

СПОСОБ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВОДНО-ЖИРОВЫХ ДИСПЕРСНЫХ СРЕД

*Демичев Владимир Васильевич, магистрант 2 курса технологического института ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: demi4ev.volodymyr@yandex.ru*

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

***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 , м²/с) и теплопроводность (λ , Вт/(м·К)) [1].

Данные характеристики теплофизических свойств пищевых продуктов определяют различными методами, как эмпирическими (с помощью полученных расчетных выражений), так и экспериментальными (с применением разнообразного приборного оформления) [2].

Нами для исследования теплофизических свойств водно-жировых пищевых продуктов был разработан экспериментальный способ определения теплопроводности на основе сравнительного метода Христиансена [3], который заключается в сопоставлении характеристик исследуемого продукта с неизменяющимися теплофизическими характеристиками эталонного образца.

Схема экспериментального прибора для определения теплопроводности приведена на рисунке 1. Прибор устроен следующим образом. В теплоизоляционную рубашку 2 помещен квадратный короб из полимерного материала размером 40×40 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 $\lambda_o = 0,19$ Вт/(м·К)). В верхней части короба располагается электрический теплонагреватель 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, м² К/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.

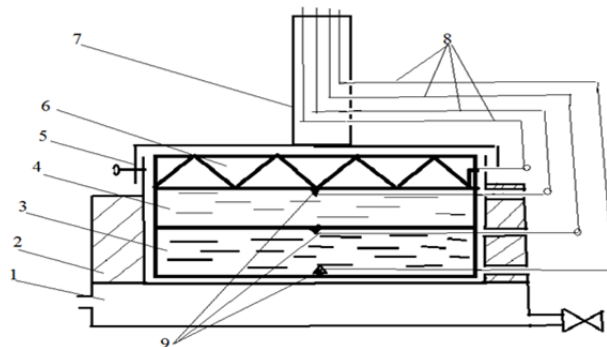


Рисунок 1 – Схема прибора для определения коэффициента теплопроводности:

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

1. **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.

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