

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

АЛМАТИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ALMATY TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ХОЛОДА
INTERNATIONAL ACADEMY OF REFRIGERATION



**Х ЮБИЛЕЙНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«КАЗАХСТАН-ХОЛОД 2020»**

**X ANNIVERSARY INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND TECHNICAL CONFERENCE
«KAZAKHSTAN-REFRIGERATION 2020»**

Сборник докладов конференции
4-5 марта 2020г.
Proceedings of the Conference
March 4-5 , 2020

Нур-Султан, 2020

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., Радченко Н.И., Грановский А.С., Андреева В.И. (ответ. секретарь)

К 14 Казахстан-Холод 2020: Сб. докл. межд. науч-техн. конф. (4-5 марта 2020г.) =
Kazakhstan-Refrigeration 2020: Proceeding sof the Conference (March 4-5, 2020). –
Алматы: АТУ, 2020. –249 с., русский, английский

ISBN 978-601-263-529-4

На конференции при участии Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан обсуждалось стратегическое видение и поиск среднесрочных решений по применению экологически безопасных холодильных агентов и развитию «Зеленых» технологий переработки пищевых продуктов и холодильных технологий для Республики Казахстан.

В докладах из Казахстана, России, Украины, Германии, Бельгии, Дании, Японии, Южной Кореи, Италии представлены результаты научных исследований, посвященные экологически безопасным холодильным агентам, компрессорам, теплообменным аппаратам, компонентам, системам автоматизации, технологиям холодильного хранения и переработки пищевых продуктов. Сборник рассчитан на специалистов и ученых, работающих в областях холодильной техники, пищевой и нефтегазовой промышленности, а также на специалистов систем кондиционирования воздуха и жизнеобеспечения.

At the conference, the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan jointly discussed the strategic vision and search for medium-term solutions for the use of environmentally friendly refrigerants and the development of "Green" food processing and refrigeration technologies for the Republic of Kazakhstan.

The reports from Kazakhstan, Russia, Ukraine, Germany, Belgium, Denmark, Japan, South Korea, Italy present the results of scientific research on environmentally friendly refrigerants, compressors, heat exchangers, components, automation systems, technologies for refrigerated storage and processing of food products and practical implementation. The Proceedings are intended for specialists and scientists working in the areas of refrigeration, food and oil and gas industries, as well as for specialists in air conditioning and life support systems.

