

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ДИСПЕРГАЦІЇ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

Гладуш В. Г., магістр, e-mail: [chekanov\\_n@ukr.net](mailto:chekanov_n@ukr.net)  
Чеканов М. А., к.т.н., доц., e-mail: [chekanov\\_n@ukr.net](mailto:chekanov_n@ukr.net)  
Державний біотехнологічний університет

**Актуальність дослідження.** Розвиток сучасних виробництв неможливий без створення нового устаткування та оптимізації існуючих технологічних процесів. Для забезпечення енергоефективності процесів використовується системний підхід, який містить у собі такі заходи: визначення, вимірювання, аналіз, покращення та управління.

Під час дослідження енергоефективності існуючого устаткування спочатку необхідно провести вимірювання процесних характеристик (температура, тиск, об'єм, витрата та ін.), визначити основного споживача енергії та характер її споживання. За сукупністю цих дій можна визначити ефективність витрати енергії та напрям модернізації для забезпечення оптимізації існуючих технологічних процесів.

**Метою досліджень** є процес ультразвукової диспергації безперервної дії та його автоматизація.

**Основні матеріали досліджень.** Заходи, які вживаються для збільшення енергоефективності поділяють на активні та пасивні. До пасивних належить заміна застарілих пристроїв новими з більшим коефіцієнтом корисної дії, з низьким енергоспоживанням, більшим ресурсом роботи, покращеною тепловою ізоляцією устаткування тощо. До активних заходів належить насамперед забезпечення автоматичного контролю та алгоритму управління процесом. Для цього використовують сучасні комп'ютерні та мікропроцесорні системи керування устаткованими датчиками з оберненим зв'язком та аналого-цифровими та цифро-аналоговими перетворювачами, оскільки сьогодні вони стали одним із найбільш дешевих, швидких та безпечних способів збирання та обробки інформації, з її подальшим використанням. Постійний розвиток мікропроцесорних систем, створення нової елементної бази дозволяє частково або повністю автоматизувати контроль та створити алгоритм управління технологічними процесами та апаратами на виробництві, що дозволить підвищити їх енергоефективність та безпечність.

Для дослідження процесу ультразвукової диспергації безперервної дії була створена експериментальна установка на базі ультразвукового диспергатора УЗДН-2М, яка містить ультразвуковий генератор та магнітострикційний випромінювач. Були проведені розрахунки для визначення енергетичних параметрів випромінювача [1], діаметром  $d = 15 \cdot 10^{-3}$  м, площею  $S = 1,7 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>. Значення корисної акустичної потужності джерела звуку та амплітуди звуку частот визначалися експериментально за методикою МЕК [2]. Коефіцієнти пропускання  $k_D$ , відбиття  $k_T$ , акустичний опір середовища  $R_A$  не залежать від частоти випромінювання, а змінюються лише від швидкості звуку та густини середовища, [3, 4],  $k_D = 0,93$ ,  $k_T = 0,06$ ,  $R_A = 1,61 \cdot 10^6$  кг·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>.

Дослідним шляхом було встановлено, що під час випромінювання ультразвукової енергії в досліджуваній об'єм робочої камери відбувається підвищення температури, із збільшенням глибини розташування термопар в робочій камері температура зменшується, що свідчить про затухання енергії хвилі, на відстані  $\lambda/2$  енергія хвилі зменшується на половину а на відстані  $\lambda$  повністю затухає. Для ультразвукового випромінювача частотою 22 кГц довжина хвилі  $\lambda = 0,07$  м. Тобто можна зробити висновок, що оптимальний геометричний розмір робочої камери апарата не повинен перевищувати  $2d$  випромінювача тобто 30 мм, та має бути висотою не більшою ніж 50 мм.

За експериментальними даними була виготовлена робоча камера апарата із сталі 08X18N10, нержавіючої сталі, із трьома штуцерами. Два з яких розташовані в верхній частині циліндричної робочої камери для підведення рідини, один в нижній частині для

відведення диспергованої рідини. Робоча камера кріпиться до ультразвукового випромінювача за допомогою різьбового з'єднання. Для підведення рідин в робочу камеру диспергатора на висоті 1,5 метри розташовані резервуари з рідиною, поєднані з робочою камерою силіконовими шлангами із встановленими на них гвинтовими затискачами.

У якості модельної системи для дослідів використовувалася система вода – олія, після диспергування була отримана емульсія. Стійкість емульсії визначали за стандартною методикою за допомогою центрифуги. За результатами експерименту були встановлені основні технологічні параметри, що впливають на ефективність перебігу процесу ультразвукової диспергації, за умов введення постійної величини ультразвукової енергії за одиницю часу. Ці параметри витрата рідини за першим та другим верхніми штуцерами та акустичний імпеданс модельних рідин, який виміряти достатньо складно, але можна виміряти кількість енергії, яка поглинається емульсією в робочій камері апарату.

Наступним етапом є масштабування отриманих результатів для отримання дослідно-промислової партії диспергованої рідини. Для цього потрібно удосконалити експериментальну установку. Встановити на напорні штуцери два перельстатичних насоси із кроковими двигунами фірми Shenchen серії LabF, з програмним управлінням. Для керування вони мають кольоровий сенсорний дисплей 4,3 дюйма промислового типу. Можна попередньо встановити об'єм і тривалість дозування, тривалість паузи, кількість доз і кут зворотнього всмоктування. Має динамічне відображення робочого стану: на одному екрані відображаються дані дозування, конфігурація системи та здійснюється налаштування параметрів. Має інтерфейси зв'язку RS232 та RS485, підтримує режим віддаленого терміналу (RTU), має dataкабель для передачі даних за стандартом RS232 для прийому керуючих сигналів пуску та зупинки, зміни напрямку та частоти обертання, а також виконання розливу та дозування. Залежно від потреби дистанційного керування можливий моніторинг температури і процесу розливу в реальному часі.

**Висновок.** Розглянуто спосіб автоматизації процесу ультразвукової диспергації. Для досягнення поставленої мети були визначені основні технологічні параметри, що впливають на ефективність перебігу процесу ультразвукової диспергації. Запропоновано використовувати сучасний підхід з використанням сучасного устаткування фірми Shenchen серії LabF, що дають змогу здійснювати контроль процесних параметрів, та керування технологічним процесом для досягнення оптимальних параметрів його стану з плином часу із зворотним зв'язком.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Постнов Г. М., Чеканов М. А., Червоний В. М. Удосконалення процесу тендеризації м'яса за допомогою ультразвукових коливань та його апаратне оформлення / Всеукраїнський науково-технічний журнал "Вібрації в техніці та технологіях" – Вінниця, 2017. – 1 (84) – 101-109 с.
2. Стандарт Міжнародної електротехнічної комісії МЕК, публікація 782. - М.: 1987. - Розд. 12, п. 12.1.
3. Постнов Г. М. Автоматизація вимірювання акустичної потужності ультразвукової установки за допомогою калориметричного методу / Г. М. Постнов, М. А. Чеканов // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 73-тя наук. конф. молодих вчених, асп. і студ.: матеріали / НУХТ. – К., 2007. – Ч. 2. – С. 17.
4. Постнов Г. М. Вивчення проникнення ультразвукових коливань у м'ясо великої рогатої худоби з високим вмістом з'єднувальної тканини / Г. М. Постнов, М. А. Чеканов // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. праць / ДонДУЕТ. – Донецьк, 2006. – Вип. 14. – С. 87–91.