

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Дудко С.Д., Оболкина В.И.

Национальный университет пищевых технологий

Институт последипломного образования

Термообработка мучных кондитерских изделий - сложный гидротермический процесс, для которого характерен перенос тепла и влаги в коллоидных капиллярно-пористых материалах под влиянием высокой температуры [1]. Во время выпечки тестовых заготовок происходят физико-химические и коллоидные процессы, формирующие качество готовых изделий. К ним относятся термическая денатурация и коагуляция белковых веществ, частичная клейстеризация крахмала, распад химических разрыхлителей, карамелизация сахаров, образование белкового пористого каркаса изделий. Интенсивный прогрев теста вызывает внутреннее перемещение влаги и влагообмен между тестом и средой пекарной камеры.

Обезвоживание тестовых заготовок в процессе термообработки протекает неравномерно. В первый период выпечки возникает значительный температурный градиент между поверхностными и центральными слоями теста, поэтому испарение влаги происходит с поверхностных слоев. Часть влаги, под действием градиента термовлагопроводности, перемещается от поверхностных к центральным слоям теста. Во второй период выпечки, когда температура центральных слоев достигает 100°C, температурный градиент значительно снижается, а градиент влагопроводности продолжает увеличиваться благодаря обезвоживанию поверхностных слоев теста. Зона испарения перемещается вглубь изделия. Внутри изделий влага превращается в пар, что повышает давление, под действием которого происходит перемещение влаги от центральных к периферийным слоям. Это способствует увеличению объема тестовых заготовок. В третий период выпечки зона испарения достигает центральных слоев. Влага в виде пара перемещается от

центральных к поверхностным слоям изделий. При этом в основном удаляется связанная влага.

В соответствии с процессами, происходящими при их термообработке, мучные кондитерские изделия делят на две группы [2]:

- изделия, подвергающиеся тепловой обработке путем выпечки (кексы, пряники, бисквитный полуфабрикат);

- изделия, подвергающиеся тепловой обработке путем комбинированного процесса выпечки-сушки (печенье затяжное, сахарное, сдобное песочное, галеты, крекеры, вафли).

В процессе выпечки под действием градиента термовлагопроводности влаги с поверхностных слоев перемещается к центральным. В результате происходит повышение влажности мякиша выпеченного горячего изделия на 1 -2% выше влажности теста. Особенностью комбинированного процесса выпечки – сушки является перемещение под действием градиента влагосодержания, влаги с центральных слоев к поверхностным. При этом влажность зоны испарения стремится достигнуть равновесной влажности.

На промышленных кондитерских предприятиях для термообработки мучных кондитерских изделий, как правило, применяются туннельные печи. Классификация печей производится по виду используемого источника энергии и способу передачи ее продукту. Конструкция печи должна обеспечивать подвод теплового потока к тестовым заготовкам и отвод влаги, быстрое и точное регулирование температур при переменных нагрузках. При термообработке тестовая заготовка подвергается действию тепла в результате комбинации теплоподвода. В туннельных печах используются следующие основные типы систем нагрева [1, 3].

Печи прямого действия. В печах с прямым газовым нагревом (DGF, Digest Gas Fired) над и под лентой пода расположено много ленточных горелок. К каждой горелке подается карбюрированный газ и воздух, причем давление этой смеси определяет выделяемую мощность. Для обеспечения равномерного нагрева поперек ленты существуют различные устройства

регулирования размера пламени. Печи могут быть оснащены дополнительной системой формирования воздушных потоков, которая повышает скорость теплообмена. Верх печной камеры обычно низок, и горелки располагаются как можно ближе к ленте пода. Это означает, что значительную долю достигающего изделия тепла составляет лучистое тепло. Электрические печи подобны DGF-печах, но нагреватели в них электрические.

В печах прямого действия с принудительной конвекцией в каждой зоне печи имеется большой нагреватель, а продукты горения подают в смесительные камеры расположенные над и под лентой. Возможно регулирование скорости продува и горячего воздуха, циркулирующего выше и ниже ленты. Для поддержания равномерных воздушных потоков свод печной камеры обычно выше, чем в печи с прямым газовым нагревом. Поэтому в печах с принудительной конвекцией доля лучистого тепла в общей теплопередаче меньше, но условия теплопередачи и температурные условия поперек печной камеры более однородны.

