

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування»
Одеський національний морський університет
Херсонська державна морська академія
ДП Науково-виробничий комплекс газотурбобудування «Зоря»–«Машпроект»
Регістр судноплавства України
Харбінський інженерний університет (Китай)
Університет науки і технологій Цзянсу (Китай)
Західнопоморський технологічний університет (Польща)
Батумський навчально-навігаційний університет (Грузія)
MV WERFTEN Wismar GmbH (Німеччина)

МАТЕРІАЛИ

X МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

СУДНОВА ЕНЕРГЕТИКА: СТАН ТА ПРОБЛЕМИ

4–5 листопада 2021 року



Видавничий дім
«Гельветика»
2021

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова: *Трушляков Є.І.* – д.т.н., проф. (Україна)

Заступники голови: *Павлов Г.В.* – д.т.н., проф. (Україна); *Сербін С.І.* – д.т.н., проф. (Україна); *Горбов В.М.* – к.т.н., проф. (Україна)

Вчений секретар: *Мітєнкова В.С.* – к.т.н, доцент (Україна)

Члени оргкомітету: *Белоусов Є.В.* – д.т.н., доц. (Україна); *Варбанець Р.А.* – д.т.н., проф. (Україна); *Грицук І.В.* – д.т.н., проф. (Україна); *Димо Б.В.* – к.т.н., проф. (Україна); *Радченко М.І.* – д.т.н., проф. (Україна); *Ткач М.Р.* – д.т.н., проф. (Україна); *Ся Гуйхуа* – prof (КНР); *Хведелидзе П.Г.* – д.т.н. проф. (Грузія); *Чередніченко О.К.* – д.т.н., доц. (Україна); *Чобенко В.Н.* – к.т.н. (Україна); *Шостак В.П.* – к.т.н., проф. (Україна); *Gershanik V.I.* – DSc (Німеччина); *Stachel A.A.* – DSc, Prof (Польща); *Themelis N.J.* – PhD (США)

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

Відповідальний за випуск Горбов В.М.

Суднова енергетика: стан та проблеми : Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції, 4–5 листопада 2021 року. – Миколаїв : Видавничий дім «Гельветика», 2021. – 358 с.
ISBN 000–000–000–000–0

У збірнику наведені матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції, яка відбулась у Національному університеті кораблебудування (м. Миколаїв) 4–5 листопада 2021 року. Розглянуто різні аспекти науково-технічних, організаційних та екологічних питань, пов'язаних з дослідженням, проектуванням, виготовленням та експлуатацією суднових енергетичних установок суден різного призначення, дослідженням робочих процесів у елементах суднових енергетичних установок, а також шляхам удосконалення підготовки фахівців з суднової енергетики у вищих навчальних закладах. Матеріали збірника можуть бути корисними для науковців, інженерно-технічних працівників, викладачів, студентів та аспірантів.

УДК 629.12.03

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

<i>Trushliakov E., Radchenko M., Bohdal T., Tkachenko V., Tsaran F.</i> Increasing Performance of Air Conditioning System in Actual Climatic Conditions.....	9
<i>Serbin S., Burunsuz K., Chen D., Zongming Y.</i> Characteristics of a Combustion Chamber of a Gas Turbine Engine Operating on Associated Gas.....	12
<i>Гершаник В. И.</i> Оценка воздействия круизного судна на окружающую среду	15
<i>Варбанець Р.А., Кирнац В.І., Холденко В.І., Александровська Н.І.</i> Моделювання робочого процесу за даними систем DEPAS та IMES. Діагностика циліндрового змащування.....	20
<i>Нікончук С.В.</i> Влияние процесса декарбонизации топлива и выбросов на современный рынок судостроения и процесс подготовки молодых специалистов.....	22
<i>Чередніченко О.К.</i> Адаптація об'єктно-орієнтованих підходів до розв'язання задач дослідження енергетичних установок морських об'єктів нафтогазовидобування	24
<i>Коробко В.В.</i> Термоакустичні системи енергозбереження в судновій енергетиці	29
<i>Горбов В.М., Мітєнкова В.С.</i> Нариси з історії конференції «Суднова енергетика: стан та проблеми»	33

