

Г.М. Постнов, канд. техн. наук

А.О. Пак, канд. техн. наук

М.А. Чеканов

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ УЛЬТРАЗВУКОВИХ КОЛИВАНЬ, ЩО РОЗСІЯЛАСЯ ПІД ЧАС УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ОБРОБКИ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ

Розглянуто особливості розсіяння енергії ультразвукових коливань під час ультразвукової обробки м'ясної сировини з метою вивчення інтенсивності його проникнення в м'язові тканини на основі експериментальних даних.

Рассмотрены особенности рассеяния энергии ультразвуковых колебаний при ультразвуковой обработке мясного сырья с целью исследования интенсивности его проникновения в мышечные ткани на основе экспериментальных данных.

Estimation of general energy of ultrasonic vibration is the purpose of the work. Peculiarities of dissipation of energy of ultrasonic vibration are considered.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Кількість загальної енергії ультразвукової хвилі, кількість енергії, що розсіялась на сировині в процесі ультразвукової обробки, та їх співвідношення є основними даними під час визначення раціональних режимів та конструкційних особливостей апарата для ультразвукової обробки м'ясної сировини та напівфабрикатів з неї.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час визначення кількості ультразвукової енергії, яка розсіялась під час обробки різних видів м'ясної сировини, існуючими стандартними методиками отримують дані в несистемних або відносних одиницях вимірювання [1-4]. Практичним завданням, яке обумовило дане дослідження, послужила необхідність визначення цього параметра в абсолютних одиницях.

Мета та завдання статті. Метою роботи було визначення загальної енергії ультразвукової хвилі та кількості енергії ультразвукової хвилі, що розсіялась під час процесу ультразвукової обробки різних видів м'ясної сировини.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час проведення досліджень обробці піддавали зразки, отримані з гомілки, пахвини та ошийка яловичини. Експерименти проводилися на експериментальній установці [2-4], розробленій на базі ультразвукового диспергатора

УЗДН-2М, адаптованого до умов експерименту. Блок випромінювання експериментальної установки показано на рис. 1.