УДК 621.56/59 (063)
ББК 31.392

ISBN 978-601-263-529-4

© АТУ, 2020

8. А.В. Дорошенко, М.А. Глауберман, В.Х. Кирилов, А.Р. Антонова, К.В. Людницкий Солнечные абсорбционные холодильные системы. Принцип построения и анализ возможностей / К.В. Людницкий, // Фізика аеродисперсних систем. – 2015. – №52. – С. 34-46.
9. John L., McNab, Paul McGregor. Dual Indirect Cycle Air-Conditioner Uses Heat Concentrated Dessicant and Energy Recovery in a polymer Plate Heat Exchanger. [Proc. 21 International Congress of Refrigeration IIR/IIF], 2003, Washington, D.C, ICR0646.
10. Stoitchkov N. J., Dimirov G.J. Effectiveness of Crossflow Plate Heat Exchanger for Indirect Evaporative Cooling. Int. J. Refrig., vol. 21, no. 6, 1998, pp. 463-471.
11. Zhao, X., Liu, S., Riffat, S.B. Comparative study of heat and mass exchanging materials for indirect evaporative cooling systems. [Proc 43th Int Conf. "Building and Environment"], 2008, pp. 1902-1911.
12. Gomes E.V., Martinez F.J., Diez, F.V., Leyva, M.J., Martin, R.H., Description and experimental results of a semi-indirect ceramic evaporative cooler. Int. Journal of Refrigeration, 2005, vol. 28, pp. 654-662.
13. Doroshenko A. V., Khalak V. F. The prospects of polymeric materials (PMs) in assembling the solar water-thermal collectors (SCs). Comparative data analysis and exploratory research of promising solutions. Refrigeration Engineering and Technology, vol. 54, no. 5, 2018, pp. 44-52
14. Hasan A. Going below the wet-bulb temperature by indirect evaporative cooling: Analysis using a modifiede-NTU method. Applied Energy 89 (2012) 237–245.
15. Kabeel A., Abdelgaied M. Numerical and experimental investigation of a novel configuration of indirect evaporative cooler with internal baffles. Energy Conversion and Management 126 (2016) 526–536.
16. Chen Y., Yang H., Luo Y. Indirect evaporative cooler considering condensation from primary air: Model development and parameter analysis. Building and Environment 95 (2016) 330e345.
17. Chen Y., Yang H., Luo Y. Parameter sensitivity analysis and configuration optimization of indirect evaporative cooler (IEC) considering condensation. Applied Energy 2016.
18. Maisotsenko V., Lelland Gillan, M. 2003, The Maisotsenko Cycle for Air Desiccant Cooling. [Proc. 21^h Int. Cong of Refrigeration IIR/IIF], 2003, Washington, D.C, ICR0646.
19. Denis Pandelidis, Sergey Anisimov, William M. Worec. Performance study of the Maisotsenko Cycle heat exchangers in different air-conditioning applications. Intern. Journal of Heat and Mass Transfer, 2015, vol.81, pp. 207-221
20. Muhammad H., Muhammad S., Miyazaki T., Koyama S., Maisotsenko S. Overview of the Maisotsenko cycle—A way towards dew point evaporative cooling. Renewable and Sustainable Energy Reviews 66 (2016) 537–555.
21. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування [State Standard B.2.5-67:2013. Heating, ventilation and conditioning]. Ukraine, Minregion of Ukraine, 2014. 141 p
22. EN 15251:2007. «Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics»
23. ANSI/ASHRAE Standard 55-2017. «Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy»

УДК 62-713.82/621.385

MAGNETRONS COOLING SYSTEM MODERNIZATION

МОДЕРНИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОХЛАЖДЕННЯ МАГНЕТРОНОВ

<p>Boshkova I. L.^a, dr of techn sc, professor Volgusheva N.V.^b, p.h.d, associate professor, Potapov M.D.^c, PhD, Ass. Prof.</p>	<p>Бошкова И. Л.^а, д.т.н., проф. Волгушева Н. В.^б, к.т.н., доц Потапов М. Д.^с, к.т.н., доц.</p>
<p>Odessa national academy food technologies, Ukraine, 65182, Odessa, Dvoranskaya 1/3</p>	<p>Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, 65082, Одесса, Дворянская 1/3</p>
<p>E-mail: a – boshkova.irina@gmail.com; b – natvolgusheva@gmail.com; c – dorosh1gan@gmail.com,</p>	

Abstract

The system for ensuring the thermal regime of the magnetron anode block was modernized by replacing the air cooling system with a liquid cooling system. The use of liquid cooling system allows the use of magnetrons produced in production, in the design of industrial microwave devices. The developed liquid cooling system has unified qualities that allow it to be used for cooling from 1 to 6 magnetrons and can solve the problem of increasing production efficiency and the reliability of microwave technology.

Аннотация

Модернизирована система обеспечения теплового режима анодного блока магнетрона путем замены системы воздушного охлаждения на систему жидкостного охлаждения. Применение системы жидкостного охлаждения позволяет использовать магнетроны, выпускаемые в производстве, при конструировании промышленных микроволновых устройств. Разработанная система жидкостного охлаждения обладает унифицированными качествами, которые позволяют использовать ее для охлаждения от 1 до 6 магнетронов и позволяет решить проблему повышения эффективности производства и надежности работы микроволновой техники.

