

## **Инновационный способ охлаждения хлебобулочных изделий**

**Руководитель д.т.н. Верболоз Е.И., магистр Саид-Оглы А.**

**ИТМО, кафедра Процессов и аппаратов пищевых производств.**

Введение.

Предложенный и реализованный нами способ ускоренного охлаждения хлебобулочных изделий с использованием вакуума и ультразвука существенно влияет не только на снижение трудозатрат и производительность хлебопекарни, но и поднимает на новый уровень качество продукции, ее сохраняемость и реализуемость. За рубежом и в России сейчас общепризнанна вакуумная выпечка и охлаждение изделий, которая также существенно более выгодна по сравнению с традиционными методами производства хлеба. Известно, что как правило, ускоренные технологии снижают качество продукции, хотя и становятся более эффективными и гигиеничными, из-за которых, однако, продукты могут терять часть своих полезных свойств. Мы на основе экспериментальных данных по выпечке хлебобулочных изделий определили, что предложенная технология с применением **вакуумно-ультразвукового способа** охлаждения продукта улучшает его качество и снижает трудозатраты, повышает экономику производства.

Основная часть.

Как выглядит процесс вакуумно-УЗВ охлаждения выпечки?

Технология вакуумного охлаждения хлеба существует уже более 40 лет, но только сегодня процесс вакуумно-УЗВ охлаждения выпечки вносит еще более серьезные изменения, улучшающие не только экономические показатели производства, но и качественные характеристики изделий хлебопекарной промышленности. Ранее при вакуумном охлаждении, пока не создано пониженное давление, процесс охлаждения изделий был сильно замедлен, а это несколько минут работы охладителя. По нашему способу, испеченный хлеб помещается в охладитель, где при закрытии двери немедленно начинает воздействовать пульсирующий ультразвук. Механизм воздействия ультразвука на процесс охлаждения связан с интенсификацией теплообмена в результате появления акустических течений, появление которых связано с поглощением энергии в среде пекарной камеры и в пограничном слое у поверхности изделий. При этом происходит изменение температурных и концентрационных полей под воздействием ультразвукового поля. Преимущество акустических потоков состоит в малой толщине их ламинарного пограничного слоя, что позволяет уменьшить толщину температурного слоя. Это приводит к увеличению градиентов температуры, что увеличивает скорость переноса тепла из изделия в воздух камеры.

В ходе теоретических исследований выяснилось, что возмущения в воздухе пекарной камеры, созданные ультразвуковым генератором, интенсифицируют теплообмен путем турбулизации пограничного слоя. При этом пограничный слой совершает автоколебания, т.е. у поверхности изделия периодически возникает вакуум, что способствует подсосу новых порций из пор корочки х/б изделия. Ультразвук снижает сопротивление теплопереносу за счет своего мелкомасштабного диффузионного характера. Мякиш хлеба также подвергается автоколебаниям на глубину до нескольких сантиметров, вследствие периодического изменения местного давления. Возникает мощный капиллярный эффект и вода в хлебе начинает моментально испаряться и выталкиваться на поверхность изделия. При этом мякиш охлаждается быстрее и равномернее. Происходит изобарический процесс

— вода переходит из жидкого состояния в газообразное, при этом на испарение она отбирает температуру у хлеба и происходит резкое понижение температуры во всем объеме. И только на 3-4 минуте (6 минут в вакуумных серийных охладителях) в вакуумно-ультразвуковой камере рассматриваемого охладителя температура хлебобулочного изделия доохлаждается до плюс 30°C за счет кипения воды при понизившемся давлении в камере и внутри изделий. Благодаря этому мгновенному охлаждению, продукцию можно использовать для последующих технологических процессов — упаковки, нарезки, хранения, транспортировки, тостерному обжариванию в точках продаж. Благодаря вакуумно-УЗВ системе охлаждения изделий после выпечки расходы на электроэнергию (вместо кондиционирования и вентиляции в остывочном помещении) сократятся на 65%, шокирование и морозильные камеры больше не будут нужны. Экономия энергии — главный аргумент. Хлеб остается свежим дольше, выпекается в большем объеме и имеет более насыщенный аромат.

