

УДК 621.56/59(063)  
ББК 31.392  
К 14

Сборник подготовлен под редакцией  
доктора технических наук, академика Кулажанова Т.К.

**Редакционная коллегия:**

Цой А.П., Шалбаев К.К., Галкин М.Л., Андреева В.И. (ответ. секретарь)

К 14 Казахстан-Холод 2019: Сб. докл.межд.науч.-техн.конф. (20-21 февраля 2019г.) = Kazakhstan-Refrigeration 2019: Proceedings of the Conference (February 20-21, 2019). – Алматы: АТУ, 2019. – 218 с., русский, английский

ISBN 978-601-263-484-6

В докладах представлены результаты научных исследований, посвященные холодильным компрессорам, теплообменным аппаратам, системам автоматизации, цифровизации, технологиям холодильного хранения и переработки плодов и овощей и практическим внедрениям, представленные из Казахстана, России, Украины, Германии, Австрии, Беларуси, Кыргызстана, Голландии, Швейцарии и Узбекистана. Сборник рассчитан на специалистов и ученых, работающих в областях холодильной техники, пищевой и химической промышленности, а также на специалистов систем кондиционирования воздуха и жизнеобеспечения жилых, коммерческих зданий и спортивных комплексов.

The proceedings present the results of scientific research on refrigeration compressors, heat exchangers, automation systems, digitalization, refrigeration storage technology and the processing of fruits and vegetables and practical implementations submitted from Kazakhstan, Russia, Ukraine, Germany, Austria, Belarus, Kyrgyzstan, Holland, Switzerland and Uzbekistan. The proceedings are devoted to professionals and scientists working in the fields of refrigeration, food and chemical industries, as well as to specialists in air conditioning systems and life support of residential, commercial buildings and sports complexes.

УДК 621.56/59(063)  
ББК 31.392

ISBN 978-601-263-484-6

© АТУ, 2019

**EXPERIMENTAL DAIRY COOLING UNIT WITH RADIATION COOLING**

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОЛОКООХЛАДИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА С  
РАДИАЦИОННЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ**

<p><b>Tsoy A.P.</b><sup>1a</sup>, Cand. Tech. Sc., associate professor  <b>Alimkeshova A.H.</b><sup>1c</sup>  <b>Titlov A.S.</b><sup>2b</sup>, Doct. Tech. Sc., professor</p>	<p><b>Цой А.П.</b><sup>1a</sup>, к.т.н., доцент  <b>Алимкешова А.Х.</b><sup>1c</sup>  <b>Титлов А.С.</b><sup>2b</sup>, д.т.н., профессор</p>
<p>1 – Almaty Technological University,  Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty,  Tole Bi, 100  2 – Odessa National Academy of Food  Technologies, Ukraine, 65039, Odessa,  Kanatnaya, 112</p>	<p>1 – Алматинский Технологический  Университет, Республика Казахстан, 050012,  Алматы, Толе би, 100  2 – Одесская национальная академия  пищевых технологий, Украина, 65039,  Одесса, Канатная, 112</p>
<p><b>E-mail:</b> a –teniz@bk.ru, b –titlov1959@gmail.com, c –asylym_menim@mail.ru</p>	

**Abstract**

A description of an experimental milk cooling unit with radiation cooling is provided. The technique of the experiment is described. Characteristics of all the individual parts of the experimental setup: cold battery, pumps, radiator, coolant tank, physical properties of water and coolant with a low freezing point.

**Аннотация**

Предоставляется описание экспериментальной молокоохладительной установки с радиационным охлаждением. Описывается методика проведения эксперимента. Характеристики всех отдельных частей экспериментальной установки: аккумулятора холода, насосов, радиатора, бака охладителя, физические свойства воды и теплоносителя с низкой температурой замерзания.

**Введение**

В настоящее время применяются молокоохладительные установки с использованием естественного холода. Одним из источников естественного холода является радиационное охлаждение [1-5]. Системы охлаждения молока с использованием радиационного охлаждения позволяют уменьшить затраты на электроэнергию, сохранить высокое качество молока, эффективно использовать потенциал космического холода.

Для исследования молокоохладительных установок с использованием радиационного охлаждения разработана экспериментальная установка. Принципиальная схема экспериментальной молокоохладительной установки представлена на рисунке 1. Установка состоит из радиатора - Р, аккумулятора холода - АХ и бакамолокоохладителя–БМ, насосов для теплоносителя (хладоносителя) Н1 и для воды Н2.

