

**Міністерство освіти і науки України
Одеська національна академія харчових технологій
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНАХТ**



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**ЗА МАТЕРІАЛАМИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ**

МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ
І ТЕХНОЛОГІЇ»**

14 -15 травня 2021 року



Одеса - 2021

УДК 621.56/59(03)
ББК 31.3
К-14

Збірник наукових праць підготовлений під редакцією
доктора технічних наук, професора Хмельнюка М.Г
Науковий секретар - к.т.н.доц. Жихарєва Н.В.

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Збірник за матеріалами Всеукраїнської науковотехнічної онлайн-конференції молодих учених та студентів «**Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології**» 14-15 травня 2021 року. – Одеса : ТЕС, 2021 – 116 с.

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень студентів, магістрів та аспірантів різних університетів і академій України.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: холодильні установки; кондиціювання повітря, холодильні машини, теплообмінні апарати і процеси тепло масообміну; робочі речовини холодильних машин; Компресори та пневмоагрегати; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; холодильна технології; кріогенна техніка; інформаційні технології в холодильній техніці

©Одеська національна академія харчових технологій
© Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В. С. Мартиновського

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ

Голова - Єгоров Б.В. - ректор Одеської національної академії харчових технологій, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, д-р техн. наук, професор.

Поварова Н.М. - к.т.н., доцент, проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій;

Косой Б.В. – д.т.н., професор, директор навчально-наукового Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики Одеської національної академії харчових технологій;

Хмельнюк М.Г. - зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, 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 В.О. - 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;

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

Організаційний комітет:

Голова - проф. Хмельнюк М.Г.;

Науковий секретар - к.т.н. Жихарєва Н.В.

Члени оргкомітету - к.т.н. Зімін О.В., к.т.н. Когут В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Трандафілов В.В., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Подмазко О.С., асист. Томчик О.М.

Тематичні напрями:

- холодильні машини і установки
- теплообмінні апарати і процеси тепломасообміну
- робочі речовини холодильних машин
- системи кондиціонування повітря
- компресори та пневмоагрегати
- енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки
- холодильна технологія
- кріогенна техніка
- інформаційні технології в холодильній техніці

Визначено критерії можливості продовження терміну експлуатації трансформаторного обладнання, а також організаційно-технічні заходи з управління старінням/деградацією трансформаторного обладнання.

Продовження експлуатації кабельного обладнання підприємств енергетики.

Проведено аналіз відомих підходів обґрунтування можливості продовження термінів експлуатації кабельного обладнання підприємств енергетики. В результаті проведеного аналізу визначено актуальність впровадження і подальшого вдосконалення методик діагностики технічного стану і прогнозування залишкового ресурсу кабелів з полівінілхлоридними і поліетиленовими ізоляціями.

Представлені основні положення методик діагностики технічного стану і прогнозування залишкового ресурсу кабелів з полівінілхлоридними і поліетиленовими ізоляціями.

Для кабелів з полівінілхлоридними ізоляціями залишковий термін служби (ресурс) визначається тангенсом діелектричних втрат і коефіцієнтом потужності за результатами експлуатаційних випробувань.

Для кабелів з поліетиленовими ізоляціями залишковий термін служби (ресурс) визначається діагностовано температурою початку окислення ізоляції за результатами експлуатаційних випробувань в порівнянні з гранично допустимими значеннями, індивідуальними для кожної марки кабелю.

Представлено приклади оцінки залишкового терміну служби (ресурсу) кабельного обладнання атомних електростанцій з урахуванням радіаційного впливу на характеристики ізоляцій.

Список джерел:

1. Острейковский В.А. Старение и прогнозирование ресурса оборудования атомных станций. М., Энергоатомиздат, 1994.
2. Анализ влияния возраста энергоблоков ВВЭР 1000 и ВВЭР 440 на нарушения в их работе из-за оборудования автоматики и систем электроснабжения. Отчет. К.: НТЦБ ГАНУ, 1993.
3. ГКД 34.20.302-2002. Нормы испытания электрооборудования.
4. ДНАОП 1.1.10-1.01-97. Правила безопасной эксплуатации электроустановок.
5. Загальні вимоги до продовження експлуатації енергоблоків АЕС у понадпроектний строк за результатами здійснення періодичної переоцінки безпеки. К.: ДКЯРУ, 2004.

