

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ПІВДЕННИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УКРАЇНИ
У МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ
ДП «ДОСЛІДНО-ПРОЕКТНИЙ ЦЕНТР КОРАБЛЕБУДУВАННЯ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ»
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРБІНСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (КИТАЙ)
УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ ЦЗЯНСУ (КИТАЙ)
ГДАНСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
ЗАХІДНО-ПОМЕРАНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
КОШАЛІНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
БАТУМСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАВІГАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ГРУЗІЯ)
МОРСЬКЕ ІНЖЕНЕРНЕ БЮРО
АТ «ЗАВОД «ЕКВАТОР»
КОМПАНІЯ «АМІКО ГРУПП»
ДП «ДЕЛЬТА-ЛОЦМАН»
ТОВ "ЮСК СЕРВИС"
ТОВ «ЕВЕРІ»

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ

X міжнародної науково-технічної конференції

Том 1.

26 – 28 вересня 2019 р.

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

Миколаїв, НУК, 2019

УДК 001.895:629.5
И66

ОРГАНІЗАТОРИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ПІВДЕННИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УКРАЇНИ
У МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ
ДП «ДОСЛІДНО-ПРОЕКТНИЙ ЦЕНТР КОРАБЛЕБУДУВАННЯ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ»
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРБІНСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (КИТАЙ)
УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ ЦЗЯНСУ (КИТАЙ)
ГДАНСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
ЗАХІДНО-ПОМЕРАНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
КОШАЛІНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
БАТУМСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАВІГАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ГРУЗІЯ)
МОРСЬКЕ ІНЖЕНЕРНЕ БЮРО
АТ «ЗАВОД «ЕКВАТОР»
КОМПАНІЯ «АМІКО ГРУПП»
ДП «ДЕЛЬТА-ЛОЦМАН»
ТОВ "ЮСК СЕРВИС"
ТОВ «ЕВЕРІ»

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

Відповідальний за випуск:
Блінцов Володимир Степанович

И66 **Інновації** в судобудуванні та океанотехніці : Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції. у 2 томах. Т. 1 — Миколаїв : НУК, 2019. — 628 с.

ISBN 978-966-321-368-2

У збірнику наведені матеріали X 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 978-966-321-368-2

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2019

5. Збільшення опору руху катера внаслідок збільшення його швидкості призводить до зростання необхідної потужності головної енергетичної установки. (В розглянутому діапазоні швидкостей в 1,76 рази.)

REFERENCES

- [1] Войткунский, Я. И. (Ред.). (1985). *Справочник по теории корабля: Управляемость водоизмещающих судов. Гидродинамика судов с динамическими принципами поддержания* (Т. 3). Ленинград: Судостроение.
- [2] Колызаев, Б. А., Косоруков, А. И., & Литвиненко, В. А. (1980). *Справочник по проектированию судов с динамическими принципами поддержания*. Ленинград: Судостроение.
- [3] Курзон, А. Г., Межерицкий, А. Д., Тихоплав, В. Ю., & Топунов, А. М. (1969). *Газотурбинные установки быстроходных судов*. Ленинград: Судостроение.
- [4] Романовський, Г. Ф., Сербін, С. І., & Патлайчук, В. М. (2005). *Сучасні газотурбінні агрегати: Агрегати виробництва України та Росії* (Т. 1). Миколаїв: НУК.
- [5] Романовський, Г. Ф., Сербін, С. І., & Патлайчук, В. М. (2016). *Газотурбінні агрегати: Загальна будова та класифікація* (Т. 1). Миколаїв: НУК.

Patlaichuk V. M., Garaschenko O.F.

Research of the parameters of the power plant of an hovercraft with a 150 tons displacement

Text of the annotation. *The design of the power plant of an hovercraft with a 150 tons displacement has been developed. The energy consumption for maintaining the boat on the water surface and for ensuring its horizontal displacement has been determined. The analysis of the dependence of the total resistance to movement, the distribution of the components of the resistance to the movement of the boat and the required power of the main power plant of the boat on its speed were made.*

Keywords: power plant; hovercraft; resistance to movement; gas turbine engine; power.

Патлайчук В. Н., Гаращенко А. Ф.

Исследование параметров энергетической установки катера на воздушной подушке водоизмещением 150 т

Текст аннотации. *Разработана конструкция энергетической установки катера на воздушной подушке водоизмещением 150 т. Определены энергозатраты на поддержание катера на поверхности воды и для обеспечения горизонтального его перемещения. Выполнен анализ зависимости суммарного сопротивления движению, распределения составляющих сопротивления движению катера и необходимой мощности главной энергетической установки катера от его скорости.*

Ключевые слова: энергетическая установка; катер на воздушной подушке; сопротивление движению; газотурбинный двигатель; мощность.

