

**В.С. Гуць**, д-р техн. наук  
*Національний університет харчових технологій*  
**О.А. Коваль**, канд. техн. наук  
*Інститут підвищення кваліфікації керівних спеціалістів Укрхарчопрому*  
**К.Д. Ткаченко**  
*Національний університет харчових технологій*

## ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ТВАРИННИХ КОРМІВ З М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ

При забої тварин, виробництві напівфабрикатів, ковбас, консервів, медичних препаратів та іншої продукції на м'ясокомбінатах утворюється значна кількість сировини, що вважається відходами виробництва, тобто не може бути використана на харчові цілі. Нині, залежно від технічної можливості підприємства й економічної доцільності повної переробки сировини та одержання м'ясних виробів відповідного асортименту, питома вага такої сировини значно збільшилась і коливається в межах 12...30 % від живої маси тварин при їх забої та переробці і 2...10 % — при виробництві напівфабрикатів і ковбас. На малих м'ясокомбінатах відходи виробництва практично не переробляються, у крайньому випадку накопичуються і транспортуються на спеціалізовані підприємства для перероблення.

Основною м'ясною нехарчовою сировиною є: туші або їхні частини, внутрішні органи, забраковані ветеринарно-санітарним контролем; продукти низької харчової цінності, які отримують при забої худоби; частини туші, що не мають попиту як харчові (селезінка, аорта, трахея, статеві органи тощо); відходи після витоплювання жиру, обвалювання м'яса, виготовлення натуральної кишкової оболонки, оброблення шкір, пера, крові, ендокринно-ферментної сировини тощо.

Чим менше за продуктивністю підприємство, тим більше накопичується відходів, тим складніше організувати повну переробку їх. Пов'язане це насамперед з тим, що немає якісного, енергоощадного обладнання, яке б забезпечило комплексну і повну переробку різної за своїм морфологічним складом сировини.

На великих сучасних підприємствах проблему відходів вирішують завдяки використанню спеціалізованих технологічних ліній, пристосованих для перероблення сировини окремих видів. Для малих і середніх підприємств такий шлях економічно збитковий, призводить до накопичення великої кількості обладнання, нераціонального його використання, великих витрат енергії. Враховуючи слабкий економічний стан малих і середніх підприємств, відходи на них практично не переробляють. Їх утилізують. При цьому на більшості підприємств використовують найпростіший спосіб, що базується на створенні примітивних звалищ. Сировину заривають у рівчачках, траншеях, ямах, як правило, без застосування необхідних антисептиків та інших засобів санітарії. Все це створює небезпечну екологічну ситуацію. Вона може значно погіршитись, якщо врахувати нинішній стан тваринництва в Європі, поширення коров'ячого сказу, сибірки, ящура, лейкозу та інших інфекційних захворювань худоби.

Авторами запропонована конструкція нової енергоощадної універсальної установки для перероблення усіх м'ясних відходів та відходів, що мають до 20 % кісток. Виконані також розрахунки процесів термічного оброблення сировини, реодинамічного перемішування, пневмотранспортування та центрифугування шквари.

Установка складається з подрібнювача, термоагрегата у вигляді двох автоклавів, трьох електромагнітних клапанів, плазмолізатора і центрифуги. Всі елементи установки зв'язані між собою трубопроводом.

Залежно від місткості автоклавів і виду сировини продуктивність установки може змінюватись від 200 до 500 кілограмів за годину.

Сировину завантажують у подрібнювач. Якщо переробляють м'яку жирову сировину, тобто установку використовують для витоплення жирів, то доцільно використовувати шнековий подрібнювач або інші подрібнювачі м'яса, що виготовляються серійно. Якщо сировина містить кістковий компонент, то доцільно використовувати силовий подрібнювач, аналогічний за конструкцією СИ-10, або інший. Найпоширеніші подрібнювачі, особливою конструкції яких є наявність усередині циліндричного корпусу вала, що обертається. На валу по гвинтовій лінії розміщують ножі з якісної загартованої сталі, а на боковій стінці корпусу — додатково нерухомі ножі, які разом з рухомими подрібнюють сировину і сприяють переміщенню її та вивантаженню.

