

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

MATHEMATICAL ASPECTS OF SYSTEM AIR CONDITIONING, CREATING DECORATIVE FOUNTAINS FOR COOLING AIR

*Zhykharieva N. c.t.f., ass. Prof, ONAFT., Kogut V. c.t.f., ass. Prof., ONAFT,
Krushelnyskyyi D., graduate student ONAFT, student ONAFT Dragnev M.*

The main drawback of calculating a fountain is determining the temperature of the water in its bowl, which can be done after analyzing the following components of the fountain's thermal balance: heat load from the condensers of refrigerators and from circulation pumps, from solar radiation, water cooling due to heat and mass transfer (in jets and from the surface of the bowl).

Cooling water by heat and mass transfer in jets is challenging. To solve it it is convenient to use a dimensionless coefficient of efficiency of heat exchange of jets

$$\eta = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{t_{w1} - t_{vl}},$$

t_{w1} - the temperature of the water supplied to the nozzle, °C;

t_{w2} - the temperature of the cooled water at the end of the jet, °C;

t_{vl} - temperature behind the wet thermometer, °C.

In the design of fountains of the greatest distribution are jet formed by cylindrical nozzles.

The solution of the differential equation of heat and mass exchange between air and water of the jet allowed to obtain a formula for determining the coefficient of efficiency of a single cylindrical jet

$$\eta_0 = 1 - e^{-k \frac{G_h^n}{d_h^m}}$$

G_h - water flow through nozzles, l / s;

d_h - the diameter of the nozzle, m;

k, n, m - numerical coefficients whose magnitudes depend on the jet decay mode

To determine the value of C dependence

$$C = 555 \frac{B}{\sqrt{0,36 + 0,212w^2}} \cdot \frac{l}{h}$$

B - density of irrigation, m³/(m² s);

w - estimated wind speed, m/s;

l - the length of the bowl of the fountain in the direction of the prevailing wind, m;

h - height of the jet volume of the fountain, m.

From the equation of thermal balance of the fountain received the differential equation of water temperature in his bowl

Equation of thermal balance of the fountain received the differential equation of water temperature in his is a first order linear differential equation, its general solution is: [5] was solved using the Odesolve Matcad environment

$$t_h = \left[\int d\tau \psi(\tau) e^{\int f(\tau) d\tau} + C_1 \right] e^{-\int f(\tau) d\tau}$$

To find the coordinates of the points-foci of the field of directions in determining the water temperature in the bowl when solving

$$t_t = K_1 Q + K_2 q + t_w,$$

$$\tau_n = \tau_i + \delta,$$

where τ is the year of day,

In expression (9), the value $K_1 Q$ can be regarded as an equivalent temperature increase due to the load from the capacitors, and the value $K_2 Q$ - as an equivalent temperature increase due to solar radiation.

The coefficients K_1 and K_2 are found from the analytical formulas [

$$K_1 = \frac{1 - \eta_p}{\rho \cdot C(L_p + L_D \eta_D) + A \cdot F} \quad K_2 = \frac{F}{\rho \cdot C(L_p + L_D \eta_D) + A \cdot F} = \frac{F}{1 - \eta_p} K_1.$$

The expressions are as follows:

tv_l – air temperature behind a wet thermometer,

ρ – density of water, kg /m³;

C – specific heat of water, kJ / (kg · K);

V – the volume of water in the fountain bowl, m³;

LP, LD – water consumption for working and decorative jets, m³/ hour;

F – horizontal fountain bowl surface, m²;

Q_{кон} – thermal load from capacitors, kVt;

q_{рад} – solar radiation absorbed by the water surface of the fountain bowl, Vt /m²

η_p , η_D – coefficients of efficiency of heat exchange of workers and decorative jets.

A, characterizing the efficiency of water cooling due to heat and mass transfer from the water surface of the bowl of the fountain, is determined by the formula [4]

$$A = 20.4 \cdot (1 + 0.062 \cdot \omega)$$

where w is the estimated wind speed, m/s In a program written in MathCad, the change in outside air temperature $t_s(\tau)$ and direct and scattered radiation were determined by the spline method. The daily cycle of change of the average integrated water temperature in the bowl of the basin is calculated by the differential equation (15). Evaporation from the surface of the bowl and cooling of the jet were taken into account when determining the heat transfer coefficient [5].

$$\frac{d}{d\tau} t(\tau) + \frac{k(\tau) \cdot F \cdot (t_s(\tau) - t(\tau))}{C} - \frac{Q(\tau)}{C} - \frac{F \cdot q_{lz}(\tau)}{C} = 0_1$$

For each point with a given value of t and τ , it is easy to find the direction tangent to the desired curve of water temperature in the bowl. Lines in which the direction of tangent everywhere coincides with the direction of the field, and represent the solution of differential equation

The recycled water of existing and newly designed decorative fountains is suitable for cooling condensers of refrigerating machines or, in some cases, for direct cooling of air in surface air coolers of air conditioning systems.

This method of thermal calculation of the fountain takes into account the dynamics of the thermal load from the air-conditioning systems, absorbed by the solar radiation, the operating time of the decorative and working jets, which accumulates the water capacity of the bowl of the fountain and changes in the parameters of the outside air. The method allows to determine the daily course of the temperature of the cooled water, to analyze the thermal regime of the fountain and to choose the optimal variant of work of jets by hours of the day.

