

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, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ

«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»

27-28 листопада 2020 року



Одеса - 2020

УДК 621.56/59(03)
ББК 31.3
К-14

**Збірник докладів 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 наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науковотехнічної онлайн-конференції молодих учених та студентів «**Сучасні проблеми холодильної техніки і технології**» 27-28 листопада 2020 року. – Одеса : ТЕС., 2020. – 175 с.

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

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

:

©Одеська національна академія харчових технологій,2020
© 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 – д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.;

Науковий секретар - к.т.н.доц. Жихарева Н.В.

Члени оргкомітету - к.т.н. доц. Зімін О.В., к.т.н.доц. Когут В.О., к.т.н. Яковлєва О.Ю., к.т.н.доц. Желіба Ю.О., к.т.н. Трандафілов В.В., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н.доц. Подмазко О.С.

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

Бустер-компресор в схемі АВХМ призначений для підвищення тиску конденсації Рк в разі низької інтенсивності сонячного випромінювання (в ранкові та вечірні години або при похмурій погоді). В цьому випадку вентиль 13 закритий, а відкритий вентиль 14-відкритий. При достатній для тиску стиснення пари аміаку сонячної інсталяції ситуація з вентилями зворотна.

Включення в схему бустер-компресора дозволяє істотно розширити робочі характеристики в частині рівня температур гріє джерела. Так, наприклад, він необхідний в схемах з сонячними колекторами з водою в якості теплоносія, де температура не перевищує 100 °С.

Паропоглинаюча холодильна система є найкращою альтернативою паровій компресійній.

Список використаних джерел

1. Prommajak T., Phonruksa J., Pramuang S. Passive cooling of air at night by the nocturnal radiation in Loei, Thailand / T. Prommajak, //Int. J. Re-new. Energy. 2008. V. 3. № 1. P. 33–40.

2. Осадчук Е.А., Титлов А.С., С.Ю. Мазуренко С.Ю. Определение энергетически эффективных режимов работы абсорбционной водоаммиачной холодильной машины в системах получения воды из атмосферного воздуха//Холодильна техніка та технологія. 2014. № 4. С. 54–57.

УДК 621.5.043

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБОК ГЕНЕРАТОРІВ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ (АХА)

Холодков А.О., канд. техн. наук, Титлов О.С., д-р техн. наук, професор ОНАХТ, Одеса,

Генератор в схемах сучасних АХА призначений для отримання пари холодильного агента з одночасним підйомом рідкого ВАР на задану висоту. Відомі й інші спорудження АХА [1], в яких процеси генерації і підйому розділені, однак вони не знайшли широкого застосування через складність конструкцій. Метод розрахунку підйому рідини під впливом власних парів приведено в монографії В. Нібергала [1]. Для характеристики цього процесу введений спеціальний критерій - об'ємний коефіцієнт подачі генератора b , який представляє собою відношення обсягу піднятою рідини V' до обсягу одночасно отриманого пара V''

$$b = \frac{V'}{V''}. \quad (1)$$

При проведенні розрахунків термодинамічних параметрів циклу АХА використовується також і масовий коефіцієнт подачі, який є відношенням відповідними їх мас або масових витрат [2]

$$b^* = \frac{M'}{M''} = \frac{G'}{G''} \quad (2)$$

Каттанео [3] зазначив зміни в структурі двофазного потоку в процесі подачі - при малому діаметрі труби утворюються парові поршні або парові «пробки», які витісняють в верхню частину рідинні «пробки». При збільшенні діаметра труби по ній тече суміш парових бульбашок і рідини (змішана подача), при цьому змішаний режим течії можна досягти і збільшенням теплового навантаження генератора.

Аналогічні результати були отримані і Нессельманом [4] на трубках з внутрішніми діаметрами 11 ... 15 мм на воді при атмосферному тиску.

Аналізуючи результати експериментальних досліджень [2, 3], Нібергал [1] вказує на невизначеність з поширенням значень b на інші речовини і бінарні суміші і діапазони режимних параметрів.

Проте, результати Каттанео і Нессельмана дозволяють зробити ряд наступних висновків якісного характеру.

Для збільшення значення b необхідно щоб:

а) висота підйомної частини генератора повинна бути настільки малою, наскільки дозволяє конструкція;

б) у всіх випадках краще труби малого внутрішнього діаметра;

в) температура рідини на вході в генератор повинна бути максимально близька до температури насичення.

Крім цього, згідно з Каттанео, b і b' практично не залежать від теплового навантаження підйомної труби.

