

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРОКОНВЕКЦИОННОГО АППАРАТА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Кирик И.М., Масанский С.Л.
Могилевский государственный университет продовольствия,
Могилев, Республика Беларусь

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 высокопроизводительное, экономичное оборудование, занимающее малую площадь и обеспечивающее выпуск разнообразной высококачественной готовой продукции.

Конвектоматы и пароконвектоматы – самые популярные в настоящее время автоматизированные, многофункциональные аппараты, используемые для жарки, тушения, запекания, припускания, размораживания и разогрева охлажденной продукции, варки на пару различных пищевых продуктов. Данный 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 потерь массы, оно позволяет получить изделие с однородной структурой центральных слоев и одновременно сформировать ярко выраженную тонкую корочку на поверхности.

Пароконвектоматы позволяют производить до 80% от общего числа всех возможных операций тепловой обработки, и тем самым заменяют 40% теплового оборудования. Циркуляция горячего воздуха и пара отдельно или в комбинации позволяет в одном пароконвектомате применять различные поверхностные способы приготовления продуктов. Использование таких аппаратов позволяет сократить требуемую площадь горячего цеха более чем на 30%, увеличивая тем самым площадь торгового зала.

Кафедрой «Машины и аппараты пищевых производств» совместно с республиканским унитарным предприятием «Гомельторгмаш» в 2008 году разработан первый белорусский пароконвекционный аппарат АПК-0,85 – это позволит снизить зависимость в данном оборудовании от импортных производителей. Нами выбрана инжекторная схема пароувлажнения рабочей камеры, которая позволяет достигать требуемого результата при минимальной тепловой инерционности аппарата и сравнительной простоте конструкции. Опытно-промышленный образец пароконвекционного аппарата АПК-0,85 успешно прошел производственные испытания в декабре 2008 года и в настоящее время проходит сертификационные испытания с целью его постановки на серийное производство.

Для проведения экспериментальных исследований по изучению теплообменных процессов в паровоздушной среде при атмосферном давлении в условиях принудительной циркуляции греющей среды на базе пароконвектомата создана экспериментальная установка, на которой проведены теплотехнические эксперименты по изучению теплоотдачи от паровоздушной смеси при различных значениях ее температуры, влажности, характера движения.

Как показывают результаты проведенных экспериментальных исследований, на коэффициент теплоотдачи от паровоздушной смеси к теплоприемнику температура

теплоносителя не оказывает значимого влияния, таким образом имеется реальная возможность снижения температуры тепловой обработки пищевых продуктов при одновременном сокращении (в крайнем случае постоянстве) времени техпроцесса, что даст возможность получить продукцию более высокой пищевой ценности, уменьшить потери влаги при обработке, снизить удельные энергозатраты на процесс. На рост коэффициента теплоотдачи от паровоздушной смеси самое большое влияние оказывает повышение уровня ее относительной влажности.

С целью оценки влияния относительной влажности паровоздушной смеси на ее теплоотдачу была разработана компьютерная программа и с ее помощью был проведен расчет конвективного коэффициента теплоотдачи от сухого воздуха. Полученное расчетным путем значение коэффициента конвективной теплоотдачи от сухого воздуха сравнивалось со значением, полученным экспериментальным путем, и находилось среднее значение поправочного коэффициента, учитывающего влияние относительной влажности воздуха на коэффициент конвективной теплоотдачи. Полученное таким образом значение поправочного коэффициента используется при прогнозировании коэффициента конвективной теплоотдачи от паровоздушной смеси при дальнейших экспериментальных исследованиях и для определения удельных энергетических затрат на технологические процессы.

В настоящее время для наиболее распространенных хлебобулочных изделий практически отсутствуют сведения, отражающие научно-обоснованные параметры их тепловой обработки в пароконвекционных аппаратах. Вместе с тем, технология получения этих групп изделий обладает рядом специфических свойств, требующих определенных подходов к процессам тепло- и массообмена, происходящих в системе обогрева камеры аппарата, скорость движения теплоносителя в которой находится в пределах 2...5 м/с, а его относительная влажность может регулироваться от 10 до 90%. Поэтому нами была проведена серия экспериментов по изучению температурных полей выпекаемых тестовых заготовок по рецептуре ржано-пшеничного хлеба «Пикник» и пшеничного хлеба – батона «К чаю».

