

### Литература

1. Лилишенцева, А.Н. Содержание оксиметилфурфуурола во фруктовых соках как идентифицирующий показатель при выявлении фальсификации / А.Н. Лилишенцева, Н.И. Ивашенко, М.С. Исаченко // Совершенствование технологий и оборудования пищевых производств. Сб. докладов VI Межд. научно-практ конференция, г. Минск, 2–3 октября 2007г., редкол.: З.В. Ловкис и др. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. – С.173–175.

УДК 621.365:641.5.35; 641.521:641.542.6

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В ПАРОКОНВЕКЦИОННОЙ АППАРАТУРЕ

*Иванов А.В., д.т.н., проф., Кирик И.М., к.т.н., доц., Кирик А.В. (МГУП)*

Конвектоматы и пароконвектоматы – самые популярные в настоящее время автоматизированные, многофункциональные аппараты, используемые для тепловой обработки различных пищевых продуктов. Положительный эффект достигается за счет интенсивного вентилирования греющего воздуха и использования регулируемой системы увлажнения.

Принудительная конвекция теплоносителя позволяет выравнивать температурное поле в рабочей камере и создавать одинаковые условия нагрева в любой ее зоне, максимально загрузив камеру продуктом, а также ускорять нагрев продуктов и автоматизировать процесс. Увлажнение греющей среды создает оптимальные условия массообмена, уменьшающие потери массы, оно позволяет получить изделие с однородной структурой центральных слоев и одновременно сформировать ярко выраженную тонкую корочку на поверхности.

В настоящее время наблюдается резкий рост развития малых и средних объектов общественного питания, имеющих ряд особенностей: разнообразный ассортимент выпускаемых блюд и кулинарных изделий; небольшие производственные и торговые площади; минимальное количество обслуживающего персонала; высокая скорость производства продукции и обслуживания. Поэтому для обеспечения производственного процесса на подобных объектах требуется универсальное высокопроизводительное, экономичное оборудование, занимающее малую площадь и обеспечивающее выпуск разнообразной высококачественной готовой продукции.

В Республике Беларусь до настоящего времени на отечественных заводах торгового машиностроения данное оборудование не производилось, и мы его активно импортировали из дальнего зарубежья и России, что, соответственно, накладывало серьезный отпечаток на его цену и сделало, по сути, невозможным его использование на бюджетных объектах общественного питания (школьных столовых, столовых при детских садах, столовых при лечебно-профилактических учреждениях и т.п.), где пароконвекционное оборудование крайне необходимо.

Кафедрой МАПП УО «МГУП» совместно с РУП «Гомельторгмаш» в 2009-2010 годах разработан первый белорусский пароконвекционный аппарат АПК-0,85 – это позволит снизить зависимость в данном оборудовании от импортных производителей. Схема пароконвекционного аппарата, реализованная в реальной конструкции аппарата АПК-0,85, защищена патентом Республики Беларусь № 6333 на полезную модель. Аппарат (см. рисунок 1) состоит из корпуса 1, внутри которого расположена теплоизолированная рабочая камера 2, по внутренним боковым стенкам которой расположены направляющие 3 и 4 для гастроемкостей 5 и лампа освещения 6.