Якщо треба подрібнювати міцні трубчасті кістки, то доцільно використовувати дробарку. Дробарки теж мають різні конструкції і є серійним обладнанням.

Процес термічного оброблення сировини здійснюється у двох автоклавах, які об'єднані в єдиний агрегат за допомогою системи трубопроводів. Конструкція термоагрегату не має механічних пристроїв для перемішування сировини, що є новим технічним рішенням. Сировина переміщується внаслідок періодичного переміщення її з одного автоклава в другий. Рушійною силою процесу є надлишковий тиск в одному з автоклавів. Швидкість руху і періодичність регулюються трьома електромагнітними клапанами. Для інтенсифікації розварювання сировини передбачене використання плазмолізатора. Збільшення частки жирової сировини і її вологості дає змогу скоротити термін термічної обробки майже вдвічі.

Для розділення звареної сировини (шквари) використовують універсальну центрифугу, в якій одночасно з осадовим розділенням відбувається фільтрувальне очищення жиру.

Після центрифуги отримуємо знежирену шквару (масова частка жиру 10...12 %) та жир. У разі використання гідровідцентрового способу знежирення [1] частка жиру у шкварі зменшується до 8...10 %, але додатково маємо жирову емульсію, яку подаємо в автоклави для розварювання сировини.

Ефективна експлуатація установки залежить від правильного розрахунку вибраних параметрів кожної з її складових. При монтуванні установки на місці виникає потреба в розрахунку трубопроводу, що з'єднує між собою автоклави і центрифугу. Втрати тиску по довжині трубопроводу не повинні перевищувати критичного значення, при якому він забивається.

Для розрахунку трубопроводу треба мати такі дані: витрати тиску  $P$  по довжині трубопроводу; середню швид-

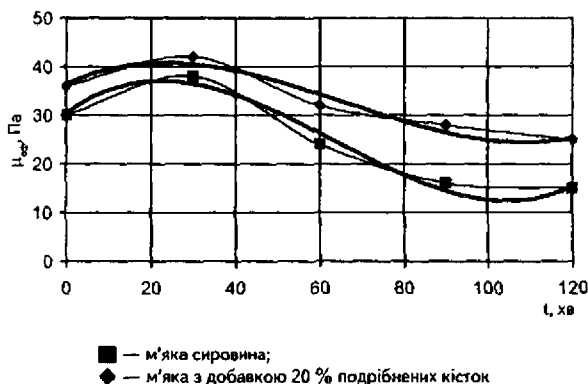
кість руху  $\omega$  або витрати сировини  $V = \frac{\pi d^2}{4} \omega$ ; розміри трубопроводу — його довжину  $l$ , внутрішній діаметр труби  $d$ . Суть методики розрахунку полягає в тому, що спочатку визначають один із вищевказаних параметрів за умови, що інші задані. При цьому слід врахувати, що швидкість руху має бути не меншою ніж 0,5 м/с, інакше при незначних змінах у технологічному регламенті, таких як зменшення температури, вологості, вмісту жиру та інших, можливе утворення заторів.

Складність розрахунку полягає ще в тому, що сировина змінює свої реологічні властивості під час нагрівання. Експериментально встановлена залежність коефіцієнта ефективної в'язкості  $\mu_{\text{ef}}$  сировини від тривалості  $t$  термічної обробки (рисунк). Математичну модель залежності доцільно подати у вигляді, зручному для подальших розрахунків — поліномом третього степеня. Апроксимацію функції виконано за допомогою програмного забезпечення Excel 97. Аналіз графіка свідчить, що експериментальні та аналітичні криві досить близько збігаються. Залежність коефіцієнта ефективної в'язкості для м'якої сировини від тривалості термічної обробки її має вигляд

$$y_2 = 9 \cdot 10^{-5} x^3 - 0,0171 x^2 + 0,6337 x + 30,386;$$

для м'якої з добавкою 20% подрібнених кісток відповідно —

$$y_1 = 5 \cdot 10^{-5} x^3 - 0,0104 x^2 + 0,4004 x + 36,386.$$



Максимального значення коефіцієнт ефективної в'язкості досягає на початку процесу термічного оброблення сировини. Це треба використовувати в розрахунках.