УДК 621.438

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОЧАТКОВИХ ПАРАМЕТРІВ ГАЗУ ГТД НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УТИЛІЗАЦІЙНОГО КОНТУРУ ДВОХ ТИСКІВ

Патлайчук В.М. канд. техн. наук, доцент, Рябченко О.В. студентка гр.6231мз

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв gsprc@gmail.com

Анотація. *Для парогазових установок з утилізаційними контурами одного та двох тисків при різних значеннях початкової температури газу газотурбінного двигуна були виконані розрахунки теплової схеми котла-утилізатора, наближені розрахунки парових турбін, визначені економічні показники. Проведений аналіз одержаних протягом дослідження результатів.*

Ключові слова: парогазова установка; газотурбінний агрегат; котел-утилізатор; парова турбіна; ефективність.

Ефективним способом підвищення коефіцієнта корисної дії газотурбінної установки є утилізація тепла випускних газів в паротурбінному теплоутилізаційному контурі. Конструктивно найпростішою є схема

теплоутилізаційного контуру одного тиску. Через поверхні нагріву котла-утилізатора (економайзер, випарник, пароперегрівач) такої установки проходить однакова кількість робочого тіла (води і пари). При цьому виявляється її серйозний недолік, пов'язаний з необхідністю задоволення двох суперечливих вимог. З одного боку, котел-утилізатор повинен генерувати пару високих параметрів (в першу чергу, високої температури), для того щоб забезпечити високу економічність паротурбінного блоку. Однак запас теплової енергії, що міститься у випускних газах, може забезпечити ці параметри тільки при малих витратах живильної води. Але тоді ця витрата не може охолодити гази, що надходять у котел, до низької температури, і тому зменшується ККД котла-утилізатора (який і без того невисокий).

З іншого боку, пропуск великої кількості живильної води хоча і забезпечує низьку температуру вихідних газів котла і його високу економічність, але не дозволяє отримати високі параметри пари за ним.

Зазначений недолік може бути подоланий пропусканням через "хвостові" поверхні котла (за газом) більшої кількості води, а через вхідні – меншої. Конструктивно це призводить до створення теплоутилізаційних контурів двох та трьох тисків [1], [6].

У теплоутилізаційному контурі двох тисків конденсат з конденсатора парової турбіни насосом низького тиску подається в економайзер низького тиску (він же "газовий підігрівач конденсату"). Після цього частина конденсату (25...30 %) подається в сепаратор пари низького тиску, де випаровується [5]. Пара, що утворилася, пройшовши пароперегрівач низького тиску, надходить у циліндр низького тиску (ЦНТ) парової турбіни.

Інша частина конденсату (70...75 %) нагнітається насосом високого тиску в контур високого тиску котла-утилізатора, який складається з економайзера, випарника і пароперегрівача. Отримана пара надходить у циліндр високого тиску (ЦВТ) турбіни. Пройшовши ЦВТ, вона змішується з парою з контуру низького тиску, і сумарна витрата пари надходить у ЦНТ.

За описаною схемою виконана переважна більшість сучасних газотурбінних установок з паротурбінним теплоутилізаційним контуром, які мають ККД не менше 50...52 % [3].

Метою проведеного дослідження було визначення впливу початкових параметрів газу газотурбінного двигуна на ефективність застосування утилізаційного контуру двох тисків для парогазової установки, створеної на базі газотурбінного агрегата потужністю 110 МВт.

Відповідно до поставленої мети були визначені завдання, об'єкт, предмет та метод дослідження.

На першому етапі роботи проведена оптимізація параметрів термодинамічного циклу парогазової установки для початкової температури газу газотурбінного агрегата, яка змінювалась від 1100 до 1700 К.

Одержані протягом оптимізації значення міри підвищення тиску були надалі використані для детального теплового розрахунку газотурбінного агрегата, який для усіх варіантів мав однакову потужність на клеммах генератора 110 МВт. Як прототип, приймалась конструкція двигуна ГТД 110 розробки підприємства ДП НВКГ "Зоря"- "Машпроект" (м. Миколаїв, Україна) [2].

На другому етапі для розроблених схем парогазових установок з утилізаційними контурами одного та двох тисків відповідно до початкової температури газу ГТД були виконані розрахунки кількох варіантів теплової схеми котла-утилізатора, наближені розрахунки парових турбін, визначені економічні показники парогазових установок в цілому. Окремо досліджувалась ефективність та параметри головних структурних елементів утилізаційного контуру – котла-утилізатора та парової турбіни.