Для замера температуры установлены термодатчики Т1...Т7: для измерения воды Т1 в аккумуляторе холода АХ; для теплоносителя (хладоносителя) при входе Т2, при выходе Т3; для поверхности радиатора Т4; для молока Т5; для воды в рубашке Т6; для наружного воздуха Т7 (измеряет не только температуру но и влажность воздуха).

Насосы работают через блок управления, электрическая энергия подается 3...12В.

Охлаждающая установка оборудована контроллером АСУНРО-1.К, позволяющим записывать данные с датчиков температуры.

#### Методика проведения эксперимента

Установка работает в ночное время, в интервале между закатом и рассветом, контроллер холодильной установки включает насос Н1. Теплоноситель из радиатора Рс помощью насоса Н1 через теплообменник в аккумуляторе холода АХ возвращается в радиатор Р, где происходит его охлаждение. Охлажденная вода с аккумулятора холода АХ подается через насос Н2 в рубашку бака охладителя. После процесса охлаждения молоко возвращается в аккумулятор холода АХ.

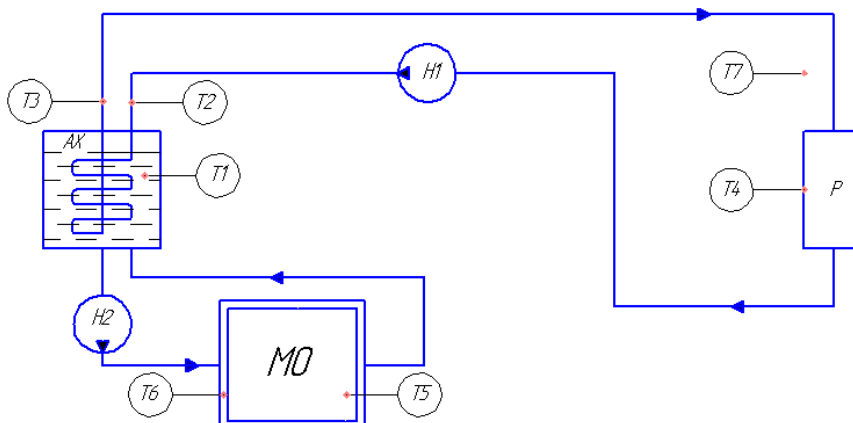


Рисунок 1 – Гидравлическая схема молокоохладительной установки:

Н1 – насос для теплоносителя (хладоносителя); Н2 – насос для воды; Р – радиатор; АХ – аккумулятор холода; БМ – бак молокоохладитель; Т1...Т7 – датчики температуры.

Контроллер в автоматическом режиме осуществляет запись параметров температуры в различных точках охлаждающей системы, параметры атмосферного воздуха (температуру и относительную влажность), а также регистрирует аварийные ситуации. Место размещения установки: Республика Казахстан, город Алматы, Алматинский технологический университет (АТУ), улица Фурката, 348/4, лабораторная аудитория 103.

Характеристики использованного аккумулятора холода представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики аккумулятора холода

№	Параметр	Ед. изм.	Значение
1	Конструкция	–	Пластиковая бочка
2	Внутренний объем	л	60
3	Габаритные размеры	мм	65x36
4	Материал теплоизоляции	–	Минеральная вата
5	Толщина теплоизоляции	мм	15
6	Внутренний диаметр	мм	36

Для циркуляции теплоносителя (хладоносителя) и воды использовались насосы одной модели ZC-A40 (Таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика циркуляционного насоса

№	Параметр	Ед. изм.	Насос ZC-A40
1	Назначение	–	Циркуляционный
2	Тип	–	Центробежный
3	Номинальное напряжение	В	DC 12

4	Вид насоса		Водонепроницаемый, класс - IP68
5	Вес	грамм	220
6	Напряжение	В	DC 5-12
7	Рабочий ток	мА	1050
8	Диаметр входной трубы	мм	13,5
9	Диаметр выходной трубы	мм	11
10	Шум	дБ	40 д Б или меньше
11	Расход	л / ч	550
12	Переносимая температура	°С	0...65

Характеристики радиатора представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики радиатора

№	Параметр	Ед. изм.	Значение
1	Площадь излучающей поверхности	м <sup>2</sup>	1
2	Конструкция	–	Из медных труб с припаянным алюминиевым листом
3	Покрытие излучающей поверхности	–	Белая краска «Радиаторная»
4	Габаритные размеры (длинах ширина)	мм	100 x 80
5	Количество труб		11
6	Длина трубы	мм	1200

Во всех экспериментах радиатор был размещен в одном и том же месте. Его положение не изменялось (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Размещение радиатора

№	Параметр	Ед. изм.	Значение
1	Место размещения	–	под окном
2	Высота над уровнем земли	м	1
3	Ориентация излучающей поверхности	–	Обращен на север
4	Угол наклона излучающей поверхности	°	15

В систему был заправлен теплоноситель (хладоноситель) со свойствами, представленными в таблице 5.

