



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ**

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І
ТЕХНОЛОГІЇ»**

23-24 квітня 2019 року

Збірка тез доповідей



Одеса – 2019

Науковий комітет:

Єгоров Б.В. – ректор ОНАХТ, д.т.н., проф.
Косой Б.В. – директор ІХКЕ, д.т.н., проф. кафедри ТВЕ.
Хмельнюк М.Г. – завідувач кафедри ХУКП, д.т.н., проф.
Мілованов В.І. – завідувач кафедри КПА, д.т.н., проф.
Симоненко Ю.М. – завідувач кафедри КТ, д.т.н., проф.
Тітлов О.С. – завідувач кафедри ТТТЕ, д.т.н., проф.
Радченко М.І. – НУК імені адмірала Макарова, д.т.н., проф.
Морозюк Л.І. – д.т.н., проф. кафедри КТ.
Потапов В.О. – ХДУХтаТ, д.т.н., проф
Ванєєв С.М. – СумДУ, к.т.н., доц.

Організаційний комітет:

Жихарєва Н.В. – декан факультету НТТтаІМ
Буданов В.О. – к.т.н., доц. кафедри КПА
Морозюк Л.І. - д.т.н., проф. кафедри КТ.
Грудка Б.Г. – к.т.н., ас. кафедри КТ.
Стоянов П.Ф. – к.т.н., доц. кафедри ХУКП.

Тематичні напрями:

- холодильні машини і установки, теплові помпи
- теплообмінні апарати і процеси тепломасообміну
- робочі речовини холодильних машин
- системи кондиціонування повітря
- компресори та пневмоагрегати
- енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки
- холодильна технологія
- кріогенна техніка
- інформаційні технології в холодильній техніці

Робочі мови конференції – українська, російська, англійська.

Місце проведення – ауд. 213, вул. Дворянська, 1/3, Одеса, 65082

Всі тези доповідей надруковані згідно наданих макетів

ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ СУДНОВОГО ДВИГУНА ЕЖЕКТОРНОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ МАШИНОЮ ЗА РАХУНОК ТЕПЛОТИ РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ ГАЗІВ

Пирисунько М.А., викладач, Радченко Р.М., к.т.н., доц.,

НУК ім. адм. Макарова, Миколаїв

Енергетичні установки є однією з головних причин збільшення використання палива і викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище. Велика доля при цьому належить двигунам внутрішнього згоряння (ДВЗ), які займають провідне місце як джерела енергії (теплової, механічної, електричної) майже в усіх галузях країн Світу. Саме при роботі ДВЗ, завдяки хімічному забрудненню токсичними речовинами, що містяться у відхідних газах, наноситься найбільша шкода, а найбільш чутливий вплив на навколишнє середовище має місце від судових енергетичних установок, в яких головним джерелом енергії є ДВЗ.

Утворення таких шкідливих газів, таких, як діоксид вуглецю CO_2 , оксидів азоту NO_x , монооксиду вуглецю CO , оксидів сірки SO_x та інш. залежить від організації робочих процесів в ДВЗ. Вельми ефективним шляхом екологізації судових ДВЗ є штучна нейтралізація шкідливих речовин у відхідних газах, наприклад, рециркуляція газів (EGR-технологія).

Рециркуляція відхідних газів за технологією EGR є методом, що значно зменшує формування NO_x у судових дизельних двигунах. Використовуючи цей метод можна повністю задовольнити вимоги Tier III стосовно NO_x . У системі EGR, після процесу охолодження і очищення, частина відхідних газів рециркулюється до повітряного ресивера. Таким чином, частина кисню в повітрі, що використовується в процесі горіння, замінюється оксидом CO_2 . Це, в свою чергу, зменшує вміст кисню O_2 і швидкість горіння, тим самим знижуючи максимальну температуру горіння, а відтак зменшуючи інтенсивність утворення NO_x [1] [2] [3] [4] [5]. Скорочення викидів NO_x практично лінійне до степені рециркуляції відхідних газів.

Типова система рециркуляції для судового головного малообертового двигуна включає в себе скруббер, охолоджувач, уловлювач водяного туману, вентилятор і систему підтримки розчину NaOH з насосом і баком. Слід зауважити, що компоненти системи достатньо габаритні, насоси системи очищення, системи охолодження і вентилятор (або електрокомпресор) вимагають не малих витрат електричної енергії.

До таких технологій можна віднести, наприклад, застосування попереднього охолодження повітря (перед турбокомпресором) за допомогою ежекторних тепловикористовуючих холодильних машин. Перевагою такого рішення є можливість використання скидної теплоти рециркуляційних газів (а відтак і зменшення теплового навантаження на скруббер системи рециркуляції).

Мета дослідження – оцінка ефективності попереднього охолодження повітря судового головного двигуна ежекторною холодильною машиною (ЕХМ) за рахунок використання теплоти відхідних газів системи рециркуляції.

