

Е. В. Зубенко
E. V. Zubenko
Evgenizub2010@inbox.ru
С. В. Шихалев
S. V. Shihalev
sershih@rambler.ru

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» г. Екатеринбург
Ural State University of Economics, Ekaterinburg

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКЕ
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

**THE USE OF INDUCTION HEATING TO ENSURE ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS
AND SAFETY IN THE HEAT TREATMENT OF FOOD**

Аннотация: в статье рассмотрена проблема недостатка количества полезных пищевых веществ, что приводит к возникновению заболеваний организма и сокращению срока жизни человека. За основу взят процесс варки пищевых продуктов на примере костных бульонов, в течении которого происходит распад части полезных веществ. Разработана и показана экспериментальная схема установки для тепловой обработки костных бульонов. Получены основные теплотехнические характеристики процесса варки с использованием индукционного способа обогрева. Проведена оценка качества приготовленного бульона на экспериментальной установке в сравнении с традиционным способом. Предложен дискретный способ тепловой обработки костных бульонов, позволяющий сохранить максимально возможное содержание полезных питательных веществ.

Abstract: the article considers the problem of the lack of the amount of useful nutrients, which leads to the emergence of diseases of the body and shortening the life span of a person. The process of cooking food products is taken as a basis on the example of bone broths, during which part of the useful substances disintegrate. An experimental scheme of an installation for the heat treatment of bone broths has been developed and shown. The main thermal characteristics of the welding process using the induction heating method are obtained. The quality of the prepared broth was evaluated on an experimental setup in comparison with the traditional method. A discrete method of heat treatment of bone broths is proposed, which allows to preserve the maximum possible content of useful nutrients.

Ключевые слова: индукционный нагрев, здоровое питание, костные бульоны, экологически чистые продукты, питательные вещества.

Key words: induction heating, healthy eating, bone broth, organic food, nutrients.

Индукционный нагрев можно считать более экологичным и безопасным способом тепловой обработки продукции. При использовании индукционных плит нагревается только используемая посуда, что повышает безопасность работы человека с оборудованием. За счет точечного нагрева посуды, снижается теплообменный процесс с окружающей средой, а также, исходя из принципов работы данного вида оборудования, нагрев поверхности происходит не постоянно и только до определенных температур, что позволяет сильно экономить электроэнергию, по сравнению с обычными электрическими плитами.

Потребление продуктов питания с пониженными потребительскими характеристиками является причиной снижения качества и продолжительности жизни, возникновения вредных болезней населения, в том числе за счет сниженной пищевой ценности продуктов, повышенного потребления насыщенных жиров, дефицита микронутриентов и пищевых волокон [1].

Качество костных бульонов, используемых на предприятиях общественного питания, напрямую будет определять потребительские свойства супов, соусов, заливных блюд из мясных продуктов и т.д. Процесс производства костных бульонов энерго- и трудозатратный, включающий в себя предварительную подготовку сырья (мойка, обвалка, измельчение костей) и основную стадию варки.

Как показали исследования [2], варка бульонов классическим способом в автоклаве при температуре 130–137 °С в водно-жировой эмульсии способствует интенсивному окислению жира, а увеличение продолжительности варки до 5–6 часов при атмосферном давлении в пищеварочных котлах также приводит к окислению жира, что в конечном счете к ухудшению качества бульона. Из костей не полностью удаляются жир, экстрактивные и минеральные вещества. Выявленные недостатки обусловлены несовершенством процесса варки и конструкций вышеупомянутых аппаратов. Согласно работе [2] после закипания содержимое бульона необходимо отключать на определенный промежуток времени, что в традиционных пищеварочных котлах и автоклавах практически трудновыполнимая задача, усложняется работа обслуживающего персонала, сокращается срок службы автоматики аппаратов.

В связи с этим использование преимуществ индукционного нагрева открывает новые возможности в выборе теплового режима варки бульонов. С этой целью были проведены исследования по тепловой обработке костных бульонов в экспериментальном варочном аппарате с использованием индукционного способа подвода количества теплоты. Разработана самостоятельная методика проведения эксперимента и опытный стенд для установления режимных параметров процесса варки бульонов.

Тепловую обработку мясокостных бульонов (варку) проводили методом дискретного подвода тепловой энергии, для предотвращения эмульгирования бульонов и сохранения максимальной пищевой ценности продукта.

С этой целью разработан оригинальный экспериментальный стенд, представленный на рисунке 1.

