

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 кондиціонування 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. Яковлева 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

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

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

Серед усіх типів зернових продуктів особливий інтерес для низькотемпературної сушіння представляють сорти дрібного зерна (ріпак, льон, просо, гірчиця, амарант і ін.). Вони через незначну характерного лінійного розміру найбільш схильні до пошкодження при сушінні нагріванням. В даний час відсутні будь-які дані з кінетики охолодження зерна і процесів тепломасообміну в цих умовах. Метою даної роботи є вивчення особливостей режимів обробки їх зернових продуктів в широкому діапазоні температур аналітичним методом. Розглянемо режим охолодження ріпаку за допомогою модельних уявлень. Приведемо оцінку кінетики (швидкості) охолодження зерна ріпаку в потоці холодного повітря від температури 35 °С до 4 °С. Для цього розглянемо зернинку ріпаку як шар. Будемо вважати постійними при охолодженні температуру холодного теплоносія (повітря) – 4 °С і коефіцієнт теплообміну на поверхні зернинки ($\alpha = \text{const}$). Для вирішення практичних задач технологічного процесу нам потрібно знати температуру в центрі зернинки у всі періоди її холодильної обробки.

Рішення такої задачі має наступний вигляд:

$$\Theta = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2(\sin \mu - \mu \cdot \cos \mu) \cdot \sin(\mu \cdot R)}{(\mu - \sin \mu \cdot \cos \mu) \cdot \mu \cdot R} \cdot \exp(-\mu^2 \cdot Fo), \quad (1)$$

$$\Theta = \frac{v}{v_0}$$

где v_0 – безрозмірна теперішня температура;

$$R = \frac{r}{r_0}$$

r_0 – безрозмірна теперішня координата;

μ – постійна в рівнянні (1), яка являється коренем характерного рівняння,

$$\text{tg} \mu = -\frac{\mu}{Bi - 1}. \quad (2)$$

Рівняння (2) має безчисельну кількість вирішень. Знайдемо рішення рівняння з використанням чисельних значень числа Bi . В нашому випадку

$$Bi = \frac{\alpha d}{\lambda} \quad (3)$$

де d – діаметр зернинки ріпаку, рівний 1,5...2,5 мм (приймаємо 2 мм);

λ – коефіцієнт теплопровідності зернинки ріпаку, Вт/(м·К).

Для малих значень Bi ($Bi < 0,1$) максимальне чисельне значення λ складе

$$\alpha = Bi \cdot \frac{\lambda}{d} = 0,1 \cdot \frac{0,35}{0,002} = 15,5 \quad \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Для умов $Bi < 0,1$ рішення рівняння (1) буде мати вид:

$$\Theta = \frac{\sin \sqrt{3 \cdot Bi \cdot R}}{\sqrt{3 \cdot Bi \cdot R}} \cdot \exp(3 \cdot Bi \cdot Fo) \quad (4)$$

При вирішенні рівняння (4) маємо:

$$\Theta_o = (t_n - t_k) = (35 - 4) = 31 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$R=1$, так як вирішення рівняння (4) шукаємо для центра зернинки:

$$Fo = \frac{a \cdot \tau}{d^2} = \frac{1,38 \cdot 10^{-7} \cdot \tau}{0,002^2} = 0,0345 \cdot \tau$$

Будимо варіювати чисельне значення $\alpha = 0,8; 1,8; 2,0; 100,0 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

Розрахункові рівняння кінетики охолодження зернинки буде мати наступний вигляд:

$$t = 31 \cdot A - 4, \quad (5)$$

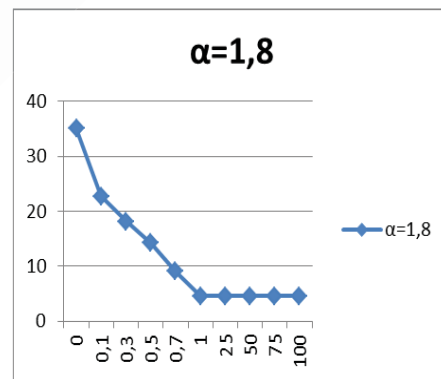
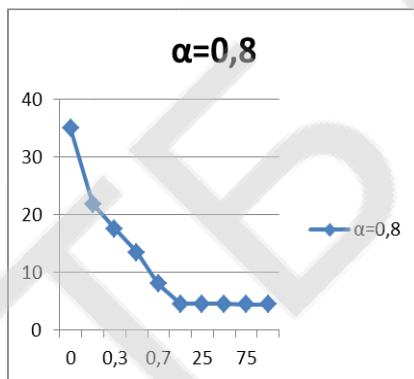
$$A = \frac{\sin \sqrt{3 \cdot Bi}}{\sqrt{3 \cdot Bi}} \cdot \exp(3 \cdot Bi \cdot Fo)$$

де

Графічні залежності, побудовані за рівнянням (5) показані на рис.1.