Исследование частотных характеристик магнетронов и их анализ показывает, что флуктуация частоты в магнетронных генераторах зависит от многих факторов и связана с электронно-волновым механизмом взаимодействия, режимом работы прибора, условиями и особенностями его эксплуатации. Это подчеркивает важность применения надежной системы обеспечения теплового режима магнетрона, т.к. при отклонении от требований к поддержанию температуры анодного блока, на котором выделяется теплота преобразования электрического тока в микроволновую энергию, сдвигается его рабочая точка по выходной частоте, что ухудшает эффективность его работы как источника энергии. Кроме того, при перегреве уменьшается срок службы магнетрона. Организация процесса охлаждения микроволновых генераторов подчиняется общим принципам охлаждения радиоэлектронной аппаратуры.

Элементы и металлические части конструкции электронной аппаратуры могут нормально функционировать в ограниченном температурном диапазоне, т.е. обладают ограниченной термостойкостью. Важной характеристикой работы является тепловой режим аппарата. Влияние изменения температуры на надежность аппаратуры проявляется, во-первых, в изменении (обратимом и необратимом) электрических параметров и характеристик изделий, во-вторых, в зависимости показателей надежности изделий от температуры [1]. Одним из важных этапов проектирования, определяющим направление всей разработки системы обеспечения тепловых режимов (СОТР), является выбор способа охлаждения магнетронов [2]. Среди факторов, влияющих на частоту генерации в магнетронах и вызывающих ее сдвиг, а также оказывающих в целом негативное влияние на частотные характеристики магнетронов, выделяют тепловые эффекты [3], которые влияют на эмиссионные процессы, протекающие на катоде и вызывающих колебания суммарного тока, эмитируемого с поверхности катода. Результаты исследования влияния температуры анодного блока на частоту генерации показали [3], что повышение температуры анодного блока от 20 °С до 60 °С приводит к снижению частоты генерации магнетрона на 0,1 %.

Согласно паспортным данным, допустимая температура поверхности анодного блока лежит в диапазоне 100...140 °С (в зависимости от мощности). Для обеспечения теплового режима магнетрона применяют систему воздушного охлаждения (СВО) или систему жидкостного охлаждения (СЖО) [4]. Для охлаждения магнетронов с выходной мощностью до 1,0 кВт применяют СВО. Совершенствование СВО возможно за счет уменьшения толщины ребра с 0,6 мм до 0,5 мм, что привело к снижению веса на 16,7% и интенсификации теплообмена вокруг анодного блока [5]. Однако такая модернизация не решает проблему перегрева при долговременной работе микроволнового устройства в неблагоприятных условиях.

Рассмотрев и проанализировав существующие схемы и особенности теплоотвода от анодного блока магнетрона, в качестве базовой выбрана система жидкостного охлаждения. Этот выбор был основан на следующих положениях:

1. Плотность теплового потока на поверхности анодного блока составляет $1.68 \cdot 10^5$ Вт/м² (для магнетрона с выходной мощностью 1,5 кВт). Магнетроны с рассматриваемым уровнем мощности также охлаждаются с помощью воздушной системы, однако не могут длительное время работать в непрерывном режиме из-за возможности перегрева.

2. В СЖО, в отличие от СВО, температура теплоносителя на входе в рубашку охлаждения постоянна.

3. Благодаря замкнутому контуру системы охлаждения исключена возможность попадания частиц в рубашку охлаждения и забивание канала, что является еще одним преимуществом по сравнению с СВО.

Для проведения тепловых расчетов систем охлаждения необходимы расчетные зависимости для определения коэффициента теплоотдачи. При организации жидкостного охлаждения анодного блока теплоноситель циркулирует в кольцевом канале. В [6] расчетно-аналитическим методом определена эффективность интенсификации теплоотдачи в кольцевом канале при центральном

теплоподводе. Однако в данной работе не учитывается закручивание потока внутри кольцевого канала. В [6] экспериментальным путем получено, что при использовании интенсификаторов различной формы на выпуклой обогреваемой поверхности наблюдалось значительное увеличение эффективности теплосъема. Значение коэффициента теплоотдачи в 1.8 раза выше значения этого показателя для гладких кольцевых каналов. Это говорит о необходимости корректного согласования расчетных формул с реальными условиями протекания теплообменных процессов. Было обнаружено [16], что, хотя существуют различные зависимости для определения коэффициента теплоотдачи в кольцевых каналах, они недостаточно хорошо согласуются.

