

УДК 621.577

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ НАДДУВНОГО ПОВІТРЯ СУДНОВИХ МАЛООБЕРТОВИХ ДИЗЕЛІВ

Андрєєв А.А.*к.т.н., доцент, ХННІ НУК, Херсон, Україна***Андрєєва Н.Б.***к.п.н., доцент, ХННІ НУК, Херсон, Україна**artem_andreev@ukr.net*

Анотація. Запропоновано використовувати надлишкову теплову енергію відхідних газів у тепловикористовуючій, зокрема, в ежекторній холодильній машині, що охолоджує наддувне повітря. Показано, що використання в ежекторній холодильній машині теплоти відхідних газів та наддувного повітря після турбокомпресора забезпечує додаткове (порівняно з водяним охолодженням) зниження температури наддувного повітря й відповідно збільшення ККД суднових малообертових дизелів. Запропоновано схемні рішення тепловикористовуючих систем охолодження наддувного повітря суднових малообертових дизелів на базі ежекторної холодильної машини.

Ключові слова: малообертовий дизель, утилізація, відхідні гази, охолодження наддувного повітря, тепловикористовуюча холодильна машина.

Одним з основних напрямків покращення показників ДВЗ є вдосконалення систем турбонаддуву. Головним елементом цих систем є турбокомпресор (ТК), до складу якого входять наддувний компресор і утилізаційна турбіна, що використовує енергію газів для приводу компресора. Збільшення ККД та ступеня підвищення тиску ТК істотно впливає на показники ДВЗ. Ступені підвищення тиску сучасних компресорів становлять $\pi_{до} = 3 \dots 4,5$ та їх ККД $\eta_{до} = 0,75 \dots 0,85$. Якщо у середині минулого століття ступені підвищення тиску не перевищували $1,8 \dots 2,5$, то завдяки збільшенню ККД сучасних компресорів вони зросли майже вдвічі. При малих ступенях підвищення тиску у ТК дизелів 50-х років потужність, що виробляється утилізаційною турбіною, значно перевищувала потужність, необхідну для приводу наддувного компресора. Відомо використання надмірної потужності утилізаційної турбіни для приводу компресора турбодетандерної (повітряної) холодильної машини, що охолоджує наддувне повітря [1]. Хоча в сучасних високонаддувних ДВЗ надлишок потужності турбіни над потужністю компресора, необхідної для створення необхідного π_k , вже не настільки значний, все ж таки його реалізація для охолодження наддувного повітря може забезпечити помітне підвищення паливної економічності ДВЗ.

Оцінка надлишку потужності утилізаційної турбіни N_t над потужністю наддувного компресора N_k необхідної для створення потрібного тиску наддуву, зроблена низки малообертових дизелів (МОД) фірми "Вяртсила Нью Зульцер" [2]. При цьому резерв потужності турбіни визначали у вигляді відношення $\Delta N_{тк} = (N_t - N_k) / N_k$.

Розрахунки виконані з урахуванням впливу температури навколишнього повітря $t_{нп}$ на вході компресора ТК на температуру відхідних газів $t_{г1}$ на вході до утилізаційної турбіни ТК: $t_{г1} = f(t_{нп})$. Так, згідно з даними фірм "МАН – Бурмейстер і Вайн" та "Вяртсила Нью Зульцер" підвищення температури зовнішнього повітря на вході ТК на 10°C викликає зростання температури газів на виході з ДВЗ на 16°C .

Очевидно, що надлишок теплової енергії відхідних газів, може бути реалізований у тепловикористовуючій, зокрема ежекторній, холодильній машині як конструктивно найбільш

простій. Для цього необхідно частину газів направити повз турбіну ТК. Кількість байпасованого газу пропорційно перевищенню потужності турбіни над потужністю компресора і становить 10...15%. Ця кількість залежить від температури наддувного повітря, що в свою чергу залежить від температури навколишнього повітря

При підвищенні потужності двигуна різниця потужностей турбіни та компресора, виражена в абсолютних величинах, збільшується, тоді як у відносних величинах вона залишається практично постійною.

Надлишок теплової енергії відхідних газів, може бути реалізований тепло-використовуючою ежекторною холодильною машиною (ЕХМ), для чого частина газів, направляють повз турбіну ТК на ЕХМ. Кількість газу, що байпасується, пропорційно перевищенню потужності турбіни над потужністю компресора, тобто становить 10...15 %. Схема такої установки представлена на рис. 1.

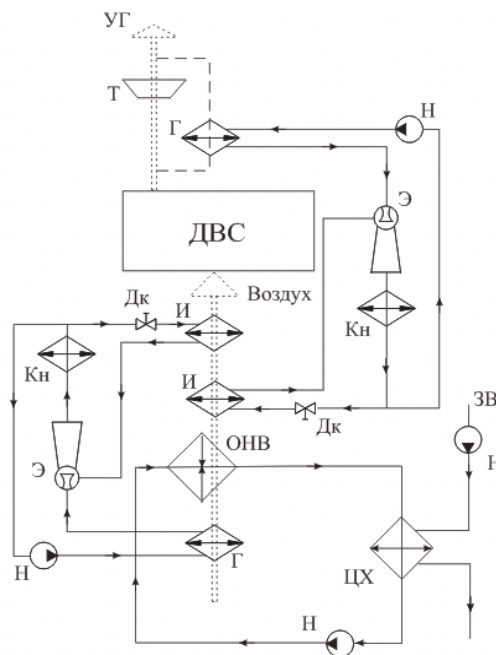


Рис 1. Варіант застосування ЕХМ для охолодження наддувного повітря:
 УГ – відхідні газів; Т – турбіна; Г – генератор; Н – насос; Е – ежектор; Кн – конденсатор;
 Дк – дросельний клапан; И – випарник; ОНВ – охолоджувач наддувного повітря;
 ЗВ – забортна вода; ЦХ – центральний холодильник.

