

І.М. ОЩИПОК

Львівська комерційна академія

ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ М'ЯСНИХ ТУШ І ВІДРУБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФАЗОІМПУЛЬСНОГО ПРИСТРОЮ

У статті розглянута важлива задача створення пристрою для множинного контролю габаритних параметрів туш і відрубів худоби різної конфігурації. Описана робота фазоімпульсного пристрою на основі вимірювання опорів. Досліджено питання розрахунку похибки датчика сигналу при неточній установці квадратури.

Ключові слова: туша, відруб, худоба, пристрій, фазоімпульсний, похибка.

Сировиною для м'ясної промисловості є худоба. Після її забою технологічні параметри отриманої сировини є надзвичайно різні. Щоб забезпечити сучасний рівень завантаження обладнання, правильного його налаштування і автоматизації процесів первинної переробки худоби необхідно мати дані про габаритні розміри туш, відрубів тощо [1 – 9]. У сучасних технологіях переробки м'яса часто застосовують методи використання опорів, які входять у мостові схеми, логометри і часоімпульсні перетворювачі даних у цифровий еквівалент. Перетворення інформації, яка поступає від замірів технологічних параметрів предмету праці, у цифровий код сприяє практичному застосуванню мікропроцесорів і комп'ютерів для управління виробничим процесом, збору і обробки інформації, та прийняття відповідних управлінських рішень.

Автоматизація процесу вимірювання і отримання відліку в числовому кодї досягається використанням слідкувальних систем і аналогово-цифрових перетворювачів — пристроїв достатньо складних, що не завжди дозволяють забезпечити необхідну швидкодїю і точність. Однією з важливих задач є створення пристроїв для множинного контролю габаритів сировини різної конфігурації і точок об'єктів обробки з використанням великої кількості перетворювачів. Здійснення обігаючого контролю, який вимагає почергового під'єднання давачів до вимірювальних кіл, збільшує тривалість процесу контролю і приводить до виникнення перехідних процесів в момент перемикання, що не завжди допускається умовами експлуатації.

Мета роботи. Використати фазоімпульсний вимірювальний пристрій для роботи з перетворювачами опору, який дозволяє порівняно просто отримати результат в числовому кодї за допомогою відомих перетворювачів часового інтервалу і реалізувати обігаючий контроль без перемикання давачів.

Наведемо один з можливих варіантів структурної схеми пристрою для вимірювання опору (рис. 1). Основними елементами структурної схеми є генератор опорної напруги (ГОН), квадратурний фазорозщеплювач (ФР), резис-торний міст (РМ), формуючі каскади з диференціюючими колами (ФК), вентиля (В), генератор лічильних імпульсів (ГЛІ) формувач строб-імпульсів (ФСІ), ключ (К), лічильник імпульсів (ЛЧ), дешифратор (ДШ), лічильник вимірюваних об'єктів (ЛЧВО), пристрій відображення (ПВ).

Синусоїдальна напруга ГОН надходить на фазорозщеплювач, вихідна напруга якого, зсунута одна відносно іншої на 90° , підведені до чотирьох вершин РМ. В одне з плечей моста увімкнений змінний опір, який є функцією габаритних розмірів туші тварини R , а інші плечі — зразкові опори r . Зсув фаз θ між напругами U_0 і U_1 є функцією R і визначається залежністю:

© І.М. Ощипок, 2012

$$\theta = \arctg(R/r). \tag{1}$$

Синусоїдальні напруги U_0 і U_1 перетворюються за допомогою ФК в короткі знакозмінні імпульси, які відповідають переходам U_0 і U_1 через нульові значення. Однополярні імпульси, отримані на виході вентилів В, запускають ФСІ, керуючись ключами К, через які імпульси ГЛІ надходять на ЛЧ. Опір резистора R залежить від технологічних параметрів м'ясних туш і відрубів, наприклад, габаритних розмірів.

Кількість імпульсів N , які заповнюють інтервал часу, пропорційний зсуву фаз θ , і визначається з урахуванням (1), наступним виразом:

$$N = n\theta = n \arctg(R/r), \tag{2}$$

де n — число імпульсів ГЛІ, яке відноситься до одного градуса фазового кута.

Якщо R є, наприклад, змінний опір, то кількість імпульсів, які заповнюють інтервал часу, пропорційний зсуву фаз синусоїдальних напруг U_0 і U_1 , буде різною.

