

точность контроля влажности и температуры в помещении, что положительным образом влияет на хранимый продукт, так как динамичные изменения тепловлажностных параметров оказывают негативное влияние на пищевые продукты. Чем более стабильна температура и относительная влажность воздуха в хранимом помещении, тем менее интенсивно протекают биохимические реакции внутри продукта, снижается темп усушки продукта, увеличивается срок хранения.

Применение углекислого газа в качестве рабочего вещества также обусловлено современной тенденцией мировых технологий к увеличению экологической безопасности. CO<sub>2</sub> не оказывает пагубного влияния на озоновый слой атмосферы планеты, как это делают искусственно созданные холодильные агенты. Углекислота является одним из современных трендов холодильной индустрии пищевого и сельскохозяйственного направления, который активно получает свое распространение по всему миру.

### **Библиографический список**

1. Хранение пищевых продуктов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://friax.ru/stati/hranenie-pishchevykh-produktov/>

#### **Food storage technology using carbon dioxide as a refrigerant**

*Aldamatov N. E., postgraduate student of the department "Processes and apparatuses of processing industries", Russian Timiryazev State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy*

*Bredikhin S. A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian Timiryazev State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy*

**Abstract:** *The article deals with traditional technologies for cooling the air environment in which food products are stored. The use of carbon dioxide as an alternative refrigerant is considered within the framework of the prospects for the development of food cooling processes.*

**Key words:** *food storage, refrigeration, carbon dioxide, carbon dioxide, CO<sub>2</sub>, industrial safety, environmental safety.*

УДК 664.3.033

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВОДНО-ЖИРОВЫХ ПИЩЕВЫХ СРЕД**

*Андреев Владимир Николаевич, к.т.н., доцент кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: V.andreev@rgau-msha.ru.*

*Бредихин Сергей Алексеевич, д.т.н., профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: sbredihin\_kpia@rgau-msha.ru.*

*Назарова Анастасия Павловна, аспирант кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: nanazarovawrk@gmail.com.*

**Аннотация:** *В статье описывается определение значений теплопроводности методом сравнения водно-жировых пищевых сред, таких как маргарина, кулинарных жиров, спредов, майонезов.*

**Ключевые слова:** *теплопроводность, сравнительный метод, маргарин, водно-жировые пищевые среды.*

Основными процессами производства пищевой продукции на основе водно-жировых сред являются получение стойкой тонкодисперсной эмульсии и термообработка при проведении кристаллизации растительных и животных жиров. Для осуществления данных процессов применяется различное технологическое оборудование, конструкция и режимы работы которого зависят от реологических и теплофизических свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Температурный интервал технологических процессов смешивания и кристаллизации водно-жировых эмульсий достаточно большой – от 0 до 100°С.

При исследовании теплофизических свойств водно-жировых пищевых сред, таких как маргарина, кулинарных жиров, спредов, майонезов, определяют следующие характеристики: удельная теплоемкость ( $c$ , кДж/(кг·К)), коэффициент температуропроводности ( $a$ , м<sup>2</sup>/с) и теплопроводность ( $\lambda$ , Вт/(м·К)) [1, 2].

Данные характеристики теплофизических свойств пищевых продуктов определяют различными методами, как эмпирическими (с помощью полученных расчетных выражений), так и экспериментальными (с применением разнообразного приборного оформления) [3, 4].

Нами для исследования теплофизических свойств водно-жировых пищевых продуктов был разработан экспериментальный способ определения теплопроводности на основе сравнительного метода Христиансена [5], который заключается в сопоставлении характеристик исследуемого продукта с неизменяющимися теплофизическими характеристиками эталонного образца.

Схема экспериментального прибора для определения теплопроводности приведена на рисунке. Прибор устроен следующим образом. В теплоизоляционную рубашку 2 помещен квадратный короб из полимерного материала размером 40х40 мм. Сверху на коробе крепится крышка с фиксатором для создания герметичности при проведении исследований. В нижнюю часть короба помещается исследуемый образец 3 толщиной  $h_u=7-8$  мм. На него плотно накладывается металлическая пластина из меди (теплопроводность  $\lambda=410$  Вт/(м·К) при комнатной температуре). К пластине плотно прижимают эталонный образец 4 толщиной  $h_o=5$  мм из материала с хорошо изученными теплофизическими свойствами – оргстекла плексигласа

(полиметилметакрилата, теплопроводность  $\lambda_0=0,19$  Вт/(м·К)). В верхней части короба располагается электрический теплогреватель 6. В нижней части прибора находится холодильник для отвода тепла с рабочей средой – антифризом или соляным раствором с минимальной температурой охлаждения до  $-10$  °С. На поверхностях раздела исследуемого материала и эталонного образца установлены три датчика температуры в виде спаев термопар 9, провода от датчиков 8 уложены в сборке для шлейфа проводов 7.

