

О ПРИМЕНЕНИИ ТЕОРИИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПРИ НАГРЕВАНИИ ПИЩЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ СОДЕРЖАЩИХ ВЛАГУ

Смоляк А.А., Смагина М.Н.

Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь

Процессы тепловой обработки пищевых изделий рассматриваются прежде всего как процессы нестационарного теплообмена в твердом теле. Эти процессы зависят от такого свойства тела как коэффициент температуропроводности, равного $a = \lambda / (\rho c_p)$.

Одним из наиболее весомых компонентов многих пищевых продуктов является вода. Содержание влаги влияет на теплофизические свойства продуктов. Но, если такие свойства, как плотность ρ и теплоемкость c_p являются аддитивными и могут быть вычислены по составу изделия, то коэффициент теплопроводности λ , а следовательно и коэффициент температуропроводности a принято считать неаддитивными.

Так для пористых материалов (например, кирпич) наличие влаги в теле не просто сильно увеличивает коэффициент теплопроводности. Его значение для влажного тела иногда намного превышает значения коэффициент теплопроводности для самой воды. Подобное явление в некоторых работах отмечено и для коэффициента теплопроводности некоторых влажных пищевых продуктов.

Очевидно, такой процесс не является чистой теплопроводностью. Перенос теплоты в нем усиливается конвективной диффузией влаги, которая находится в свободном или слабо связанном состоянии. Здесь речь уже идет о комбинированном явлении тепло и массообмена. Поэтому и коэффициент теплопроводности, который в подобных случаях называют «эффективным» (или «эквивалентным»), уже не является только свойством продукта. В таком случае для аналитического описания и для расчетов процессов нагревания классическая теория нестационарной теплопроводности с ее таблицами и диаграммами неприменима.

Однако анализ справочных данных показывает, что коэффициент теплопроводности пищевых продуктов, как правило, не превышает его значений для воды, а коэффициент теплопроводности сухих веществ в несколько раз ниже. К тому же для многих пищевых продуктов различными авторами предлагают линейные эмпирические формулы для расчета коэффициента теплопроводности в зависимости от содержания влаги. А линейная зависимость характеризует как раз аддитивность рассчитываемой величины. Экстраполяция по этим формулам до влажности 100% также дает значения близкие к коэффициенту теплопроводности воды.

Это означает, что влага в теле не является свободной. В этом случае при нагревании или охлаждении тела в нем отсутствует конвективная диффузия влаги. Массообмен может иметь место в виде молекулярной диффузии, которая аналогична молекулярному переносу теплоты, т.е. теплопроводности. Закон теплопроводности Фурье и закон молекулярной диффузии Фика имеют одинаковую математическую форму. Поэтому если теплопроводность и сопровождается молекулярной диффузией, то это внесет лишь количественные отличия в характеристиках процесса теплообмена. Качественно же процесс отличаться не будет.

Отсюда следует, что если влага в теле находится в связанном состоянии, допускающем только концентрационную молекулярную диффузию, для описания процессов нестационарной теплопроводности можно уверенно применять все положения классической теории теплопроводности.