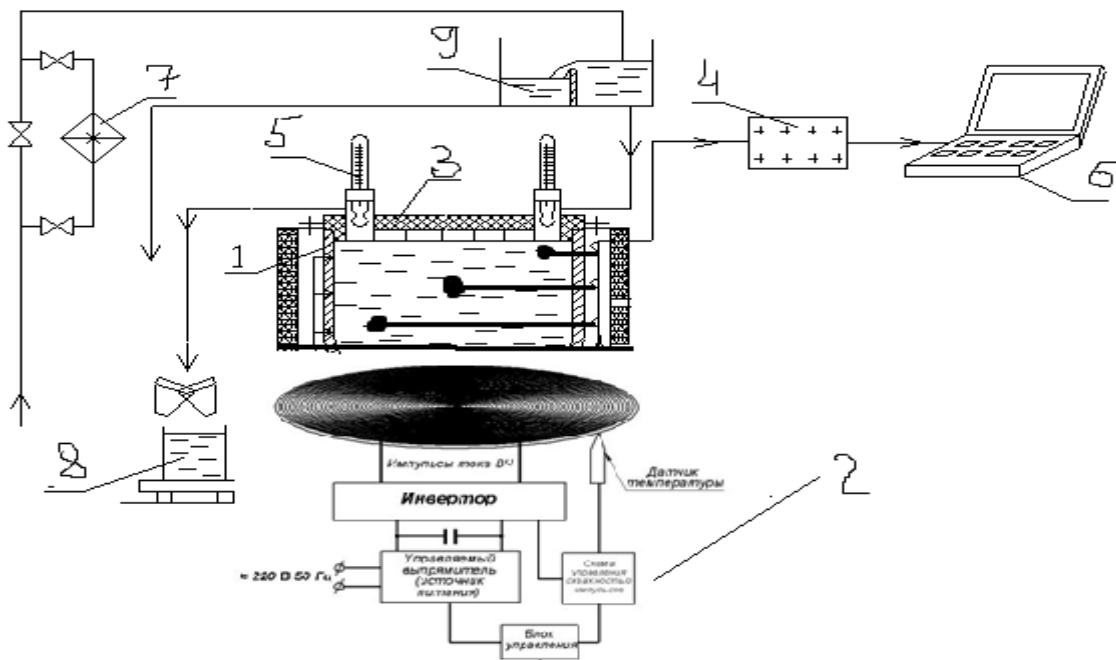


Рис. 1. Схема экспериментального стенда [2] 1 – варочный сосуд с изоляцией; 2 – индукционный источник тепловой энергии; 3 – калориметр; 4 – комплекс измерения температуры; 5 – термометр; 6 – ЭВМ с контроллером; 7 – водонагреватель; 8 – мерная емкость с весами; 9 – система водоснабжения; 9 – комплекс измерения температуры

Основой стенда являлся универсальный варочный сосуд 1 емкостью 20 литров (экспериментальный аппарат). К днищу варочного сосуда подводилась тепловая нагрузка, создаваемая системой электроподвода на базе индукционного нагревательного источника тепла 2. Для определения количества теплоты, передаваемой мясокостным бульонам, в экспериментальной установке предусматривался калориметр 3 с системой водоснабжения 9. Температура холодной воды, поступающей в калориметр, поддерживалась постоянной при помощи нагревателя 7. Измерение массового расхода воды через калориметр проводили с помощью мерного сосуда 8 с весами. Фиксация температуры воды на входе и выходе из калориметра производилась при помощи термометров 5. Измерение температуры содержимого варочной емкости (продукта) производилось системой термометрии 4, состоящей из хромель-копелевых термопар и цифрового комплекса с контроллером 6.

Индукционный источник теплоты позволял регулировать тепловую мощность, подводимую к продукту в широких диапазонах и с возможностью инерционности процесса.

Измерения проводили при различной подводимой тепловой мощности в зависимости от вида продукта.

В результате проведения опытов получили циклограмму изменения температуры костного бульона и теплового потока в процессе варки в первые 1,5 часа (рисунок 2).

Оценку качества приготовленного бульона проводили по следующим параметрам:

- содержание жира в кости – Э в %;
- перекисное число – П;
- кислотное число – К, мг КОН;
- органолептическая оценка в баллах (таблица 1).

