



НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ КОНФЕРЕНЦІЇ

Національний університет кораблебудування

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ДВИГУНОБУДУВАННЯ

VII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

24–25 листопада 2022 р.

МАТЕРІАЛИ



Миколаїв ■ 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ДВИГУНОБУДУВАННЯ

VII Міжнародна науково-технічна конференція

24–25 листопада 2022 року

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, пр-т Героїв України, 9*

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Миколаїв
Видавець Торубара В.В.
2022

УДК 621.43
С89

ОРГАНІЗАТОРИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Академія наук суднобудування України
ДП Науково-виробничий комплекс газотурбобудування «Зоря»—«Машпроект»
Колумбійський університет (Нью-Йорк, США)
Корейський науково-дослідний інститут машинобудування і матеріалів
(Республіка Корея)
Стамбульський університет, (Турецька Республіка)

Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами.

Претензії до організаторів не приймаються.

Відповідальний за випуск:

О. А. Гогоренко

С 89 **Сучасний стан та проблеми двигунобудування : Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв : видавець Торубара В.В., 2022. – 192 с.**

ISBN 978-617-7472-99-4

У збірнику наведені матеріали міжнародної конференції, яка відбулася у Національному університеті кораблебудування (м. Миколаїв) 24–25 листопада 2022 року. Розглянуті науково-технічні, організаційні та екологічні питання, що виникають при дослідженні, проектуванні, виготовленні та експлуатації двигунів та установок різного типу і призначення. Досліджені загальні питання двигунобудування, робочі процеси в газотурбінних двигунах і двигунах внутрішнього згорання, а також аспекти конструювання й виробництва двигунів та їх елементів. Велика увага приділена впровадженню енергоощадних технологій, застосуванню прогресивних технологій при виготовленні та монтажі двигунів.

Матеріали збірника можуть бути корисними для науковців, інженерно-технічних працівників, викладачів, студентів і аспірантів.

УДК 621.43

ISBN 978-617-7472-99-4

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2022

Міжнародна науково-технічна конференція: матеріали. Миколаїв: НУК, 2021. С. 219-221.

2. Патлайчук В. М., Пустовойченко А. Є., Борщов О. М. Методика теплового розрахунку газотурбінного агрегату з ежекційним перерозширенням газу в турбіні. Суднова енергетика: стан та проблеми: X Міжнародна науково-технічна конференція: матеріали. Миколаїв: НУК, 2021. С. 55-58.

3. Берман С. С. Теплообменные аппараты и конденсационные устройства турбоустановок. М.: ГНТИМЛ, 1976. – 427 с.

DIRECTIONS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF GAS TURBINE UNITS WITH GAS OVER-EXPANSION IN THE TURBINE

Patlaichuk V. M.

Head of the Department of Turbines

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Mykolaiv, Ukraine

One of the possible ways to increase the efficiency and useful power of gas turbine units is the use of gas over-expansion in the turbine part of these units [1].

Gas turbine units with gas over-expansion trigger a much larger heat transfer in the turbine, but they require additional structural elements for the release of exhaust gas into the atmosphere, since the gas cannot reach it independently, without these elements.

The mechanical energy of the turbine part of gas turbine unit will be spent on the operation of the pressure device (a special compressor or an air-jet ejector), which significantly reduces the positive effect of gas over-expansion. Therefore, the use of over-expansion will have an ambiguous effect on the efficiency of gas turbine unit (on the one hand, increase the power of the turbine due to a bigger activated heat transfer, and on the other hand, reduce it due to the power consumption of the drive of the pressure device).

A series of calculations performed for over-expanded gas turbine units using an air-jet ejector confirms this proposition. To achieve an efficiency that exceeds the efficiency of the simple cycle gas turbine unit, it is necessary to ensure a significant depth of over-expansion in the power turbine, for which the pressure behind it should be brought to values lower than 70 kPa.