Рециркуляція забезпечується байпасування частини відхідних газів з наступних очищенням від шкідливих газів в скрубєрі та доохолодженням в теплообміннику-охолоджувачі газу. До складу системи входять скрубєр, охолоджувач, вологоуловлювач, вентилятор і система очищення із підтримкою розчину NaOH.

Схемне рішення із застосуванням тепловикористовуючого контуру ЕХМ розглянуто для судового малообертового дизельного двотактного двигуна MAN B&W марки 6G70ME-C9.5. Для аналізу параметрів системи рециркуляції, а також характеристик головного двигуна використовувався програмний комплекс CEAS провідної фірми-виробника MAN. Розрахунок зроблено для наступних вихідних даних: експлуатаційні характеристики головного двигуна (при умовах ISO) – навантаження на двигун – $N_{MCR} = 90 \%$; потужність – $N_e = 19656 \text{ кВт}$; частота обертання – $n_e = 80,1 \text{ хв}^{-1}$; питома витрата умовного палива – $g_e = 169,8 \text{ г/(кВт}\cdot\text{год)}$; система рециркуляції відхідних газів (EGR) – байпасна із скрубєром і охолоджувачем газу, відповідає умовам екологічності Tier III.

Розроблено та проаналізовано схемне рішення із застосуванням тепловикористовуючої ЕХМ (рис. 1). Система рециркуляції байпасуванням працює наступним чином: відхідні гази кількістю від 10 до 40 % через клапан з ресиверу відпрацьованих газів подаються в скрубєр, де вони частково охолоджуються і очищуються при розпиленні води спеціальними форсунками. Потім гази охолоджуються в теплообміннику-охолоджувачі газу, конденсат відводиться в конденсатовідвіднику, а очищений і охолоджений газ подається в вентилятором в повітряний ресивер, де він змішується із повітрям, що йде від турбокомпресора.