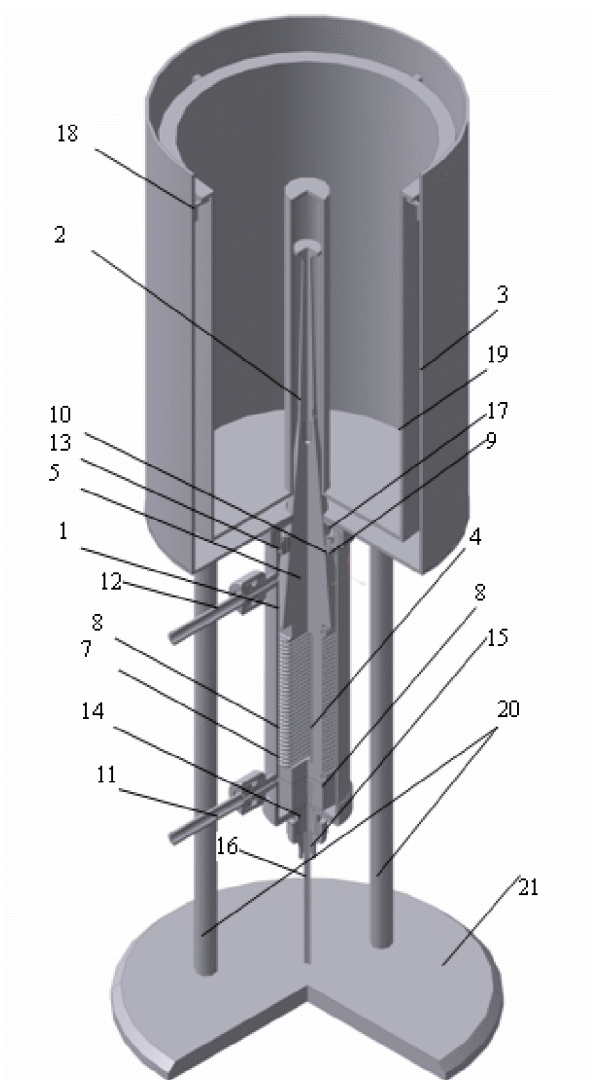


Рисунок 1 – Конструктивна схема блока випромінювання ультразвукового апарата

Експериментальна установка складається з ультразвукової коливальної системи 1, що забезпечує перетворення електричних коливань у механічні ультразвукові, їхнє введення проводиться за допомогою робочого органу – випромінювача 2 – в оброблювану сировину, яка розташована в робочій камері циліндричної форми 3. Ультразвукова коливальна система складається з магнітострикційного перетворювача трансформаторного типу 4, конічного концентратора 5, відбивача 6, обмотки трансформатора 7. Оскільки ультразвукова коливальна система вимагає примусового водяного охолодження, то вона монтується в циліндричний корпус 8, за допомогою опорного кільця з отворами 9 та болтів 10. Водяне охолодження здійснюється через вхідний та вихідний патрубки 11, 12. Герметичність з'єднання гарантують з одного боку гумовий сальник 13 та конічна гума прокладка 14 із фігурною гайкою 15 з другого боку, через які проходять дроти живлення обмотки перетворювача 16. Робоча камера 3 накручується на циліндричний корпус 9 за допомогою гайки 17, яка приварена до дна робочої камери. Через отвір у днищі робочої камери концентратора 5 та випромінювача 2 пружні ультразвукові коливання надходять у внутрішній об'єм робочої камери з проміжним середовищем, в якому на опорних кутиках 18 розташовано сітчастий кошик 19, в якому розміщено оброблювані зразки. Робоча камера за допомогою трьох вертикальних опор 20 з'єднується зі станиною 21.

Принцип дії апарата полягає в наступному: при підключенні генератора ультразвукових коливань до електричної мережі на обмотку трансформатора перетворювача подається живлення з частотою 22 кГц. У магнітострикційному перетворювачі відбувається перетворення енергії електричних коливань в енергію механічних коливань трансформатора, які підсилює концентратор. Випромінювач передає пружні ультразвукові коливання до проміжного середовища широким фронтом хвилі. У результаті над торцем випромінювача виникає зона кавітації.

Під час виникнення кавітації у воді утворюються зони тиску і розрідження. Ультразвукові коливання під час поширення у воді відбиваються від стінок сітчастого кошика, стінок циліндричного корпусу та від поверхні води (межа поділу фаз вода-повітря) практично повністю та поглинаються середовищем і дослідними зразками. При цьому у проміжному середовищі виникають ультразвукові мікропотоки, які на межі поділу фаз вода-тверде тіло (шматки м'яса) інтенсифікують масообмінні процеси, шляхом зміни проникливості оболонки клітин білків з'єднувальної тканини.

Збільшення ніжності м'яса, обробленого ультразвуком пояснюється взаємодією трьох чинників: знакозмінним ультразвуковим тиском, поглинанням (розсіянням) ультразвукової енергії, дією ультразвукових (радіаційних) мікропотоків.

Визначення загальної енергії ультразвукової хвилі та кількості енергії ультразвукової хвилі, що розсіялась під час процесу ультразвукової обробки м'ясної сировини, проводилось наступним чином. Енергія ультразвукових коливань розраховувалась за формулою

$$E = (1/2)\rho(2\pi f)^2 A^2V, \quad (1)$$

де V – загальний об'єм зразка; A – амплітуда коливань торця концентратора; f – частота коливань; ρ – густина. Кількість енергії, яку випромінює перетворювач за одиницю часу, є постійною та дорівнює 149,4 кДж.

Розрахунок енергії ультразвукових коливань, що розсіялась під час ультразвукової обробки м'ясної сировини, проводився таким чином. У циліндричні зразки м'ясної сировини на різну глибину розміщували термомпари та реєстрували температуру під час ультразвукової обробки [2-4]. Далі за отриманими термограмами визначалась середньоб'ємна температура, за формулою

$$\theta(\tau) = \frac{1}{V} \left(\sum_{i=1}^n V_i \cdot f_i(\tau) \right), \quad (2)$$

де V – загальний об'єм зразка; V_i – об'єм, в якому розміщувалась i -та термомпара; $f_i(\tau)$ – апроксимаційна функція сигналу, отриманого від i -тої термомпари.

Кількість теплоти, яка необхідна об'єкту, щоб його температура збільшилась на $\Delta\theta$, розраховується за формулою

$$Q = c \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta\theta, \quad (3)$$

де c та ρ – відповідно теплоємність та густина м'ясної сировини; V – об'єм зразка.

