

УДК 664.66

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ
ЗАМОРОЖЕННЫХ ТЕСТОВЫХ ЗАГОТОВОК В СЕЛЬСКИХ ХЛЕБОПЕКАРНЯХ**

**ECONOMIC BENEFITS OF APPLICATION OF MICROWAVE INSTALLATION
FOR THERMAL TREATMENT OF FROZEN DOUGH PIECES IN RURAL BAKERIES**

О. В. Лукина

O. V. Lukina

*ФГБОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Чебоксары*

Аннотация. Описан принцип действия установки для термообработки замороженных тестовых заготовок, приведена технико-экономическая оценка ее применения в сельских хлебопекарнях.

Abstract. The article describes the principle of operation of the installation for thermal treatment of frozen dough pieces and gives the technical and economic assessment of its application in rural bakeries.

Ключевые слова: СВЧ-размораживатель, эндогенный нагрев, тесто, экономическая эффективность.

Keywords: microwave defroster, endogenous heat, dough, economic efficiency.

Актуальность исследуемой проблемы. Известно, что дефростация является процессом восстановления исходного состояния продукта, при котором твердокристаллическое состояние тканевой влаги восстанавливается до состояния жидкости. Общей целью дефростации является достижение технологической обратимости замораживания. Применяют следующие методы размораживания: размораживание в воздухе при комнатной температуре с последующим брожением в расстоечном шкафу; размораживание в жидких средах; методами внутреннего нагрева. В сельских хлебопекарнях размораживание производят в расстоечном шкафу. Используются расстоечные шкафы различных конструкций. Процесс термообработки замороженных тестовых заготовок в расстоечных шкафах сопровождается высокими энергетическими затратами и ухудшением качества размороженного тестового полуфабриката. С целью снижения энергетических затрат и улучшения качества размораживаемых тестовых заготовок необходимо разработать технологию размораживания, позволяющую улучшить его качество. В связи с этим разработка сверхвысокочастотной установки для термообработки тестовых заготовок является актуальной [3].

Материал и методика исследований. В работе применены основы теории электромагнитного поля, теории процесса диэлектрического нагрева. Основные расчеты и обработка результатов экспериментальных исследований выполнялись с применением методов математической статистики и регрессионного анализа при использовании теории активного планирования многофакторного эксперимента. Технические характеристики

установки исследовали с помощью современных цифровых приборов, а структуру сырья и качество готового продукта оценивали через органолептические, физико-химические показатели по методикам, рекомендованным специализированными стандартами. В связи с этим решена следующая научно-техническая задача – обеспечение термообработки замороженного теста за счет пульсирующего воздействия электромагнитного излучения сверхвысокочастотного диапазона [2], [4].

Проанализированы физико-механические и диэлектрические параметры теста. Проведен анализ трудов таких авторов, как: Л. А. Акулов, Л. Я. Ауэрман, Л. В. Куликовская – в области разработки технологии для производства хлебобулочных изделий из размороженного теста; А. С. Гинзбург, И. А. Чубик и др. – в области электротехнологии; Ю. Н. Пчельников, М. С. Нейман, Л. А. Вайнштейн, В. Б. Витевский, Н. П. Залюбовская и др. – в области электроники сверхвысоких частот, позволивших усовершенствовать процесс термообработки теста, разработать конструктивное исполнение рабочей камеры и выявить эффективную модель размораживателя теста с СВЧ-генератором [1].

Результаты исследований и их обсуждение. Нами проанализированы физико-механические параметры теста в зависимости от влажности и плотности. Например, удельная теплоемкость теста при влажности 40 % составляет 2679 Дж/(кг·К), 43 % – 2766,8 Дж/(кг·К) (рис. 1). Изучена зависимость коэффициента температуропроводности теста влажностью 45 % от его плотности. При плотности 900 кг/м³ коэффициент равен 15,7·10⁸ м²/с, при плотности 600 кг/м³ – 18,8·1 м²/с (рис. 2).

