



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ІМ. В.С. МАРТИНОВСЬКОГО**

ХІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
MODERN PROBLEMS OF REFRIGERATION EQUIPMENT AND TECHNOLOGY**

27-28 вересня 2019 року

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ КОНФЕРЕНЦІЇ



ОДЕСА 2019

УДК 621.565 (075.6)

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2019. – 229 с.

У збірнику наведені матеріали XII Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки та технології» та розглянуто різні аспекти науково-технічних питань, пов'язаних з проектуванням, виготовленням та експлуатацією холодильного обладнання різного призначення, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та криогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

В сборнике представлены материалы XII Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

Голова наукового комітету – Єгоров Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.

Заступник голови – Косой Борис Володимирович – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:

Ванєєв Сергій Михайлович - Сумський державний університет, к.т.н., доцент;

Василенко Сергій Михайлович - Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор;

Железний В.П. - зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор;

Лабай Володимир Йосипович - Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор;

Лавренченко Г.К. - д-р техн. наук, професор;

Мілованов В.І. - зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор;

Морозюк Л.І. - д-р техн. наук, професор;

Потапов Володимир Олексійович - Харківський державний університет харчування і торгівлі, д.т.н., професор;

Радченко М.І. - зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор;

Семенюк В.А. - к.т.н., директор НПФ «Терміон»;

Симоненко Ю.М. - зав. кафедрою кріогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор;

Снежкін Юрій Федорович - директор Інституту технічної теплофізики, д.т.н., академік НАНУ

Ткаченко Станіслав Йосипович - д.т.н., професор Вінницького національного технічного університету;

Хмельнюк М.Г. - зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор;

Щит Михайло Львович - к.т.н., пров. наук. спів. Інституту енергетики Академії Наук Молдови.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Жихарєва Н.В., к.т.н. Когут В.Є., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Подмазко О.С.

ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

110 РОКІВ ПРОФЕСОРУ ЧУКЛІНУ СЕРГІЮ ГРИГОРОВИЧУ (1909-1974)

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ, МЕТОДЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ КОМФОРТНОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н.И. Радченко, д.т.н., проф., Е.И. Трушляков, к.т.н., проф., А.Н. Радченко, к.т.н., доц.,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна

АЗОТНЫЕ ГАЗИФИКАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Кириченко И.В., технический директор ПКФ «Криопром» ООО, г. Одесса;
Леонтьев А.А., главный конструктор ПКФ «Криопром» ООО, г. Одесса.
e - mail: info@krioprom.com.ua

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОЗОНАЛЬНИХ СИСТЕМ КОМФОРТНОГО І ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Жихарева Н.В., к.т.н., доц., Одеська національна академія харчових технологій

СЕКЦІЯ № 2. ХОЛОДИЛЬНІ ТА КРІОГЕННІ МАШИНИ. ТЕПЛОВІ НАСОСИ		стр.
9.	THERMODYNAMIC ANALYSIS OF PERIODIC OPERATION AMMONIA-WATER ABSORPTION REFRIGERATION UNITS IN ATMOSPHERIC WATER GENERATION SYSTEMS	155
10.	DEVELOPMENT OF DOMESTIC ABSORPTION REFRIGERATOR FOR OPERATION IN A WIDE RANGE OF EXTERNAL AIR TEMPERATURES	158
11.	MODELING OF THERMAL MODES OF THE REFLUX CONDENSER OF THE ABSORPTION REFRIGERATION UNIT	161
12.	РАЗРАБОТКА АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ	164
13.	RESEARCH OF ELEMENTS OF TECHNOLOGY FOR REMOVAL OF NATURAL PESTICIDES FROM PLANT RAW MATERIALS	167
14.	ПЕРСПЕКТИВНА СХЕМА ЗРІДЖУВАЧА ВОДНЮ МАЛОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЇЇ РОЗРАХУНОК	169
15.	ВИКОРИСТАННЯ ВІДКРИТОГО ЦИКЛУ СТРІЛІНГА В АВТОМОБІЛІ, ЩО ПРАЦЮЄ НА РІДКОМУ АЗОТІ	172
СЕКЦІЯ № 3. КОМПРЕСОРИ ТА ПНЕВМОАГРЕГАТИ РОБОЧІ РЕЧОВИНИ		стр.
1.	ККД СТРУМИННО-РЕАКТИВНОЇ ТУРБИНИ З УРАХУВАННЯМ СТЕПЕНІ НЕРОЗРАХУНКОВОСТІ ТЯГОВОГО СОПЛА	175
2.	МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В ТРЁХСТУПЕНЧАТОЙ СЕКЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ САЙКЛИНГ-ПРОЦЕССА	177
3.	ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕЧІЇ В ЩІЛИНАХ ТА ОТВОРАХ ЕКВІВАЛЕНТНОЮ ПЛОЩЕЮ ПРОХІДНОГО ПЕРЕРІЗУ	179
4.	РОБОТА МАЛОГО ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА НА ХОЛОДОАГЕНТІ З ДОМІШКАМИ НАНОЧАСТОК	180
5.	ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ ПЕРЕД СЖАТИЕМ ЗА СЧЕТ УТИЛИЗАЦИИ БРОСОВОГО ТЕПЛА ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК	182
6.	РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИК ГЕРМЕТИЧНОГО КОМПРЕСОРНОГО АГРЕГАТУ В ПУСКОВИХ РЕЖИМАХ	185
7.	ВПРОВАДЖЕННЯ ІЗОБУТАНУ В ЯКОСТІ ХОЛОДОАГЕНТА В МАЛІ ХОЛОДИЛЬНІ МАШИНИ	188
8.	ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТУРБОКОМПРЕСОРІВ ДВС В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	191
9.	МОДЕРНІЗАЦІЯ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ	193
10.	АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПОРШНЕВОГО ВУГЛЕКИСЛОТНОГО КОМПРЕСОРА	195
11.	ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ БЕЗШАТУННОГО ПОРШНЕВОГО КОМПРЕСОРА НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ХОЛОДОАГЕНТАХ	197
12.	ПРОФІЛЮВАННЯ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ СОПЛА АКТИВНОГО ПОТОКУ РІДИННО-ПАРОВОГО ЕЖЕКТОРА	199
13.	АНАЛІЗ ХОЛОДИЛЬНИХ ЦИКЛІВ З РТО ПРОМІЖНОГО ТИСКУ	200