Секція № 1. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

<i>Патлайчук В.М., Патлайчук О.В., Борщов О.М.</i> Розробка конструкції газотурбінного агрегату з ежекційним перерозширенням газу в турбіні	51
<i>Патлайчук В.М., Пустовойченко А.Є., Борщов О.М.</i> Методика теплового розрахунку газотурбінного агрегату з ежекційним перерозширенням газу в турбіні	55
<i>Погорлецький Д.С., Голота Є.С.</i> Модернізація системи охолодження гідравлічної рідини суднового крану Macgregor	58

<i>Кісетов Ю.В., Кукліна О.Ю.</i> Питання зменшення аварій обладнання СЕУ	61
<i>Кісетов Ю.В., Кукліна О.Ю.</i> Людський фактор і його вплив на аварійні випадки обладнання СЕУ	64
<i>Кісетов Ю.В., Кукліна О.Ю.</i> Визначення обґрунтованої вартості ремонту суднового обладнання	68
<i>Костромін М.О., Бондаренко М.С.</i> Аналіз заходів щодо використання в судновій енергетиці екологічно безпечних двигунів	70
<i>Поляруш О.Г., Бондаренко М.С.</i> Підвищення ефективності системи підготовки високов'язкого палива ГД танкера NICOS I.V.....	75
<i>Булгаков М.П., Дерменжи М.П.</i> Аналіз методів діагностування паливних систем дизелів	79
<i>Короленко В.Л.</i> Вдосконалення енергетичної установки контейнеровозу дедвейтом 42000 т шляхом, приведення до відповідності діючим вимогам ІМО.....	83
<i>Kostyrin V., Lychko B., Gogorenko O.</i> Improving the environmentality of ship energy installations due to the application of on-board cooling systems	85
<i>Багрій С.А.</i> Вплив вдосконалення системи утилізації теплоти головних двигунів танкерів-продуктовозів типу Ранамах на ефективність установки при експлуатації у північній субтропічній та тропічній зонах світового океану.....	88
<i>Кузнецова С.А., Карпенко Д.І.</i> Зміни екологічно небезпечних викидів при застосуванні комплексних заходів у газовипускних системах дизельних двигунів на судах ріка-море	91
<i>Приступ Д.В.</i> Зниження шуму при експлуатації суднових дизель-генераторів поромів типу RO-PAH дедвейтом 5300 т	95
<i>Кирюхін В.В.</i> Підвищення ефективності систем утилізації теплоти відпрацьованих газів дизель-генераторів на балкерах дедвейтом до 70000 тон при експлуатації на рейсовій лінії Миколаїв – Тріполі.....	97
<i>Горбов В.М., Соломонюк Д.М.</i> Вибір критерію порівняння конструкцій регенераторів ГТУ	100
<i>Варбанець Р.А., Залож В.І., Тарасенко Т.В.</i> Застосування результатів діагностування головних дизелів для обґрунтування оптимальних режимів експлуатації	103
<i>Анастасенко С.М.</i> Підвищення умов оптимальної надійності проводки судів в багатокомпонентній системі в умовах застосування диференціального режиму і економії палива	107
<i>Капура І.А.</i> Розвиток технічної експлуатації суднових енергетичних установок на базі інформаційних технологій.....	111
<i>Горбов В.М., Мітенкова В.С., Єлеонська О.С.</i> Аналіз складу та схемних рішень суднових енергетичних установок гібридного типу	114
<i>Компаніченко О.П., Термов С.В.</i> Покращення екологічності суднових малообертових двигунів за допомогою технології EGR.....	117
<i>Кузнецов Г.В., Яковлев М.Ф.</i> Енергетичні установки військових кораблів	120

Секція № 2. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ У ЕЛЕМЕНТАХ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