Таблица 5 – Свойства теплоносителя

№	Параметр	Ед. изм.	Значение
1	Вещество	–	Антифриз «Z-Cool»
2	Масса в системе	л	4±0,5
3	Плотность при +20°С и 0°С	кг/м <sup>3</sup>	1055 и 1063
4	Теплоемкость при +20°С и 0°С	кДж/(кг·К)	3,62 и 3,56
5	Рабочий диапазон температур	°С	с -31 до +112
6	Температура замерзания	°С	-20
7	Температура кипения	°С	108
8	Объемная доля в смеси (этиленгликоля)	%	34
9	Теплопроводность при +20°С и 0°С	Вт/м·К	0,470 и 0,466

В аккумулятор холода была залита вода с физическими свойствами, представленными в таблице 6.

Таблица 6 – Свойства воды

№	Параметр	Ед. изм.	Значение
1	Вещество	–	Вода
2	Масса в системе	л	50±0,5
3	Плотность при +20°C и 0°C	кг/м <sup>3</sup>	998 и 1000
4	Теплоемкость при +20°C и 0°C	кДж/(кг·К)	4,182 и 4,217
5	Энтропия при +20°C и 0°C	кДж/(кг·К)	0,296 и 0
6	Энтальпия при +20°C и 0°C	кДж/(кг·К)	83,8 и 0

В данном случае сбор экспериментальных данных с датчиков и управление насосом были полностью автоматизированы при помощи контроллера модели АСУНРО-1.К с управляющими программами версий 0,85; 0,86 и 0,87.

Информация об использованных датчиках представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Характеристика использованных датчиков

№	Модель	Измеряемый параметр	Способ размещения	Обозначение на рисунке 1
1	DS18B20	Температура воздуха в подсобке в 20 см от потолка	Обдувается потоком воздуха	не показан
2	DS18B20	Температура теплоносителя на выходе из насоса	в медной гильзе, омываемой потоком теплоносителя. Для улучшения контакта с гильзой	T3
3	DS18B20	Температура теплоносителя на выходе из радиатора	покрыты термопастой КПТ-8	T1
4	DS18B20	Температура излучающей поверхности радиатора в точке равноудаленной от двух соседних трубопроводов для теплоносителя	Приложены к пластине и сверху закрыты слоем вспененного полиэтилена толщиной 5 мм	T2
5				T4
6	DS18B20	Температура теплоносителя	Погружены в теплоноситель в геометрическом центре	T5
7		аккумуляторе холода	аккумулятора холода	T6
8	DHT21	Температура и влажность атмосферного воздуха	На наружной стене здания на высоте 2 м над уровнем земли. Помещен в пластиковый перфорированный корпус, чем защищен от влияния дождя и ветра	не показан

Бак молокоохладитель состоит из внутренней и наружной цилиндрической емкости. Между ними в верхней части установлена перфорированная труба диаметром 10 мм, по которой распределяется вода и стекает по наружной стенке внутреннего бака. Бак изготовлен из пищевого алюминия, что позволяет применять его для изготовления молокоохлаждающей системы. Его характеристики показаны в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристика бака молокоохладителя

№	Параметр	Ед. изм.	Бак	
			внутренний цилиндрический	наружный цилиндрический
1	Конструкция	–		
2	Масса максимального заполнения	л	8	16
3	Диаметр	мм	267	340
4	Высота	мм	160	175
5	Материал	-	аллюминиевая	аллюминиевая
6	Толщина материала	мм	1	1
7	Теплопроводность алюминия	Вт/(м·град).	236	236
7	Фактическая масса в системе	л	5	-
8	Зазор между баками в нижней части	мм		15
9	Диаметр трубы, расположенной между баками	мм		15
10	Пространство между баками	мм		73

Охлажденная вода за ночь из аккумулятора холода подается насосом в перфорированный трубопровод и растекается по наружной стенке внутреннего бака, в котором находится молоко (рисунок 3).

