

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЫПЕЧКИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ПАРОКОНВЕКТОМАТЕ

Кирик И.М., канд. техн. наук, доц.,

Кирик А.В., канд. техн. наук, доц.

Могилевский государственный университет продовольствия
(Беларусь)

Качество получаемых хлебобулочных изделий и расход энергии на выпечку зависят от ее оптимальной продолжительности, которая обусловлена многими факторами: массой и формой изделия, свойствами теста, интенсивностью тепловой обработки и способом выпечки. Окончание выпечки объективно устанавливается по температуре в центре выпекаемой тестовой заготовки (ВТЗ), которая не должна превышать 96...98° С. Известно, что процесс выпечки делится на два периода: I – период переменного объема и II – период постоянного объема выпекаемой тестовой заготовки.

Для определения продолжительности первого периода выпечки ВТЗ τ_1 (с), при котором на ее поверхности образуется корка с температурой t , решалось уравнение (1) методом простых итераций, применяя MATLAB:

$$t(0, \tau) = t_c \cdot [1 - e^{-a \cdot H^2 \cdot \tau} \cdot \operatorname{erfc}(H \cdot \sqrt{\alpha \cdot \tau})], \quad (1)$$

где t – температура поверхности ВТЗ, °С; t_c – температура теплоносителя, °С; a – коэффициент температуропроводности, м²/с; τ – время выпечки, с; $H = \alpha / \lambda$ – относительный коэффициент теплообмена, м⁻¹; α – коэффициент теплоотдачи, Вт/м²·°С; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С; erfc – функция ошибок Гаусса.

Численное значение коэффициента теплоотдачи α от греющей паровоздушной среды к поверхности ВТЗ, входящего в данную формулу, определялось по классической методике, используя теорию подобия, применяя полученный нами поправочный коэффициент ε_ϕ , учитывающий влажность теплоносителя:

$$\varepsilon_\phi = 0,019 \cdot \phi^{1,594}, \quad (2)$$

где ϕ – относительная влажность воздуха, %.

Для определения продолжительности τ_2 (с) второго периода выпечки ВТЗ в форме шарового сегмента с соотношением диаметра к начальной высоте $D/h_n \approx 5:1$, при котором температура в ее центре достигает величины 96...98° С, решалось уравнение, полученное нами при изучении процесса нестационарной теплопроводности в ВТЗ:

$$\tau_2 = -\frac{(\ln \Theta - 2,91) \cdot l^2}{8,98 \cdot \alpha}, \quad (3)$$

где Θ – безразмерная температура; l – характерный геометрический размер ВТЗ, м, равный половине высоты изделия после расстойки h_n .

Продолжительность процесса выпечки тестовых заготовок τ (с) определяется сложением полученных в результате расчетов значений τ_1 и τ_2 и может быть использована при определении проектной производительности пароконвекционного оборудования.

Для реализации выпечки в условиях объектов общественного питания и малых предприятий нами был разработан универсальный тепловой аппарат – пароконвектомат (рис. 1), который в Республике Беларусь до настоящего времени не производился. Мы этот аппарат активно импортировали, что, соответственно, накладывало отпечаток на его цену и сделало по сути невозможным его использование на бюджетных объектах общепита (патент РБ на полезную модель № 6333).

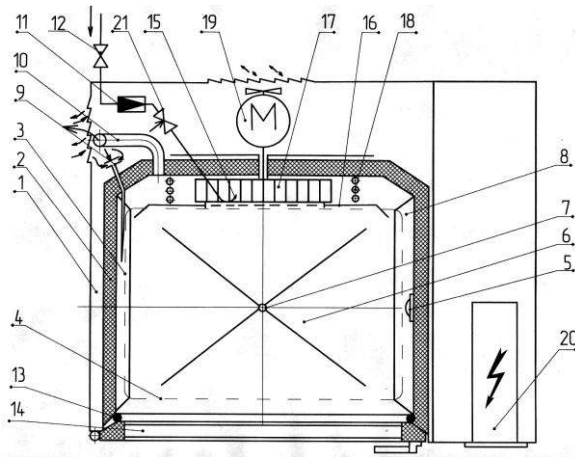


Рисунок – Схема инжекторного пароконвектомата АПК-0,85:

1 – корпус; 2 – теплоизоляция; 3, 8 – направляющие для емкостей; 4 – место расположения емкости; 5 – лампочка; 6 – днище; 7 – отверстие для удаления конденсата; 9 – патрубок с клапаном для ввода свежего воздуха; 10 – патрубок для отвода теплоносителя; 11 – редукционный клапан; 12 – вентиль подачи воды; 13 – уплотнитель; 14 – дверца; 15 – патрубок подачи воды внутрь турбины; 16 – шторка; 17 – турбина вентилятора; 18 – ТЭНы; 19 – электродвигатель; 20 – блок управления; 21 – клапан электромагнитный