Розрахунок параметрів парогазової установки одного тиску проводився для тиску генерованої пари 4 МПа. Парогазова установка двох тисків розраховувалась у всіх варіантах для тиску пари високого тиску 5 МПа та тиску пари низького тиску 0,5 МПа. Тиск в конденсаторі приймався рівним 5 кПа, температура живильної води – 60 °С [4].

Аналіз виконаних протягом проектування розрахунків дозволяє зробити такі висновки:

1) Збільшення початкової температури газу в ГТД внаслідок особливостей термодинамічного циклу призводить до зростання температури випускних газів та зменшення витрачаємої кількості атмосферного повітря.

2) Утилізація тепла випускних газів ГТД є ефективним засобом підвищення ККД та потужності енергетичної установки. У досліджуваному інтервалі параметрів застосування утилізаційного контуру призводило до зростання ККД та потужності установки (порівняно з агрегатом простого циклу) в 1,42...1,68 рази.

3) Утилізаційний контур двох тисків забезпечує більшу ефективність парогазової установки, ніж контур одного тиску. ККД установки із застосуванням цього контура збільшується на 3,6...5,1 абсолютних відсотка, генерована потужність – на 11...20 МВт.

4) Збільшення початкової температури газу в ГТД призводить до однозначного збільшення ККД парогазової установки, як одного, так і двох тисків. При цьому для генерованої потужності спостерігається

оптимум, що при незмінній потужності газотурбінного агрегата (110 МВт) пояснюється відповідним впливом потужності парової турбіни.

5) Із збільшенням початкової температури газу різниця між ефективністю утилізаційних контурів одного та двох тисків дещо зменшується.

6) Зростання початкової температури газу в ГТД через зменшення кількості витрачаємого атмосферного повітря і відповідного зменшення витрати газів призводить до зменшення кількості генерованої пари котлом-утилізатором.

7) Сумарна кількість генерованої пари котлом-утилізатором двох тисків є на 12...30 % більшою, ніж для котла-утилізатора одного тиску.

8) Внаслідок збільшення температури випускних газів ГТД ефективність котла-утилізатора зростає.

9) Ефективність котла-утилізатора двох тисків є в 1,15...1,29 рази вищою, ніж котла-утилізатора одного тиску. Їх ККД становив, відповідно, 0,792...0,876 та 0,614...0,765.

10) Для досліджуваних утилізаційних контурів внутрішній ККД парових турбін знаходився в межах від 0,847 до 0,875. Окремі частини цих турбін мали ефективність 0,884...0,899 (для високого тиску) та 0,820...0,852 (для низького тиску). Менша ефективність частин низького тиску пояснюється, головним чином, через їх роботу в області вологої пари.

11) Збільшення початкової температури газу в ГТД призводить до генерації котлом-утилізатором пари більш високих параметрів і через це до зростання ККД використовуємих парових турбін.

12) Збільшення температури генерованої котлом-утилізатором пари при незмінному тиску пари призводить до зменшення її вологості в останніх ступенях турбіни. В досліджуваному інтервалі параметрів вологість пари на виході з турбіни становила 9,2...14,1 %.

13) Потужність, генеруєма паровою турбіною утилізаційного контура, залежить від початкової температури газу ГТД неоднозначно, чим і пояснюється наявність оптимума на рис. 2.26. З одного боку, зростання температури газу веде до збільшення параметрів пари перед турбіною, зростання перероблюваного в ній теплоперепаді і збільшення її потужності (якісна складова). З іншого боку, зменшується витрата газу через котел-утилізатор, що веде до зменшення паропроодуктивності котла-утилізатора і потужності парової турбіни (кількісна складова).

14) В цілому ефективність паротурбінної установки як для утилізаційного контуру одного тиску, так і для контуру двох тисків, із збільшенням початкової температури газу в ГТД зростає і становить від 0,303 до 0,370.

REFERENCES

- [1] Романовський, Г. Ф., Ващенко, М. В., & Сербін, С. І. (2003). *Теоретичні основи проектування суднових газотурбінних агрегатів*. Миколаїв: УДМТУ.
- [2] Романовський, Г. Ф., Сербін, С. І., & Патлайчук, В. М. (2005). *Сучасні газотурбінні агрегати: Агрегати виробництва України та Росії* (Т. 1). Миколаїв: НУК.
- [3] Романовський, Г. Ф., Сербін, С. І., & Патлайчук, В. М. (2016). *Газотурбінні агрегати: Загальна будова та класифікація* (Т. 1). Миколаїв: НУК.
- [4] Трухний, А. Д., & Петрунин, С. В. (2001). *Расчет тепловых схем парогазовых установок утилизационного типа*. Москва: МЭИ.
- [5] Цанев, С. В., Буров, В. Д., & Ремезов, А. Н. (2009). *Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций*. Москва: МЭИ.
- [6] Kehlhofer, R., Rukes, B., Hannemann, F., & Stirnimann, F. (2009). *Combined-cycle gas & steam turbine power plants*. Tulsa: PennWell.

