

**Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний технологічний університет  
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій  
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНТУ**



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ  
«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ  
ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»**

*Присвячена 100-річчю інституту холоду, кріотехнологій  
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського*

*19-20 квітня 2022 року*

***Збірник тез доповідей***



**Одеса – 2022 р**

**Збірник тез доповідей** підготовлений під редакцією  
доктора технічних наук, професора Хмельнюка М.Г  
Науковий секретар - к.т.н.доц. Жихарєва Н.В.

*За достовірність інформації відповідає автор публікації*

**Збірник тез доповідей** за матеріалами Всеукраїнської науково-технічної онлайн-конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «**Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології**», Одеса, 2022 р. (19-20 квітня) – 113 с.

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень здобувачів вищої освіти та молодих вчених університетів і академій України.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: холодильні установки; кондиціонування повітря, холодильні машини, теплообмінні апарати і процеси тепло масообміну; робочі речовини холодильних машин; компресори та пневмоагрегати; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; холодильна технологія; кріогенна техніка; інформаційні технології в холодильній техніці.

Матеріали подано українською та англійською мовами.

### **НАУКОВИЙ КОМІТЕТ**

**Голова - Єгоров Б.В.** - ректор Одеської національної академії харчових технологій, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, д-р техн. наук, професор

**Заступники голови:**

**Поварова Н.М.** – к.т.н., доцент, проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій;

**Косой Б.В.** – д.т.н., професор, директор навчально-наукового Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики Одеської національної академії харчових технологій;

**Члени наукового комітету:**

**Хмельнюк М.Г.** - зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, д.т.н., професор;

**Мілованов В.І.** - заслужений діяч науки і техніки України, д.т.н., професор;

**Коновалов Д.Т.** - завідувач кафедри Теплотехніки філії НУК ім. адм.Макарова, Херсонська філія, д.т.н., професор;

**Тітлов О.С.**- завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики ОНАХТ, д.т.н., професор

**Морозюк Л.І.** - д.т.н., професор кафедри кріогенної техніки ОНАХТ ;

**Потапов В. О.** - Харківський державний університет харчування і торгівлі, д.т.н., професор;

**Радченко М.І.** - зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д.т.н., професор;

**Симоненко Ю.М.** - зав. кафедрою кріогенної техніки ОНАХТ, д.т.н., професор;

**Жихарєва Н.В.**- к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ.

### **Організаційний комітет:**

**Голова** – д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.;

**Науковий секретар** - к.т.н. доц. Жихарєва Н.В.

**Члени оргкомітету** - к.т.н. доц. Зімін О.В., к.т.н., доц. Когут В.О., к.т.н. доц. Яковлева О.Ю., к.т.н., доц. Трандафілов В.В., к.т.н. Грудка Б.Г., стаж-викл. Басов А.М., асп. Сазанський А.Р., асп. Крушельницький Д.О.

## **DEVELOPMENT OF THE MARINE ENGINE CONTACT COOLING SYSTEM BY USING A THERMOPRESSOR**

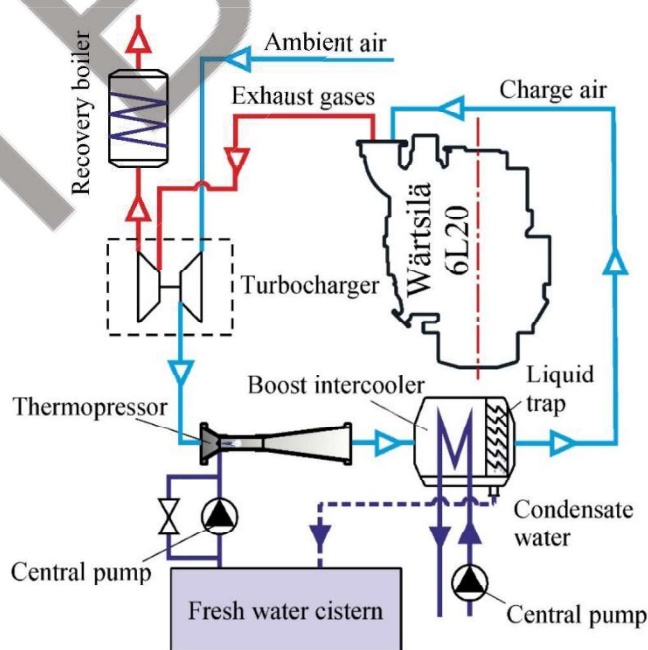
*Dmytro Sydorenko, Student, Illia Nadtochii, Student*