Анализ изменений температуры в различных точках тестовой заготовки в процессе тепловой обработки в пароконвектомате выявил любопытную закономерность. Температура на поверхности тестовой заготовки постоянно растет, приближаясь к температуре греющей среды. В то же время температура в центре тестовой заготовки и в подкорковом слое сначала растет, достигает 100°C, а затем остается постоянной при всех температурах и влажностях воздуха. Температура 100°C – это температура насыщения водяного пара при атмосферном давлении, поэтому для основной массы тела тестовой заготовки, в которой присутствует влага в виде жидкости, она не может быть выше. Превышение температуры выше 100°C происходит только в сухой корке, где влага присутствует в виде перегретого пара. В теле заготовки температура из-за наличия жидкой влаги будет оставаться равной 100°C до полного испарения из нее воды. Таким образом, для нестационарного процесса теплопроводности в теле тестовой заготовки, содержащей жидкую влагу, граничным условием на ее поверхности (на границе влажной заготовки с сухой коркой) является условие $t = \text{Const} = 100^\circ\text{C}$. По теории нестационарной теплопроводности это условие аналогично при значении числа Био $Bi \rightarrow \infty$. В этом случае процесс нагревания определяется физическими свойствами заготовки и ее геометрическими размерами, а время прогрева тестовой заготовки и достижения ее полной готовности (время выпечки) практически не зависит от температуры греющей среды.

Повышение температуры греющей среды будет усиливать теплоотдачу к поверхности корки и, следовательно, увеличивать тепловой поток к корке. Увеличение теплового потока приводит к увеличению количества испаряемой влаги и нарастанию толщины высушиваемого наружного слоя (корки). Поэтому выпечка при высоких температурах паровоздушной смеси приводит к большей потере влаги (упеку) и к большей толщине корки в готовом изделии. Следовательно, выпечку можно проводить

при более низких температурах, на 30...40°С ниже, чем при традиционных способах тепловой обработки.

На границе раздела «влажная заготовка-сухая корка» происходит испарение влаги. Диффузия влаги в воздушно-паровую смесь должна определяться разностью концентраций насыщенного водяного пара и пара в паровоздушной смеси. При более высокой влажности концентрация пара в смеси большая, разность концентраций меньшая и диффузия пара в смесь слабее, больше влаги остается в тестовой заготовке. Это является одним из отличительных признаков процессов, происходящих при выпечке в паровоздушной смеси от выпечки в сухом воздухе. Поэтому при выпечке в паровоздушной среде следует ожидать меньшей потери влаги тестовой заготовкой (снижение упека), что было успешно подтверждено проведенными экспериментальными исследованиями. Тепловой поток к заготовке при этом будет способствовать более быстрому ее прогреву и, в первую очередь, прогреву подкоркового слоя. При относительной влажности воздуха (теплоносителя) 23% прогрев подкоркового слоя до 100°С происходит за 12-15 минут, а при относительной влажности 45% – за 9-12 минут, при относительной влажности 59% – и того меньше. Потери влаги за время выпечки невелики по сравнению с ее содержанием в заготовке, поэтому прогрев центра заготовки протекает значительно слабее.

УДК 664.726.9

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ РАБОТАЮЩЕГО ПО ВИБРОПНЕВМАТИЧЕСКОМУ ПРИНЦИПУ ДЕЙСТВИЯ

Поздняков В.М., Иванов А.В.

**Могилёвский государственный университет продовольствия
Могилёв, Республика Беларусь**

В настоящее время, при настройке зерноочистительного оборудования, работающего по вибропневматическому принципу действия, не учитывается первоначальная степень засорённости зерновой массы. Рекомендуемые производителями зерноочистительного оборудования кинематические параметры работы обеспечивают работу вибропневматических сепараторов с постоянной производительностью и постоянным коэффициентом очистки. При этом сырьё, поступающее на сепарирование, имеет различную степень засорённости примесями, подлежащими выделению. Таким образом, необходимая степень очистки зерноочистительного оборудования, обеспечивающая доведения зерновой массы до базисных кондиций, регламентируемых ГОСТом, будет зависеть от исходной засорённости и от того, в каком из звеньев технологической цепочки переработки зерна установлено оборудование.

Анализ работы экспериментального вибропневматического сепаратора для очистки ржи от спорыньи показал, что чем больше степень очистки, тем меньше производительность вибропневматического сепаратора. Связано это с тем, что для эффективного удаления трудноотделимых примесей необходимо определённое время для самосортирования фракций по слоям и отдельного их выведения из вибропневматического сепаратора. Графическая зависимость производительности вибропневматического сепаратора от степени очистки представлена на рисунке 1.