

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ
МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ

XIII міжнародної науково-технічної конференції

27-28 жовтня 2022 року

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9 м. Миколаїв*

Миколаїв
Видавець Торубара В. В.
2022

УДК 001.895:629.5
I-66

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ
МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство інфраструктури України: ДП «Адміністрація морських портів», ДП «Адміністрація річкових портів» (Україна); ДП СК «Ольвія» (Україна); ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування» (Україна); Південний науковий центр НАН України і МОН України (Україна); Головне управління Державної служби з надзвичайних ситуацій України у Миколаївській області (Україна); Національний університет «Одеська національна академія» (Україна); Одеський національний морський університет (Україна); Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна); Черкаський державний технологічний університет (Україна); Національний авіаційний університет (Україна); Компанія «АМІКО ГРУПП» (Україна); Морське інженерне бюро (Україна); АТ «Завод «Екватор» (Україна); Асоціація ветеранів Військово-морських сил України (Україна); Харбінський інженерний університет (Китай); Університет науки і технологій Цзянсу (Китай); Шаньдунський науково-технічний університет (Китай); Таджикиський технічний університет ім. академіка М.С. Осими (Таджикистан); Гданьський технологічний університет (Польща); Західно-Померанський технологічний університет (Польща); Кошалінський технічний університет (Польща); Батумський навчально-навігаційний університет (Грузія)

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ:

ТОВ «Видавничий дім «Гельветика»; науковий журнал «Shipbuilding & marine infrastructure»; журнал «Судноплавство»;

**Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами.
Претензії до організаторів не приймаються.**

Відповідальний за випуск:
Павлов Геннадій Вікторович

I-66 **Інновації в судобудуванні та океанотехніці** : Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції. — Миколаїв : Видавець Торубара В.В., 2022. — 620 с.

ISBN 978-617-7472-99-4

У збірнику наведені матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в судобудуванні та океанотехніці». Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК 001.895:629.5

ISBN 978-617-7472-99-4

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2022

10. Minchev, D. S. Blitz-PRO User's manual [Електронний ресурс] / D. S. Minchev – Режим доступу: <http://blitzpro.zeddmalam.com/extra/Tutorial/Help.pdf> (дата звернення: 27.06.2022)

Diagnostic Technology Of Modern Two-Stroke Engines And Compressors

Roman Varbanets¹, Valentyn Malchevskyi¹, Dmytro Minchev², Vitalii Zalozh³, Vladislav Kyrnats¹, Nadezhda Alexandrovskaya¹, Kateryna Volovyk¹

¹ Odessa National Maritime University, Department of Ship Power Plants and Technical Operation, Odessa, Ukraine

² Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Department of Internal Engines, Installations and Technical Operation, Mykolaiv, Ukraine

³ Danube institute of National university «Odessa maritime academy», Department of Engineering Sciences, Izmail, Ukraine

Abstract. The application of a vibration sensor with an in-cylinder pressure sensor extends the capabilities of internal combustion engines and compressor diagnostics for various types of plants and installations, such as marine diesel engines, refrigeration piston compressors, aircraft engines. The fuel injection equipment malfunctions as valve as valve train system malfunctions could be detected from the experimental indicated diagrams $P(V)$, $P(deg)$ of the engine cylinder operating process as it is known. The main indicators are the following: the shape of the diagram and the parameters of working cycle – the maximum combustion pressure P_{max} , the compression pressure P_{comp} , mean indicated pressure IMEP, etc. However, it should be considered that different types of malfunctions could have the same reflection on the indicated diagram.

Keywords: turbocharger diagnostics; marine diesel engine; compressor; gas distribution, monitoring working process

УДК 621.438 (075)

THERMAL CALCULATION OF GAS TURBINE UNIT WITH EJECTION OVER-EXPANSION OF GAS

Patlaichuk V. M. Head of the Department of Turbines, **Borschov O. M.** student,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolayiv, Ukraine
volodymyr.patlaichuk@nuos.edu.ua

Abstract. The issues of thermal calculation of gas turbine unit with ejection over-expansion of gas in the turbine are considered. The peculiarities of the design and calculation of the parameters of the air-jet ejector are analyzed. The influence of the main parameters on its efficiency is determined.

Keywords: gas turbine unit; air-jet ejector; gas over-expansion; design features; thermal calculation.

The thermal calculation of a gas turbine unit with ejection over-expansion of gas will be carried out for the two-spool gas turbine unit with a free power turbine. This design has found wide application as part of marine propulsion systems of various manufacturers [1].

It is assumed that the air intake to the ejection device is carried out from the intermediate stages of the compressor part of gas turbine unit (more precisely, from the intermediate stages of the low-pressure compressor). The ring-shaped air jet ejector is located directly behind the power turbine

of the unit after the rear support strut [2].

The calculation of the studied design is a traditional calculation of the parameters for simple cycle gas turbine unit (for example, according to the method described in [3]), complicated by the presence of additional structural elements.

The calculation of the air jet ejector consists in determining all its parameters and the required air flow. We will calculate the ejector according to the methodology developed by E. Sokolov and S. Kopiev and described in paper [4].