Patlaichuk V. M., Garaschenko O.F.

Research of the influence of gas turbine initial parameters on the effectiveness of two pressures utilization circuit

Text of the annotation. For combined-cycle plants with utilization circuits of one and two pressures at different values of the initial gas turbine temperature calculations of the heat-recovery steam generator were carried out. Approximate calculations of steam turbines and economic indicators were determined. The analysis of the results obtained during the study was fulfilled.

Keywords: combined-cycle plant; gas turbine set; heat recovery steam generator; steam turbine; efficiency.

Патлайчук В. Н., Рябченко О. В.

Исследование влияния начальных параметров газа ГТД на эффективность применения утилизационного контура двух давлений

Текст аннотации. Для парогазовых установок с утилизационными контурами одного и двух давлений при различных значениях начальной температуры газа газотурбинного двигателя были выполнены расчеты тепловой схемы котла-утилизатора, приближенные расчеты паровых турбин, определены экономические показатели. Проведен анализ полученных в ходе исследования результатов.

Ключевые слова: парогазовая установка; газотурбинный агрегат; котел-утилизатор; паровая турбина; эффективность.

УДК 629.083

ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ РОБОТИ ПРИЦЕЗІЙНИХ ПАР ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ СУДНОВИХ ДВЗ ЗА РАХУНОК ОБРОБКИ ІМПУЛЬСНИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ

Уваров В.А., к.т.н., доцент,

Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адм. Макарова

Андрієвський В.В., Семенов С.С., студенти

Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адм. Макарова

Анотація. У роботі представлена нова технологія обробки імпульсним-магнітним полем (ОІМП, напруженість магнітного поля $\geq 10^6$ А/м) виробів суднового машинобудування, підвергнутих гідроабразивному, кавітаційному та корозійно-механічному зношенню, з використанням оригінальних (визнаних винаходами) способів та устаткування.

Отримані нові результати щодо формування топографії прецизійних поверхонь паливної апаратури двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ).

Ключові слова: ОІМП, ШХ15, паливна апаратура.

В умовах зростання інтенсивності експлуатації флоту тенденція нарощування потужності суднових двигунів, проблема підвищення їхньої надійності і ресурсу після ремонту здобувають особливу актуальність. У зв'язку з цим становить інтерес здатність палива до збереження і зниження зносу прецизійних поверхонь паливної апаратури (плунжер і втулка в паливному насосі, голка і корпус розпилювача у форсунці). Мається на увазі захист від електрохімічного і абразивного зношування паливної апаратури, в результаті якого або збільшується зазор між втулкою і плунжером, і як наслідок знижується тиск упорскування, зростає витік палива і погіршується якість його розпилю, або відбувається заклинювання і зависання плунжера у втулці і припинення подачі палива.

Як відомо, до складу механічних домішок дизельного палива входять, як правило, неорганічні й органічні складові, у тому числі мікроорганізми і бактерії [1, 2, 3]. Мікроорганізми змінюють склад палива і мастил, погіршуючи їх фізико-хімічні та експлуатаційні властивості. Для придушення їх життєдіяльності (переведення їх у стан звичайних механічних домішок) можна було б використати радіоактивні речовини, генератори надвисоких частот, джерела іонізуючих випромінювань. Однак це одночасно вимагає розробки цілого ряду захисних мір.

Формування прогнозів розвитку об'єктів техніки або технічного напрямку.

Дослідження інформації про можливий стан об'єкту у майбутньому та шляхах їх здійснення дозволяє використовувати її для загальних висновків при складанні моделі об'єкту прогнозування. З урахуванням успіхів та обмежень можливостей сучасної науки при складанні прогнозу можуть бути враховані наступні закономірності:

- Стійкість виробу до зовнішнього впливу підвищується, з урахуванням витримки його у магнітному полі. Причиною зміни стійкості виробу після МО є об'ємні структурні зміни
- Магнітна обробка (МО напруженістю магнітного поля $\geq 10^6$ А/м) призводить до зміни структури не тільки феромагнітних матеріалів
- Оптимальний діапазон напруженості поля при МО від 240 до 1000 кА/м для феромагнетиків
- Упорядкування дефектів, включаючи їх винос на поверхню кристалів, змінює хімічний склад і як наслідок, експлуатаційні властивості поверхні