<i>Белоусов Е.В., Савчук В.П., Самарин А.Е., Белоусова Т.П., Рыбальченко Н.Е.</i> Истечение газового топлива из сопловых каналов газоподающего модуля малооборотного газодизельного двигателя среднего давления	126
<i>Ніколаєв Є.М., Бондаренко М.С.</i> Удосконалення системи охолодження головного двигуна судна проекту CNF09	131
<i>Ватаман Р.В.</i> Анализ эффективности теплоиспользующих систем охлаждения наддувочного воздуха дизельных установок	135
<i>Forduy S., Radchenko A., Zubarev A., Bohdal L., Khaldobin V., Konovalov A.</i> Increasing efficiency of gas engines in integrated energy system by scavenge air cooling in absorption chiller	139
<i>Forduy S., Zubarev A., Mikielewicz D., Ostapenko O., Hrych A., Khaldobin V.</i> Improving the efficiency of gas engine heat utilization by ejector-absorption chillers.....	141
<i>Козловський А.В.</i> Вплив геометричних параметрів проточної частини камери згоряння ГТД на стійкість процесів горіння	144
<i>Козловський А.В., Баклан О.В.</i> Дослідження параметрів турбіни високого тиску ГТА з ТУК номінальною споживаною потужністю 25 МВт.....	146
<i>Козловський А.В., Вілкул С.В.</i> Дослідження характеристик плазмового генератора, призначеного для підвищення стабільності процесів в камері згоряння ГТД.....	148
<i>Лашко П.В.</i> Анализ схем теплоиспользующей установки охлаждения наддувочного воздуха с использованием избыточной теплоты уходящих газов на выходе	151
<i>Личко Б.М., Макаренко О.С., Проскурін А.Ю., Резанов І.О., Пінчук П.О.</i> Вдосконалення системи управління подачею палива дизельних двигунів.....	155
<i>Маулевич В.О., Варбанець Р.А.</i> Експлуатація судових двигунів MAN B&W типу ME з електронним керуванням на низькосірчаному паливі.....	157
<i>Мінчев Д.С., Гогоренко О.А., Мошенцев Ю.Л.</i> Експериментальне дослідження режимів роботи відцентрового компресора	160
<i>Мухаметханов Р.С.</i> Визначення резервів підвищення ефективності турбонаддуву судових дизелів і напрямку їх реалізації	166
<i>Наливайко В.С., Хоменко В.С., Савчук П.С.</i> Історія створення двигунів внутрішнього згоряння типу Д100	170
<i>Наливайко В.С., Авдюнін Р.Ю., Челпанов А.О.</i> Аналіз взаємного руху поршнів двотактного дизеля типу Д100.....	173
<i>Грич А.В., Остапенко О.В.</i> Вплив двоступеневого кондиціювання повітря на ефективність газових двигунів автономної теплоелектростанції	178
<i>Грубий М.А., Коштовний В.П.</i> Покращення показників судових СОД при використанні водню в якості палива.....	181
<i>Остапенко А.В., Грич А.В.</i> Повышение эффективности трансформации теплоты гозового двигателя в холод использованием ступенчатой трансформации в ЭХМ и	185

АБХМ	
<i>Morhun S.</i> Gas turbine engine rotors forced vibration under the non-stationary real gas flow load study.....	189
<i>Семенов М.М., Шаповалов Ю.О., Костенко В.А.</i> Дослідження деаераторів при модернізації котельні теплопродуктивністю 4,2 МВт.....	191
<i>Семенов М.М., Шаповалов Ю.О., Дмитрієв Р.Ю.</i> Дослідження методів експлуатаційного контролю металу трубопроводів при модернізації систем головних циркуляційних насосів АЕС	194

Секція № 3. ЕНЕРГООЩАДНІ ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУДНОВІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ

<i>Боду С.Ж., Чікал М.А.</i> Зміцнення шліцьових елементів методами поверхневого пластичного деформування.....	199
<i>Животовский В.А., Минчев Д.С.</i> Перспективы использования морских судов с электрическими СЭУ	202
<i>Kornienko V.</i> Modeling the pollution processes on the low-temperature surfaces of exhaust gas boilers with water-fuel emulsion combustion	207
<i>Корнелюк О.М.</i> Проблеми прийняття проектних рішень при проектуванні гребних гвинтів у складі пропульсивної установки судна	210
<i>Кузнецов В.В., Шевцов А.П.</i> Підвищення ефективності і компактності суднових енергетичних установок інтенсифікацією теплопередачі в їх елементах	214
<i>Lytosh O.V.</i> Features application and improvement of hermetic compressor units of shipboard equipment of air conditioning and refrigeration	217
<i>Тихонов Б.А., Личко Б.М., Рязанцев П.А.</i> Аналіз застосування роторів Флеттнера у якості допоміжних суднових рушіїв для контейнеровоза	223
<i>Мадей В.В.</i> Забезпечення екологічності роботи суднових дизелів під час використання біопалива	227
<i>Мар'янов Д.М.</i> Підтримка густини та седиментаційної стійкості технічних рідин, що транспортуються морськими суднами.....	231
<i>Ніколаєв О.Л., Поліщук В.А., Сич А.В., Ніколаєнко Є.О., Руденко М.Ю.</i> Удосконалення технології виготовлення косозубих коліс та конічних шестерень	235
<i>Новошицький А.В., Бражник І.Б., Рибальченко В.П., Тусова І.В.</i> Технологія перфорування тонкостінних деталей суднових конструкцій	239
<i>Подгуренко В.С., Терехов В.Е.</i> Повышение эффективности эксплуатации ветровых электрических установок	243
<i>Гришук І.В., Погорлецький Д.С., Худяков І.В., Акімов О.В., Білай А.В.</i> Теплова підготовка двигуна суднової енергетичної установки портового буксиру.....	247
<i>Поліщук В.А., Ніколаєв О.Л., Зомов Я.А., Кобельчук О.О.</i> Аналіз системи показників динамічної якості верстатних пристосувань для механічної обробки деталей	253
<i>Проскурін А.Ю., Довбенко М.М., Цуркан І.О., Матвеев В.В., Куліков А.М.</i> Підвищення ефективності роботи системи живлення газодизельних двигунів	257
<i>Ратушняк І.О., Гнатюк С.О.</i> Очищення забруднених суднових вод адсорбентами із відходів виробництва.....	259

<i>Ратушняк І.О., Ратушняк Л.П.</i> Вдосконалення оцінки еколого-економічної ефективності систем очищення суднових нафтовмісних вод	263
<i>Сагін А.С.</i> Оптимізація експлуатаційних показників роботи циркуляційних систем мащення суднових дизелів	266
<i>Соломонюк Д.М.</i> Утилізація низькопотенційної теплоти ГТУ тепловими насосами, що працюють на водяній парі.....	269
<i>Грич А.В., Остапенко О.В.</i> Система кондиціювання з глибоким двоступеневим охолодженням повітря машинного відділення автономної теплоелектростанції.....	273
<i>Зубко І.В., Булдаков А.В.</i> Застосування спиртових палив в СЕУ	277
<i>Онищенко В.В., Терех Р.В.</i> Утилізація вторинних енергоресурсів як шлях до підвищення ефективності СЕУ.....	282
<i>Іванов А.А., Свиридов В.І.</i> Екологічна безпека при експлуатації морського транспорту	286
<i>Остапенко А.В., Грич А.В.</i> Двухпоточная эжекторно-абсорбционная система трансформации сбросного тепла газопоршневого модуля.....	290
<i>Trofymenko D.S.</i> , Assessment of change in thermal balance of container vessel's post-triple e- class me when switching to ammonia as the main fuel.....	294
<i>Шостак В.П., Личко Б.М., Манзюк А.Ю.</i> Суднові пропульсивні установки з головним поршневим двигуном і утилізаційною паровою або газовою турбіною.....	299
<i>Семенов М.М., Шаповалов Ю.О.</i> Математична модель теплопереносу при сушінні і термічному розкладанні частинок відходів на водному транспорті	302
<i>Ткач М.Р., Галинкін Ю.М., Ключник В.С., Золотой Ю.Г.</i> Удосконалення технології випробування лопаток ГТД методом електронної спекл-інтерферометрії	307
<i>Ключник В.С., Ткач М.Р., Золотой Ю.Г., Галынкин Ю.Н., Проскурин А.Ю.</i> Улучшение метода цифровой спекл-интерферометрии для определения вибрационных характеристик лопаток газовой турбины.....	312
<i>Московко О.О.</i> Оцінка ефективності системи примусового запуску термоакустичного двигуна на прикладі контейнеровозу типу EXPLORER CLASS	316
<i>Колбасенко О.В., Димо Б.В.</i> Результати аналітичних досліджень горіння водопаливних емульсій	320

