

ТЕПЛОВАЯ ЭКСПРЕСС-ОБРАБОТКА ПРОДУКТОВ В ТОРГОВЫХ АВТОМАТАХ

Маляренко А.Д., Кравченко П.Д. (БНТУ, ВИТИ, г. Минск, г. Волгодонск, Беларусь, Россия)

Тел: +375 297 529 749; E-mail: amalyar@tut.by

Abstract: Analyzed the existing methods of rapid cooking, applicable in vending machines. Proposed other possible methods of high-speed heat treatment of vegetable and animal products.

Key words: vending machines, heat treatment, rapid cooking.

Торговый аппарат представляет собой автоматизированный комплекс устройств в одном корпусе. Перед вендинговыми автоматами горячего питания стоит такая задача, как автоматическое производство или подогрев блюда, его упаковка и выдача готового горячего продукта, а, также, расчет с покупателем. Перед разработчиками торговых автоматов стоит задача интенсификации процессов, выполняемых в автомате. Одним из таких процессов является приготовление или подогрев блюда. Задача интенсификации процесса тепловой обработки усложняется тем, что в условиях короткого интервала времени необходимо провести тепловую обработку так, чтобы готовый продукт был надлежащего качества, равномерно подогрет или прожарен, не подгорел и сохранил в себе максимум полезных свойств.

Тепловой аппарат является одним из основных элементов автомата горячего питания. В зависимости от характера приготавливаемой продукции, в автомате предусмотрен тот или иной способ нагрева. В наиболее простом по конструкции автомате горячего питания, для разогрева замороженных или охлажденных продуктов используются электромагнитные волны сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона от $3 \cdot 10^8$ до $5 \cdot 10^{10}$ Гц и длиной волны 1 мм - 1 м. По данным международного соглашения о разделении частот для СВЧ-установок применяются частоты 895–915 МГц и 2350–2450 МГц [1]. Нагрев продукта в микроволновой печи происходит вследствие проникновения в него энергии переменного электромагнитного поля, генерируемого магнетроном, которая поглощается продуктом почти полностью, превращаясь в нем в теплоту. Разогрев продукта происходит за счет диэлектрических свойств, которыми обладают продукты питания. При попадании продукта в поле СВЧ, происходит поляризация диполей. Дипольные моменты молекул (например, молекулы воды), находящиеся в произвольном положении при отсутствии излучения, начинают стремиться принять ориентацию по направлению поля, что встречает сопротивление со стороны окружающих молекул. Работа, расходуемая на преодоление этого сопротивления, превращается в теплоту. Потери тепла на нагрев оборудования и во внешнюю среду сводятся к минимуму, поэтому тепловая обработка с помощью волн сверхвысокой частоты является высокоэффективной [1]. Рассматриваемый тип нагрева называется объемным, т.к. продукт нагревается по всему своему объему. Благодаря этому свойству СВЧ-нагрев является экспресс методом тепловой обработки продуктов.

Для интенсификации процесса нагрева продуктов, в торговых автоматах используются несколько генераторов (магнетронов) микроволновой энергии. Возможно использование и одного генератора более высокой мощности. Например, вместо магнетрона с выходной мощности 900 Вт, можно использовать магнетрон с выходной мощностью 1800 Вт. Однако применение нескольких менее мощных генераторов целесообразнее по нескольким причинам: благодаря этому обеспечивается более равномерный нагрев продукта и снижается вероятность электрических пробоев [2].

Более сложные по своей конструкции торговые автоматы горячего питания имеют в своем составе одновременно несколько тепловых аппаратов [3]. В таких автоматах могут быть установлены сверхвысокочастотная и инфракрасная печь. Применение нескольких печей обусловлено опять же интенсификацией процесса приготовления продукции за счет синхронной тепловой обработки различных продуктов: в СВЧ-печи происходит разогрев хлеба, в то время как в ИК-печи поджаривается колбасное изделие.