Виходячи з вимоги оптимізації конструкцій технологічного транспортного обладнання, внутрішній діаметр трубопроводу має бути мінімальним і таким, щоб втрати тиску по довжині трубопроводу і в місцях перегинів були теж мінімальні чи наближені до них. Аналітичні дослідження переміщення м'ясної сировини по трубах різного діаметра показали, що оптимальний діаметр труби має бути не менше ніж 100 мм, тоді не відбувається різкого збільшення опору.

За умови додержання вищевказаних конструктивних параметрів трубопроводу, прийнявши середню швидкість  $\omega = 2,0$  м/с, було виконано розрахунок тиску, що необхідний і достатній для пневмотранспортування сировини.

Втрати тиску по довжині трубопроводу залежно від реологічних властивостей сировини визначили з рівняння

$$\frac{Pd}{4l} = \mu_{\text{ef}} \gamma \left( \frac{3n+1}{4n} \right)^n \left( \frac{8\omega}{\gamma d} \right)^n, \quad (1)$$

де  $\mu_{\text{ef}}$  — коефіцієнт ефективної в'язкості при одиничному значенні градієнта швидкості  $\gamma$ ;  $n$  — індекс течії.

Сума місцевих втрат тиску залежить від кількості перегинів і їхньої форми. Витрати тиску на згинах труби при відношенні радіуса  $R$  закруглення до внутрішнього діаметра  $d$ , меншому ніж 4,5, визначали з рівняння

$$P_m = A \left( \frac{\omega}{\omega_1} \right)^{0,35} \left( \frac{R}{d} \right)^{-0,8} \left( \frac{\alpha}{90} \right)^{0,9}, \quad (2)$$

при більших кутах згину труби, коли  $\frac{R}{d} < 4,5$ , відповідно з рівняння

$$P_m = A \left( \frac{\mu}{\mu'_{\text{ef}}} \right)^{0,34} \left( \frac{\omega}{\omega_1} \right)^{0,32} \left( \frac{R}{d} \right)^{-0,8} \left( \frac{\alpha}{90} \right)^{0,9}, \quad (3)$$

де зведені  $\frac{\mu}{\mu'_{\text{ef}}}$  — безрозмірна ефективна в'язкість;  $\frac{\alpha}{90}$  — кут згину;  $\frac{\omega}{\omega_1}$  — середня швидкість потоку;  $A$  — коефіцієнт втрат.

Прийнявши коефіцієнт  $A = 1820$  Па [2] і виконавши розрахунки для максимальної довжини трубопроводу 5 м і форми його траси з двома згинами під кутом 90 градусів, маємо мінімальний тиск в автоклаві  $P = 2,1 \cdot 10^5$  Па, який забезпечить циркуляцію сировини в системі й подачу шквари в центрифугу. Це значення тиску є орієнтовним. При монтажі установки згідно з вимогами конкретного виробництва тиск може змінюватись як у бік збільшення, так і в бік зменшення.

**Висновок.** Впровадження установки дасть змогу на підприємствах малої продуктивності організувати комплексну і повну переробку відходів м'ясного виробництва.

## ЛІТЕРАТУРА

1. А.с. 1650254 СССР, МКИ В04В3/00, с11В1/14. Способ обезжиривания шквари / В.С. Гуц. — Опубл. 23.05.91, Бюл. № 19.
2. Кандибко П.М., Тульчевский М.Г., Гуц В.С. Реологические свойства мясной шквары // Пищ. пром-сть. — 1987. — № 4. — с. 43-45.

Надійшла до редколегії 07.09.2000 р.