

зависит от направленности приложения. Например, при создании приложения, цель которого – генерация фотографий, приближенных к реальным изображениям, использование GAN является крайне целесообразным. И, наоборот, в случае, когда в приложении нет необходимости генерации данных, GAN практически не используется.

1. Neurohive [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/gan-rukovodstvo-dljajnovichkov/>

2. РОСКОМСВОБОДА [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://roskomsvoboda.org/22487/>

3. Evergreen [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://evergreens.com.ua/ru/articles/gan.html>

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ОПЕРАЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Смагина М.Н.¹, Терешкова Е.Р.²,

¹аспирант Могилевского государственного университета продовольствия

*²студентка 3-го курса Могилевского государственного университета продовольствия,
г. Могилев, Республика Беларусь*

Научный руководитель – Смоляк А.А., канд. техн. наук, доцент

Одной из проблем при подготовке студентов в вузах является умение применять теоретические знания фундаментальных наук в реализации отдельных прикладных задач. Так, студенты технологических специальностей изучают теорию тепломассообмена, но не понимают, как применять ее в производственной деятельности. Между тем, например запекание мясных полуфабрикатов является не только технологическим процессом, но в гораздо большей степени теплофизическим процессом, характер протекания которого определяется прежде всего законами теплообмена. Важнейшим для технологов, но трудно поддающемуся расчету показателем эффективности тепловой обработки пищевой продукции, является продолжительность процесса. Предлагаемые методики аналитического определения продолжительности тепловых операций сложны и нуждаются в корректировке. Отсутствие комплексного подхода по изучению факторов интенсификации тепловой обработки и невозможность прогнозирования ее продолжительности не позволяют рационально осуществлять производственный процесс. Решение указанной задачи позволит повысить эффективность тепловой обработки, приведет к повышению потребительских характеристик готовой продукции и повышению эффективности оперативного планирования производства.

Материалы и методы. Рекомендуется два способа определения длительности процесса: по темпу нагрева и по интенсивности теплоподвода.

Дифференциальное уравнение теплопроводности при отсутствии внутренних источников теплоты имеет вид [1, 2]:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left[\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right], \quad (1)$$

где t – температура, К; τ – время, с;

Уравнение (1) имеет бесчисленное множество решений. Для выделения единственности их решения необходимо задать состояние системы в начале процесса (начальные условия) и характер взаимодействия между рассматриваемой системой и окружающей средой (граничные условия).

Уравнение теплопроводности в безразмерной форме для одномерной задачи имеет следующий вид [1, 2]:

$$\frac{\partial \Theta}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 \Theta}{\partial \xi^2}, \quad (2)$$

где Θ – безразмерная температура тела; ξ – безразмерная координата; Fo – число Фурье.

Процесс нагревания однородных тел характеризуется безразмерной температурой тела [3]:

$$\Theta = \frac{t_{ж} - t}{t_{ж} - t_0}, \quad (3)$$

где t – температура тела в момент времени $\tau > \tau_0$, °С; $t_{ж}$ – некоторая фиксированная температура, °С; t_0 – начальная температура тела, °С.

Безразмерная температура тела определяется безразмерной координатой, числом Био и числом Фурье, т.е

$$\Theta = f(\xi; Bi; Fo), \quad (4)$$

Безразмерная координата ξ равна [3]:

$$\xi = \frac{x}{l}, \quad (5)$$

где x – координата; l – характерный линейный размер, м.

Уравнение, описывающее нестационарное температурное поле в теле, представляет собой сумму бесконечного ряда, члены которого расположены по быстро убывающим экспоненциальным функциям, и имеет следующий вид [2, 3]:

$$\Theta = \sum_{n=1}^{\infty} A(\mu_n) U(\mu_n \bar{\xi}) \exp(-\mu_n^2 Fo), \quad (6)$$

где A , U – табличные функции; μ_n – корни характеристического уравнения $\mu = \mu(Bi)$, значения $\mu(Bi)$ табулированы.

Результаты и их обсуждение. В ходе проведенных исследований предложена методика прогнозирования тепловых операций, учитывающая изменение теплофизических характеристик материала при превращении сырого фарша в готовый продукт с измененными структурными элементами, а также наличие корки с теплофизическими характеристиками, отличными от внутреннего материала.

Из уравнений (3) и (6) выражаем время, за которое изделие из мясного фарша достигнет температуры кулинарной готовности:

$$\tau = \frac{r^2}{-\mu^2 a_{экв}} \ln \frac{\Theta_u}{N(Bi)}, \quad (7)$$

При проведении расчетов принимали теплофизические характеристики для фарша из филе кур [4].

По результатам экспериментальных исследований выявлено, что отклонения значений времени запекания между теоретически-рассчитанным и полученными экспериментально при температуре греющей среды 150°С составляют 4,44%, при 160°С – 1,49%, при 180°С – 4,35%, при 200°С – 2,17%, при 220°С – 3,11%. Отклонение расчетных данных по сравнению с фактическими не превышают погрешности в 5%.

Заключение. В данной статье предложено применять теорию теплообмена для прогнозирования продолжительности технологических процессов. Подобный подход позволит более тесно увязать знания фундаментальных дисциплин с производственной деятельностью при подготовке студентов технологического профиля.

1. Бражников, А.М. Теория термической обработки мясoproдуктов / А.М. Бражников. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.
2. Исаченко, В.П. Теплопередача. Учебник для вузов. / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – 4-е изд. – М.: «Энергия», 1981. – 415 с.
3. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент / Е.В. Аметистов, В.А. Григорьев, Б.Т. Емцев и др.; Под общей редакцией Е.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.: Энергоиздат, 1982. – 512 с.
4. Гинзбург, А.С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов: справочник. / А.С. Гинзбург, М.А. Громов, Г.И. Красовская. – 2-е изд. – М.: «Пищевая промышленность», 1980. – 288 с.