*Halina Kobalava, Associate Professor of the Thermal Engineering Department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Educational-Scientific Institute, Ukraine*

There are many areas for further improvement of internal combustion engines in order to increase their efficiency, despite the high economic parameters, which are the result of a fairly high organization of the working processes of modern engines [1]. In this case, a rational reserve for increasing efficiency is to improve systems serving the internal combustion engine, for example, the charge air cooling system improving. Today, there are several approaches to charge air cooling, on the one hand it is the use of surface air coolers. The heat exchange surface of such air coolers is a tubular-lamellar or tubular-finned structure. On the other hand, it can be applying of the contact cooling method: the forced air enters the humidification tower, in which water is injected by several nozzles to lower the air temperature and humidify it [2].

The authors propose to use thermopressor systems for charge air cooling. The effect of thermo-gas-dynamic compression occurs when the air is cooled in the thermopressor [3, 4]. This effect consists in increasing the gas pressure in the process of instantaneous evaporation of water injected into the air flow, which is accelerated to a speed close to sonic. At the same time, heat from the charge air is removed for water evaporation, as a result of which the air temperature decreases [5]. The thermopressor is a compact jet device, which in terms of dimensions significantly outperforms other surface and contact type coolers, in addition, provides a certain pressure increase [4].

For modern marine medium-speed engines, as a rule, a three-circuit cooling system is used. A diagram using a thermopressor as a charge air cooler for the main turbocharger is illustrated in Fig. 1.



*Fig. 1. Cooling system of a medium-speed main marine engine using a thermopressor*

Air is sucked in by a single-stage turbocharger and compressed to a pressure less than the pressure at the inlet to the internal combustion engine cylinders. After that, the air with high temperature and pressure enters for evaporative cooling in the thermopressor. At the same time, due to the effect of thermo-gas-dynamic compression, the air temperature is significantly reduced, and the pressure rises to the required value corresponding to the engine inlet. The final temperature reduction is carried out in the charge air cooler.

The calculation of the thermopressor system was made for the main ship's marine engine of Wärtsilä (Finland) brand 6L20 ( $N_e = 1200 \text{ kW}$ ,  $n = 1000 \text{ min}^{-1}$ ).

An analysis of the study results of the use of a thermopressor in charge air cooling systems (Fig. 2, 3) shows that the total air pressure at the "real" thermopressor outlet is  $P_{tp} = 2.2 \dots 4.4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , and the total air pressure without friction losses is  $P'_{tp} = 2.3 \dots 4.6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  at a water temperature for injection at the inlet of the thermopressor  $t_{w1} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , at the air velocity at the inlet to the evaporation chamber  $M = 0.85$ . The air temperature at the thermopressor inlet is  $t_{air1} = 106 \dots 196 \text{ }^\circ\text{C}$ , the air temperature at the thermopressor outlet is  $t_{air2} = 50 \dots 65 \text{ }^\circ\text{C}$ .

