

УДК 664.655.1

## **Изучение влияния ультразвука на некоторые этапы производства мучных кондитерских изделий в пароконвектоматах**

*канд. техн. наук* **Иванова М.А.** mtomz85@mail.ru

*магистр* **Рекуто Н.В.** nelechka\_rek@mail.ru

*Университет ИТМО*

*191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9*

*Целью проводимых исследований является изучение влияния ультразвука на некоторые этапы производства мучных кондитерских изделий в пароконвектоматах. Экспериментально подтверждено, что интенсифицированный способ производства является менее энергозатратным по сравнению с теми, что используются на хлебозаводах и мини-пекарнях, а так же в кондитерских гипермаркетов.*

*Предложен и реализован механизм применения ультразвуковых колебаний для расстойки, выпечки и охлаждения мучных кондитерских изделий. Для этого на базе пароконвектомата «Angelo Po» (Италия) разработан опытно-промышленный тепловой аппарат с встроенным ультразвуковым устройством. Предварительные эксперименты в ультразвуковом поле дали положительные результаты. Данная технология позволяет ускорить процесс от начала расстойки до конца охлаждения примерно на 20-27%, снизить трудоемкость выработки изделий, уменьшить энергозатраты, повысить качество готовых изделий.*

*Ключевые слова:* ультразвук, интенсификация, расстойка, выпечка, охлаждение, мучные кондитерские изделия, уменьшение энергозатрат, увеличение производительности.

---

## **Studying of influence of ultrasound on some production phases of flour confectionery in the convection steamer**

*Ph.D.* **Ivanova M.A.** mtomz85@mail.ru

**Rekuto N.V.** nelechka\_rek@mail.ru

*ITMO University*

*191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9*

*The summary: The purpose of spent researches is studying of influence of ultrasound on some production phases of flour confectionery in the convection steamer. It is experimentally confirmed that the intensified way of production is less energy-intensive what are used on bakeries and mini-bakeries, and also in confectionery hypermarkets.*

*Proposed and implemented the mechanism for applying ultrasonic vibrations to proofing, batching and cooling flour confectionery. For this purpose on the basis of the convection steamer «Angelo Po» developed pilot heat device with the built-in ultrasonic device.*

*Preliminary experiments in an ultrasonic field produced positive results. This technology allows accelerating process from the beginning of proof until the end of cooling approximately for 20-27%, to reduce labor input of development of products, to decrease energy consumption, to increase quality of finished products.*

**Keywords:** ultrasound, intensification, proof, batch, cooling, flour confectionery, decrease energy consumption, increase in productivity.

Главной задачей стоящей сейчас перед всеми хлебопекарными предприятиями является, снижение энергозатрат, увеличение производительности с сохранением вкусовых характеристик ассортимента выпускаемых изделий. [1]

Применение ультразвука при расстойке, выпечке и охлаждении мучных кондитерских изделий позволяет внедрить новую технологию и создать более эффективное оборудование.

Для интенсификации процесса расстойки предлагается технология, включающая в себя производство мелкоштучных хлебобулочных изделий по разработанной программе в автоматическом режиме, а именно:

1. Расстойку в пароконвектомате при умеренной мощности ультразвука частотой 20 кГц;
2. Ускоренную выпечку с наложением ультразвука, не снимая изделий с противней пароконвектомата (температура в течении 3-4 минут после расстойки поднимается до 200-210 °С и производится выпечка);
3. Ускоренное охлаждение после выпечки, которое осуществляется с помощью вентиляторов пароконвектомата (то есть в этот момент ТЭНы отключаются, а вентилятор и ультразвуковой излучатель продолжают работать).

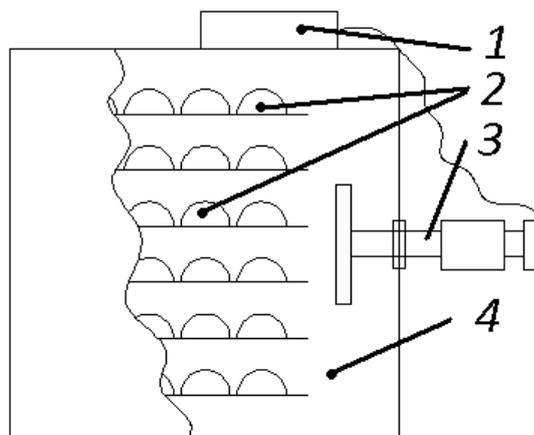
Так, задача интенсификации расстойки решена с помощью применения в камерах расстойных шкафов и хлебопекарных печей генераторов ультразвука. В ультразвуковом поле развиваются значительные акустические течения. Поэтому воздействие ультразвука на среду порождает специфические эффекты: физические, химические, биологические и медицинские. Такие как кавитация, звукокапиллярный эффект, диспергирование, эмульгирование, дегазация, обеззараживание, локальный нагрев и многие другие. [2]