The main rule in the calculation of any jet apparatus, including the projected ejector, is the law of conservation of momentum

$$G_{ej} w_{ej} + G_{t3} w_{t3} = (G_{ej} + G_{t3}) w_{mix},$$

where G_{ej} та G_{t3} – consumption of ejection air and exhaust gas from the power turbine, kg/s; w_{ej} and w_{t3} – speed of these substances at the entrance to the mixing chamber, m/s; w_{mix} – speed of the mixture in the mixing chamber before entering the diffuser, m/s.

An important parameter is the **ejection coefficient**, which is the ratio of the amount of exhaust gas from the power turbine to the amount of air used for ejection:

$$u = \frac{G_{t3}}{G_{ej}}.$$

Let's take for calculation the pressure distribution scheme along the ejection device, which is shown in fig. 1. The pressure in the mixing chamber is assumed to be constant, although in reality it increases somewhat. To create the required speed of the ejected exhaust gas at the entrance to the mixing chamber pressure p_β should be lower than the gas pressure behind the power turbine p_4 . This decrease in pressure in the mixing chamber is characterized by a coefficient β , which determines the speed exhaust gas w_{t3} before mixing:

$$\beta = \frac{p_4 - p_\beta}{p_5 - p_4}.$$

That is, coefficient β is the ratio of the pressure difference used to create the input velocity of the ejected substance to the pressure difference created by the jet device.

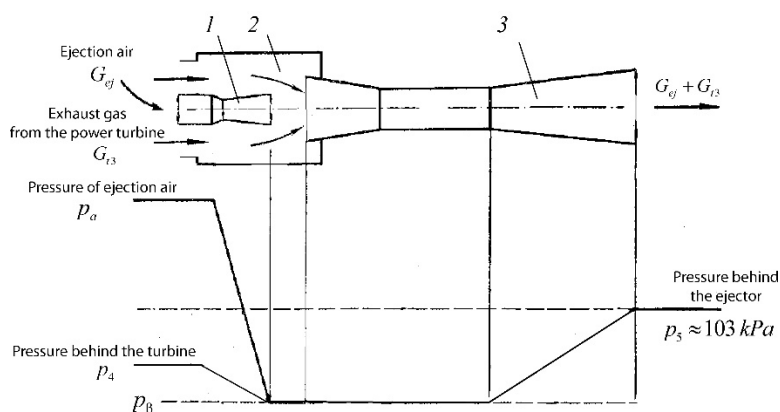


Fig. 1. General structure and change of pressure due to the movement of working substances in an air jet ejector: 1 – nozzle; 2 – mixing chamber; 3 – diffuser

The compression of the mixture of air and exhaust gas in the ejector is considered to be

isentropic.

The efficiency of the entire ejector can be defined as the ratio of the energy used to the energy spent on the ejection, i.e.

$$\eta_{ej} = \frac{G_{t3} h}{G_{ej} (H - h)} = \frac{u}{\frac{H}{h} - 1},$$

where $H = p_a - p_4$ – pressure difference during ejection air leakage; $h = p_5 - p_4$ – the pressure difference created by the jet device.

Pressure losses during energy conversion in various parts of the ejection device can be characterized by the efficiency coefficients of these parts. Approximate values of these coefficients (based on the experience of designing and operating steam jet ejectors of steam turbine power plants) are within the range of: nozzle efficiency $\eta_1 = 0.95 - 0.97$; efficiency of the entrance to the mixing chamber $\eta_2 = 0.80 - 0.92$; efficiency of the mixing process $\eta_\chi = 0.95 - 0.97$; diffuser efficiency $\eta_3 = 0.70 - 0.85$ [3].

The results of studies of steam jet ejectors of steam turbine power plants within $u = 0.1 - 3.0$ та $\beta = 0 - 1$ [3] indicate that the optimal values of the coefficient β depend on the values of the ejection coefficient u . The less u , the lower it should be β . The graphs of the ejector efficiency values are quite flat near the maximum, which allows to choose the optimal values for practical calculations β , close to the absolute maximum, without using mathematical calculations of the ejector efficiency every time.

The developed method of calculating the gas turbine unit with ejection over-expansion of gas in the turbine can be used for designing and researching the parameters of the gas turbine unit of this type.

REFERENCES

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] Романовський Г. Ф., Ващенко М. В., Сербін С. І. Теоретичні основи проектування судових газотурбінних агрегатів: навчальний посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2003. 304 с.
- [4] Берман С. С. Теплообменные аппараты и конденсационные устройства турбоустановок. М.: ГНТИМЛ, 1976. 427 с.

УДК 621.438 (075)

ВПЛИВ ПЕРЕРОЗШИРЕННЯ ГАЗУ В ТУРБІНІ ГАЗОТУРБІННОГО АГРЕГАТУ НА ЙОГО ЕФЕКТИВНІСТЬ

Патлайчук В. М. кандидат технічних наук, завідувач кафедри турбін

Борщов О. М., студент гр.6231м

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

volodymyr.patlaichuk@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто вплив перерозширення газу в силовій турбіні газотурбінного агрегату на його ефективність. Дослідження виконувалось на прикладі газотурбінного