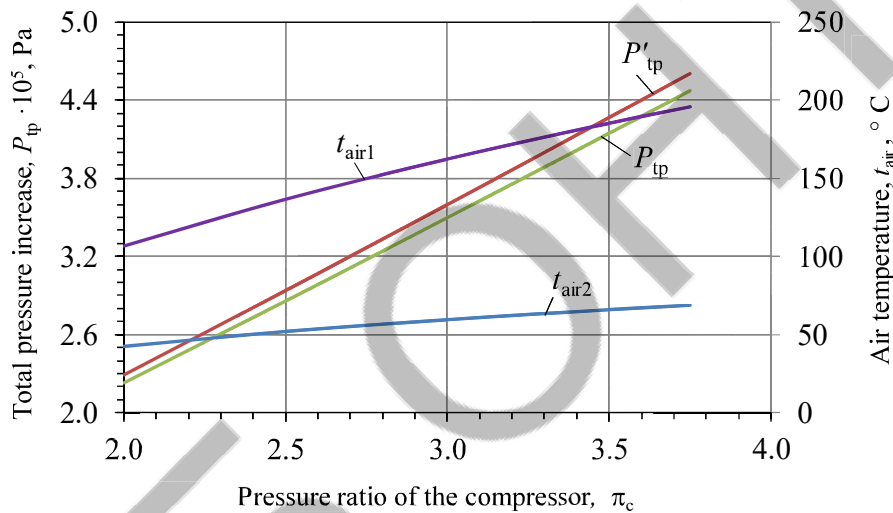


Fig. 2. Dependences of the total air pressure at the thermopressor outlet without friction losses  $P'_{tp}$ , the total air pressure at the "real" thermopressor outlet  $P_{tp}$ , air temperature  $t_{air}$  on the pressure ratio in the turbocharger  $\pi_c$

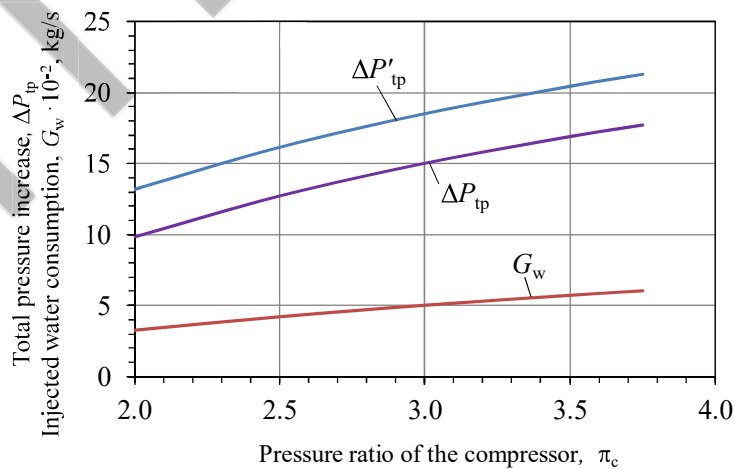


Fig. 3. Dependences of the air pressure increase at the thermopressor outlet without friction losses  $\Delta P'_{tp}$ , the air pressure increase at the "real" thermopressor outlet  $\Delta P_{tp}$ , injected water consumption  $G_w$  on the pressure ratio in the turbocharger  $\pi_c$



Cooling of the charge air with a thermopressor reduces the power consumed by the supercharged compressor and, accordingly, the power of the internal combustion engine increases. Thus, the engine power increased by  $\Delta N_e = 38 \dots 109$  kW (0.4...1.0%) for the air velocity at the inlet to the evaporation chamber  $M = 0.85$  (Fig. 4).

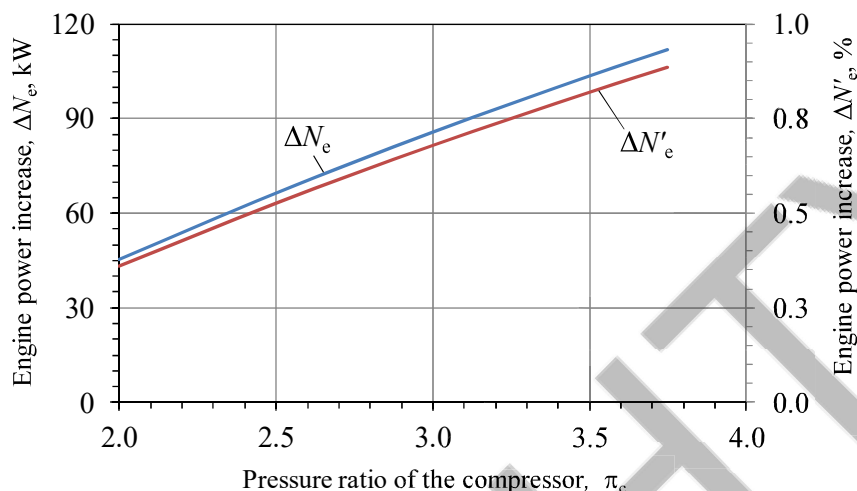


Fig. 4. Dependence of the engine power increase  $\Delta N_e$ ,  $\Delta N'_e$  at the injected water temperature  $t_{w1} = 25$  °C on the pressure ratio in the turbocharger  $\pi_c$

Thus, the use of a thermopressor in charge air cooling systems makes it possible to reduce the power consumed by compressors by 1–17%, thereby increasing the power of the internal combustion engine up to 1%.