Для организации теплоотвода от поверхности с помощью СЖО требуется заменить ребра СВО на поверхности анодного блока, которые устанавливаются на серийно выпускаемых магнетронах малой мощности, на рубашку жидкостного охлаждения. Необходимость такой замены вызвана тем, что выпускаемые промышленно магнетроны рассчитаны на непродолжительную работу, и поэтому комплектуются с СВО. Для обеспечения безаварийной работы СЖО необходимо предусмотреть датчики давления, температуры и расхода.

Рабочие жидкости (теплоносители) для заправки СЖО выбираются по следующим критериям:

- рабочий диапазон температур: $-20 \dots +50 \text{ }^\circ\text{C}$
- токсичность: жидкость должна быть нетоксична
- отсутствие химической активности,
- стоимость
- доступность.

В соответствии с данными критериями, предлагается к использованию следующие теплоносители: вода (для работы при температуре окружающей среды от 5 до $50 \text{ }^\circ\text{C}$) и 66% водный раствор этиленгликоля (при температуре окружающей среды от -20 до $50 \text{ }^\circ\text{C}$). Теплофизические свойства этих теплоносителей хорошо известны, что позволяет проводить надежные тепловые расчеты.

Расчет режима жидкостного охлаждения анодного блока магнетрона производился с целью определения максимальной входной температуры теплоносителя из условия предельно допустимой температуры поверхности анодного блока магнетрона.

Рассматривался магнетрон с выходной мощностью $1,0 \text{ кВт}$. При этом потребляемая мощность $N_m=1200 \text{ Вт}$. Мощность, которую необходимо отвести от анодного блока $Q=200 \text{ Вт}$. Средняя температура поверхности анодного блока принимается $t_a=100 \text{ }^\circ\text{C}$. На основании конструкторских проработок было предложено использовать рубашку охлаждения, которая крепится непосредственно на анодный блок и имеет следующие геометрические характеристики: внутренний диаметр зазора $d_z=0.052 \text{ м}$, наружный диаметр зазора $D_z=0.055 \text{ м}$, внешний диаметр рубашки охлаждения $d_r=0.058 \text{ м}$, толщина зазора $\delta_z=0.0015 \text{ м}$, ширина зазора $h_z=0.02 \text{ м}$. Анодный блок и рубашка охлаждения изготовлены из меди.

Плотность теплового потока $q = \frac{Q}{F} = 3,06 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2$, эквивалентный диаметр канала охлаждения

$d = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Контактное термическое сопротивление в месте соприкосновения поверхностей анодного блока и рубашки охлаждения определялось в следующей последовательности.

Термическое сопротивление, создаваемое воздушными зазорами:

$$R_v = \frac{2 \cdot \delta}{\lambda_v} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{0.0321} = 3.738 \cdot 10^{-3}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (1)$$

где $\lambda_v=0.0321, \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ – теплопроводность воздуха при температуре $t=110 \text{ }^\circ\text{C}$; $\delta=6 \cdot 10^{-3}, \text{ м}$ – шероховатость материала в месте контакта.

Термическое сопротивление пятен контакта:

$$R_m = \frac{1.43 \cdot \sigma_v \cdot 10^{-4}}{\lambda_m \cdot N_{ud}} = \frac{1.43 \cdot 25 \cdot 10^{-8}}{0.0321 \cdot 0.1 \cdot 10^{-4}}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (2)$$

где $N_{ud}=0.1 \cdot 10^{-4} \text{ кг/см}^2$ – степень сжатия, $\lambda_m=400 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ – коэффициент теплопроводности меди, $\sigma_v=25 \cdot 10^{-4}, \text{ кг/м}^2$ – временное сопротивление материала, $\sigma_v=25 \cdot 10^{-4} \text{ кг/м}^2$ – временное сопротивление материала.