Обработка продуктов инфракрасным излучением так же, как и СВЧ-обработка, относится к объемному характеру нагрева. В отличие от контактного метода нагрева (жарка, варка), где из-за встречной направленности градиентов температуры и влаги из продукта, усложняется проникновение теплоты в продукт, инфракрасное излучение с длиной волны 0,75...2,5 мкм проникает внутрь продукта за счет пористости его поверхности, и поглощается содержащейся в нем свободной водой. Примечательным является то, что максимальная температура приготавливаемого блюда достигается на некоторой глубине. Интенсификация процесса нагрева происходит за счет изменения поверхностных свойств обрабатываемого продукта, что приводит к усилению поглощения ИК-энергии. Для обработки инфракрасным излучением лучше подходят те продукты, в чьем составе присутствует достаточное содержание свободной влаги. Поэтому, в торговых автоматах инфракрасное излучение используется для быстрого выпекания теста, приготовления мясных изделий и т.д. Отличительной чертой обработки ИК-излучением является изменение цвета поверхностного слоя продукта, что способствует улучшению потребительских характеристик готового продукта [4].

В процессе жарки в ИК-поле не требуется жидкий теплоноситель (масло, жир), вследствие этого снижается себестоимость готового блюда. Так же, продукты, приготовленные под ИК-излучением являются диетическими. Для ускорения процесса приготовления продуктов различной толщины может использоваться ИК-облучение блюда сразу с нескольких сторон [5]. Также, для сокращения времени тепловой обработки и обеспечения высоких качественных показателей используется двухфазный процесс приготовления: в течение первой фазы тепловой обработки используется излучение низкой плотности (3 кВт/м²), в течение второй - поток ИК-излучения более высокой плотности (7 кВт/м) [6]. При использовании нескольких инфракрасных излучателей и принудительном вращении приготавливаемого блюда, процесс тепловой обработки происходит быстро и равномерно. Такая конструкция печи используется в торговом автомате горячей пиццы, в котором совершается полный технологический цикл по производству пиццы - от замеса теста до выдачи готового горячего продукта клиенту [7].

Широко используются в автоматах горячего питания печи конвекционного типа. В таких печах происходит процесс теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой. При конвективном теплообмене теплота распространяется в потоке жидкости или газа от поверхности твердого тела или к его поверхности одновременно конвекцией и теплопроводностью. Интенсивность конвекции зависит от отношения плотности теплового потока на поверхности раздела к температурному напору между поверхностью теплообмена и средой. Для интенсификации процесса теплообмена в конвекционных печах торговых автоматов используется вынужденная, или принудительная, конвекция, которая возникает под действием насоса или вентилятора. Вынужденная конвекция определяется физическими свойствами среды, скоростью ее движения, формой и размерами канала, в котором движется поток [8]. В зависимости от характера теплоносителя (воздух, пар или жир), определяется конечный вид готового блюда. Конвекционные печи применяются в торговых автоматах горячей пиццы [9], автомате по приготовлению картофеля фри [10], автомате по выпечке свежих багетов [11].

При проектировании торгового автомата по выпечке горячих блинчиков или сэндвич-автомата, в качестве теплового аппарата можно использовать аппарат для двусторонней контактной жарки пищевых продуктов. Этот аппарат производит жарку продукта на жарочной поверхности при двустороннем подводе теплоты. Жарку осуществляют при помещении на нижней сковороде пищевого продукта и прижатии его верхней сковородой того же размера и формы. Благодаря такому способу нагрева значительно сокращается время кулинарной обработки. А продукт на выходе получается с отличными вкусовыми качествами и свойствами [12].

Для быстрого и экономичного процесса разогрева продуктов возможно использовать электроконтактный нагрев продуктов. Этот способ заключается в способности продукта нагреваться под действием электрического тока. Особенностью ЭК-нагрева является возможность обеспечения быстрого повышения температуры продукта по всему объему до

требуемой величины за 15...60 с. В соответствии с проведенными исследованиями, было доказано, что химико-бактериологические свойства продуктов, подвергнутых обработке ЭК-нагревом и традиционными способами, мало различаются. Однако, на практике приходится считаться с возможными явлениями электролиза в массе продукта и эрозии электродов, в результате чего в продукт могут попадать посторонние вещества. Эти явления можно свести к минимуму оптимальным выбором материала электродов и частоты тока [5]. ЭК-нагрев применяется как самостоятельный способ обработки, а, также, в комбинации с другими методами. Этот способ нагрева успешно используется в хлебопекарном производстве для прогрева тестовой массы и при производстве сосисок.