УДК 681.121.84

ТЕХНІЧНІ ПРИСТРОЇ НА БАЗІ СОПЛА ВЕНТУРІ

Пенчак Д.О., магістрант, ІХКЕОНАХТ

Вимірювання витрати пружних і крапельних рідин в напірних трубопроводах при сталому русі здійснюється за допомогою витратоміра Вентурі, сопла, або діафрагми. Принцип

дії їх заснований на вимірюванні величини перепаду тиску, що виникає в результаті звуження прохідного перерізу трубопроводу.

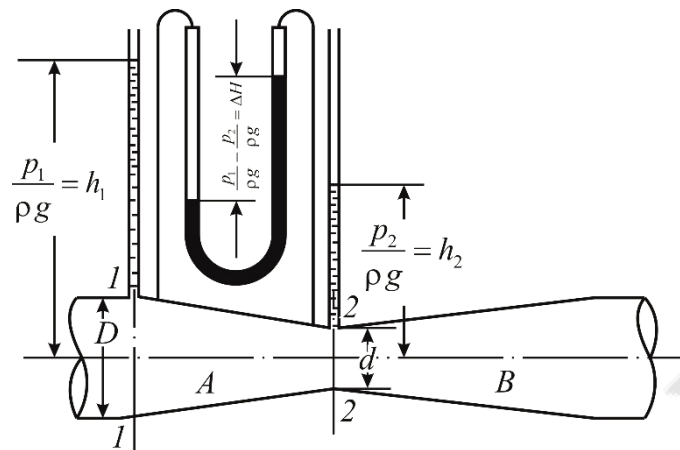


Рис. 1 Витратомір

потoku Вентурі

Витратомір потоку Вентурі (рис. 1) складається з циліндричного патрубку, з'єднаного з трубопроводом двома конічними вставками. Діаметр широких решт конічних ділянок дорівнює діаметру трубопроводу, в якому вимірюється витрата. У перетинах 1-1 і 2-2 вимірюється статичний тиск. Різниця тиску в перетинах вимірюється п'езометром (дифманометром).

Залежність між витратою рідини і падінням напору може бути легко отримана з основних рівнянь гідромеханіки: рівняння нерозривності потоку і рівняння Бернуллі. Склавши рівняння Бернуллі для перетинів 1-1 і 2-2 в широкій і звуженій частинах витратоміра відносно горизонтальної площини порівняння 0-0, збігається з віссю труби, нехтуючи втратами напору на даній ділянці між обраними перерізами, отримаємо:

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 \quad (1)$$

Формула (1) ілюструє геометричний сенс рівняння Бернуллі. При геометричній інтерпретації трактування рівняння Бернуллі всі члени формули (1) можуть бути представлені відрізками:

g – прискорення вільного падіння в умовах Землі, m/s^2 ;

Z – висота положення вибраного перерізу над площиною порівняння, м;

$\frac{p}{\rho g}$ – п'езометрична висота або висота, на яку на яку піднімається рідина під дією тиску в заданій точці, якщо в цю точку помістити п'езометр (рис. 1), м;

$\frac{v^2}{2g}$ – швидкісний напір, м;

$\left(Z + \frac{p}{\rho g} \right)$ – повний гідростатичний напір, м;

$H_{полн}$ – повний гідродинамічний напір, м.

Слід підкреслити, що всі члени рівняння (1) мають лінійну розмірність - м.

