та парові турбіни або електричні двигуни.

Застосування утилізаційних теплових насосів для виробництва водяної пари дозволяє, по-перше, утилізувати теплові потоки, що викидаються, зменшуючи тим самим теплове забруднення навколишнього середовища, по-друге, відмовитися частково або повністю від роботи допоміжного котла на ходовому режимі судна, а отже, зменшити забруднення навколишнього середовища токсичними компонентами димових газів і, по-третє, заощадити первинні енергетичні ресурси (котельне паливо). Тобто, впровадження на судах ТНУ підвищує енергетичну ефективність суднової енергетичної системи і знижує шкідливий вплив суднових енергетичних установок на навколишнє середовище.

Література

1. Андреев А. А., Калиниченко И. В. Теплонасосное направление утилизации вторичных тепловых ресурсов судовых энергетических установок / Андреев А. А., Калиниченко И. В. – Харків: Науковий вісник ХДМГ, 2009. – № 1(1). – С.174 – 183.
2. Мартыновский В. С. Циклы, схемы и характеристики термотрансформаторов / Мартыновский В. С. – М.: Энергия, 1979, – 288с.
3. Маслов В. В. Утилизация теплоты судовых двигателей / Маслов В. В. – М.: Транспорт, 1990. – 144 с.