В торговых автоматах горячего питания для интенсификации тепловых процессов широко применяется комбинирование методов нагрева продуктов, как последовательное, так и параллельное. Этот метод применяется не только для ускорения технологического процесса, но и для повышения качества конечного продукта и повышения эффективности процесса тепловой обработки. Например, для интенсификации процесса жарки картофеля фри можно совместить жарку картофеля во фритюре или в воздушной среде в ИК-излучении с его доведением до готовности в поле сверхвысокой частоты.

В торговых автоматах горячего питания можно применять существующие комбинации поверхностного, СВЧ- и ИК-нагрева: радиационно-конвективный нагрев; СВЧ-нагрев - паровой нагрев; СВЧ-нагрев - горячий воздух; паровой нагрев - инфракрасный нагрев; инфракрасный нагрев - СВЧ-нагрев; СВЧ-нагрев - инфракрасный нагрев, контактный нагрев - ИК-нагрев.

При радиационно-конвективном нагреве осуществляется приготовление продукта в конвекционной печи с установленным в ней инфракрасным излучателем. За счет этого происходит быстрое приготовление блюда и колеровка его поверхности. Этот метод нагрева целесообразно применять для приготовления мясных и рыбных продуктов, при выпечке хлеба. Помимо горячего воздуха для тепловой обработки продуктов используется перегретый (температура 300...350 °С) водяной пар.

Последовательная тепловая обработка продуктов в ИК-поле и СВЧ-излучении, позволяет реализовать преимущества обоих способов нагрева и получать изделия с золотистым колером [12].

При выборе определенного метода (или комбинации методов) необходимо руководствоваться физико-химическим составом продукта, а также потребительскими характеристиками готового блюда. Оценка качества продукции осуществлялась по пятибалльной системе ([13], [14]) в соответствие с каждым показателем - внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция. Пять баллов было присвоено продукции, которая не имеет замечаний, отклонений по органолептическим показателям качества. Оценка четыре балла соответствовало продукции по органолептическим показателям с незначительными отклонениями от установленных требований в зависимости от вида продукции. Оценка продукции в три балла была присвоена продукции с отдельными нарушениями технологии приготовления, но допускающие её реализацию [14].

В соответствии с [13], драники должны быть поджарены с двух сторон, иметь соответствующий цвет (золотисто-коричневый), иметь однородную структуру и мягкую и плотную консистенцию. В связи с этим, для приготовления этого блюда, были исследованы следующие типы тепловой обработки: двухсторонний контактный, контактный + конвективный, обработка под инфракрасным излучением с принудительной конвекцией, обработка под микроволновым и инфракрасным излучением. Схемы экспериментальных установок для каждого из рассматриваемого типа обработки представлены на рисунке 1.

При использовании двухстороннего контактного способа, была использована нагревательная установка мощностью 750Вт. Средняя температура нагреваемых поверхностей в нагретом состоянии составила 175°С. Время достижения этой температуры нагреваемыми поверхностями по всей площади -2,5 мин. Расстояние между нагреваемыми поверхностями составило 5мм.