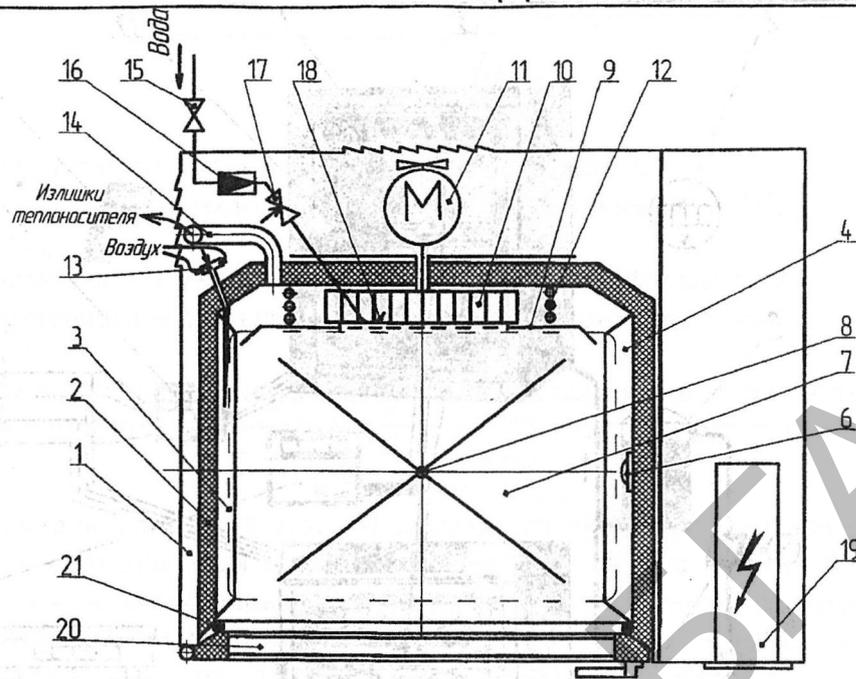
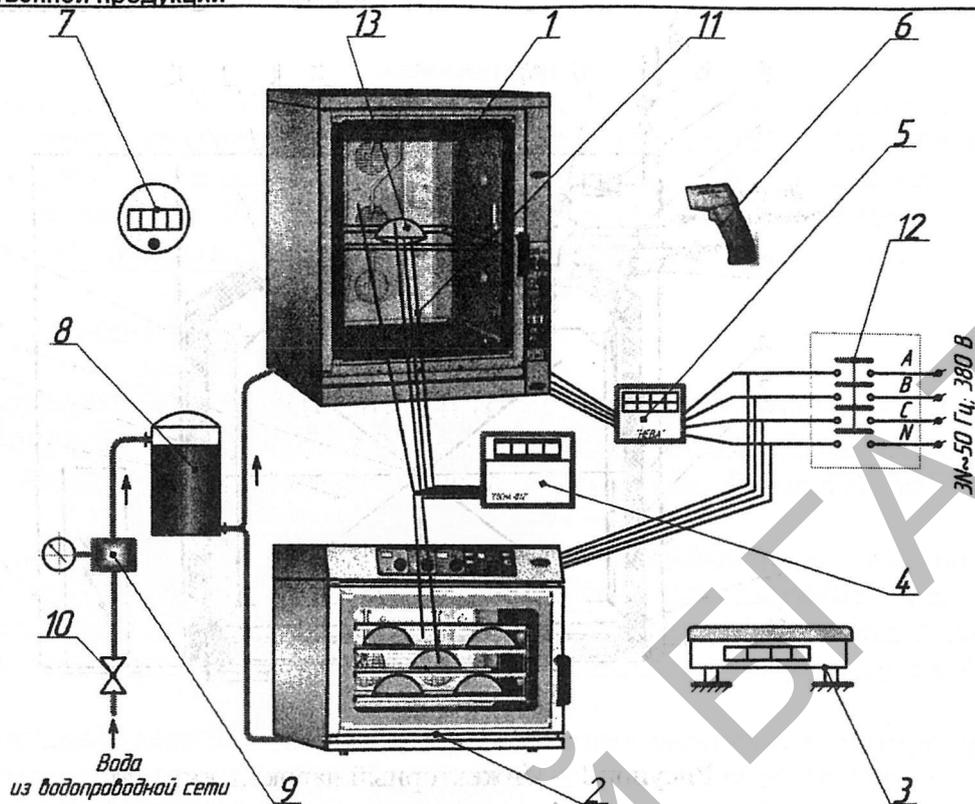


Рисунок 1 – Инжекторный пароконвектомат

Днище 7 выполнено с наклоном к центру и имеет патрубок 8 для отвода образующегося конденсата. Вертикальной перегородкой 9 камера условно разделена на переднюю рабочую камеру, где размещаются емкости, и заднюю камеру обогрева, в которой установлены турбина вентилятора 10, приводимая в движение реверсивным электродвигателем 11, и ТЭНы 12, расположенные вокруг турбины. В рабочей камере 2 на 1/3 ее высоты установлен воздушный патрубок с электромагнитным клапаном 13, предназначенный для подсоса свежего воздуха. На задней стенке камеры под потолком расположен патрубок 14 для отвода излишка теплоносителя. Вентиль 15, редукционный клапан 16 и управляемый электромагнитный клапан 17 служат для подвода воды из системы холодного водоснабжения внутрь турбины вентилятора 10 через подводящий патрубок 18. Регулировка пароувлажнения рабочей камеры осуществляется с панели управления 19 электрическим сигналом на электромагнитный клапан 17. Рабочая камера закрывается дверцей 20, выполненной в виде разъемного двойного стеклопакета с боковым открыванием. Герметичность закрытия обеспечивается использованием надежного высокотемпературного уплотнительного материала 21, расположенного по всему периметру дверцы.

Опытно-промышленные образцы пароконвекционного аппарата АПК-0,85 (с механическим и электронным блоками управления) успешно прошли производственные и сертификационные испытания и в настоящее время на предприятии начато серийное производство.

В настоящее время для некоторых групп хлебобулочных изделий, например, заварных сортов ржано-пшеничного хлеба, практически отсутствуют сведения, отражающие научно-обоснованные параметры их тепловой обработки в пароконвекционных аппаратах. Вместе с тем, технология получения этой группы изделий обладает рядом специфических свойств, требующих неординарных подходов к процессам тепло- и массообмена, происходящих в системе обогрева в пекарной камере. Для проведения экспериментальных исследований по изучению процесса теплопроводности в теле выпекаемой тестовой заготовки (далее ВТЗ) создана экспериментальная установка, схема которой представлена на рисунке 2.