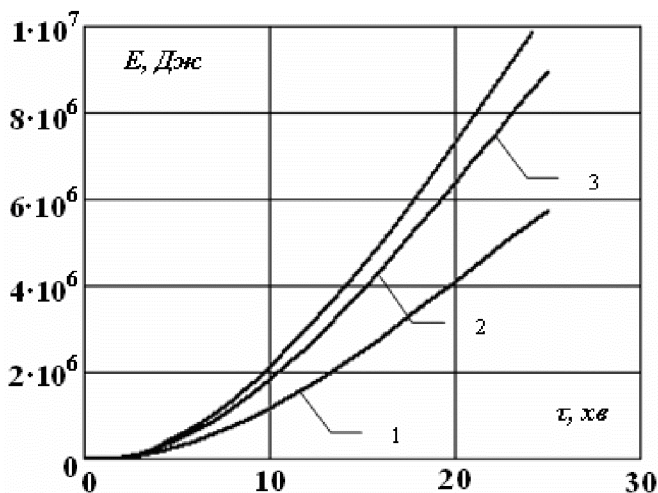


Рисунок 2 – Розсіяння енергії ультразвукових коливань під час обробки м'ясної сировини: 1 – ошийок; 2 – пахвина; 3 – гомілка

ньооб'ємної температури під час ультразвукової обробки, то, помноживши її на об'єм зразка, теплоємність та густину м'ясної сировини, отримаємо енергію ультразвукових коливань, яка розсіялась на даному зразку (рис. 2).

Як видно з отриманих результатів, енергія, що розсіюється на зразках різних видів м'ясної сировини, зі збільшенням тривалості ультразвукової обробки збільшується за умови постійного вводу енергії. Причому розсіяння на зразках з гомілки (крива 3) більше ніж на зразках з пахвини (крива 2), а розсіяння на зразках з пахвини (крива 2) більше, ніж на зразках з ошийка (крива 1). Тобто розсіяння енергії ультразвукових коливань відбувається більше в тих зразках м'ясної сировини, де з'єднувальної тканини більше. Пояснюється отриманий результат таким чином. Ступінь нагрівання м'ясної та жирової тканини обумовлений характером поглинання, інтенсивністю і частотою ультразвуку. Унаслідок неоднорідності структури м'язової тканини поглинання в ній більше, ніж у шарі жиру. Оскільки зразки з ошийка утримують більше жирової тканини, ніж зразки з пахвини та гомілки, то розсіяння ультразвукової енергії на них менше у порівнянні з іншими зразками. Максимальне розсіяння ультразвукової енергії, порівняно з іншими досліджуваними зразками, відбувається на зразку з гомілки, оскільки вона утримує найбільшу кількість з'єднувальної тканини.

Висновки. Таким чином, отримано значення енергії ультразвукових коливань, що випромінюються ультразвуковим перетворювачем

в одиницю об'єму. Визначено кількість енергії, що розсіюється під час ультразвукової обробки на зразках з різних видів м'ясної сировини за одиницю часу. Установлено, що під час ультразвукової обробки м'ясної сировини магнітострикційним перетворювачем на базі ультразвукового диспергатора УЗДН-2М енергія, що розсіюється на зразках з різних видів м'ясної сировини там більше, де з'єднувальної тканини більше.

Список літератури

1. Хмелев, В. Н. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве [Текст]: монографія / В. Н. Хмелев, О. В. Попова; Алт. гос. техн. ун-т. им. И. И. Ползунова. – Барнаул : АлтГТУ, 1997. – 160 с.

2. Заяс, Ю. Ф. Интенсификация технологических процессов при помощи ультразвука [Текст] / Ю. Ф. Заяс // Пищевая промышленность. – М. : ЦИНТИпищепром, 1960. – № 3(16). – С. 21–28.

3. Постнов, Г. М. Використання ультразвукових коливань для розм'якшення м'яса великої рогатої худоби з високим вмістом з'єднувальної тканини [Текст] / Г. М. Постнов, М. А. Чеканов // Вісник ДонДУЕТ. Сер.: Техн. науки. – 2005. – Вип. 12, т. 2. – С. 43–51.

4. Постнов, Г. М. Дослідження впливу ультразвуку частотою 22 кГц на м'ясо круної рогатої худоби з великим вмістом з'єднувальної тканини [Текст] / Г. М. Постнов, М. А. Чеканов // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування / Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Харків, 2004. – С. 361–367.

Отримано 15.03.2009. ХДУХТ, Харків.

© Г.М. Постнов, А.О. Пак, М.А. Чеканов, 2009.

УДК 663.241(477+100):66.022.38

Г.А. Селютіна, канд. техн. наук

І.Ф. Овчиннікова, доц.

Т.В. Щербакова, ст. викл.

ВИЗНАЧЕННЯ ШКІДЛИВИХ ДОМШОК У КОНЬЯКУ ВІТЧИЗНЯНОГО ТА ЗАРУБІЖНОГО ВИРОБНИЦТВА

Досліджено вміст альдегідів, ефірів, метанолу та сивушних олій у коньяках вітчизняного та зарубіжного виробництва, що реалізуються у торговельній мережі Харкова.