Поскольку внешнее давление снижается, давление внутри хлебобулочных изделий увеличивается, за счет вибрационного эффекта от ультразвука тесто становится временно более жидкое и податливое перед зарождающимися пузырьками, образуется характерная мелкопористая структура мякиша и растет его упругость (важно при транспортировании). Изделия заметно увеличиваются в размерах, на них отсутствуют характерные для хлеба впадины внутри поверхности, улучшается товарный вид. Нами обнаружено, что исключительно тонкая и равномерная по окрасу корочка, мало проницаемая для газов и влаги увеличивает сроки хранения. Хлеб остается свежим и хрустящим значительно дольше. Предварительно упакованные хлеб, круассаны и пирожные не покрываются плесенью в два раза дольше. Видимо не только х/б изделия, но и зефир, торт «Линцер», пирожные и бисквиты идеально могут подойти для такой технологии охлаждения благодаря их пористости. При использовании вакуумно-УЗВ системы влага теряется меньше, когда хлеб остывает до комнатной температуры. Уже через четыре минуты после выпечки хлеб можно нарезать. По нашим расчетам, внедрение в линию производства хлеба предложенного нами охладителя позволяет вернуть капиталовложения в течение 3-4 месяцев.

Проверено, что упакованный хлеб, сделанный по технологии УЗВ выпечки и вакуумно-УЗВ охлаждения, может храниться до четырех недель без признаков возникновения плесени. Один охладитель достаточен для охлаждения около 800 изделий по 400-500г. за один час работы, после чего они нарезаются и упаковываются.

#### Литература

- 1 Антуфьев В.Т., Иванова М.А. Патент на полезную модель № 158128. Устройство для производства хлебобулочных изделий в пароконвектомате. — 12.01.2015.
- 2 Алехина Н.Н. Разработка ускоренной технологии хлеба повышенной пищевой ценности из биоактивированного зерна пшеницы: диссертация кандидата технических наук: 05.18.01 Воронеж, 2007 201 с.
- 3 Арет В.А., Забровский Г.П., Николаев Б.Л. Инженерная реология жиросодержащих пищевых продуктов. - СПб.: СПбГУНиПТ, 2002-294 с.
- 4 Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства: Учебник. - СПб.: Профессия, 2003г.-416с.
- 5 Володарский А.В., Хряпа В.М. и др. Математический эксперимент и оптимальная конструкция хлебопекарной печи. / Журнал Хлебопекарная и кондитерская промышленность. - 1997, №1, с. 30-32.
- 6 ГОСТ 21-94 «Сахар-песок»
- 7 ГОСТ 171-81 «Дрожжи хлебопекарные прессованные»
- 8 Заяс Ю.Ф. Ультразвук и его применение в технологических процессах мясной промышленности/ Журнал «Пищевая промышленность», 1970

- 9 Заяс Ю.Ф.. Интенсификация технологических процессов при помощи ультразвука. - В сб. Пищевая промышленность., - М., ЦИНТИпищепром, 1960, N3(16) с. 21 - 28.
- 10 Зверев С.В., Лобанов А.В. Ультразвуковая техника в молочной промышленности «Переработка молока»- 2005,№1-с.10
- 11 Иванова М.А. Воздействие ультразвука на выпечку мелкоштучных хлебобулочных изделий./ М.А. Иванова, В.Т. Антуфьев// Журнал Хлебопродукты.2011-№5 с.50-51
- 12 Иванова М.А. , Антуфьев В.Т. Возможности применения ультразвука в хлебопекарной промышленности. Разработка и внедрение ресурсо - и энергосберегающих технологий и устройств: сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2011.-100 с. С.58-61.

Руководитель д.т.н.  
магистр 2 г.обучения

Верболоз Е.И.  
Саид Оглы А.