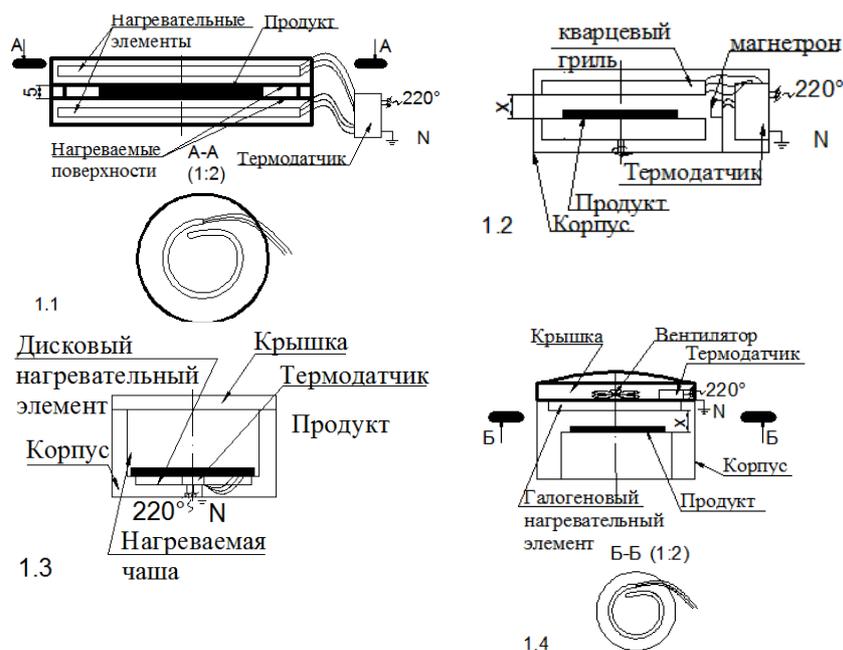


Рис. 1. Схемы установок для реализации различных типов термообработки: 1.1- двухсторонний контактный способ; 1.2- обработка микроволновым и инфракрасным излучением; 1.3- контактный + конвективный способ; 1.4- обработка инфракрасным излучением с принудительной конвекцией

стей в нагретом состоянии составила 180°C . Время достижения этой температуры нагреваемыми поверхностями по всей площади 2,1 мин.

При жарке продукта инфракрасным излучением с принудительной конвекцией использовалась экспериментальная установка мощностью 1300 Вт. Средняя температура гриля составила 320° , время достижения заданной температуры 3,0 мин., скорость движения воздуха 6-7 м/с, расстояние между грилем и продуктом 70 мм.

В качестве объекта исследования использовался тертый картофель массой 70 г (средняя масса одной картофелины в очищенном и натертом состоянии). Толщина картофельного блина составляла 5 мм, диаметром 130 мм. Результаты исследования представлены в виде графиков на рисунке 2.

Как видно из графиков, наиболее быстрый способ выпекания драников – двухсторонний контактный: годные органолептические показатели наблюдались через 150 секунд (изделие имело приемлемый аромат, вкус, консистенцию), а в интервале 165...180 секунд наблюдалась полная готовность продукта по всем органолептическим показателям. При выпекании контактным + конвективным способом годные органолептические показатели наблюдались через 165 секунд, а полной готовности по всем показателям драник достигал через 210 секунд жарки. Вкусовые показатели готовых драников, при жарке обоими этими способами находились на высоком уровне.

При выпечке драников под СВЧ- и ИК- излучением не удалось достигнуть годных органолептических показателей - по истечении 5 минут блюдо было готовым на вкус, однако, визуально было непрезентабельно. Приобрести золотисто-коричневый оттенок драника не удалось по прошествии 12 мин. воздействия. При жарке ИК-излучением с принудительной конвекцией, удалось достигнуть годных органолептических показателей лишь через 12 минут. И в обоих случаях, в процессе тепловой обработки, картофельный блин сильно прилип к керамической поверхности, на которой выпекался. Следовательно, последние способы малоэффективны для выпечки драников.

При обработке продукта микроволновым и инфракрасным излучением была использована экспериментальная установка с мощностью ИК-излучения 950Вт, мощностью магнетрона 650 Вт., температурой гриля 320° . Время достижения этой температуры грилем составило 3,5 мин. Расстояние между грилем и продуктом составило 30 мм.

При использовании сочетания контактного и конвективного способа нагрева использовалась экспериментальная установка мощностью 900Вт. Средняя температура нагреваемых поверхно-