Так як витратомір розташований горизонтально, то $Z_1 = Z_2$. Перенесемо значення п'езометричних напорів в ліву, а значення швидкісних напорів в праву частину рівняння, тоді повний гідростатичний напір:

$$\frac{v_1 S_1}{v_2 S_2} = \frac{v_1 S_1}{v_2 S_2}$$

Використовуючи рівняння нерозривності потоку, висловимо значення швидкості v_2 через швидкість v_1 .

$$Q = v_1 S_1 = v_2 S_2, \text{ звідки } v_2 = v_1 \frac{S_1}{S_2},$$

де S_1, S_2 – площі поперечних перерізів потоку в перетинах 1-1 і 2-2.

$$S_1 = \frac{\pi D^2}{4}, S_2 = \frac{\pi d^2}{4} \text{ де } D, d \text{ – діаметри труби в перетинах 1-1 і 2-2.}$$

Позначивши вимірювану диференціальним манометром різницю напорів в перетинах 1-1 і 2-2 через

$$\Delta H = \frac{P_1 - P_2}{\rho g}, \text{ запишемо: } \Delta H = \frac{\left(v_1 \frac{S_1}{S_2}\right)^2 - v_1^2}{2g}.$$

$$\text{або, підставляючи значення } S_1 \text{ і } S_2: \Delta H = \frac{v_1^3 \left(\frac{D^4}{d^4} - 1\right)}{2g}.$$

Тоді величину швидкості потоку легко і просто визначити, заміривши значення ΔH (різниця рівнів рідини в трубках дифманометра)

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g\Delta H}{\frac{D^4}{d^4} - 1}}.$$

Знаючи, що витрата рідини $Q = v_1 \cdot S_1$ і підставив замість v_1 і S_1 їх значення, отримаємо:

$$Q = \frac{\pi D^3}{4} \sqrt{\frac{2g\Delta H}{\frac{D^4}{d^4} - 1}}.$$

Об'єднавши в цьому рівнянні всі величини, постійні для даного витратоміра в єдиний комплекс, отримаємо величину C , яка називається константою витратоміра

$$C = \frac{\pi D^3}{4} \sqrt{\frac{2g}{\frac{D^4}{d^4} - 1}}$$

$$\text{Тоді } Q = C \sqrt{\Delta H}$$

Явище, коли в перетині 2-2 спостерігається падіння тиску і збільшення швидкості в порівнянні з перетином 1-1 використовується в різноманітних технічних пристроях, таких як термопресор, ежектор, холодний скрублер.

Термопресор (рис.2) був запропонований (теоретично) для зниження температури пари перед компресором високого тиску за рахунок використання випарювально-контактного охолодження завдяки вприску скрапленого рідинного холодильного агента в потік перегрітої пари, яка поступає з компресора низького тиску (для аміачних двохступневих холодильних установок помірного холоду – аналог однієї із функцій пром. сосуду).

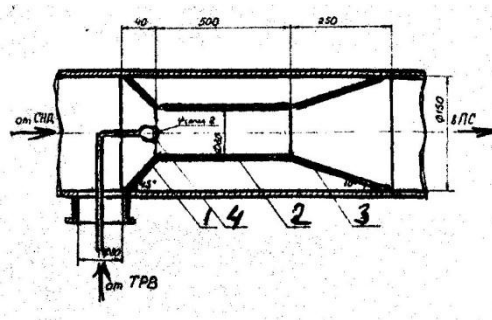


Рис.2 Термопресор:

1 – конфузор; 2 – секція випарювання; 3 – дифузор; 4 - форсунка

При цьому використовується ефект, як зменшення тиску (можливість надходження холодильного агенту після дроселювання) так ізбільшення швидкості для отримання дрібно дисперсної суміші агенту з метою кращого теплообміну і виключенням випадку надходження агенту в вигляді рідини в компресор високого тиску. Слід відзначити, що в практиці термопресори не застосовуються, оскільки виникають труднощі в час пуску холодильної установки (висока ймовірність гідродару та спрацьовування реле низького тиску компресора).

Ежектор (рис. 3) був запропонований як пристрій, в якому використовується ефект падіння тиску. Це дозволяє забирати (ежекувати) потік 1 (низького тиску) потоком 2 (високого тиску).