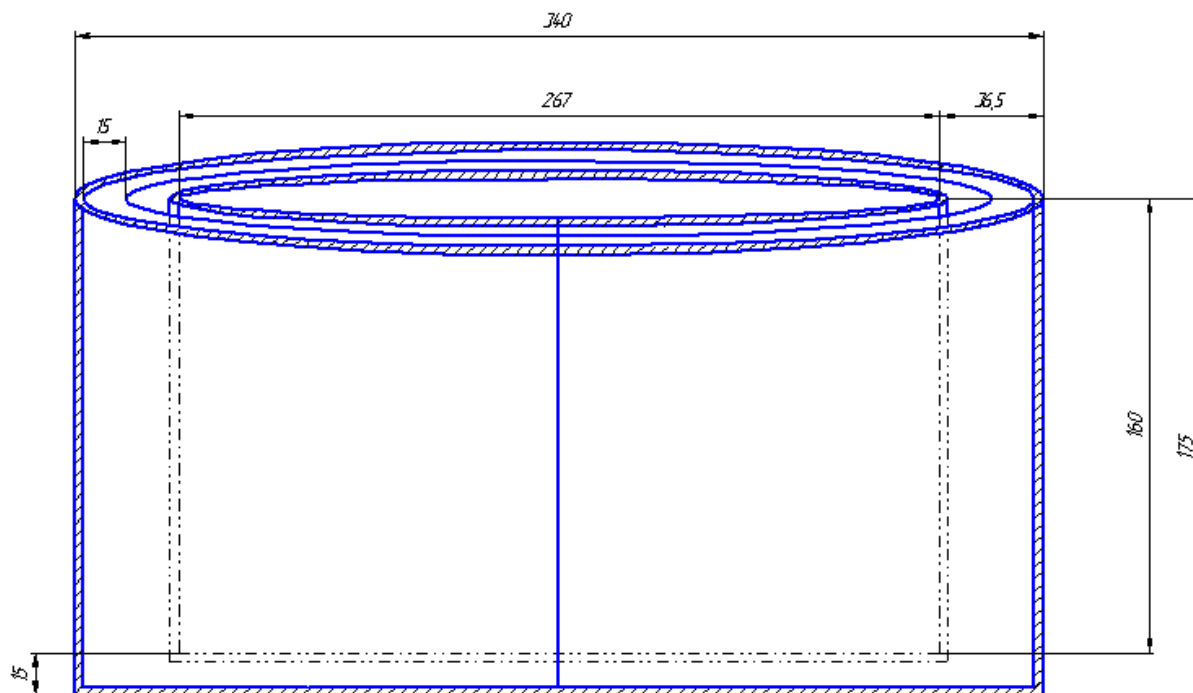


Рисунок 3 –Бак молокоохладитель (вид спереди)

Зазор между внутренним баком и внешней рубашкой имеется по всей наружной цилиндрической поверхности и между дном. Бак не имеет мешалки, поэтому был проведен расчет  $Bi(Би)$ , как для цилиндрического твердого тела, для определения температур на крышке высверлены отверстия для термодатчиков от края до центра.

По проведенному экспериментальному и расчетно-теоретическому анализу выявлено изменение температуры в баке с молоком.

### Список литературы

1. Hamza, H. Ali. Cooling of water flowing through a night sky radiator / H. Ali Hamza, I. M. S. Taha, I. M. Ismail. // Solar energy. – 1995. – Vol. 55. – №4. – P. 235-253.
2. Dobson, R. T. Thermal modelling of a night sky radiation cooling system // Journal of Energy in Southern Africa. – 2005. – Vol. 16, № 2. – P. 20-31.
3. Tevar, J. A. Ferrer. Modelling and experimental analysis of three radio convective panels for night cooling / J. A. Ferrer Tevar, S. Castano, A. Garrido Maríjuan, M. R. Heras, J. Pistono // Energy and Buildings. – 2015. №107. – P. 37–48.
4. Цой, А. П. Влияние климата на работу холодильной системы, использующей эффективное излучение в космическое пространство / А. П. Цой, А. С. Грановский, Д. А. Цой, А. В. Бараненко // Наука: техника и технологии. Холодильная техника. – Санкт-Петербург, 2015. – №12. – С. 43-46.
5. Цой, А. П. Обзор проведенных экспериментальных исследований эффективного излучения холодильной системы в космическое пространство / А. П. Цой, А. С. Грановский, Ю. И. Мачуев, А. С. Филатов // Вестник Международной академии холода. – 2015. – №3. – С. 28-33.

