

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ПАРОВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

Кирик И.М., Кирик А.В., Кравченко А.С.
Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Беларусь

Для интенсификации тепловой обработки мясной продукции в универсальных термокамерах необходимо высокое содержание влаги в греющей среде, что позволяет увеличить на первоначальном этапе нагрева количество подводимой теплоты без увеличения температуры греющей среды, обеспечение равномерности температурного поля по объему рабочей камеры. Для этих целей применяется перегретый водяной пар, который по своим свойствам отвечает вышеуказанным требованиям. Данный теплоноситель является дешевым, доступным и позволяет достичь высоких температур технологического процесса (до 250° С) без повышения давления выше атмосферного.

Многообразие подходов по исследованию факторов интенсификации тепловой обработки мясопродуктов в паровоздушной среде и сложность прогнозирования ее продолжительности не позволяют обеспечить ритмичность производства, составлять рациональные графики выпуска продукции и эффективно использовать рабочую силу.

Продолжительность тепловой обработки изделий определяется количеством времени, необходимого для нагревания всего объема заготовки до достижения температуры, определяющую кулинарную готовность. За критерий кулинарной готовности мясной продукции принимается температура в центре изделия не менее 75°С, что обусловлено технологическими и санитарно-гигиеническими требованиями.

Измеренные значения температуры на поверхности и в центре изделия во времени показали, что температура на поверхности быстро возрастает, со временем скорость возрастания ее температуры уменьшается и приближается к температуре греющей среды. В центре изделия на первоначальной стадии температура остается неизменной, пока идет процесс прогрева изделия. Через некоторое время температура в центре начинает расти сначала быстро, а затем все медленнее, также приближаясь к некоторой предельной температуре (рис. 1).

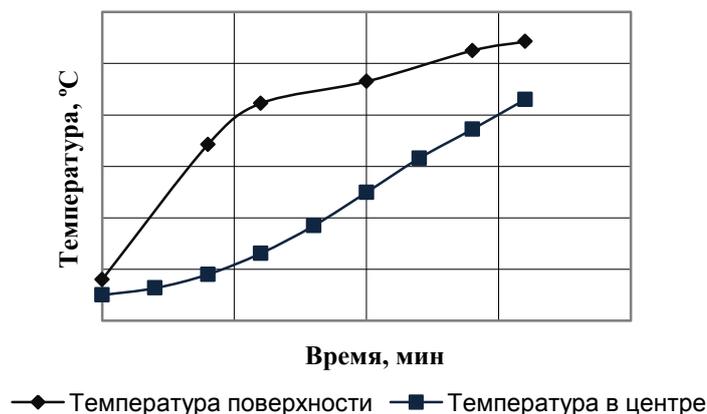


Рисунок 1 – Зависимость температуры образца из мясного фарша от продолжительности тепловой обработки

Таким образом, для расчета продолжительности тепловой обработки мясных изделий целесообразно использование известных математических зависимостей, описывающих нагревание тел при нестационарной теплопроводности. При обработке полученных результатов принимались допущения: изделия условно рассматриваем как однородные тела; за модель тела принимаем бесконечный цилиндр, за определяющий размер принимаем диаметр; физико-химическими и массообменными процессами пренебрегаем.

При тепловой обработке мясопродуктов имеет место существенное различие – температура внутри изделия стремится не к температуре греющей среды, а к температуре кипения воды на линии насыщения, т.к. изделие из мясного фарша в качестве одного из основных компонентов содержит воду в жидком состоянии, и количество влаги, испарившейся за время тепловой обработки, значительно меньше ее количества, остающейся в продукте. Следовательно, на протяжении всего процесса тепловой обработки изделие прогревается до температуры, близкой к 100°C, оставаясь влажным телом [1].

При значениях числа Фурье $Fo \geq 0,25$ для математического описания процесса нагрева изделия используется зависимость (этот режим называют регулярным и изменение температуры при этом во всех точках тела имеет аналогичный характер) [2]:

$$\theta = D_1 \cdot e^{-\mu_1^2 \cdot Fo} \quad (1)$$

где θ – безразмерная температура, которая определяется из выражения:

$$\theta = \frac{100 - t}{100 - t_0}; \quad (2)$$

t_0 – начальная температура изделия, °C;

t – температура изделия в момент времени τ , °C;

Обобщение экспериментальных данных зависимостью (1) позволяет получить расчетные уравнения, а также прогнозировать изменения температуры во времени в процессе тепловой обработки. Коэффициенты D_1 и μ_1 определяются эмпирическим путем.

Расчетная зависимость изменения безразмерной температуры в центре колбасных изделий из мясного фарша (рецептура колбасы вареной «Птушка новая» РЦ ВУ 100758919.2672-2013) массой 100-300 г при $Fo > 0,25$ имеет следующий вид:

$$\theta = 1,4 \cdot e^{-4,58Fo} \quad (3)$$

Уравнение (3) рекомендуется для определения температуры в центре изделий в зависимости от времени или расчета необходимого времени до достижения заданной температуры в центре обрабатываемой мясной заготовки в форме цилиндра. Данная зависимость может быть положена в основу методики инженерного расчета тепловых аппаратов для обработки мясопродуктов.

Литература

1. Акулич, А.В. Исследование процесса тепловой обработки изделий из мясного фарша от режимных параметров в бытовом аппарате инфракрасного нагрева / А.В. Акулич, И.М. Кирик, С.И. Василевская // Пищевая наука и технология. – 2012. - №4. – С. 94-97.
2. Теплоэнергетика и теплотехника: в 4 т. / А.В. Клименко; под общ. ред. А.В. Клименко и М.В. Зорина. – 4-е изд. – М: Издательский дом МЭИ, 2007. – Т.2: Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: справочник. – 564 с.