Рис. 3. Ежектор:

1- потік з низьким тиском; 2- потік з високим тиском; 3- звуження; 4 – дифузор

Холодний скруббер (рис.4) використовується для очищення димових газів від шкідливих домішок. В цьому випадку використовується ефект збільшення швидкості. Так газ поступає зі швидкістю 20 м/с, в вузькому перетині вона досягає 200 м/с, що дозволяє отримати воду і газ в вигляді дрібно дисперсної суміші, яка нейтралізує сажу. З добавкою в воду хімічних реактивів можливо нейтралізувати і інші шкідливі викиди (діоксиди сірки та вуглецю).

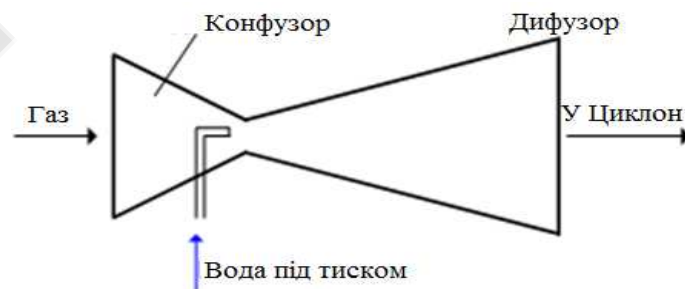


Рис. 4. Холодний скруббер

Інформаційні джерела:

1. Хмельнюк М.Г., Подмазко О.С., Подмазко І.О. Холодильні установки та сфери їх використання. Грінь, м. Херсон 2014, с. 488.

Науковий керівник: Подмазко О.С., доцент., ІХКЕ ОНАХТ

УДК: 62-977

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ПРАЦЮЮЧИХ В ТРАНС КРИТИЧНОМУ ЦИКЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ CO₂

Руслан Талибли, Аспірант, ОНАХТ, м. Одеса, ruslantalibli@gmail.com

Перетворення енергії та захист навколишнього середовища стають домінуючими факторами сталого розвитку сучасного суспільства. Проте, в останні роки в опалювальний сезон часто з'являється похмура погода, особливо в холодні зимові дні в регіоні Північного Китаю. Спалення вугілля, традиційний метод малоефективного обігріву приміщень, являє собою основну причину забруднення повітря. Таким чином, щоб замінити вугільно-опалювальну систему, що призводить до серйозного забруднення пропонується використання теплового насоса повітряного типу (ТНПТ) для екологічно чистого опалення приміщень. Він працює з теплотою навколишнього середовища і передає теплову енергію до повітря всередині приміщення, а коефіцієнт ефективності (COP) перевищує одиницю.

Тому уряди дають субсидію жителям для розширення застосувань ТНПТ. Тоді як для галузей холодильного та кондиціонування повітря, обмежених Монреальським протоколом та Поправкою Кігалі, широко використовувані гідрохлорофторуглероди (HCFCs) і вуглеводні (HFCs) зараз або у найближчому часі будуть ліквідовані. Більшість нових ТНПТ, що виробляються, використовують HCFCs або HFCs (наприклад R22 або R410A) як робоча речовина, які шкідливі для озонового шару або можуть призвести до глобального потепління. На відміну від них, природні холодоагенти, такі як CO₂, NH₃ та вуглеводні (HCs), нешкідливі для навколишнього середовища та мають хороші термодинамічні та тепловіддаючі властивості [1]. Серед усіх цих робочих речовин, CO₂ вважається найбільш перспективним кандидатом, оскільки він є безпечним та екологічно чистим.