Количество теплоты  $Q$  кДж, полученное от электронагревателя, проходит вначале через эталонный образец, а затем через исследуемый продукт. При этом фиксируются значения температуры с помощью датчиков на границах раздела материалов.

$$Q = \frac{t_1 - t'}{R_o} = \frac{t' - t_2}{R_u}$$

где  $t_1$ - температура на горячей стороне эталонного образца, К;  $t'$ - температура на горячей стороне исследуемого продукта, К;  $t_2$ - температура на холодной стороне исследуемого продукта, К;  $R_o$  и  $R_u$  - тепловые сопротивления соответственно эталонного образца и исследуемого продукта,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Дж}$ .

Таким образом теплопроводность исследуемого продукта определяется по формуле

$$R_u = \frac{h_u}{\lambda_u} = \frac{t_1 - t'}{t' - t_2} R_o, \text{ или } \lambda_u = \frac{t' - t_2}{t_1 - t'} \lambda_o \frac{h_u}{h_o}$$

В связи с тем, что тепловое сопротивление эталонного образца известно, то для определения числового значения теплового сопротивления исследуемого продукта вполне достаточно знать разности температур на границах раздела эталонного и исследуемого материалов.

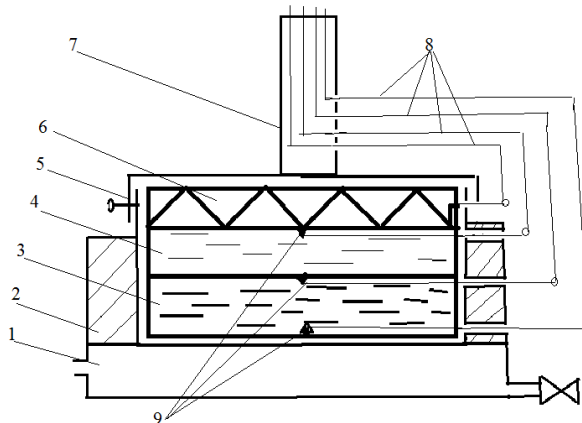


Рисунок 1. Схема прибора для определения коэффициента теплопроводности: 1-холодильник; 2 - теплоизоляционная рубашка; 3 – пластина исследуемого материала; 4 - пластина эталонного материала (эталонная теплопроводность); 5 - крышка с фиксатором для закрепления на коробе; 6- электрический теплогреватель (ТЭН); 7 - коробчатая или круглая сборка для шлейфа проводов от датчиков температуры; 8 - провода от датчиков температуры; 9 -датчики температуры (спаи термопар).

### Библиографический список

1. Андреев, В.Н. Моделирование процессов формирования структур пищевых полуфабрикатов и формования готовых изделий [Текст] -

монография/ В.Н. Андреев, Ю.М. Березовский. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2019.– 168 с.

2.Березовский, Ю.М. Формирование структур пищевых масс и формование готовых изделий [Текст] – монография/ Ю.М. Березовский, В.Н. Андреев. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2017.– 162 с.

3.Инженерная реология. Физико-механические свойства и методы обработки пищевого сырья [Текст]: учебное пособие для вузов / Ю.М. Березовский, С.А. Бредихин, В.Н. Андреев, А.Н. Мартеха; под редакцией В.Н. Андреева. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 192 с.

4.Андреев, В.Н. Системные исследования процесса производства маргариновой продукции [Текст]/ В.Н. Андреев, А.Н. Мартеха, В.В. Демичев// Сборник тезисов X Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Том 2. Под общей редакцией А.Ю. Просекова/ Кемеровский государственный университет. – Кемерово, 2022. – с.56-57.

5.Гинзбург, А.С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов [Текст]. Справочник / А.С. Гинзбург, М.А. Громов, Г.И.Красовская. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 288 с.

***Development of a method for determining the thermal conductivity of water-fat food media***

*Andreev V. N., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Processes and Devices of Processing Industries, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev.*

*Bredihin S. A., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Processes and Devices of Processing Industries, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev.*

*Nazarova A. P., postgraduate student of the Department of Processes and Devices of Processing Industries, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev.*

***Abstract:*** *The article describes the determination of thermal conductivity values by comparing water-fat food media, such as margarine, cooking fats, spreads, mayonnaise.*

***Key words:*** *thermal conductivity, comparative method, margarine, water-fat food media.*

УДК 664.6

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЛИНОВ  
ФАРШИРОВАННЫХ БЫСТРОЗАМОРОЖЕННЫХ С МЯСО-  
ОВОЩНОЙ НАЧИНКОЙ ДЛЯ ДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ**

*Захарова Ольга Алексеевна, д.с.-х.н., профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», e-mail: ol-zahar-ru@yandex.ru*