The average daily temperature of the water in the bowl of the fountain at the same heat load on it depends on the time of operation of the jets and does not depend on the accumulating ability of the water of the bowl. The water storage capacity of the fountain bowl allows to shift the operating time of the jets and the refrigeration station and to reduce the amplitude of the temperature variations of the cooled water, if necessary. [5, 6]

The main cooling of circulating fountain water is due to heat and moisture exchange in the jets. The intensity of their cooling is characterized by a dimensionless coefficient of efficiency of heat transfer (2), the value of which depends on the spray regime, water flow, nozzle diameter, irrigation density, wind speed, height of jet volume and length of the fountain in the wind direction.

The developed mathematical model (its software implementation in the MathCad environment) provides a sufficient level of approximation to the problem of thermal calculation of fountains connected to air-conditioning systems. This allows us to apply the model to the study of air conditioning processes. The proposed method of thermal calculation of the fountain takes into account the dynamics of thermal load from the air conditioning systems, absorbed by the solar radiation, the time of decorative and working jets, which accumulates the water capacity of the bowl of the fountain and change the parameters of the outside air.

With the help of the developed program it is possible to determine the daily course of the temperature of the cooled water, to analyze the thermal regime of the fountain and to choose the optimal variant of work of jets by hours of the day.

References

1. Tabunschikov Y., Brodach M.: Mathematical modeling and thermal optimization of the effectiveness buildings., Avok. Moskow. (2002)
2. Perepeka V., Zhikharieva N.: The calculations of air conditioning and ventilation. TEC. Odessa. (2014)
3. Zhykharieva N., Khmelniuk M.: Thermoeconomic Model of Air Conditioning System. Energy Engineering and Control Systems, 5(2), 66-74. (2019)
4. Malov V.: Use of decorative fountains for cooling condensers of refrigeration units. Refrigeration Engineering. 3, 30 – 37. (1971)
5. Zhykharieva N.V et al.: Ways to improve the energy efficiency of air conditioning systems in swimming pools.. Refrigeration Engineering and Technology, 53(5), 47 – 51. (2017)

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПУ ЛЕ ШАТЕЛЬЄ-БРАУНА ПІД ЧАС МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІНУ В УСТАНОВКАХ АКУМУЛЮВАННЯ ХОЛОДУ

Р.В.Грищенко, асистент, С.М.Василенко, завідувач кафедри TEXT, Національний університет харчових технологій, м.Київ.....78

ВЕРИФІКАЦІЯ ANSYS CFX-КОДУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІНУ ПІД ЧАС ТАНЕННЯ ЛЬОДУ В ЗАМКНЕНІЙ ПОРОЖНИНІ

Грищенко Р.В., асистент, Форсюк А.В., професор кафедри TEXT, Національний університет харчових технологій, м.Київ.....80

МОДЕРНІЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ КАМЕРИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ З РЕТРОФІТУ.

Дудко А.Н.,аспірант, Ершов В.О., аспірант, Козут В.О., к.т.н., доцент, Жихарева Н.В., к.т.н., доцент., ОНАХТ Одеса.....83.

MATHEMATICAL ASPECTS OF SYSTEM AIR CONDITIONING, CREATING DECORATIVE FOUNTAINS FOR COOLING AIR

Zhykharieva N. c,t.f., ass. Prof, ONAFT, Kogut V. c,t.f., ass. Prof., ONAFT, Krushelnyskkyi D., graduate student ONAFT, student ONAFT Dragnev M.....85

THE SEARCH OF ENERGY-EFFICIENT OPERATION MODE OF AMMONIA-WATER ABSORPTION REFRIGERATION MACHINES

Osadchuk E.A.,assistant, Kirilov V.Kh., prof.,Titlov A.S. prof. ONAFT.....88

DESIGN OF PERIODIC OPERATION AMMONIA-WATER ABSORPTION REFRIGERATION UNITS IN ATMOSPHERIC WATER GENERATION SYSTEMS

Ozolin N.E., Titlov A.S., Kravchenko V.V., prof.,Titlov A.S. prof. ONAFT,.....91

РОЗРОБКА АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕННЯ НА

БАЗПОНОВЛЮВАНИХ І НЕПРИДАТНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Алімкешова А.Х.І, Джамашева Р.А.І, Цой О.П.І, канд. техн. наук, професорд-р техн. наук, професор Титлов А.С.²¹ – Алматинський технологічний університет 2 – Одеська національна академія харчових технологі..... 95

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

Балаєвич О.О., магістр, Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор ОНАХТ.....97

РОЗРОБКА ПРИНЦИПІВ УПРАВЛІННЯ ХОЛОДИЛЬНИМИ АПАРАТАМИ АБСОРБЦІЙНОГО ТИПУ

Березовська Л.В., аспірант, Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор, Тітлова О.О., канд. техн. наук, доцент, ОНАХТ.....101

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ТЕПЛОАВАНТАЖЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОМБІНОВАНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Білецький А.М., магістр, Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор ОНАХТ.....102

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