ВИСНОВКИ

Чисельні значення коефіцієнта теплообміну практично не впливають на протікання процесу в початковому короткому періоді. Так охолодження зернинки від $35 \text{ } ^\circ\text{C}$ до $4 \text{ } ^\circ\text{C}$ відбувається менш ніж за 1 с, як при низьких чисельних значеннях α , так і при високо інтенсивних процесах. Це свідчить про те, що основний термічний опір процесу охолодження приходить на теплопровідність. В такій ситуації можна рекомендувати розробникам систем попереднього охолодження мілко зернового зерна не використовувати високонапорні енергозатратні вентилятори.



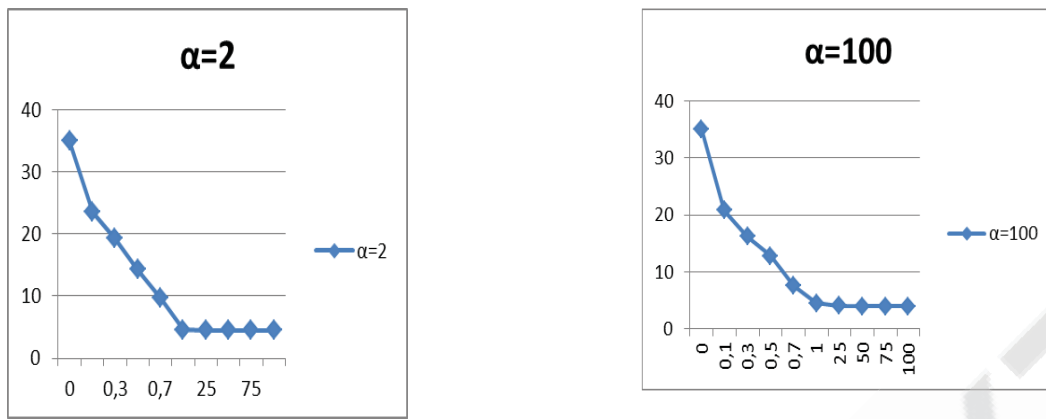


Рис. 1 – Кінетика процесів охолодження ріпаку в залежності від інтенсивності зовнішнього теплообміну: а) $\alpha=2$ Вт/(м²·К) ; б) $\alpha=1,8$ Вт/(м²·К); в) $\alpha=0,8$ Вт/(м²·К); г) $\alpha=100$ Вт/(м²·К).

УДК 629.12:621.575.932

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,

Робоче тіло абсорбційного холодильного агрегату (АХА) - водоаміачних розчин (ВАР) з добавкою інертного газу - водню, гелію або їх суміші абсолютно екологічно безпечно - має нульові значення озоноруйнівної потенціалу та потенціалу «парникового» ефекту.

Холодильники з АХА мають і ряд таких унікальних якостей, як:

а) безшумність, висока надійність і тривалий ресурс, відсутність вібрації, магнітних і електричних полів при експлуатації;

б) можливість використання в одному апараті декількох різних джерел теплової енергії - як електричних, так і альтернативних (теплота згоряння органічного палива, сонячне випромінювання, вихлопні гази двигунів внутрішнього згоряння);

в) можливість роботи з неякісними джерелами енергії, в тому числі і електричної в діапазоні напруги мережі 160 ... 240 В.

До переваг АХА слід віднести мінімальну вартість серед існуючих типів побутового холодильного обладнання, що в багатьох випадках і визначає їх популярність у користувачів.

Холодильні апарати з АХА, оснащені пальниковими пристроями, широко використовуються туристами і мандрівниками, так як їм немає альтернативи в районах з відсутністю електроенергії.

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, АСПРАНТІВ 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