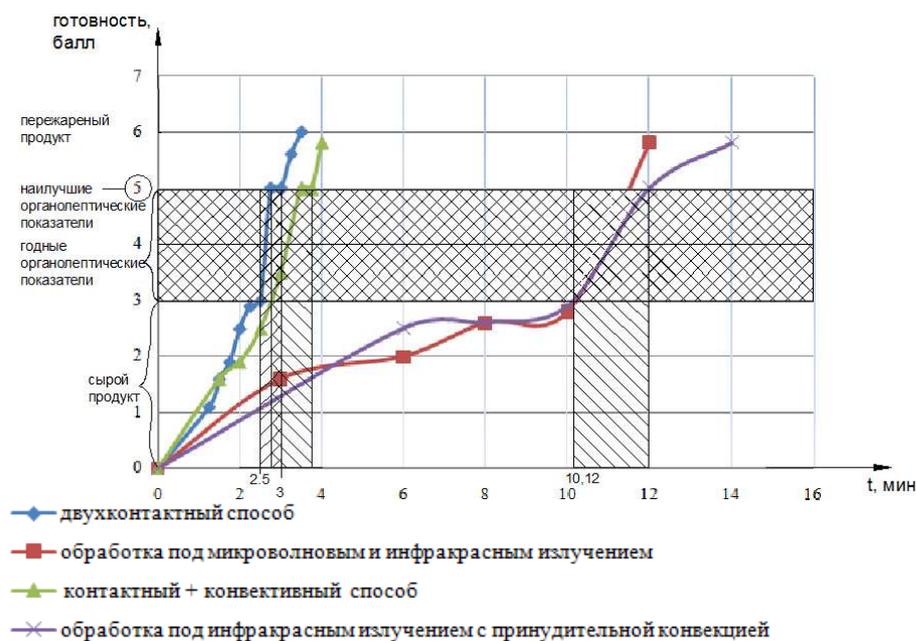


Рис. 2. Влияние времени термического воздействия на оценку готовности картофельных блинов

тем, что верхняя нагреваемая поверхность может выступать в качестве пуансона, а нижняя в качестве матрицы формы для создания блина из тертой картофельной массы. Если используются нагреваемые поверхности с технологичным антипригарным покрытием, продукт во время приготовления не пристает к рабочим поверхностям и отсутствует потребность в масле, что также содействует увеличению продуктивности тепловой установки.

Список литературы: 1. Рогов, И.А. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов: учебное пособие / И.А. Рогов, С.В. Некрутман. – М.: Агропром-издат, 1986. – 351 с. 2. URL <http://processes.ihbt.ifmo.ru/file/article/7226.pdf> (дата обращения: 28.09.2014). 3. URL http://veq.ru/market/equipment-item.aspx?equipment_id=287 (дата обращения: 28.09.2014). 4. Беляев М.И. Оборудование предприятий общественного питания. Том 3. Тепловое оборудование– М.: Экономика, 1990. - 328 с. 5. Рогов И.А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов. –М.:Агропромиздат,1989.- 272с. 6. Пат. 2295871 Россия, МПК А21С 9/08. Способ тепловой обработки мясных полуфабрикатов энергией ИК-излучения; заявитель Рогов Иосиф Александрович, Беляева Марина Александровна (RU); заявл. 10.03.2005; опубл. 20.06.2005. 7. URL: <http://www.youtube.com/watch?v=yZLTjfgtQQA> (дата обращения: 28.09.2014) 8. Кавецкий Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 2000. - 551 с. 9. URL: http://www.youtube.com/watch?v=HV2Bg_5QpU (дата обращения: 30.09.2014). 10.URL: http://www.vseidei.biz/vendingovyy_avtomat_povuprechke_hleba.php (дата обращения: 30.09.2014). 11. URL:<http://kriotek-nn.ru/nash-katalog/mechanicheskoe-oborudovanie-dlja-professionalnoj-kuhni/grili-kontaktnye-unoksitacija> (дата обращения: 2.10.2014). 12.Кирпичников В.П., Ботов М.И. Тепловое оборудование предприятий общественного питания. Справочник — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 352 с. 13. Постановление Министерства торговли Республики Беларусь, Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21. 04.2001 № 18/29 «Об утверждении и введении в действие Методических указаний по лабораторному контролю качества продукции в общественном питании». 14. Инструкция о порядке проведения бракеража блюд и изделий в торговых объектах общественного питания Минторга РБ от 12.09.2008 № 36.

Таким образом установлено, что из всех исследованных методов тепловой обработки, наиболее производительным и пригодным для вендинговых машин является двухсторонний контактный способ нагрева. Он характеризуется высокой скоростью приготовления блюда, повышенной степенью автоматизации процесса жарки в связи с