В даний час в основі існуючих теоретичних методик розрахунку генераторів АХА [1-3] лежать методи термодинаміки, які передбачають знання температурних полів елементів або, по крайній міру, температур в характерних точках (вхід - вихід).

У зв'язку з цим такі методи практично не застосовуються при конструктивних розрахунках нових моделей, а використовуються тільки при аналізі енергетичної ефективності циклів АХА.

При створенні нових АХА фахівці віддають перевагу досвіду практичних розробок або використовують результати широкомасштабних експериментальних досліджень конструкцій генераторів [3].

Практично у всіх сучасних конструкціях АХА, незалежно від їх призначення, використовуються в якості генераторів трубки з внутрішнім діаметром 35...36 мм, в яких реалізується поршневий режим течії двофазної суміші.

Для таких генераторів може бути застосований ряд апроксимаційних залежностей, отриманих в різних діапазонах режимних параметрів.

Так, для роботи АХА з тиском в системі $P = 8 \dots 12$ бар (режим має місце при рідинному охолодженні теплорассеюючих елементів [2])

$$b^* = \left(\frac{0,20}{H} \right) \cdot P \cdot (0,40 \cdot \xi + 0,06) - \xi - 0,15 \quad (3)$$

$$G'' \cdot 10^5 = -P \cdot (0,118 + 0,24 \cdot \xi) + 4,62 \cdot \xi + 5,022 \quad (4)$$

де H - висота підйомної (транспортної) частини трубки генератора, м;
 P - тиск в системі, бар;

ξ - масова концентрація міцного ВАР (на вході генератора).

Масова витрата парової суміші для цих умов в діапазоні значень теплових навантажень генератора $Q_i = 60 \dots 130$ Вт визначають, як

$$G_i'' = G'' \cdot \frac{Q_i}{80}, \quad (5)$$

де G'' - масова витрата пара, розрахований за формулою (4), кг/с.

В діапазоні тисків 19...21 бар, що має місце при повітряному охолодженні тепло-
рассеивающих елементів, можна використовувати рекомендації В.М. Янченко та ін.
[5]

$$G_X'' = (3,27 \cdot Q_T - 16,3) \cdot 10^{-7}, \quad (6)$$

$$G_f = (1,25 \cdot Q_T + 54,5) \cdot 10^{-6}, \quad (7)$$

де G_X'' - масова витрата пара аміаку на виході дефлегматора, кг/с;

G_f - масова витрата міцного ВАР на вході в генератор, кг/с.

На жаль, дослідження [5] не містять всіх відомостей, необхідних для розрахунку b і b^* .

У них не приведена інформація про теплове навантаження дефлегматора, по якій можна було б судити про сумарному витраті пара і величиною коефіцієнта подачі в класичному визначенні [1]

$$b^* = \frac{G_f - G''}{G''}. \quad (8)$$

Ці результати не дозволяють судити і про енергетичну ефективність того чи іншого режиму роботи генератора, що важливо при створенні енергозберігаючого обладнання.

Разом з тим, виходячи з найбільш загальних міркувань, можна відзначити відмінності режимів робіт генераторів на чистих речовинах і сумішах, наприклад, на водоаміачних розчинах. Дійсно, в разі чистого речовини при постійному тиску збільшення теплового навантаження (Q_T) призводить лише до додаткового виробництва пара, збільшення паросодержання потоку, зростання сили, що виштовхує і збільшення витрати піднятою рідкої фази.

У разі бінарної суміші, наприклад, ВАР, відбувається зміна складу як паровий, так і рідкої фаз. Перехід в новий рівноважний стан супроводжується зниженням концентрації низькокиплячого компонента (аміаку) в паровій і рідкій фазі і відповідним зростанням температур. Одночасно з цим зазнають значних змін все термодинамічні параметри та теплофізичні характеристики розчину.

Така зміна властивостей робочого тіла обумовлює і відмінність в інтенсивності процесів теплообміну при кипінні.

Так, для ВАР зниження масової концентрації від 0,35 до 0,15 (відповідає діапазону зміни термодинамічних параметрів циклу АХА) призводить до зростання коефіцієнту теплообміну, як мінімум, на 37 %.

Список інформаційних джерел:

Niebergal W. Sorptoin-kalte-maschinen / W. Niebergal . - Berlin : Springer, 1959. - 554 S.

Чайковський В. Ф. Експериментальні дослідження холодильних труб, що реалізують абсорбційно-дифузний холодильний цикл / В. Ф. Чайковський, А. С. Титлов // Холодильна техніка і технологія. – 1991. – № 52. – С. 3-7.