УДК 621.521

ПРОФІЛЮВАННЯ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ СОПЛА АКТИВНОГО ПОТОКУ РІДИННО-ПАРОВОГО ЕЖЕКТОРА

Шарапов С. О., к.т.н., ст. викладач, Чех О. Ю., асистент,
Арсеньєв В. М., к.т.н., проф., СумДУ, м. Суми,
s.sharapov@kttf.sumdu.edu.ua

У сучасній промисловості усе більш широко застосовуються технологічні процеси з використанням вакууму. Це обумовлено тим, що не всі процеси можна реалізувати в умовах атмосферного тиску, а також тим фактором, що при тиску нижче атмосферного можна досягти більш високої якості кінцевих продуктів.

Одним із способів створення вакууму пасивного потоку є використання енергії робочого струменя активного потоку в пароструминних ежекторах. Даний тип струменевих апаратів широко застосовується у багатьох галузях промисловості завдяки простоті конструкції і надійності в експлуатації. При цьому пароструминні ежектори мають ряд значних недоліків, які пов'язані, в першу чергу, з недосконалістю їх робочого процесу.

У цій ситуації актуальним стає застосування нового виду двофазних струминних апаратів, до яких відноситься рідинно-паровий ежектор, що працює за принципом струменевої термокомпресії. У порівнянні з пароструминними ежекторами він має низку переваг, які позитивно впливають на ефективність його робочого процесу.

Основним фактором, що визначає ефективність робочого процесу рідинно-парового ежектора, є процес руху робочої рідини в дифузійній частині сопла активного потоку. Проведено теоретичні та експериментальні дослідження сопла активного потоку, яке по геометрії близьке до сопла Лавалю. Дифузор виготовлений з прямими стінками. Дослідження показали досягнення досить високої ефективності процесу пароутворення, при якому коефіцієнт швидкості сопла досягає 92-97%. Разом з тим, в соплі з такою геометрією мають місце негативні чинники, такі як відрив потоку від стінок каналу, скачки ущільнення і конденсації, а також нерівномірність профілю швидкості по перетину каналу.

Викладені вище недоліки конструкції робочого сопла активного потоку, призводять до необхідності профілювання його проточної частини з метою поліпшення газодинамічних характеристик.

Тож, вже давно склалася загальноприйнята методика профілювання проточної частини сопел рідинно-парових ежекторів. Найбільш поширеною є конструкція з конічною формою дифузора та прямими стінками проточної частини, близьких за формою до сопла Лавалю.

Авторами запропоновано та досліджено використання сопел з різною формою дифузора. Так, для дослідження було обрано чотири форми дифузійної частини: еліптична, параболічна, логарифмічна та форма, яка розрахована за формулою Вітошинського. За базовий варіант було взято сопло з конічною формою стінок частини, що розширюється.

Математичне моделювання виконувалось у програмному комплексі Ansys CFX. Розрахункова модель враховувала турбулентність течії рідини, релаксаційне пароутворення метастабільно перегрітої рідини та можливі скачки конденсації двофазної суміші води та пари.

У результаті числового моделювання було виявлено, що найбільш оптимальною формою частини сопла, що розширюється є параболічна, так як у соплі такої форми у процесі закипання, відбувається руйнування центрального ядра рідини на оптимальній відстані від критичного перетину і на виході отримуємо потік рівномірної парокрапельної структури з оптимальним значенням паровмісту.