Суммарное контактное термическое сопротивление:

$$R_\Sigma = \frac{R_v \cdot R_m}{R_v + R_m} = \frac{3.738 \cdot 10^{-3} \cdot 8.938 \cdot 10^{-9}}{3.738 \cdot 10^{-3} + 8.938 \cdot 10^{-9}} = 8.937 \cdot 10^{-9}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (3)$$

Исходя из найденного термического сопротивления, можно определить скачок температур в месте контакта:

$$\Delta t = q \cdot R_{\Sigma} = 2,35 \cdot 10^4 \cdot 8,937 \cdot 10^{-9} = 2,1 \cdot 10^{-4}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4)$$

Перепад температур в месте контакта оказался близким к нулю, поэтому в дальнейших расчетах контактное термическое сопротивление можно не учитывать.

Получено, что коэффициент теплоотдачи равен $\alpha=2718 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ при использовании воды в качестве теплоносителя при скорости $w=0,089 \text{ м}/\text{с}$ в кольцевом канале с площадью живого сечения $f = 5,18 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, площадь теплообменной поверхности $F=6,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$, а коэффициент теплопередачи, который учитывает термическое сопротивление теплопроводности анодного блока и термическое сопротивление теплоотдачи от поверхности анодного блока к охлаждающей воде, равен $K=2664 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Изменение температуры воды при прохождении через рубашку охлаждения:

$$\delta t = \frac{Q}{C_p \cdot G} = 1,04 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (5)$$

А средняя температура теплоносителя:

$$t_g = t_a - \frac{Q}{K \cdot F} = 88,5 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (6)$$

где t_a – максимально допустимая температура поверхности анодного блока.

Тогда температура воды на входе в рубашку охлаждения составит $t'=88 \text{ } ^\circ\text{C}$, а на выходе – $t''=89 \text{ } ^\circ\text{C}$. Расчет позволяет сделать вывод, что для нормальной работы магнетрона температура воды на входе в рубашку охлаждения не должна превышать $90 \text{ } ^\circ\text{C}$.

При использовании 54 % водного раствора этиленгликоля в качестве теплоносителя коэффициент теплоотдачи равен $\alpha=1282 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Тогда изменение температуры теплоносителя при прохождении через рубашку охлаждения $\delta t = 1,2 \text{ } ^\circ\text{C}$, коэффициент теплопередачи $K=1270 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, средняя температура теплоносителя $t_g = 76 \text{ } ^\circ\text{C}$. Для нормальной работы магнетрона температура водного раствора этиленгликоля на входе в рубашку охлаждения не должна превышать $75 \text{ } ^\circ\text{C}$.

При разработке микроволновых устройств часто возникает необходимость применения нескольких магнетронов, в зависимости от потребляемой мощности. В этом случае СЖО может объединять в свой контур все рубашки охлаждения по параллельной схеме. Гидравлическая схема СЖО, предлагаемая для обеспечения теплового режима шести магнетронов, представлена на рис. 1.