Так як температура газів на вході в генератор ЕХМ, встановлений на байпасній лінії, становить близько 450 °С, а на виході з нього близько 280 °С, то тепловий потенціал, що спрацьовується, досить великий, навіть з урахуванням того, що через байпас проходить не вся кількість газів, а близько 15% від їх загальної кількості. Випарники ЕХМ доцільно включати до контуру охолоджуючої води ОНП, а не безпосередньо у тракт наддувного повітря. Схему такої установки наведено на рис. 2.

Вилучення випарника ЕХМ на НРТ з повітряного тракту дизеля підвищує безпеку її експлуатації. Крім того, габарити випарника-охолоджувача води значно менші, ніж охолоджувача повітря, оскільки інтенсивність тепловіддачі до води набагато більша, ніж до повітря.

Результати розрахунків показали, що використання надлишкової теплової енергії газів і наддувного повітря в ЕХМ забезпечує зниження температури наддувного повітря на 20...35 °С (порівняно з водяним охолодженням) і відповідно підвищення ККД МОД приблизно на 2 %.

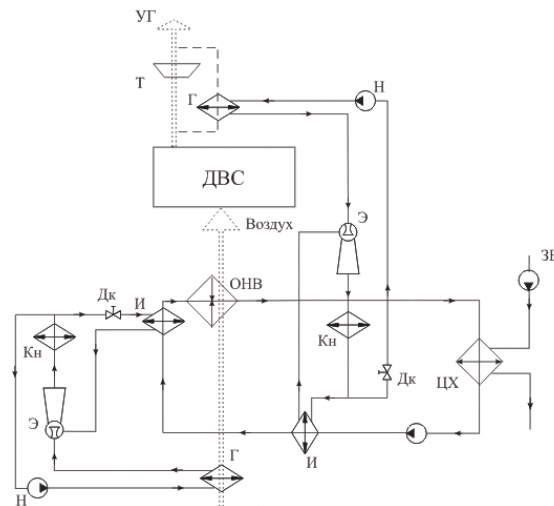


Рис 2. Варіант застосування ЕХМ для охолодження прісної води контуру ОНП:
 УГ – відхідні гази; Т – турбіна; Г – генератор; Н – насос; Э – ежектор; Кн – конденсатор;
 Дк – дросельний клапан; И – випарник; ОНВ – охолоджувач наддувного повітря;
 ЗВ – забортна вода; ЦХ – центральний холодильник.

Висновки

1. Застосування ЕХМ, що використовує теплоту наддувного повітря після ТК і теплоту газів для охолодження наддувного повітря, забезпечує додаткове зниження температури наддувного повітря на 20 ... 35 °С (у порівнянні з водяним охолодженням) і, відповідно, підвищення ККД МОД приблизно на 2%.

2. Запропоновано схемні рішення систем охолодження наддувного повітря судових ДВЗ на базі ЕХМ.

Література

1. Zinner K., Reinloin H. Thermodynamische Untersuchung über die Anwendbarkeit der Turbokuhlung bei aufgeladenen vierfakt // Dieselmotoren, "MTZ". – 1964. – Nr. 5. – S. 188–195.

2. Sulzer RTA-U. Engine selection and project manual. 25.28.07.40 – Issue XII.98 – Rev. 0 – <http://www.wartsila.com/Wartsila/global/docs/en/>

/ship_power/media_publications/brochures/project_guides/rta72u_b.pdf

3. Thermo Efficiency System (TES) for reduction of fuel consumption and CO₂ emission: MAN B&W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark, 2005.-<http://www.mandiesel.com/files/news/files/5055/P3339161.pdf>.

4. Influence of Ambient Temperature Conditions on Main Engine Operation: MAN B&W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark, 2005. -http://www.mandiesel.com/files/news/files/762/5510-0005.00pr_low.pdf.

Using of exhausted gases heat for charge air cooling of ship low speed diesel engines

Andreev Artem Andriyovich, Andreeva Nataliya Borisivna.

National University of Shipbuilding

It is suggested to use surplus thermal energy of exhausted gases in waste heat recovery machine, in particular, to the ejection refrigeration machine cooling charge air. It is shown that the use in the ejection refrigeration machine the heat of exhausted gases and charge air after turbocharger provides the additional (as compared to the aquatic cooling) decline of temperature of charge air and accordingly increase of output-input ratio of ship low speed diesel engines. Scheme solutions of the waste heat recovery systems of charge air cooling of ship low speed diesel engines on the base of ejection refrigeration machine are offered.

Key words: low speed diesel engine, utilization, exhaust gases, scavenge air cooling, waste heat recovery refrigeration machine.