Печи конвективно-излучательного действия. Горячие газы от горелки проходят через трубы, расположенные над и под лентой, а затем выпускаются через другие трубы и проходят над первыми трубами в направлении ленты. Первые трубы излучают на тестовые заготовки тепло, а затем вышедший из них воздух создает конвективные потоки воздуха. Для максимизации действия излучения излучающие трубы располагают как можно ближе к ленте.

Печи косвенного действия (Cyclotherm). Печи косвенного действия с принудительной конвекцией отличаются от печей прямого действия тем, что в них теплообменник расположен рядом с нагревателем зоны. Горячие газы проходят через трубы над и под лентой и возвращаются обратно к нагревателю. Продукты горения проходят печную камеру. В печной камере и над горячими трубами предусмотрена отдельная система циркуляции воздуха.

Печи смешанного действия. Эти печи представляют собой комбинацию двух описанных выше типов. Печь смешанного действия состоит из первой зоны с прямым газовым нагревом и последующих двух или более зон с принудительной конвекцией. Принцип работы заключается в выделении в начале выпечки максимальной мощности и большого количества лучистого тепла, а затем в обеспечении большого количества тепла путем конвекции в той части печи, где происходит процесс сушки. В печах предусматривается возможность регулирования количества теплоподвода в каждой зоне печи, а также соотношения количества тепла подаваемого сверху и снизу при выпечке изделия. Для регулирования и перенаправления горячих газов в различные части печной камеры или по воздуховодам в атмосферу в печи предусмотрены заслонки.

Кроме печей с прямым и косвенным нагревом, существуют конструкции с усиленной конвекцией или тепловым излучением. В последовательно расположенных зонах может быть обеспечено преобладание какого-либо типа теплопередачи, а печи смешанного действия в различных зонах могут использовать различные источники тепла (например, электрических излучающих панелей).

Важным параметром печи является количество зон выпечки, в которых можно установить определенные температурные режимы.

В печах различных типов предусмотрены средства автоматического контроля для установки температур отдельных зон, для изменения степени турбулентности воздуха, для задания тепла, направленного на верх и низ ленты.

Под печи может быть в виде специальной стальной сетки, сплошной стальной ленты или стальной ленты с перфорацией.

В современных конструкциях печей преимущественно используется косвенный способ нагрева (циклотермический), преимуществом которого является то, что греющие газы и пекарная камера - разделены.

Схема устройства газовой печи с циклотермической системой нагрева изображена на рис. 1.