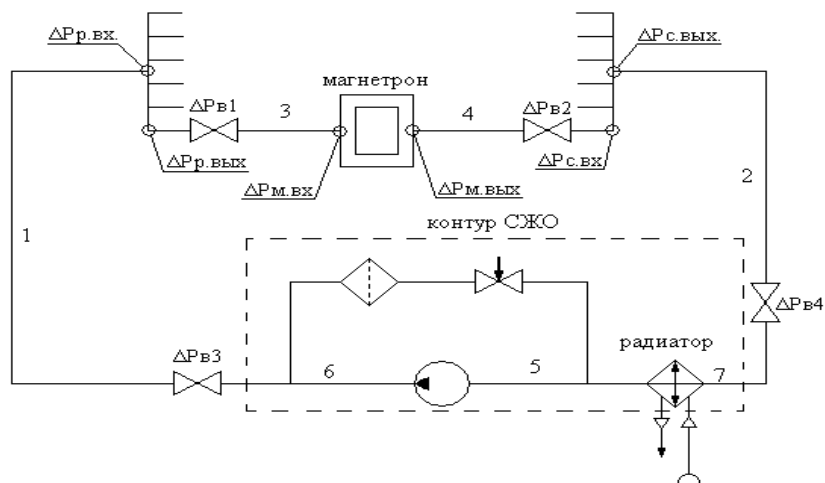


Рис. 3. Схема СЖО для микроволнового устройства

1 – линия нагнетания, 2 – линия всасывания, 3 – вход в рубашку охлаждения магнетрона, 4 – выход из рубашки охлаждения, 5 – насос, 6 – фильтр, 7 – теплообменник

Предлагаемая замена системы воздушного охлаждения на жидкостное для магнетронов малой мощности позволит стабилизировать температуру и повысить надежность работы устройства. При этом предполагается установка рубашки охлаждения непосредственно на анодный блок. Конструктивно СЖО выполнена с учетом возможности легкой замены деталей и подключения к микроволновому устройству.

Выводы

Контактное термическое сопротивление соединения анодного блока с рубашкой охлаждения незначительно и может не учитываться в тепловых расчетах, поскольку перепад температур в месте контакта пренебрежимо мал.

Максимально допустимая температура воды составила 104.1 °С – при этом будут выполняться требования, согласно которым температура поверхности анодного блока не должна превышать 120 °С. Достижение аналитически рассчитанной максимально возможной температуры должно фиксироваться и выводиться на панель управления устройством с последующим отключением питания.

Замена системы воздушного охлаждения на жидкостное для магнетронов малой мощности позволит стабилизировать температуру и повысить надежность работы устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В. И. Азаренков, А. С. Куценко. Методика и алгоритм инженерного расчета температурного режима радиоэлектронной аппаратуры // Вісник національного технічного університету ХПІ. 2013. №2 (976). С. 22-28.
2. Г.И. Чурюмов, А.И. Экезли. Моделирование частотных характеристик магнетрона с двумя выводами энергии // Прикладная радиоэлектроника. 2012. Том 11, № 1. С. 63-71.
3. Yong-Soo Lee, Jong-Soo Lee A study on the cooling system of low power magnetron by using the natural convection heat transfer // 4th IEEE International Conference on Vacuum Electronics. 2003. P. 134-135.
4. Roger J. Meredith Engineers' Handbook of Industrial Microwave Heating Institution of electric engineers, London.1998. 363 p.
5. Dong Ho Park, Eung Ryeol Seo, Myoung Keun Kwon Chang Seon Lee A study on thermal fluid flow of magnetron cooling for microwave oven // Journal of Mechanical Science and Technology April 2019. Vol. 33, Issue 4, P. 1915–1923
6. В. П. Александренков. Исследование эффективности интенсификации теплоотдачи в кольцевом канале при центральном теплоотводе // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2012. Vol. 4. С. 43-50.

УДК 536.2.083

THE INFLUENCE OF COMPONENT COMPOSITION ON THE THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF FOOD PRODUCTS

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

<p>Baibassarova A.R.^{1a} Zhumabekov A.S.^{1b} Stepanova O.A.^{1c}, Cand.Tech.Sc, associate professor Yermolenko M.V.^{1d}, Cand.Tech.Sc Parimbekov Z.A.^{1e}, Cand. Phys.Math. Sc, associate professor</p>	<p>Байбасарова А.Р.^{1а} Жумабеков А.С.^{1б} Степанова О.А.^{1с}, к.т.н, доцент Ермоленко М.В.^{1д}, к.т.н Паримбеков З.А.^{1е}, к. ф-м.н., доцент</p>
<p>1 – Shakarim State University of Semey, Kazakhstan, 071411, Semey, Glinki Street, 20a</p>	<p>1 – Государственный университет имени Шакарима г. Семей, Республика Казахстан, 071411, Семей, улица Глинки, 20а</p>
<p>E-mail: – a - anelya_baibassarova@mail.ru; b - Zhumabekov_Askhat@sm.nis.edu.kz; c – aug11@mail.ru; d – tehfiz@mail.ru; e - lyazzat-p@mail.ru</p>	