Некоторые из приведенных выше эффектов позволяют при малой затрачиваемой мощности (0,1-0,2 Вт/см<sup>2</sup>) частично разрушать пограничную пленку воздуха у поверхности мучных кондитерских изделий и соответственно увеличивать коэффициент теплоотдачи в 1,6 – 2,1 раза.[3] Это увеличивает скорость расстойки на 25 – 27%. Исследования показывают, что малые возмущения от генератора волн в воздухе приводят к турбулизации пограничного слоя, а их отражения к автоколебаниям этого слоя с интенсивным теплообменом с воздухом пекарной камеры. [4] То есть передвижение одной волны возмущения способствует созданию вакуума у поверхности, и подосу новых порций воздуха – теплоносителя. Естественно, тесто при этом будет прогреваться быстрее и равномернее, так как при озвучивании ультразвук многократно отражается от стен камеры и изделий, и проникает во все трещины и раковины заготовки, снижая термическое сопротивление тепло - и массопереносу. При этом важную роль играет звукокапиллярный эффект, увеличивая массообмен с паровой средой аппарата. Мякиш теста подвергается микроколебаниям на глубину до нескольких сантиметров, что способствует улучшению питания дрожжей и интенсивному проникновению тепла внутрь кондитерских изделий. При этом частицы муки в тесте получают ускорения до 2 g, но при мощности около 0,1 Вт/см<sup>2</sup>. Ранее была экспериментально доказана высокая эффективность выпечки тестовых заготовок мелкоштучных хлебобулочных изделий в поле ультразвука при мощности 0,5 Вт/см<sup>2</sup>. [5]

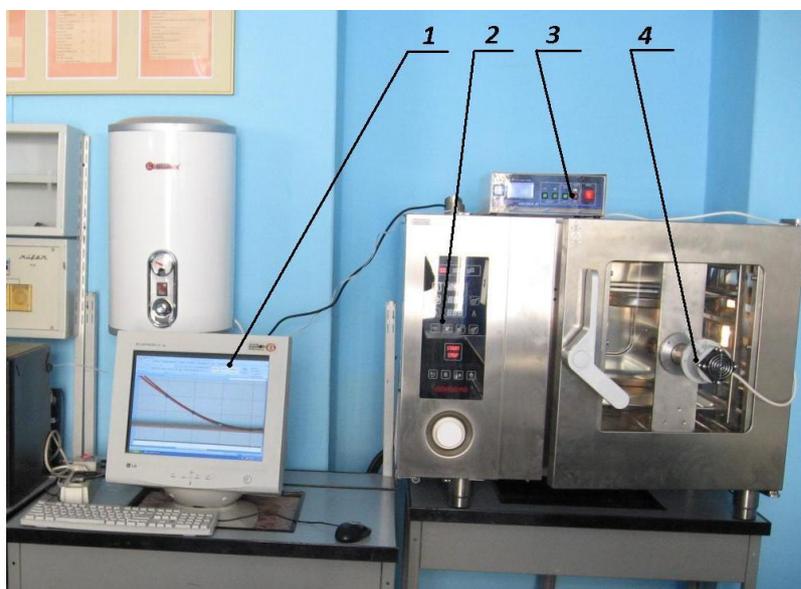
Таким образом, ультразвуковые генераторы позволяют существенно увеличить производительность расстойных шкафов, а использование вместо них в качестве широкодиапазонных по температуре и программируемых пароконвектоматов позволяет объединить процессы производства мучных кондитерских изделий без выемки и вмешательства кондитера до конца принудительного охлаждения изделий. Таким образом, ультразвук позволяет интенсифицировать тепловые процессы в

изделиях во время расстойки, выпечки и охлаждения. В этом и заключается суть новой технологии и применения модернизированного пароконвектомата.

На кафедре технические машины и оборудование Университет ИТМО создана опытно-промышленная установка, состоящая из пароконвектомата марки «Angelo Po» (Италия), в дверь которого вмонтирован ультразвуковой излучатель серии «Соловей».



**Рис. 1. Схема расположения ультразвукового излучателя в камере пароконвектомата Angelo Po (Италия)**  
 1- генератор, 2- мучное кондитерское изделие, 3- излучатель ультразвука, 4- камера пароконвектомата

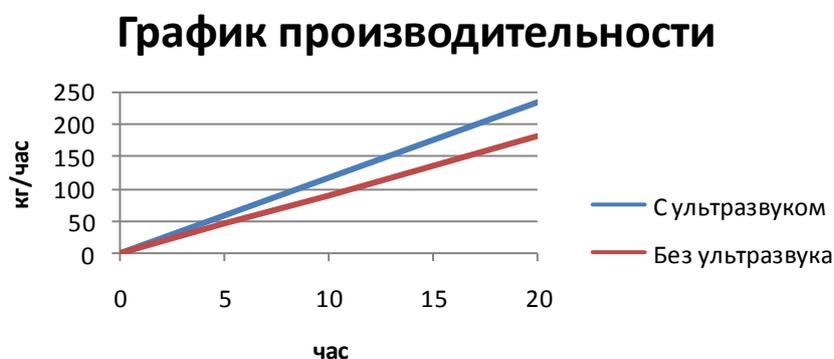


**Рис. 2. Опытно-промышленная установка с программным управлением**  
 1- персональный компьютер, 2- пароконвектомат «Angelo Po» (Италия), 3- генератор, 4- излучатель ультразвука