Секція № 4. ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ

З СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ВНЗ

<i>Патлайчук О.В.</i> Формування "soft skills" як одне з призначень гуманітарної складової освітніх програм технічних спеціальностей	324
<i>Patlaichuk O.V., Patlaichuk V.M.</i> Soft skills as necessary qualities of a contemporary engineer.....	327
<i>Кісетов Ю.В., Кукліна О.Ю.</i> Деякі питання вивчення курсу комп'ютерної графіки студентами машинобудівних спеціальностей.....	329
<i>Семенов М.М., Соломонюк Д.М., Шаповалов Ю.О.</i> Досвід впровадження віртуального лабораторного практикуму для спеціальності теплоенергетика.....	333
<i>Сорокіна Т.М., Личко Б.М.</i> Сучасні фахові терміни у дизелебудуванні	336
<i>Нікончук С.В., Єлеонська О.С., Мітенкова В.С.</i> Використання CADMATIC у начальному процесі для формування практичних навичок проектування	339

<i>Ратушняк І.О., Маршак О.І.</i> Проблемні питання діяльності закладів фахової передвищої освіти на сучасному етапі.....	342
<i>Шостак В.П.</i> Друкований робочий зошит при вивченні дисциплін суднової енергетики.....	345
<i>Мітенкова В.С.</i> Використання фреймів при викладанні англійської мови за професійним спрямуванням для суднових електромеханіків	348
<i>Горбов В.М., Горбова Г.О.</i> Підвищення ефективності засвоєння основних положень морських конвенцій у навчальному процесі	352
<i>Остапенко І.О., Коцюр М.М., Ротар С.В., Чередніченко О.К.</i> Застосування on-line програм CEAS ENGINE CALCULATIONS та GTD2 при математичному моделюванні процесів в суднових енергетичних установках	355

УДК 621.438 (075)

МЕТОДИКА ТЕПЛОВОГО РОЗРАХУНКУ ГАЗОТУРБІННОГО АГРЕГАТУ З ЕЖЕКЦІЙНИМ ПЕРЕРОЗШИРЕННЯМ ГАЗУ В ТУРБІНІ

Патлайчук В. М.

кандидат технічних наук,

завідувач кафедри турбін

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

volodymyr.patlaichuk@nuos.edu.ua

Пустовойченко А.Є.

студент гр.6231м

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

Борщов О. М.

студент гр.5232м

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

Анотація. Розглянуті питання розробки методики теплового розрахунку газотурбінного агрегату з ежекційним перерозширенням газу в турбіні. Проаналізовані особливості конструкції та розрахунку параметрів повітряноструйного ежектора. Визначен вплив основних параметрів на його ефективність.

Ключові слова: газотурбінна установка; повітряноструйний ежектор; перерозширення газу; особливості конструкції; тепловий розрахунок.

Розробку методики теплового розрахунку газотурбінного агрегату (ГТА) з ежекційним перерозширенням газу в турбіні будемо проводити для конструкції двокаскадного газотурбінного агрегата із вільною силовою турбіною. Така конструкція знайшла широке застосування у складі суднових пропульсивних комплексів різних виробників [1].

Передбачається, що відбір повітря на ежекційний пристрій здійснюється з проміжних ступенів компресорної частини ГТА (точніше з проміжних ступенів компресора низького тиску). Повітряноструйний ежектор кільцевої форми розташований безпосередньо за силовою турбіною агрегата після стійки задньої опори.

Розрахунок досліджуваної конструкції газотурбінного агрегату являє собою традиційний розрахунок параметрів газотурбінного агрегату простого термодинамічного циклу (наприклад, за методикою, викладеною в роботі [2]), ускладнений необхідністю враховувати наявність додаткових конструктивних елементів.

Розрахунок повітряноструйного ежектора полягає у визначенні усіх його параметрів та необхідної витрати повітря. Проводити розрахунок ежектора будемо відповідно до методики, розробленої Є.Я. Соколовим та С.Ф. Копьєвим та викладеною в роботі [3].