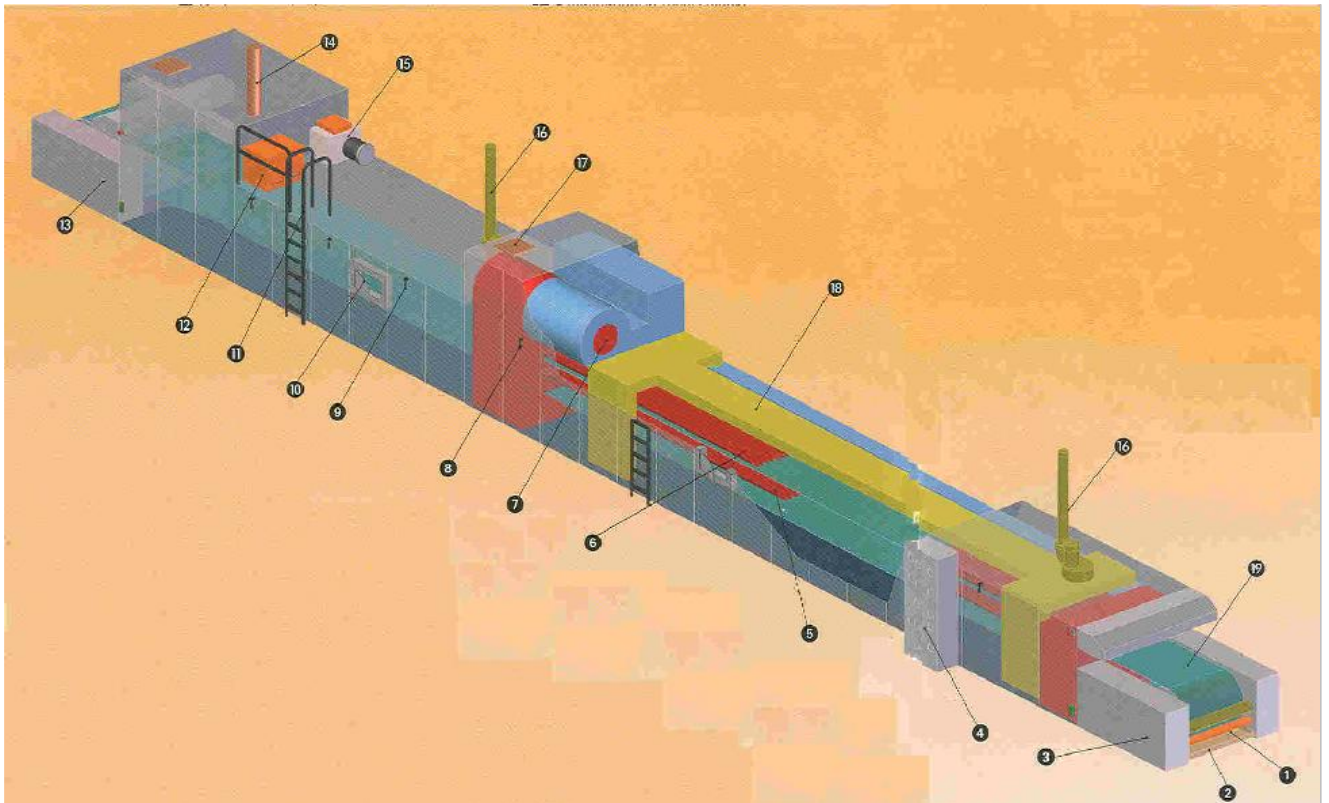


Рис. 1. Схема устройства газовой печи с циклотермической системой нагрева

- 1.Щетка для чистки пода
- 2.Поддон для сбора очисток
- 3.Задняя головка с приводом конвейера
- 4.Щит управления
- 5.Радиационные трубы нижние
- 6.Радиационные трубы верхние
- 7.Камера сгорания
- 8.Регулирующий шибер (заслонки) радиационных труб
- 9.Регулирующий шибер паро-воздушной смеси
- 10.Смотровой люк
- 11.Лестница
- 12.Горелка (газовая или для жидкого топлива)
- 13.Передняя головка с натяжным механизмом пода
- 14.Вытяжная труба газов сгорания
- 15.Привод вентилятора
- 16.Вытяжная труба из пекарной камеры паро-воздушной смеси
- 17.Противовзрывной люк
- 18.Канал для паро-воздушной смеси
- 19.Под печи (сетка или стальная лента)

Наличие регулирующих заслонок (шиберов) позволяет осуществлять независимую регулировку температуры в верхней, нижней и боковых стенок пекарной камеры. Печи бывают с верхним расположением горелки или с нижним. Высота печи с верхним расположением горелки может быть

1800мм, а с нижним расположением горелки 1700 мм и может изменяться в зависимости от используемого пода.

Печь собирается из отдельных блоков. Блочная схема позволяет из стандартных блоков собирать печи различной тепловой мощности и с различной длиной пекарной камеры. Техническая характеристика печи с нижним расположением горелок приведена в таблице 1.

Таблица 1

Длина пекарной камеры м	Площадь пода м ²			Кол. зон	Мощность двигателей, кВт				Тепловая мощность ккал/час
	Ширина пода, мм				привод	вентиляторы	щетка	горелка	
	800	1000	1200						
12	9,6	12	14,4	1	1,1	7,5	1,5	0,55	200 000
15	12	15	18	1	1,1	7,5	1,5	0,55	200 000
20	16	20	24	2	1,5	15	1,5	1,1	400 000
24	19,2	24	28,8	2	1,5	15	1,5	1,1	400 000
30	24	30	36	2	1,5	15	1,5	1,1	400 000
36	28,8	36	43,2	3	2,2	22,5	1,5	1,5	600 000