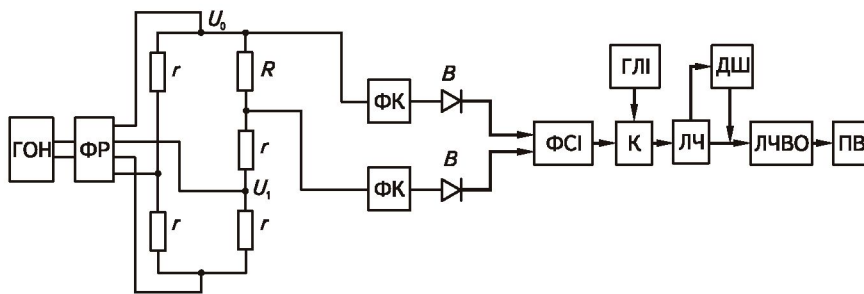


Рис. 1. Структурна схема фазоімпульсного пристрою

Принцип роботи розглянутого пристрою можна проілюструвати часовою діаграмою (рис. 2). На діаграмі зображені: напруги U_0 і U_1 на виході РМ (рис. 2, а); імпульси напруг на виході вентилів (рис. 2, б); напруги на виході ФСІ (рис. 2, в); імпульси злічувані ЛЧ (рис. 2, г).

Величину зразкового опору r можна визначити з умови максимальної чутливості пристрою S , яка легко отримується диференціюванням виразу (1) по R .

$$S = \frac{r}{R^2 + r^2}. \tag{4}$$

Максимальна чутливість системи буде при умові $R = r$.

Похибка вимірювання з допомогою розглянутого пристрою при відсутності зовнішніх збурень обумовлена в основному нелінійністю залежності $\theta = f(R)$ і відсутністю квадратури між вихідними напругами фазорозщеплювача.

В літературі наведені досить прості формули для розрахунку похибки у випадку нелінійної характеристики перетворювача при умові, що апроксимована функція є квадратним тричленом. Проте ці формули не можуть бути використані в даному випадку, оскільки функція тангенса і арктангенса не апроксимуються поліномами другого порядку. У зв'язку з цим отриманий наближений вираз для вказаної похибки, при виведенні якого функції тангенса і арктангенса апроксимувались поліномами третього порядку.

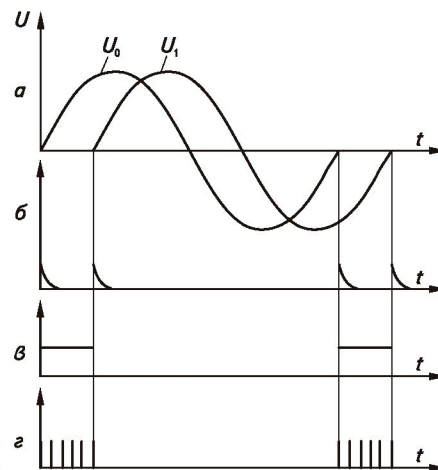


Рис. 2. Часова діаграма роботи пристрою

На рис. 3, а наведений графік функції $R = f(\theta)$ рівняння апроксимуючої прямої при умові рівності нулю похибки на початку і в кінці шкали, який має вид

$$R_u = R_n + \frac{\theta - \theta_n}{\theta_k - \theta_n} (R_k - R_n), \quad (5)$$

де R_u — вимірне значення опору перетворювача, Ом; $R_k, R_n; \theta_k, \theta_n$ — відповідно початкові і кінцеві значення опору перетворювача і кута зсуву фаз між напругами U_0 і U_1 ; θ — проміжне значення кута зсуву фаз між напругами U_0 і U_1 .

Приймаючи, дійсне значення кута опору

$$R_\theta = r \operatorname{tg} \theta. \quad (6)$$

Приведену похибку вимірювання δ визначимо із співвідношення

$$\delta = \frac{R_u - R_\theta}{R_k - R_n} = \frac{\theta}{r} \frac{R_k - R_n}{\operatorname{arctg} R_k - \operatorname{arctg} R_n} + \frac{R_n}{R_k - R_n} - \frac{\frac{\operatorname{arctg} R_n}{r}}{\operatorname{arctg} \frac{R_k}{r} - \operatorname{arctg} \frac{R_n}{r}} - \frac{r \operatorname{tg} \theta}{R_k - R_n}. \quad (7)$$

Замінюючи, функції тангенса і арктангенса у співвідношенні (7) двома членами розкладання в ряд Маклорена, і нехтуючи членами вищого порядку малості, які містять аргументи п'ятої і вище ступенів після перетворень з використанням правил наближеного числення, отримаємо наступний вираз для максимальної приведенної похибки, обумовленої нелінійністю характеристики перетворення:

$$\delta_{\max} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{R_k - R_n} \left[\frac{2}{3\sqrt{3}} \sqrt{(R_n^2 + R_k R_n + R_k^2)^3} - R_k R_n (R_k + R_n) \right] \frac{1}{r^2}. \quad (8)$$

З виразу (8) випливає, що максимальна похибка апроксимації обернено пропорційна квадрату зразкового опору r і може бути істотно зменшена при збільшенні останнього. При цьому чутливість пристрою, як показує вираз (2), зменшується приблизно пропорційно першій ступені r .