Основним положенням при розрахунку любого струйного апарату, у тому числі й проєктуемого ежектора, є закон збереження кількості руху

$$G_{\text{еж}} w_{\text{еж}} + G_{\text{т3}} w_{\text{т3}} = (G_{\text{еж}} + G_{\text{т3}}) w_{\text{см}},$$

де $G_{\text{еж}}$ та $G_{\text{т3}}$ – витрати ежекційного повітря та випускного газу з силової турбіни, кг/с; $w_{\text{еж}}$ та $w_{\text{т3}}$ – швидкості цих речовин при вході до камери змішання, м/с; $w_{\text{см}}$ – швидкість суміші в камері змішання до входу в дифузор, м/с.

Важливе значення має параметр, який зветься **коефіцієнт ежекції** та є відношенням кількості випускного газу з силової турбіни до кількості повітря, яке витрачається на ежекцію:

$$u = \frac{G_{\text{т3}}}{G_{\text{еж}}}.$$

Прийmemo для розрахунку схему розподілу тиску уздовж ежекційного пристрою, яка зображена на рис. 1. Тиск в камері змішання прийнятий постійним, хоча в дійсності він дещо збільшується. Для створення потрібної швидкості ежектуемого випускного газу при вході до камери змішання тиск P_{β} в ній повинен бути нижчим, ніж тиск газу за силовою турбіною P_4 . Це зниження тиску в камері змішання характеризується **коефіцієнтом β** , який визначає швидкість $w_{\text{т3}}$ випускного газу перед змішанням:

$$\beta = \frac{P_4 - P_{\beta}}{P_5 - P_4},$$

тобто відношенням напору, витрачаемого на створення вхідної швидкості ежектуемой речовини, до напору, який створюється струйним апаратом.

Стискання суміші повітря та випускних газів в ежекторі вважаємо ізоентропійним.

Коефіцієнт корисної дії усього ежектора може бути визначений як відношення використовуємої енергії до затраченої на ежекцію енергії, тобто

$$\eta_{\text{еж}} = \frac{G_{\text{т3}} h}{G_{\text{еж}} (H - h)} = \frac{u}{\frac{H}{h} - 1},$$

де $H = P_{\text{п}} - P_4$ – напор при витоку ежекційного повітря; $h = P_5 - P_4$ – напор, який створюється струйним апаратом.

Втрати тиску при перетворенні енергії у різних частинах ежекційного пристрою можуть бути охарактеризовані коефіцієнтами корисної дії цих частин. Орієнтовні значення цих коефіцієнтів (на основі досвіду проєктування та експлуатації пароструйних ежекторів

паротурбінних установок) знаходяться в межах: ККД сопла $\eta_1 = 0,95...0,97$; ККД входу до камери змішання $\eta_2 = 0,80...0,92$; ККД процесу змішання $\eta_\chi = 0,95...0,97$; ККД дифузору $\eta_3 = 0,70...0,85$ [3].