In the studied range of parameters, the highest efficiency of gas turbine unit with over-expansion reached 0.408 at a pressure behind the turbine of 48 kPa. For comparison, the efficiency of basic simple cycle gas turbine unit was 0.362.

The results of the calculation indicate the expediency of improving the design and thermal scheme of the gas turbine unit with over-expansion, which uses an air-jet ejector to evacuate exhaust gas.

Currently, the main direction of increasing the efficiency of gas turbine power plants, which is implemented by improving their thermal scheme, is the utilization of the heat of exhaust gas. To implement this, a heat recovery circuit is added to the gas turbine unit, in which the heat of the exhaust gas is used for steam generation or for heating water. The efficiency of such power plants (so-called *combined cycle power plants*) is within 50...60 % [2], [3].

What features of the gas turbine unit with over-expansion can significantly affect the parameters of the heat utilization circuit and, accordingly, the final efficiency of power plant?

The results of the calculation of gas turbine unit with an air-jet ejector indicate that the outlet temperature of the gas is in all cases lower than that of a simple cycle gas turbine unit. The lower temperature of the gas will cause lower circuit productivity and lower efficiency of the power plant compared to combined cycle power plants without over-expansion.

On the other hand, gas turbine unit with over-expansion uses a much larger amount of air for its work. Accordingly, gas consumption for such a unit will be bigger. The productivity of the circuit and the efficiency of combined cycle power plant will also increase.

Therefore, over-expansion of gas affects the efficiency of combined cycle power plant ambiguously. Therefore, it is not possible to make an unequivocal conclusion in advance about the advantage of a combined cycle power plant with over-expansion compared to a traditional plant without over-expansion. The analysis should be carried out on the basis of a series of optimization calculations considering the specific features of the design.

Regenerative heating of the air before the combustion chamber with exhaust gas is a possible direction of improvement of the gas turbine unit with over-expansion.

The specifics of the use of this direction are affected by the same features of over-expansion, which were noted earlier. On the one hand, the temperature of exhaust gas behind the ejector and, accordingly, the positive effect of regeneration will be lower than in regenerative gas turbine unit without over-expansion. On the other hand, the amount of gas in the regenerator will significantly exceed the amount of heated air. The final result from the addition of regeneration will be ambiguous and requires optimization calculations.

In addition, when designing such gas turbine units, one should consider the decrease in the compressor pressure ratio due to the addition of regeneration. This may lead to certain limitations in the operation of the ejection device.

When designing regenerative gas turbine units with over-expansion, there will also be some constructive difficulties.

Such traditional directions of improvement of gas turbine units as intermediate cooling of air in the compressor and intermediate heating of gas between turbines, can also be considered for use in gas turbine units with over-expansion. Their combination with other additional structural elements (for example, with a regenerator) may attract the attention of researchers.

References:

1. Patlaichuk V. M., Patlaichuk O. V., Borschov O. M. Design of gas turbine unit with ejection over-expansion of gas in the turbine. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: XII Міжнародна науково-технічна конференція: матеріали. Миколаїв: НУК, 2021. С. 219-221.
2. Романовський Г. Ф., Сербін С. І., Патлайчук В. М. Сучасні газотурбінні агрегати : у 2 т. Т. 1. Агрегати виробництва України та Росії. Миколаїв: НУК, 2005. – 344 с.
3. Романовський Г. Ф., Сербін С. І., Патлайчук В. М. Газотурбінні агрегати : у 2 ч. Ч. 1. Загальна будова та класифікація. Миколаїв: НУК, 2016. – 216 с.

ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ СПАЛЮВАННЯ ГАЗОПОДІБНОГО АМІАКУ В КАМЕРАХ ЗГОРЯННЯ ГТД

Колесников А. Б.

аспірант кафедри турбін,

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна

Сербін С. І.

д-р техн. наук, професор кафедри турбін,

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Спалювання викопного палива є основою для більшої частини енергії, що використовується в світі. Транспорт, виробництво електроенергії та промисловість разом спричиняють понад три чверті загальних викидів парникових газів, з яких близько 80 %