Abstract

In this paper, we consider the change in heat capacity and moisture content of meat and vegetable compositions depending on the percentage ratio between meat and vegetables. The equations of dependence of thermophysical characteristics on the composition were obtained. The obtained graphs confirm the linear dependence of heat capacity and moisture content on the composition of food products.

Аннотация

В данной работе рассматривается изменение теплоемкости и влагосодержания мясорастительных композиций в зависимости от процентного соотношения между мясом и овощами. Были

Авторский алфавитный указатель

- Akimov M.M., Tussipov N.O., Alieva M.A., Davydova S.G., Kim I.A.**
Research of the resistance of the dried material in the fluidized bed depending on the speed of the drying agent
Акимов М.М., Тусипов Н.О., Алиева М.А., Давыдова С.Г., Ким И.А.
Исследование сопротивления высушиваемого материала в кипящем слое в зависимости от скорости сушильного агента 7
- Alekseev G.V., Voronenko B.A., Egorova O.A., Leu A.G.**
Heat and mass transfer modeling during storage of food raw materials mounds in conditions of active ventilation
Алексеев Г.В., Вороненко Б.А., Егорова О.А., Леу А.Г.
Моделирование тепло - и массопереноса при хранении насыпей пищевого сырья в условиях активного вентилирования 10
- Amiaga J. V.^{1a}, Vologzhanina S. A.^{2b}**
Features of relief obtaining on the surface of steel parts using a 50 w laser
Амяга Д. В.^{1а} Вологжанина С. А.^{2б}
Особенности получения рельефа на поверхности стальных изделий с помощью лазера мощностью 50 Вт 15
- Parimbekov Z., Aldazhumanov Z., Telmanov M.A.,**
Research of the intensity of processes of freezing products based on meat raw materials
Паримбеков З.А.^а, Алдажуманов Ж.К., Тельманов М. А.
Исследование интенсивности процессов замораживания продуктов на основе мясного сырья 22
- Doroshenko A.V., Khalak V.F., Antonova A.R.**
Solar-radiation-based multifunctional absorption systems of refrigeration and air conditioning. Developments and analysis of opportunities.
Дорошенко А.В., Халак В.Ф., Антонова А.Р.
Солнечные многофункциональные абсорбционные системы хладоснабжения и кондиционирования воздуха. Разработка и анализ возможностей 25
- Boshkova I. L., Volgusheva N.V., Potapov M.D.**
Magnetrons cooling system modernization
Бошкова И.Л., Волгушева Н.В., Потапов М. Д.
Модернизация системы охлаждения магнетронов 34
- Baibassarova A.R., Zhumabekov A.S., Stepanova O.A., Yermolenko M.V., Parimbekov Z.A.**
The influence of component composition on the thermophysical characteristics of food products
Байбасарова А.Р., Жумабеков А.С., Степанова О.А., Ермоленко М.В., Паримбеков З.А.
К вопросу влияния компонентного состава на теплофизические характеристики пищевых продуктов 38
- Doroshenko A.V., Kovalenko S.A., Antonova A.R.**
Solar absorption air conditioning systems based on low temperature evaporative air coolers
Дорошенко А.В., Коваленко С.А., Антонова А.Р.
Солнечные абсорбционные системы кондиционирования воздуха на основе низкотемпературных испарительных воздухоохладителей 40
- Budanov V.A., Berkan I.V.**
Increasing energy efficiency of compressors
Буданов В.А., Беркань И.В.
Повышение энергоэффективности компрессоров 49