- 1 – аппарат пароконвекционный; 2 – шкаф расстоечный; 3 – весы электронные лабораторные SC 4010; 4 – измеритель-регулятор «Сосна»; 5 – счетчик трехфазный «Нева»; 6 – пирометр Centr-350; 7 – счетчик-секундомер электронный; 8 – колонка ионообменная DEF; 9 – клапан редукционный с манометром ИТАР; 10 – кран пробковый; 11 – преобразователь термоэлектрический ТХА(К); 12 – пускатель магнитный ПМЕ; 13 – заготовка тестовая

Рисунок 2 – Схема экспериментальной установки

Выпечка изделий из теста в пароконвектомате представляет собой нестационарный процесс, включающий теплопроводность, перенос влаги с изменением ее агрегатного состояния и различные другие физические, биохимические, микробиологические, коллоидные процессы. Базовым процессом здесь следует считать нестационарную теплопроводность в теле тестовой заготовки, поскольку изменение температурного поля вызывает или изменяет все остальные процессы.

Измеренные значения температуры на поверхности и в центре выпекаемой тестовой заготовки показали классически традиционный в качественном плане характер изменения температуры во времени. Температура на поверхности (или температура корки) сразу быстро возрастает, со временем скорость возрастания ее уменьшается, и температура приближается к температуре греющей среды. В центре изделия на первоначальной стадии температура остается неизменной, пока идет процесс прогрева заготовки. На второй стадии, которая наступает через некоторое время, температура в центре выпекаемой тестовой заготовки начинает расти сначала быстро, а затем все медленнее, также приближаясь к некоторой предельной температуре.

При обработке результатов экспериментальных исследований процесса тепловой обработки ВТЗ из пшеничного теста выявлено, что при некоторых условиях процесс нагревания изделий из теста в его второй стадии можно рассматривать как регулярный режим нагревания тел в классической теории нестационарной теплопроводности, который характеризуется тем, что при определенных значениях числа Фурье математическое описание процесса имеет следующий вид:

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

где  $\theta$  – безразмерная температура, определяемая как

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

$t_0$  – начальная температура выпекаемой тестовой заготовки, °С;

$t$  – температура выпекаемой тестовой заготовки в момент времени  $\tau$ , °С;

$Fo$  – число Фурье;

$D_l$  – функция, зависящая от граничных условий, координат, формы тела;

$\mu_l$  – корень характеристического уравнения, получаемый при решении.

В результате проведенных экспериментальных исследований и их обработки было получено уравнение, описывающее процесс прогрева ВТЗ в пароконвекционном аппарате

$$\theta = 18,3 \cdot e^{-8,98Fo} \quad (3)$$

Данное уравнение получено для изделий из сдобного теста в форме шарового сегмента массой 200...400 г с соотношением диаметра к начальной высоте (высота изделия после расстойки)  $D/h_n \approx 5:1$  и справедливо при  $Fo \geq 0,35$ . Это уравнение рекомендуется для инженерных расчетов при определении температуры в центре изделий по истечении определенного времени или при определении необходимого времени до достижения заданной температуры в центре выпекаемой тестовой заготовки.

#### Литература

1. Смоляк, А.А. Результаты экспериментальных исследований процесса гидротермической обработки заготовок из пшеничного теста / А.А. Смоляк А.А., А.В. Кирик // Техника и технология пищевых производств: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 21-22 мая 2009 г.: в 2 ч. / Могил. гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2009. – Ч.2 – С. 119-120.
2. Иванов, А.В., Анализ результатов экспериментальных исследований процесса гидротермической обработки тестовых заготовок в пароконвекционном аппарате / А.В. Иванов, А.А. Смоляк, А.В. Кирик // Тем. зб. наук. пр./ Донецкий нац. ун-т экон. і торг. – Донецьк, 2009. – Вип. 22: Обладнання та технології харчових виробництв. – С.67-72.

УДК 677.3:631.17

### МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ШЕРСТИ

Шевченко И.А., д.т.н., чл.-корр. НААН, Лиходед В.В., с.н.с., Павленко С.И., к.т.н.  
(Институт механизации животноводства НААН, г. Запорожье, Украина)

#### Введение

В условиях рыночных отношений, когда существующие отечественные фабрики (Харьковская и Черниговская ПОШ) оказались неконкурентоспособными и находятся на грани закрытия, возникла необходимость в разработке альтернативных вариантов первичной обработки шерсти и последующей ее переработки в пряжу и шерстяные изделия непосредственно в условиях хозяйств, что будет стимулировать эти хозяйства за счет повышения реализационных цен на конечную продукцию [1, 2].

Известные технологии первичной обработки шерсти содержат такой важный, но слишком затратный технологический процесс, как промывка шерсти, от качества выполнения которого в значительной мере зависит эффективность и самих технологий [3,4]. Общим недостатком этого технологического процесса является низкое качество промывания шерсти из-за чрезмерного остатка отработанного моющего раствора в мытой шерсти после