Тюхай Д. С . Зниження енергоспоживання в апаратах з абсорбційно-дифузійними холодильними машинами шляхом організації раціональних теплових режимів генераторного вузла: дис ... канд . техн. наук: 05.05.14 / Тюхай Денис Станіславович. - Одеса , 2000. – 147 с .

Янченко В. М. Визначення основних характеристик генератора абсорбційно-дифузійної холодильної машини / В. М. Янченко, Е. А. Казаков, А. В. Котельников // Машини та апарати холодильної, кріогенної техніки і кондиціонування повітря. - 1977. – № 2. – С. 80-85.

Янченко В. М. Експериментальне визначення характеристик генераторів абсорбційно-дифузійної холодильної машини / В. М. Янченко, А. В. Котельников // Холодильна техніка. – 1978. – № 1. – С. 29-31.

УДК 621.575

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АБСОРБЦІЙНИХ ВОДОАМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОГО ВИКИДНОЇ ТЕПЛОТИ НА КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЯХ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВІДІВ

*Титлов О.С., д.т.н., професор, Дорошенко В.М., д.т.н., професор, Закушняк М.Ю.,
магістр*

Компресорні станції магістральних трубопроводів, оснащені газотурбінними агрегатами, мають значну кількість низько потенційного тепла, яке в даний час викидається в навколишнє середовище з продуктами згоряння. При цьому дармове тепло може бути використано для вирішення різних завдань при транспортуванні газу безпосередньо на компресорних станціях. Одна з таких завдань - попереднє охолодження газу перед компримування. Для вирішення цього завдання необхідно використовувати джерело штучного холоду, а в нашому випадку, з урахуванням наявності непридатного тепла - тепловикористовуючими холодильну машину. З урахуванням сучасного стану розробок і рівня техніки можна зробити висновок, що найбільші перспективи мають абсорбційні водоаміачних холодильних машин (АВХМ). У зв'язку з виборів АВХМ необхідно відзначити, що в останні роки в зв'язку з несприятливим техногенним впливом на навколишнє середовище систем холодильної техніки все більша увага приділяється природним холодильним агентам. Останні доку-

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В СИСТЕМАХ ПЕРВИННОГО НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДРІБНОСЕМ'ЯНИХ КУЛЬТУР

Петушенко С.М., ст. викладач, Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор ОНАХТ.....105

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НА СУДАХ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ

Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор, Адамбаєв Д.Б., аспірант, Редунов Г.М., ст. викладач ОНАХТ.....107

РОЗРОБКА ХОЛОДИЛЬНИХ АПАРАТІВ НА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛАХ ЕНЕРГІЇ

Біленко Н.О., асистент, Тітлов О.С., д.т.н., професор ОНАХТ.....109,

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК

Біленко Н.О., асистент, Тітлов О.С., д.т.н., професор, Дорошенко В.М., д.т.н., професор ОНАХТ.....112

РОЗРОБКА ПОБУТОВИХ КОМБІНОВАНИХ ПРИЛАДІВ З УТИЛІЗАЦІЄЮ СКИДНОГО ТЕПЛА ХОЛОДИЛЬНОГО ЦИКЛУ

Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор, Гратій Т.І., аспірант, Приймак В.Г., Козонова Ю.О., канд. техн. наук, доцент ОНАХТ114.

РОЗРОБКА СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ВОДИ З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор, Осадчук Є.О., асистент, Василів О.Б., канд. техн. наук, доцент, Адамбаєв Д.Б., аспірант, ОНАХТ, Одеса.....115

РОЗРОБКА І ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОМБІНОВАНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор, Фелонюк С.А., магістр ОНАХТ.....118

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБОК ГЕНЕРАТОРІВ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ (АХА)

Холодков А.О., канд. техн. наук, Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор ОНАХТ.....121

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АБСОРБЦІЙНИХ ВОДОАМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОГО ВИКИДНОЇ ТЕПЛОТИ НА КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЯХ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

Тітлов О.С., д.т.н., професор, Дорошенко В.М., д.т.н., професор, Закушняк М.Ю., магістр.....124

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ РІВНОМІРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ОХОЛОДЖЕНОМУ ОБ'ЄКТІ АБСОРБЦІЙНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО АГРЕГАТУ СЕЗОННОГО ТИПУ. Ковбасюк К.С., студент IV курсу ОТФК ОНАХТ, Суббота І.В., студент IV курсу ОТФК ОНАХТ, Селіванов А.П., викладач вищої категорії ОТФК ОНАХТ.....127

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, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ
«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»

27-28 листопада 2020 року

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