Апроксимацію можна вважати оптимальною, якщо апроксимуючу пряму зсунути паралельно до її початкового положення так, щоб значення максимальної похибки зменшилось вдвоє. В цьому випадку значення максимальної похибки при використанні, наприклад, опору з границею вимірювання для м'ясної промисловості, $R_n = 100$ Ом, $R_k = 180$ Ом, не буде перевищувати 0,15 %.

При зсуві фаз між напругами на виході фазорозщеплювача не рівному $\frac{\pi}{2}$, $\alpha \frac{\pi}{2} \pm \varphi$, зсув фаз

$$\theta = \operatorname{arctg} \frac{R_\theta^* \cos \varphi}{r \pm R_\theta^* \sin \varphi}, \quad (9)$$

де R_θ^* — дійсне значення опору перетворення, Ом.

Звідки виходить, що дійсне значення опору перетворювача

$$R_\theta^* = \frac{r \operatorname{tg} \theta}{\cos \varphi \pm \operatorname{tg} \theta \sin \varphi}. \quad (10)$$

Враховуючи, що $R_u^* = R_\theta^*$, де R_u^* — дійсне вимірне значення опору перетворення, Ом.

Приведену похибку вимірювання δ^* можна представити у вигляді

$$\delta^* = \frac{R_u^* - R_\theta^*}{R_k - R_n} = \frac{r \operatorname{tg} \theta}{R_k - R_n} \left(1 - \frac{1}{\cos \varphi \pm \operatorname{tg} \theta \sin \varphi} \right)$$

і після перетворень

$$\delta^* = \pm \frac{r\varphi}{R_k - R_n} \varphi \operatorname{tg}^2 \theta. \quad (11)$$

Графік функції $R^* = f(\theta)$ при $\varphi = 0$ і $\varphi \neq 0$ показано на рис. 3, б. Як видно з графіка найбільше значення абсолютної похибки ΔR_{\max} і, отже, приведеної похибки δ_{\max}^* , відповідає $\theta = \theta_k$. Підставляючи значення θ_k , визначене з виразу (9), у вираз (11) отримаємо залежність для максимальної приведеної похибки у вигляді

$$\delta_{\max}^* = \pm \frac{R_k^2}{r(R_k - R_n)} \cdot \frac{\varphi}{\left(1 \pm \frac{R_k}{r} \varphi\right)}.$$

Похибку, яка виникає при неточній установці квадратури, можна зменшити, якщо в якості опорної можна використати напругу U_0 , яка знімається з загальної точки опорів R і r утворюючих плече, шунтуюче вимірювальне. Значення опору R вибирається рівним початковому опорі перетворювача R_n . При такій установці плеча моста максимальна приведена похибка, обумовлена неточною установкою квадратури, має вигляд

$$\delta_{\max}^* = \pm \frac{\varphi(R_k + R_n)}{r}.$$

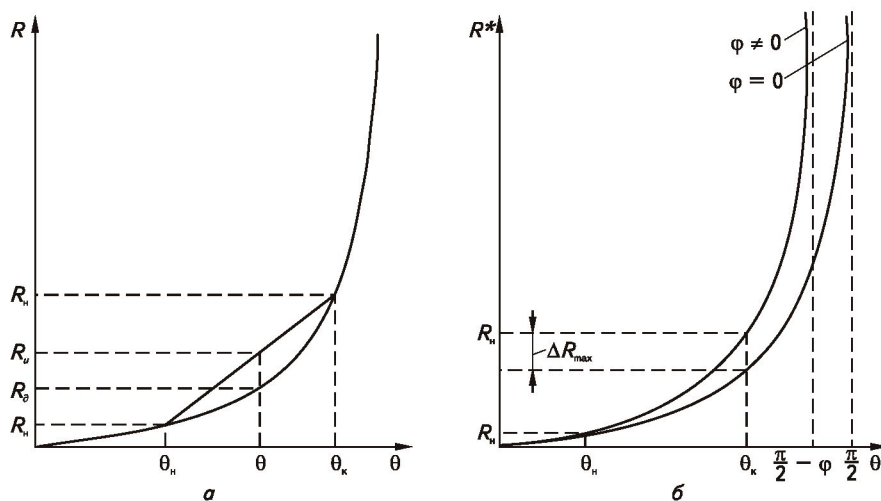


Рис. 3. Графік функції апроксимуючої прямої:

а) при умові рівності нулю похибки на початку і в кінці шкали; б) при $\varphi = 0$ і $\varphi \neq 0$

Висновки. Перетворення інформації, яка надходить від обладнання, і замірів у цифровий еквівалент сприяє процесу автоматизації вимірювання технологічних параметрів м'ясної сировини. Це дозволяє використати комп'ютери для збору і обробки інформації. Наведений аналіз показує, що основним джерелом похибок є фазорозщеплювач. Тому при реалізації розглядуваного принципу побудови вимірювачів опорі особливу увагу слід приділити стабільності і точності фазорозщеплюючих кіл.

ЛІТЕРАТУРА

1. Віннікова Л.Г. Теорія і практика переробки м'яса / Л.Г. Віннікова. — Ізмаїл: СМНЛ, 2000. — 172 с.

2. Гончаров Г.І. Технологія первинної переробки худоби і продуктів забою / Г.І. Гончаров. — К.: НУХТ, 2003 — 156 с.
3. Ощипок І.М. Виробничий та технологічний процеси м'ясних виробництв і застосування комп'ютерних технологій / І.М. Ощипок // «Мясное дело» — Київ, 2006. — № 9. — С. 12 — 15.
4. Ощипок І.М. Пристрій для автоматизованого сортування напівтуш худоби / І.М. Ощипок // «Мясное дело». — Київ, 2006. — № 10, 11. — С. 56 — 57.
5. Ощипок І.М. Модель раціонального використання сировинних ресурсів м'ясних виробництв / І.М. Ощипок // «Мясное дело». — Київ, 2007. — № 1. — С. 12 — 14.
6. Ощипок І.М. Деякі аспекти забезпечення прибутковості м'ясних виробництв / І.М. Ощипок // «Мясное дело». — Київ, 2007. — № 4. — С. 41 — 44.
7. Ощипок І.М. Оновлення обладнання м'ясних виробництв на нових технічних розробках. /І.М. Ощипок., В.І. Ярошевич // Матеріали науково-практичної конференції «Досягнення молодих вчених у вирішенні актуальних проблем м'ясної та молочної галузей». — Київ, 2009. — С. 23 — 24.
8. Ощипок І.М. Комп'ютерний контроль потоків сировини і виробів м'ясопереробних підприємств / І.М. Ощипок // Збірник наукових праць ХДУХТ. — Харків, 2011. — Вип. 2 (12). — С. 212 — 217.
9. Патент України № 64798, МПК (2011.01) G01F 5/00, H05B 41/26, (2006.01) H04R 21/00, H02M 5/14, (2006/01) H02 M5/16, (2006/01) A22C 17/00 / Спосіб визначення технологічних параметрів туш худоби і свиней // Ощипок І.М., Занічковська Л.В. Опубл. 25.11.2011. Бюл. № 22.

В статтю розглянута важлива задача створення пристрою для багатомасштабного контролю габаритних параметрів туш і отрубей живих тварин різної конфігурації. Описана робота фазоімпульсного пристрою на основі вимірювань опорних імпедансів. Досліджені питання розрахунку похибки датчика сигналу при неточній установці квадратури. Застосування таких пристроїв сприятиме урахуванню і комп'ютерному контролю сировини, що надійшла після первинної переробки убойних тварин. Упроститься процес створення логістических схем виробництва.

Ключевые слова: туша, отруб, скот, пристрій, фазоімпульсний, похибка.

I.M. Oshchypok

Evaluation of technological parameters of meat carcasses and cuts using device fazoimpulsnoho

In this paper the important task of creating a device to control multiple external dimensions of cattle carcasses and cuts of varying configurations. The functioning of the device based on the pulse-phase resistance measurement. The question of calculating the error sensor signal by inaccurate installation squaring. The use of such devices will facilitate the integration of raw materials and computer controls, received after the initial processing of slaughtered animals. Simplified the creation of logistics for production.

The above analysis shows that the main source of error is the phase splitters. Therefore, under consideration of the principle of the measuring resistance should focus on stability and accuracy of phase decomposing circles.

Key words: carcass, cuts, cattle, device phase-pulse, error.

Одержана редколлегиею 05.04.12 р.