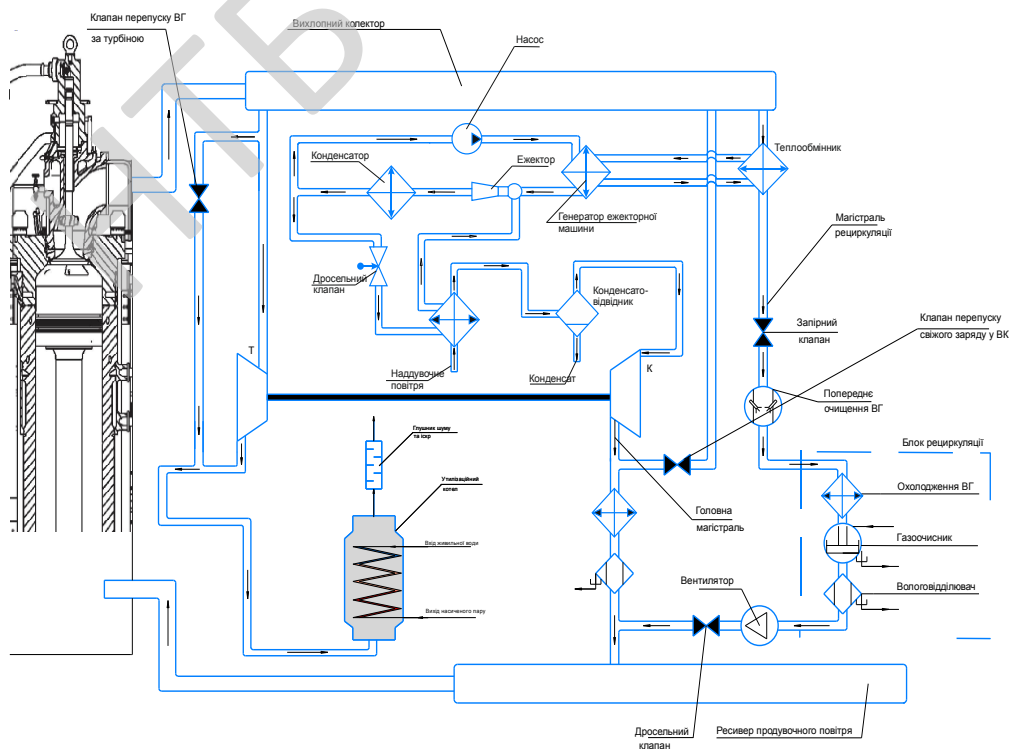


Рисунок 1. Запропоноване схемне рішення

Результати дослідження роботи тепловикористовуючої ЕХМ з різними тепловими коефіцієнтами $z = 0,30; 0,35; 0,40; 0,60$ показують, що холодопродуктивність складає: $Q_{0(0,3)} = 430\text{--}450$ кВт ($z = 0,30$); $Q_{0(0,35)} = 500\text{--}530$ кВт ($z = 0,35$); $Q_{0(0,4)} = 580\text{--}610$ кВт ($z = 0,40$) і $Q_{0(0,6)} = 870\text{--}910$ кВт ($z = 0,60$). Теплове навантаження (fig. 4) на генератор ЕХМ складає $Q_r = 1450\text{--}1520$ кВт при відповідному охолодженні газу в генераторі (перед скруббером) від температури $t_{r1} = 360\text{--}410$ °С до температури $t_{r2} = 180$ °С (прийнята із врахуванням небезпеки виникнення низькотемпературної сірчистоокислої корозії). Така ефективність ЕХМ дозволяє забезпечити зниження температури повітря (fig. 4) перед турбокомпресором двигуна відповідно на: $\Delta t_{п(0,3)} = 5,1\text{--}8,0$ °С ($z = 0,30$); $\Delta t_{п(0,35)} = 5,5\text{--}9,4$ °С ($z = 0,35$); $\Delta t_{п(0,4)} = 6,6\text{--}10,8$ °С ($z = 0,40$); $\Delta t_{п(0,6)} = 8,7\text{--}16,0$ °С ($z = 0,60$).

Висновок: запропоновано та проаналізовано схемно-конструктивне рішення з ЕХМ, що використовує теплоту відхідних газів системи рециркуляції для попереднього охолодження повітря на вході головного суднового двигуна.

Список використаних літературних джерел

1. A.K. Agrawal, S. K. Singh, S. Sinha and M. K. Shukla, "Effect of EGR on the exhaust gas temperature and exhaust opacity in compression ignition engines," *Sadhana - Academy Proceedings in Engineering Sciences*, vol. 29, no. 3, pp. 275-284, June 2004.
2. S. Ghosh та D. Dutta, «The Effects of EGR on the Performance and Exhaust Emissions of a Diesel Engine Operated on Diesel Oil and Pongamia Pinata Methyl Ester (PPME),» *International Journal of Engineering Inventions*, т. 1, № 12, pp. 39-44, December 2012.
3. J. Hussain, K. Palaniradja, N. Alagumurthi and R. Manimaran, "Effect of Exhaust Gas Recirculation (EGR) on performance and emission characteristics of a three cylinder direct injection compression ignition engine," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 51, no. 4, pp. 241-247, December 2012.
4. A.P. Pandhare, K. C. Zende, A. S. Joglekar, S. C. Bhave та A. S. Padalkar, «Effect of EGR on the exhaust gas temperature and exhaust opacity in compression ignition engines using Jatropha Oil as fuel,» *Applied Mechanics and Materials*. 2nd International Conference on Mechanical and Aerospace Engineering, ICMAE 2011, № 110-116, pp. 431-436, July 2012.
5. D. Agarwal, S. K. Singh та A. K. Agarwal, «Effect of Exhaust Gas Recirculation (EGR) on performance, emissions, deposits and durability of a constant speed compression ignition engine,» *Applied Energy*, т. 88, № 8, pp. 2900-2907, August 2011.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ВУЗЛА ТУРБИНИ ВИСОКОГО ТИСКУ	87
<i>студ. групи 147 Жалоба В.Р.</i>	87
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА ГАЗОПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОНОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	90
<i>Радченко А.Н., к.т.н., доцент, Грич А.В., к.т.н., доцент, Зубарев А.А., ст. преподаватель кафедры кондиционирования и рефрижерации, НУК им. адм. Макарова, г. Николаев</i>	90
СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	94
<i>Грич А.В., к.т.н., доцент кафедри кондиціювання та рефрижерации, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, nirad50@gmail.com, artem.grich@gmail.com</i>	94
ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ НА ВХОДІ ГТУ	96
В РІЗНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ	96
<i>Б. С. Портной¹, Я. Зонмін²</i>	96
¹ <i>Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна</i> .	96
² <i>Цзяньсунський університет науки і технології, КНР</i>	96
ГЛИБОКЕ ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ НА ВХОДІ ГТУ	98
<i>Б.С. Портной</i>	98
<i>Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна</i>	98
ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ СУДНОВОГО ДВИГУНА	100
ЕЖЕКТОРНОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ МАШИНОЮ	100
ЗА РАХУНОК ТЕПЛОТИ РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ ГАЗІВ	100
<i>Пирисунько М.А., викладач, Радченко Р.М., к.т.н., доц.,</i>	100
<i>НУК ім. адм. Макарова, Миколаїв</i>	100

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ**

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І
ТЕХНОЛОГІЇ»**

23 - 24 квітня 2019 року

Збірка тез доповідей

Підписано до друку **24.04.2019**. Формат 60x84 1/16.
Умовн. друк. арк. **6.875**. Наклад **10** прим.
65082, Одеса, вул. Дворянська, 1/3