Вуглекислота переважно використовувався для вироблення санітарної гарячої води (СГВ), завдяки високому показнику температурного глайда. Такий метод отримання СГВ був поширений в 2001 році і подавався як еко дружній метод отримання гарячої води в мед закладах. Результати експериментів показують, що водопровідну воду можна нагрівати від 9 до 60 °C при нагріванні COP складає 4.3, а температура гарячої води може досягати 90 °C без операційних труднощів. Таммаро та ін. змодельювали та порівняли системи теплових насосів для генерації санітарної гарячої води з CO₂ та R290, які використовуються як холодоагенти. Вони дійшли висновку, що розміри компресора CO₂ та теплообмінника значно менші, ніж у R290, щоб отримати однакову потужність нагріву. Пітарх та ін. оцінили системи теплових насосів, що використовують природні холодоагенти для виробництва СГВ. Вони дійшли висновку, що COP може бути покращений на 11%, коли R290 використовується для нагрівання води від 30 до 90 °C в порівнянні з системами що працюють на CO₂. Гібридна система опалення приміщень та система теплового насоса для виробництва гарячої води CO₂ запропонувала Stene [2] для житлового користування. Температури пода-

Керівник – Беркань Ір.В., викладач-методист ВСП «ОТФК ОНАХТ», ,20
АНАЛІЗ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ

Дубровець А.Р., магістр ОНАХТ, Діхтеренко Д.О., магістр ОНАХТ, Медун В.В., магістр ОНАХТ

Науковий керівник : Яковлева О.Ю.к.т.н., доцент кафедри ХУіКП

ОНАХТ.....22

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ. НАЙКРАЩИ ПРАКТИКИ ЄВРОПИ

Міньков Г.В., магістр ОНАХТ, Терзійський С.С., магістр ОНАХТ Овчінніков М.К., бакалавр ОНАХТ

Науковий керівник : Яковлева О.Ю.к.т.н., доцент кафедри ХУіКП ОНАХТ....26

POWER AND POLITICS IMPACT WITHIN ENERGY AND REFRIGERATION SECTORS' ORGANIZATIONS

Yakovleva O.a, Cand.Tech. Sc., Associate Professor Tkach S. a, PhD student.....29

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕПЛОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Алалі М., аспірант, Одеська політехніка, Одеса.....31

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Альгербі Р., аспірант, Одеська політехніка.....33

ТЕХНІЧНІ ПРИСТРОЇ НА БАЗІ СОПЛА ВЕНТУРИ

Пенчак Д.О., магістрант, ІХКЕ ОНАХТ

Науковий керівник: Подмазко О.С., доцент., ІХКЕ ОНАХТ..... 34

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ПРАЦЮЮЧИХ В ТРАНС КРИТИЧНОМУ ЦИКЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ СО₂

Руслан Талибли, Аспірант, ОНАХТ, м. Одеса

Михайло Хмельнюк ,зав. каф. д.т.н. професор, ОНАХТ, м. Одеса.....38

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПАРОЕЖЕКТОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Карбовський І.О., магістрант, ІХКЕ ОНАХТ

Науковий керівник: Подмазко О.С., доцент., ІХКЕ ОНАХТ.....41

.ОСОБКАНЦЕРОГЕННІ АЕРОЗОЛЬНІ СМОЛИ В ДИМОВИХ ГАЗАХ.

Афанасенко В.О., А., бакалавр ОНАХТ, Кіценко А.М. магістрант, Войтенко О.С.

Науковий керівник : Козут В.О. .к.т.н.,доц., доцкафедри ХУіКП ОНАХТ.....44

АДСОРБЦІЙНЕ ОСУШЕННЯ ПОВІТРЯ НА ПОЛІГРАФІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Басов А.М.,

Науковий керівник Жихарева Н.В: к.т.н., доцент кафедри ХУіКП ОНАХТ46

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОТОРНОГО ОСУШЕННЯ

Крушельницький Д.О., аспірант ІХКЕ ОНАХТ

Науковий керівник Жихарева Н.В: к.т.н., доцент кафедри ХУіКП ОНАХТ.....49

ОСОБЛИВОСТІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Федянин М.О бакалавр ІХКЕ ОНАХТ, Харітонов М.А бакалавр.....

Науковий керівник Жихарева Н.В: к.т.н., доцент кафедри ХУіКП ОНАХТ52

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

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**ЗА МАТЕРІАЛАМИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ**

МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ
ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»**

14-15 травня 2021 року

©Одеська національна академія харчових технологій
© Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В. С. Мартиновсько