

НЕАДДИТИВНОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПРОДУКТОВ, СОДЕРЖАЩИХ ВЛАГУ

Шкаруппо С.К., Осмоловский К.В.
Научный руководитель – Смоляк А.А., к.т.н., доцент
Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь

Одним из наиболее весомых компонентов пищевых продуктов является влага. Поэтому пищевые продукты часто рассматривают как смесь сухих веществ и воды.

Наличие влаги в теле увеличивает коэффициент теплопроводности. Считается, что коэффициент теплопроводности не является аддитивным свойством. Для пористых материалов, например для влажного кирпича, его значения могут превышать значения для сухого тела и воды в отдельности. Подобное явление отмечено также в тесте при выпечке хлебобулочных изделий.

Это объясняется тем, что в капиллярно-пористых телах влага полностью или частично находится практически в свободном состоянии, допускающем ее конвективную диффузию внутри продукта. Но в этом случае речь уже идет не о теплопроводности, а о комбинированном явлении тепло- и массообмена. Поэтому и коэффициент теплопроводности в подобных случаях называют «эффективным» (или «эквивалентным»). Он уже не является только свойством продукта, так как будет зависеть от параметров процесса массообмена.

В пищевых продуктах влага обычно встречается в связанном и внутриклеточном состояниях. Однако обращает на себя внимание тот факт, что коэффициент теплопроводности пищевых продуктов, как правило, не превышает коэффициента теплопроводности воды в жидком состоянии (0,6 Вт/(м·К) при 20 °С). Например, для картофеля $\lambda = 0,442 \dots 0,590$ Вт/(м·К), для говядины (перпендикулярно волокнам) $\lambda = 0,479$ Вт/(м·К), для сардины $\lambda = 0,337$ Вт/(м·К), для сгущенного молока $\lambda = 0,509$ Вт/(м·К). Коэффициент теплопроводности сухих веществ в пищевых продуктах ниже коэффициента теплопроводности воды. А значения коэффициента теплопроводности для большинства пищевых продуктов располагаются между его значениями для сухих веществ и для воды.

В справочной литературе нередко предлагаются линейные формулы для коэффициента теплопроводности в зависимости от содержания влаги. Например, для картофеля, моркови, свеклы и томатов Громовым М.А. практически для всего интервала влажностей $W = 0-95\%$ предложена формула

$$\lambda = 0,13 + 0,052W$$

Однако линейные зависимости от массовой доли как раз и описывают аддитивные свойства. Значение коэффициента теплопроводности при влажности $W = 100\%$ по таким формулам часто близки к его значению для воды.

В общем случае коэффициент теплопроводности пищевых продуктов проявляет признаки неаддитивности. Но в некоторых ситуациях для продуктов со связанной влагой его практически можно считать аддитивной величиной и вычислять по формулам аддитивности через коэффициенты теплопроводности сухих веществ и воды. Для выяснения конкретных условий применения аддитивности требуется дальнейшее изучение вопроса.