### Conclusion.

The principle of cooling the charge air of the internal combustion engine with a simultaneous increase in pressure is proposed, which makes it possible to reduce the power consumption of the standard turbocharger while maintaining the total compression ratio.

For the purpose of contact cooling of the charge air as well as environmental humidification of the charge air at the inlet to the ICE cylinders (in order to reduce the emission of nitrogen oxides NOx), a method of fine water spraying in the charge air by a thermopressor is proposed. This technology makes it possible to eliminate the need for complex water spray systems with nozzles located throughout the entire flow section.

The use of a thermopressor in charge air cooling systems makes it possible to reduce the power consumed by compressors by 1–17%, thereby increasing the power of the internal combustion engine up to 1%.

### References

1. Steffens D. (2003). The diesel engine and the environment. Cole Engineering Conference Proceedings. Houston, Texas.
2. Iyer A. A., Rane I. P., Upasani K. S., Bhosale Y. P. & Gawande S. H. (2017). Experimental Study on the Effect of Water Injection in an Internal Combustion Engine. International Review of Mechanical Engineering, No. 11(6), 379-386.
3. Kobalava H., Konovalov, D., Radchenko, R., Forduy, S., & Maksymov, V. (2021). Numerical Simulation of an Aerothermopressor with Incomplete Evaporation for Intercooling of the Gas Turbine Engine. Kobalava H. Integrated Computer Technologies

4. Konovalov D., Radchenko M., Kobalava H., Radchenko A., Radchenko R., Kornienko V., & Maksymov V. (2021). Research of characteristics of the flow part of an aerothermopressor for gas turbine intercooling air. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy. doi:10.1177/09576509211057952.
5. Shi X., Jiang G., Gao J. (2019). Heat transfer comparison investigation of mist/steam two-phase flow and steam in a square smooth channel. Proc. IMechE, Part A: J Power and Energy, 233(7), pp. 877–889.

УДК 621.181. 62:620.193.519.8

## **КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

*Корнієнко В.С., доцент кафедри теплотехніки,*

*Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон,  
[kornienkovika1987@gmail.com](mailto:kornienkovika1987@gmail.com)*

Необхідність виконання усіх вимог міжнародних організацій в області охорони навколишнього середовища, необхідність зменшення теплових втрат при спалюванні органічних палив, вартість яких зростає, підвищення економічності і надійності роботи усіх елементів суднової енергетичної установки зумовлюють необхідність розгляду всіх можливостей виконання вказаних задач у запропонованій комплексній технології. Ця технологія включає етапи: підготовка палива до спалювання, процес горіння, процеси тепломасообміну, зниження швидкості низькотемпературної сірчаноокислої корозії (НТК), очищення газів від токсичних інгредієнтів. Це вимагає відповідної організації фізико-хімічних процесів, які забезпечать можливість виконання цих задач.

Відомі способи очищення відхідних газів від токсичних сірчистих сполук [1]. На думку спеціалістів фірми MAN [2] вимоги IMO (III рівень з емісії  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ ) можливо виконати за допомогою технологій: Water in Fuel emulsion, Scavenge Air Monistening, Exhaust Gas Recirculation, Selective Catalytic Reduction. В гібридній системі очищення Alfa Laval і Aalborg Industries [3] першою стадією очищення вважається утилізаційний котел (УК), в якому вихлопні гази охолоджуються від  $350\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $160\ldots 180\text{ }^{\circ}\text{C}$  і має місце забруднення поверхонь УК, що може розглядатися як етап очищення від твердих часток. На другій стадії очищення за рахунок використання скрубера Вентурі при впорскуванні води продовжується зниження температури вихлопних газів і очищення від твердих часток за рахунок їх зволоження. В системі очищення селективного каталітичного відновлення (СКВ або SCR) [4] здійснюється тільки очищення від  $\text{NO}_x$  за допомогою дорогих каталізаторів і введення в якості відновлювача розчину сечовини і аміаку. Систему SCR (поглинання тільки  $\text{NO}_x$  з відхідних газів) обов'язково треба супроводжувати скрубечною технологією очищення від  $\text{SO}_x$ .