Схема работы циклометрической печи следующая: с помощью горелки (поз.12) происходит сжигание топлива в камере сгорания (поз.7) с выделением большого количества тепла, которое нагревает воздух, смешанный с продуктами сгорания. Смесь, нагретая до высокой температуры, прогоняется с помощью вентилятора (поз.15) по радиационным трубам (поз.5 и 6) и нагревает воздух в пекарной камере. С помощью установленных шиберов (поз.8) производится регулировка температурного режима в пекарной камере, часть смеси сбрасывается через вытяжные трубы (поз.14) в атмосферу, а остальная возвращается в камеру сгорания. С помощью регулировочных задвижек (поз.9) установленных на канале (поз.18) и вытяжных труб (поз.16) поддерживается оптимальный уровень влажности в камере выпечки путем удаления излишков паро-воздушной смеси, образующейся при выпечке. Тестовые заготовки при перемещении конвейера попадают в различные температурные зоны, что способствует получению качественной продукции. С помощью щетки (поз 1) чистят под

печи (поз.19) от крошек, которые собираются в поддоне (поз.2). По длине пекарной камеры установлены датчики для фиксации температуры по зонам. Для визуального контроля, за ходом выпечки, на различных участках пекарной камеры установлены смотровые люки (поз.10), позволяющие при необходимости доставать образы продукции.

В процессе охлаждения происходит дальнейшее перераспределение влаги в выпеченных изделиях между центральными, периферийными слоями и окружающей средой. Изделия охлаждаются на транспортере за счет теплоотдачи в окружающую среду.

Изделия с низкой влажностью (печенье, крекеры) следует охлаждать при мягком режиме, во избежание возникновения перенапряжений, которые нередко приводят к образованию трещин на изделии в процессе хранения. После выхода из печи влага, остающаяся в печенье или крекерах, распределена неравномерно. В частности, края, верхние и нижние поверхности имеют значительно более низкую влажность, чем центральные слои. При хранении влага мигрирует от центра с более высокой влажностью в слои с меньшей влажностью. Это миграция влаги создает в продукте напряжения и деформации, которые из-за жесткости изделий могут создать нагрузку, приводящую к возникновению трещин на поверхности. Поэтому необходимо обеспечить минимальный градиент влажности в выпеченном продукте.

Охлаждение выпеченных изделий производят двумя способами – с принудительным обдувом воздухом и без обдува. Охлаждающий конвейер с принудительным охлаждением представляют собой транспортер с конвейерной лентой из сетки и центробежного вентилятора с распределительным коробом. За счет интенсивного обдува печенье воздухом сокращается время охлаждения и соответственно длина конвейера. При очевидной выгоде данной схемы она имеет ограничения по использованию. Резкое охлаждение изделий влияет на их качество, возможно появление трещин на поверхности. Более широкое применение получили схемы с естественным охлаждением или комбинированные. Как правило, решающим

фактором в выборе схемы охлаждающего конвейера является вопрос о наличии свободных площадей. Естественное охлаждение требует большего времени для охлаждения до заданной температуры, чем принудительное. Более длительное время влечет за собой увеличение длины конвейера. Для сокращения занимаемой площади на полу, разработаны схемы многоярусных конвейеров. Печенье из печи поступает на наклонную ветвь верхнего яруса конвейера, которая после подъема на заданную высоту переходит в горизонтальное состояние. С верхнего яруса печенье передается на нижний горизонтальный ярус. Горизонтальных ярусов может быть несколько, что зависит от высоты помещения и производительностью печи. Последний ярус опускает печенье с помощью наклонного участка на первоначальную высоту и передает его на горизонтальный участок для дальнейших технологических операций. Верхние яруса конвейера могут крепиться к потолку с помощью подвесок или к полу с помощью стоек (рис . 2).



Рис. 2.

В качестве транспортерных лент могут быть использованы: бельтинг, нержавеющая стальная сетка, пищевой пластик. Конфигурация охлаждающего конвейера устанавливается с учетом длины печи и конкретного помещения, это может быть многоуровневая или одноуровневая система с поворотными элементами на 90° или 180° .

Успешно могут использоваться спиральные транспортеры различной ширины, для естественного или принудительного охлаждения печенья. Достоинством данных систем является возможность расположить конструкцию на небольших площадях с максимальным использованием высоты помещения при большой длине транспортерной ленты.

Литература:

1. Михелев, А. А. Основы теплопередачи / А.А. Михелев. – М.: Энергия, 1973. – 320 с.
2. Дорохович, А. М. Особливості процесу випікання заварного пряника з начинкою/ Дорохович А.М., Оболкіна В.І., Своєволіна Г.В. // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2006. – №4. – С. 16–17.
3. Мэнли, Д. Мучные кондитерские изделия/ Д. Мэнли.- С.Пб.: Професия, 2005. – 558 с.