

## КОНВЕКТИВНОЕ И ВАКУУМНО-ИСПАРИТЕЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ТЕЛ

Жиронкин Е.И.

г. Орел, ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева», ФМТЛП гр.61-ТОм

Научный руководитель: Галаган Т.В., г. Орел, ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева», к.т.н, доцент

В процессе вакуумно-испарительного охлаждения происходит перераспределение массы влаги по объему заготовки; фазовые переходы «жидкость – пар» происходят во всем объеме тела одновременно в соответствии с локальными значениями темпера-

туры и давления в каждой точке охлаждаемого изделия; фазовый переход происходит при отсутствии подвода тепла извне за счет уменьшения внутренней энергии изделия и, как следствие, сопровождается уменьшением температуры изделия.

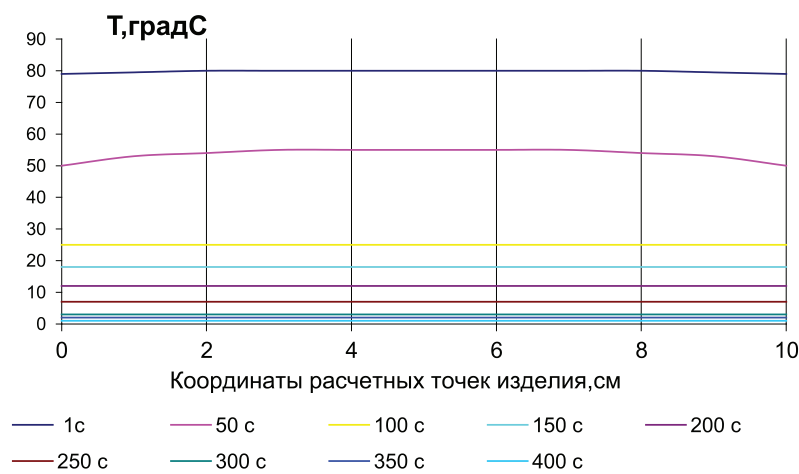


Рис. 1. Изменение температуры по толщине тела при вакуумно-испарительном охлаждении