- 11 **ЕНЕРГОМОДЕЛЮВАННЯ, ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ПІД ЧАС ЕКОЕФЕКТИВНОГО ПРОЕКТУВАННЯ** 26  
*Р.В. Грищенко, канд. тех. наук, доц. каф. TEXT, ННІТІ, НУХТ, м. Київ,  
М.О. Кривошеєв, BREEAM Assessor, Edge expert, МК Sustainable Eng., м. Київ,  
А.В. Форсюк, канд. тех. наук, проф. каф. TEXT, ННІТІ, НУХТ, м. Київ  
В.С. Калита, студ. каф. TEXT, ННІТІ, НУХТ, м. Київ*
- 12 **ВПЛИВ СХЕМНОГО РІШЕННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ТИПУ «ВОДА-ВОДА» НА ЙОГО ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ** 28  
*О.Ю. Пилипенко, канд. тех. наук, доц. каф. TEXT, ННІТІ, НУХТ, м. Київ.  
Д.М. Степаніщев, студ. каф. TEXT, ННІТІ, НУХТ, м. Київ*
- 13 **ПРО ДЕЯКІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ ТРУБ** 29  
*Воїнов О.П., професор, Коновалов Д.В., професор, Самохвалов В.С., доцент, ХННІ  
НУК ім. адмірала Макарова, Херсон,*
- 14 **DEVELOPMENT OF THE MARINE ENGINE CONTACT COOLING SYSTEM BY USING A THERMOPRESSOR** 32  
*Dmytro Sydorenko, Student, Illia Nadtochii, Student  
Halina Kobalava, Associate Professor of the Thermal Engineering Department, Admiral  
Makarov National University of Shipbuilding,  
Kherson Educational-Scientific Institute, Ukraine*
- 15 **КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ** 35  
*Корнієнко В.С., доцент кафедри теплотехніки, Херсонська філія Національного  
університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон,*
- 16 **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ УМОВ РОБОТИ ТЕПЛОАКУМУЛЯТОРА В СИСТЕМІ ПЕРЕДПУСКОВОЇ ПІДГОТОВКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА** 39  
*К.В. Луняка, професор, Національний університет кораблебудування імені  
адмірала Макарова, Херсонська філія  
С.А. Русанов, к.т.н, Херсонський національний технічний університет, О.І. Ключев,  
к.т.н, Херсонський національний технічний університет,  
О.О. Ключева, аспірантка, Херсонський національний технічний університет,*
- 17 **СТВОРЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ТА ОРИМАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ** 41  
*Д.т.н., професор Луняка К.В, студент Лещов Є.М.  
Херсонська філія Національного університету кораблебудування  
імені адмірала Макарова*
- 18 **СУМІШІ ХОЛОДОАГЕНТІВ ЯК ЗАМІНА РОБОЧИХ ТІЛ З ВИСОКИМ GWP** 43  
*Дудко О.М., аспірант ОНАХТ, Хмельнюк М.Г., професор ОНАХТ*
- 19 **ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ НА СУДНАХ ВОДНОГО ТРАСПОРТУ** 46  
*Ялама В.В., аспірант ОНАХТ, Хмельнюк М.Г., професор ОНАХТ*
- 20 **ДОСЛІДЖЕННЯ МОРОЗИЛЬНОЇ СКРИНІ НА РІЗНИХ ХОЛОДОАГЕНТАХ** 49  
*Константинов І.М., аспірант ОНАХТ, Хмельнюк М.Г., професор ОНАХТ*