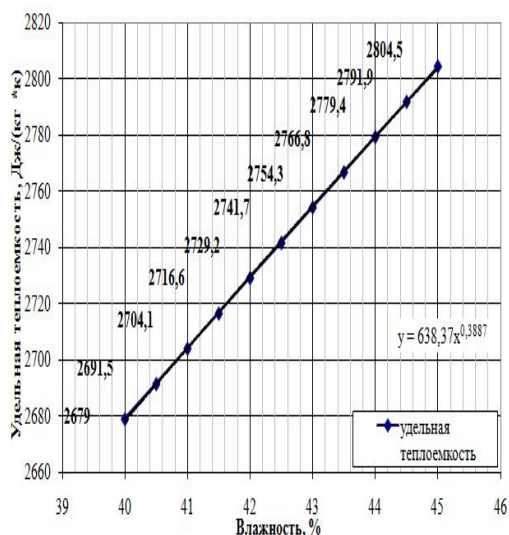


Рис. 1. Зависимость удельной теплоемкости теста от его влажности

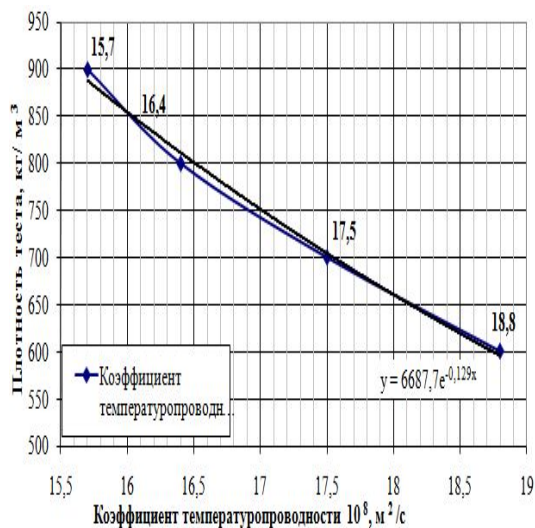


Рис. 2. Зависимость температуропроводности теста влажностью 45 % от его плотности

Процесс выработки размороженного теста следующий. Загружают замороженное тесто в приемный патрубок. Затем включаются СВЧ-генератор и привод раскатывающего диэлектрического вала. Измельченное тесто попадает в резонаторную камеру, эндогенно нагревается и равномерно размораживается. При этом вращающийся от мотора редуктора валок затягивает размороженные частицы теста в щель, ширина которой регулируется пружиной. Тесто раскатывается между валками и попадает на отводящий транспортер.

Использование разработанной установки для дефростации замороженного теста позволяет получить полуфабрикат, соответствующий требованиям ГОСТ Р52 697-2006.

Нами проведена технико-экономическая оценка применения сверхвысокочастотной установки для термообработки замороженных тестовых заготовок для сельских хлебопекарен (табл. 1).

Таблица 1

Технико-экономические показатели применения сверхвысокочастотной установки для термообработки замороженного теста

Показатели	Базовый вариант	Проектный вариант
Балансовая стоимость, руб.	42500	25822,85
Производительность установки, кг/ч	44,5	44,5
Потребляемая электроэнергия, кВт·ч/кг	0,034	0,023
Эксплуатационные расходы на обработку замороженных тестовых заготовок, руб./месяц	13889,67	13419,61
Себестоимость расходов на обработку замороженных тестовых заготовок, руб./кг	2,6	2,51
Цена сырья, руб./кг	65	65
Себестоимость размороженного теста, руб./кг	67,6	67,51
Цена реализации размороженного теста, руб./кг	74,36	75
Прибыль (чистый доход), руб./кг	6,76	7,49
Объем выработанной продукции, кг/месяц	5340	5340
Капитальные затраты, руб./кг(месяц) (балансовая стоимость/объем выработанной продукции)	7,95	4,84
Экономическая эффективность (разность приведенных затрат), руб./месяц	[(67,6+0,2·7,95) - (67,51+0,2·4,84)]·5340 = 3844,8 руб./мес. = 46137,6 руб./год	
Рентабельность, % (чистый доход/себестоимость продукции)·100	10	11,1
Рентабельно при объеме выпускаемой продукции свыше, кг/месяц	-	5340
Срок окупаемости, год (балансовая стоимость/экономическая эффективность)	-	0,56

Резюме. Годовой экономический эффект от применения сверхвысокочастотной установки для тепловой обработки замороженных тестовых заготовок производительностью 44,5 кг/ч составляет 46137,6 руб. при объеме выпускаемой продукции свыше 40 тонн. Экономический эффект от применения установки для тепловой обработки хлебопекарных дрожжей определяется за счет снижения эксплуатационных затрат. В результате рентабельность повысится на 11,1 %, срок окупаемости составит 0,56 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства : учебник / Л. Я. Ауэрман ; под общ. ред. Л. И. Пучковой. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Профессия, 2002. – 416 с.
2. Вайнштейн, Л. А. Открытые резонаторы и открытые волноводы / Л. А. Вайнштейн. – М. : Сов. радио, 1966. – 476 с.
3. Зельман, Г. С. Технология замораживания хлебобулочных и мучных кондитерских изделий / Г. С. Зельман, Т. И. Ильинская. – М. : Пищевая промышленность, 1969. – 212 с.
4. Курочкин, А. А. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств / А. А. Курочкин, В. М. Зимняков. – М. : КолосС, 2006. – 319 с.