Таблица 1 Сравнительные данные по окончании процесса варки костного бульона в различных аппаратах¹

Вид нагрева	Содержание жира в кости Э, %	Перекисное число П, %	Кислотное число К, мг КОН	Органолептическая оценка, баллы
Котел пищеварочный	4,3	0,0079	0,58	3,7±0,12
Аппарат с индукцией (дискретная варка)	3,1	0,0049	0,43	4,6±0,10

Таким образом, использованием аппарата с индукционным нагревательным элементом для варки костных бульонов выявило его положительные качества: динамика нагрева и остывания, экономия электроэнергии, безопасность и т.д. Дискретный нагрев позволяет сохранить потребительские показатели бульонов, которые позволяют сделать продукты питания более вкусными, полезными и более усвояемыми для человека. Варка дискретным способом на индукционном оборудовании является предпочтительней, традиционных аппаратов, снижается содержание жира в кости на 24%, кислотное число уменьшается на 25%, улучшаются органолептические показатели.

Разработка аппарата на базе индукционного оборудование и соответствующей технологии приготовления мясокостных бульонов, который будет отслеживать интенсивность нагрева, температуру жидкости и автоматически регулировать режимы работы, позволит сохранить высокую пищевую ценность продукта, уменьшить затраты труда рабочего персонала, улучшит микроклимат в помещении, уменьшит вредные тепловые потери, позволит реализовать процесс ночной варки (Рис. 2).

1

Составлено автором по: [2; 3]

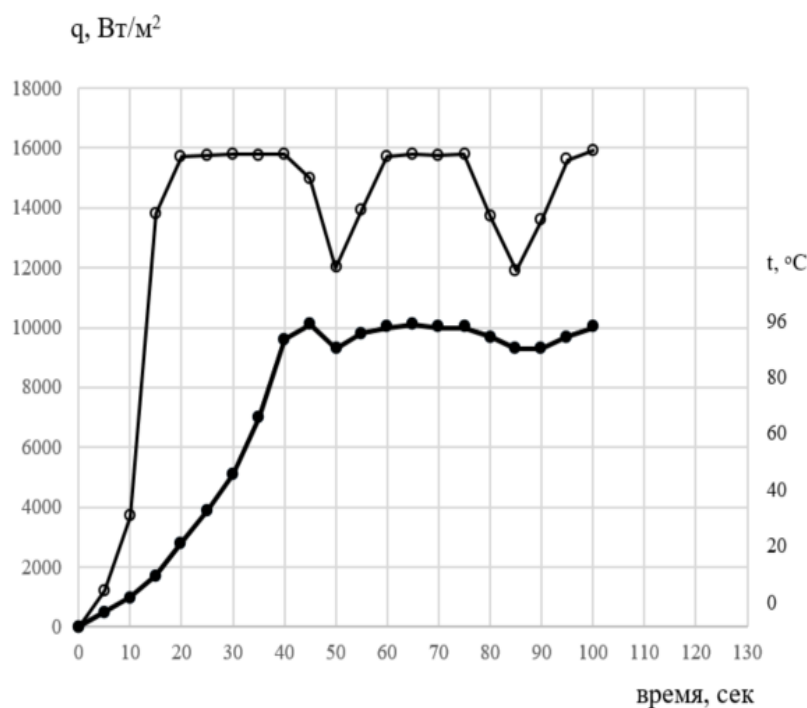


Рис. 2. Температура бульона; \circ – тепловой поток режимных параметров работы аппарата с индукционным нагревом²

Разработка аппарата на базе индукционного оборудования и соответствующей технологии приготовления мясокостных бульонов, который будет отслеживать интенсивность нагрева, температуру жидкости и автоматически регулировать режимы работы, позволит сохранить высокую пищевую ценность продукта, уменьшить затраты труда рабочего персонала, улучшить микроклимат в помещении, уменьшит вредные тепловые потери, позволит реализовать процесс ночной варки.

Список литературы:

1. Правительство Российской Федерации, Распоряжение от от 29 июня 2016 г. № 1364-р «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420363999?ysclid=1515rgj2f7772259954>.
2. Беляев М. И. Тепловые процессы и качество продукции в общественном питании. М. : Экономика, 1979. 134 с.
3. Макарова Н. В. Теоретические основы технологии общественного питания. Самара : Самарский государственный технический университет, 2015. 199 с.

4. Могильный М. П., Шалтумаев Т. Ш., Шленская Т. В. Технология продукции общественного питания. М. : ДеЛи, 2013. 430 с.

5. Индукционный нагрев пищевых продуктов // Учебные материалы онлайн. URL: <https://studwood.ru>.