Пароконвектомат позволяет выполнять все операции от расстойки до охлаждения хлеба в автоматическом режиме по заранее заданной программе, то есть на нем имеется возможность программировать весь процесс производства баранок, печенья, мелкоштучных булочных изделий в поле

ультразвука без ручного труда обслуживающего персонала. При охлаждении изделий до 40 – 50°C, пароконвектомат подаст сигнал о завершении процесса.

Данная технология позволяет ускорить процесс от начала расстойки до конца охлаждения примерно на 20-27%. Это, во-первых, повышает производительность (рис.3), во-вторых, снижает энергозатраты, в-третьих, повышает качество готового изделия, теперь уже мало зависящее от искусства оператора.



**Рис. 3. Производительность пароконвектомата**

**Вывод.** Мучные кондитерские изделия после расстойки с ультразвуком получаются более пористые, с более блестящей поверхностью, равномерным цветом и имеют более высокие вкусовые качества. Теплообмен, нагрев и охлаждение в поле ультразвука идут на 27- 35% интенсивнее, чем при обычной технологии производства мучных кондитерских изделий, что существенно ускоряет процессы расстойки, выпечки и охлаждения.

### Список литературы

1. Антуфьев В.Т., Иванова М.А. Исследование влияния ультразвука на выпечку мелкоштучных булочных изделий.: Журнал Хлебопродукты. 2011, №5. – С.50-51.
2. Кудряшов В.Л., Сиверская А.Н., Лебедев Н.М., Наумов К.В. и др. «Эффективность и проблемы применения ультразвука в технологических линиях пищевой промышленности»// Всероссийский НИИ пищевой биотехнологии, ООО «Александра-Плюс» - Труды научно-практической конференции «Технологические аспекты комплексной переработки сельскохозяйственного сырья при производстве экологически безопасных пищевых продуктов общего и специального назначения» (11-14 сентября 2002 года) Россельхозакадемия, Углич 2002 г. С.249-252.
3. Антуфьев В.Т., Андреев А.Н., Горшков Ю.Г., Русакевич О.Н. Инновационные аспекты разработки ресурсосберегающего процесса выпечки хлебобулочных изделий в поле действия ультразвука // Процессы и аппараты пищевых производств. 2009. № 1.
4. Иванова М.А. Разработка ресурсосберегающего процесса выпечки мелкоштучных булочных изделий с наложением поля ультразвука. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий. Санкт-Петербург, 2012
5. Антуфьев В.Т., Иванова М.А. Влияние ультразвука на показатели готового мелкоштучного хлебобулочного изделия // «Процессы и аппараты пищевых производств» 2011. №2.

## References

1. Antuf'ev V.T., Ivanova M.A. Research of influence of ultrasound on pastries melkoshtuchnykh of bakeries of products.: *Zhurnal Khleboprodukty*. 2011, №5. – S.50-51.
2. Kudryashov V.L., Siverskaya A.N., Lebedev N.M., Naumov K.V. i dr. « Efficiency and problems of application of ultrasound in technological lines of the food industry»// Vserossiiskii NII pishchevoi biotekhnologii, ООО «Aleksandra-Plyus» - Trudy nauchno-prakticheskoi konferentsii «Tekhnologicheskie aspekty kompleksnoi pererabotki sel'skokhozyaistvennogo syr'ya pri proizvodstve ekologicheski bezopasnykh pishchevykh produktov obshchego i spetsial'nogo naznacheniya» (11-14 sentyabrya 2002 goda) Rossel'khozakademiya, Uglich 2002 g. p.249-252.
3. Antuf'ev V.T., Andreev A.N., Gorshkov Yu.G., Rusakevich O.N. Innovative aspects of development of resource-saving process of baking of bakery products in an ultrasound action field// *Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*. 2009. № 1.
4. Ivanova M.A. Development of resource-saving process of pastries the melkoshtuchnykh of bakeries of products with imposing of a field of ultrasound. The abstract of the thesis on competition of an academic degree Candidate of Technical Sciences // Sankt-Peterburgskii gosudarstvennyi universitet nizkoterperaturnykh i pishchevykh tekhnologii. Sankt-Peterburg, 2012
5. Antuf'ev V.T., Ivanova M.A. Influence of ultrasound on indicators of a ready melkoshtuchny bakery product // *Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*. 2011. №2.