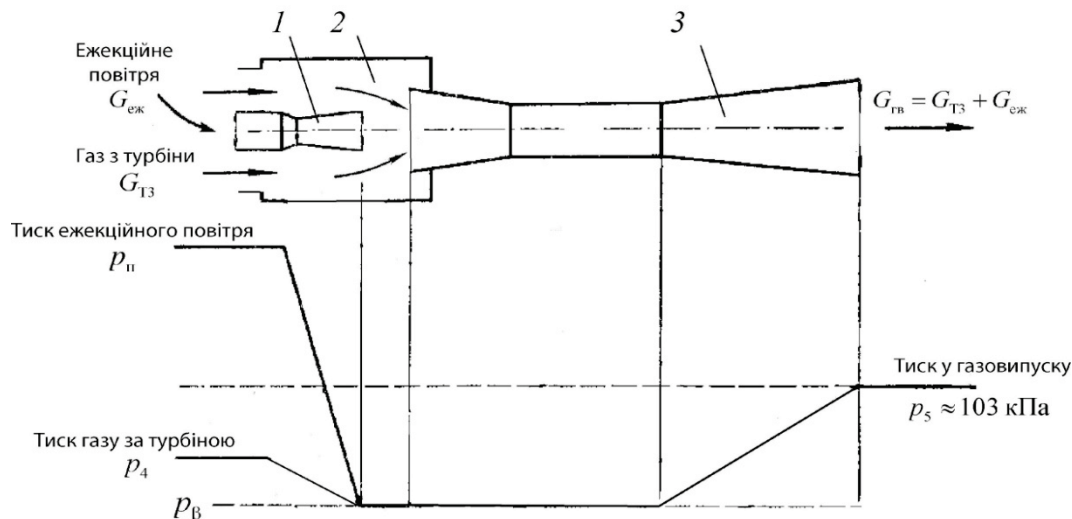


Рис. 1. Загальна будова та зміна тиску за рухом робочих речовин у повітряноструйному ежекторі:

1 – сопло; 2 – камера змішання; 3 – дифузор

Результати досліджень пароструйних ежекторів паротурбінних установок в межах $u = 0,1...3,0$ та $\beta = 0...1$ [3] свідчать про те, що оптимальні значення коефіцієнта β залежать від значень коефіцієнта ежекції u . Чим менше u , тим нижче повинно бути β . Графіки значень ККД ежектора досить пологі поблизу максимуму, що дозволяє при практичних розрахунках обирати оптимальні значення β , близькі до абсолютного максимуму, не користуючись кожного разу математичними розрахунками ККД ежектора.

Розроблена методика розрахунку газотурбінного агрегата з ежекційним перерозширенням газу в турбіні може бути використана для проектування та дослідження параметрів ГТА даного типу.

Література:

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. Романовський Г.Ф., Ващиленко М.В., Сербін С.І. Теоретичні основи проектування суднових газотурбінних агрегатів: навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 304 с.
3. Берман С.С. Теплообменные аппараты и конденсационные устройства турбоустановок. – М.: ГНТИМЛ, 1976. – 427 с.

METHOD OF THERMAL CALCULATION OF GAS TURBINE UNIT WITH EJECTION OVER-EXPANSION OF GAS IN THE TURBINE

Patlaichuk V. M., Head of the Department of Turbines, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Pustovoichenko A. E., student, group 6231m, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Borschov O. M., student, group 5232m, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The issues of developing a method of thermal calculation of a 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.

УДК 62-714.1

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОЇ РІДИНИ СУДНОВОГО КРАНУ MACGREGOR

Погорлецький Д.С.¹, Голота Є.С.².

¹кандидат технічних наук, ²магістр

кафедри експлуатації суднових енергетичних установок

Херсонської державної морської академії

м. Херсон, Україна

¹dimon150582@gmail.com, ²mehanikgalota@gmail.com

Анотація. Однією з основних проблем гідроустаткування кранів MACGREGOR є перегрів робочої рідини (масла) під час використання крану в тропічних широтах, при проведенні вантажних операцій в порту, коли температура навколишнього середовища змінюється від 36 до 48 °С, а системи охолодження гідравлічного масла не справляються з температурним навантаженням на систему. В кращому випадку система буде автоматично зупинена, але й можливий вихід з ладу елементів гідравлічної системи крану, а це може призвести до простоїв при вантажних операціях в порту. Проблема перегріву масла може виникнути в гідравлічній системі будь-якого типу – стаціонарній або мобільній. При цьому критичне підвищення температури робочої рідини призводить до поломки обладнання, і як наслідок – простоїв і збитків, що й спричиняє перегрів масла.

Ключові слова: вантажний кран, гідравлічне масло, перегрів, охолодження.

Ефективна робота гідравлічної системи суднового вантажного крану MACGREGOR багато в чому залежить від підтримки оптимальних температурних умов для забезпечення стабільної роботи гідравлічного приводу. Перегрів є найбільш поширеною проблемою в гідравлічному обладнанні вантажного крану. Під час робочого процесу робоча рідина не може бути природним чином охолоджена, що вимагає використання теплообмінників, функція яких полягає в тому, щоб точно підтримувати температуру робочого тіла в