УДК 6 81.11.031.12:519.673

### DETERMINATION OF THE VALUE OF DISSIPATION IN THE FLOW OF NON-NEWTONIAN LIQUIDS IN THE CHANNELS OF REFRIGERATING AND CLIMATIC SYSTEMS

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ДИССИПАЦИИ ПРИ ТЕЧЕНИИ НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ В КАНАЛАХ ХОЛОДИЛЬНЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

<p><b>Beletskiy E.V.</b><sup>1a</sup>, Doct. Tech. Sc., professor  <b>Petrenko O. V.</b><sup>2b</sup>, Cand. Tech. Sc., associate professor</p>	<p><b>Белецкий Э.В.</b><sup>1a</sup>, док. тех. наук, профессор  <b>Петренко Е.В.</b><sup>2b</sup>, канд. тех. наук, доцент</p>
<p>1 – Kharkiv Trade and Economics Institute          Kyiv National Trade and Economic University,          Ukraine, 61045, Kharkiv, side-str. O.Yarosha, 8          2 – Kharkiv State University of Food          Technology and Trade,          Ukraine, 61045, Kharkiv,          str. Klochkovskaya, 333</p>	<p>1 – Харьковський торгово-економічний          інститут Київського національного торгово-          економічного університету,          Україна, 61045, Харків,          переулок Отакара Яроша, 8          2 – Харьковський державний          університет харчової та торгівлі,          Україна, 61045, Харків,          ул. Клочковская, 333</p>
<p><b>E-mail:</b> a – <a href="mailto:bileckyj@meta.ua">bileckyj@meta.ua</a>; b – <a href="mailto:elenalion71@gmail.com">elenalion71@gmail.com</a></p>	

#### Abstract

A method is proposed for determining the specific energy of dissipation during the flow of coolants, whose viscosity depends on the shear rate according to a power law, in pipelines and channels of cold supply systems of the refrigeration and climate industry. The obtained expressions can be used to determine the magnitude of specific dissipation, based on the calculation of the transverse and longitudinal flow velocities in areas that are located between the boundaries of the solid core and the channel. This will make it possible to carry out the design of refrigeration and climate systems in the direction of reducing energy and material consumption.

## Авторский алфавитный указатель

**Цой А.П., Алимкешова А.Х., Титлов А.С.**

Экспериментальная молокоохладительная установка с радиационным охлаждением

**Tsoy A.P., Alimkeshova A.H., Titlov A.S.**

Experimental dairy cooling unit with radiation cooling

9

**Белецкий Э.В., Петренко Е.В.**

Определение величины диссипации при течении неньютоновских жидкостей в каналах холодильных и климатических систем

**Beletskiy E.V., Petrenko O.V.**

Determination of the value of dissipation in the flow of non-newtonian liquids in the channels of refrigerating and climatic systems

14

**Алтайулы С., Шахов С.В., Глотова И.А.**

Способ управления процессом выпаривания влаги из фосфолипидной эмульсии сафлорового масла

**Altayuly S., Shakhov S.V., Glotova I.A.**

Method of managing the process of exhausting moisture from safflorous oil phospholipid emulsion

19

**Потапов В.А., Белый Д.В.**

Перспективы применения холодильных систем на двуокиси углерода в пищевой индустрии

**Potapov V.O., Belyi D.V.**

Prospects application of refrigerating systems on carbon dioxide in the food industry

23

**Бабакин Б.С., Воронин М.И., Сучков А.Н., Айтикеев Р.Б.**

Исследование тепловой нагрузки в промышленных аккумуляторах холода

**Babakin B.S., Voronin M.I., Suchkov A.N., Aitikeev R.B.**

The study of the heat load in industrial accumulators of a cold

26

**Бердимурат А.Д., Усипбекова Д.И.**

Микропроцессорная система регулирования производительности малогабаритного кормоприготовительного агрегата

**Berdimurat A.D., Usipbekova D.I.**

Microprocessor system for the regulation of the performance of small-sized food-protective unit

28

**Болдырев А.В., Карелин Д.Л., Болдырев С.В.**

Оценка энергетической эффективности фреонов и термодинамических циклов пароконденсационных систем охлаждения

**Boldyrev A.V., Karelin D.L., Boldyrev S.V.**

Energy-efficiency estimation of freons and thermodynamic cycles in vapor compression cooling systems

36

**Бошкова И.Л., Волгушева Н. В., Солодкая А.В.**

Тепловой расчет регенератора с неподвижной насадкой

**Boshkova I.L., Volgusheva N.V., Solodka A.V.**

Thermal calculation of the regenerator with a fixed nozzle

42

**Бошкова И.Л., Волгушева Н.В., Потапов М.Д., Жарикова Л.А.**

Теплоперенос в плотном движущемся слое дисперсного материала при микроволново-конвективной сушке

**Boshkova I.L., Volgusheva N.V., Potapov M.D., Zharikova L.A.**

Associate professor thermal transfer in a tight moving layer of disperse material at microwave-convective drying

46