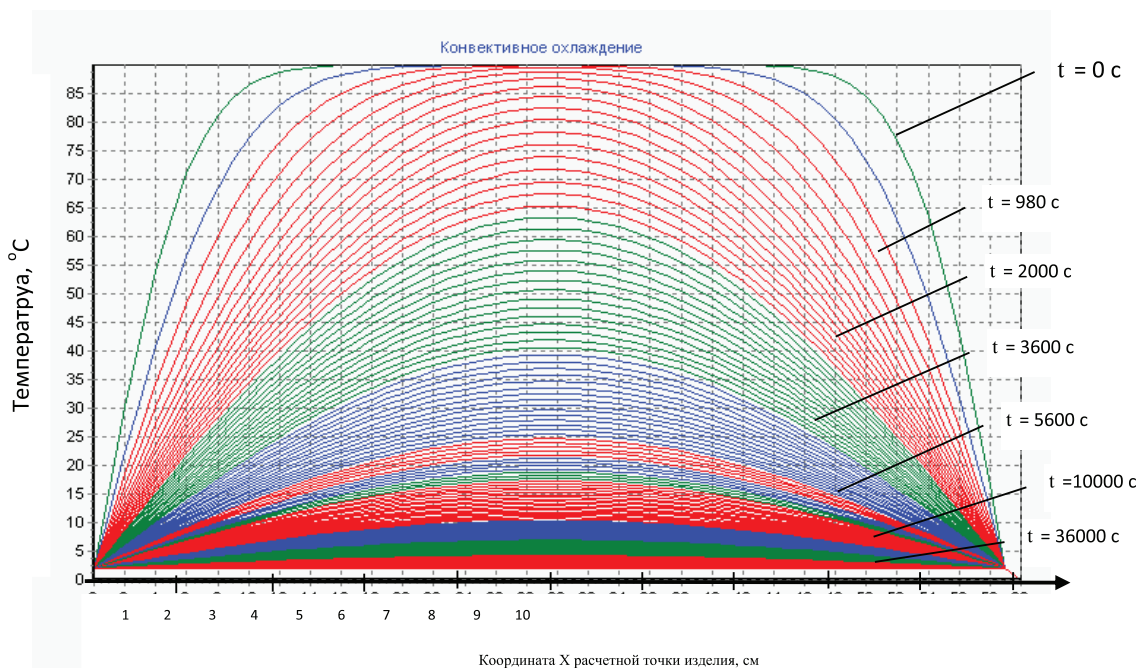


Рис. 2. Изменение температуры по толщине тела при конвективном охлаждении

Альтернативой традиционным способам охлаждения является вакуумно-испарительное. В этом процессе свободная и распределенная в объеме продукта влага, испаряясь, отбирает теплоту. Процесс релаксации между изменениями давления насыщенных паров и температуры жидкости протекает быстро. На основе систематизации сведений о физических процессах, протекающих при вакуумно-испарительном охлаждении тел, физическая модель строилась на следующих представлениях и допущениях: тело имеет пористость 70...80% и высокую паропроницаемость; в процессе вакуумно-испарительного охлаждения может происходить перераспределение массы влаги по объему заготовки, при этом влажность охлаждаемого тела достаточна для его вакуумно-испарительного охлаждения без образования сухих зон и сплошных границ фазовых переходов; фазовые переходы «жидкость – пар» происходят во всем объеме тела одновременно в соответствии с локальными значениями температуры и давления в каждой точке охлаждаемого изделия; фазовый переход происходит при отсутствии подвода тепла извне за счет уменьшения внутренней энергии изделия и, как следствие, сопровождается уменьшением температуры изделия.

В соответствии с разработанной физической моделью процесса была построена математическая, позволившая рассмотреть различные аспекты процесса. Наибольший интерес представляет распределение температур по толщине изделия при вакуумно-испарительном (рис. 1) и конвективном (рис. 2) охлаждениях. Установлено, что тело с одинаковой массой и формой охлаждалось в 100 раз быстрее вакуумно-испарительным охлаждением, чем конвективным. Все происходит из-за того, что при таком способе охлаждения скорость процесса не ограничивается более медленным процессом теплопроводности, как при конвективном способе. Большое значение имеет и влажность охлаждаемого продукта. На основании расчетов установлено, что при

охлаждении продукта от 90 °С до 2 °С количество свободной влаги в продукте должно быть не менее 12% от массы охлаждаемого изделия. При меньшей влажности невозможно достичь нужной температуры даже при очень низких давлениях.

Рассматриваемое явление кардинальным образом отличается от механизма охлаждения конвективным потоком воздуха. При откачке воздуха и водяных паров, поступающих в камеру от охлаждаемого изделия, внутри них создаются условия для изоэнтропного объемного испарения и кипения жидкости. В отсутствие теплопритоков извне испарение и кипение жидкости приводит к одновременному охлаждению каждой частицы продукта до температуры насыщенных паров воды. В этом явлении отсутствуют такие медленные процессы, как диффузия и теплопроводность, поэтому вакуумно-испарительное охлаждение протекает относительно быстро и во всем объеме изделия одновременно.

#### Список литературы

1. Галаган Т.В. Пути модернизации и усовершенствования оборудования расстойки хлеба и хлебобулочных изделий / Материалы 3-ей Международной научно-практической конференции «Продовольственный рынок и проблемы здорового питания». – Орел: Тип. ОрелГТУ, 2000. – С. 364–365.
2. Горбачев Н.Б. Эффективность вакуумно-испарительного охлаждения пищевых продуктов / Н.Б. Горбачев, Н.Н. Малахов, Т.В. Галаган // Материалы 1-ой региональной научно-практической интернет-конференции «Энерго- и ресурсосбережение XXI век». – Орел, тип. ОрелГТУ, 2002. – С. 252–255.
3. Мааке В. Польман. Учебник по холодильной технике. Основы – комплектующие – расчеты. Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание холодильных установок. / Г.–Ю. Эккерт, Жан-Луи Кошпен. – М.: Из-во МГУ, 1998. – 1142 с.
4. Малахов Н.Н. Конвективное и вакуумно-испарительное охлаждение пищевых продуктов / Н.Н. Малахов, Н.Б. Горбачев, Т.В. Галаган, С.И. Меркушев. – Краснодар: Известия вузов. Пищевая технология № 1, Куб.ГТА, 2003. – С. 89–90.
5. Маринюк Б.Т. Вакуумно-испарительное охлаждение: особенности и перспективы. / Д.В. Заварухин. – Краснодар: Известия вузов. Пищевая технология № 1, 2000. – С. 47–48.
6. Технология быстрого замораживания тестовых заготовок. VIVAS @ches.tm.odessa.ua.
7. Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. – М.: ПрофобриЗдат, 2001. – 428 с.