

УДК 631.171;621.6:637.116.4

ІМІТАТОР ІНТЕНСИВНОСТІ МОЛОКОВІДДАЧІ В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ ДОЇЛЬНИХ АПАРАТІВ

*В. Дмитрів к.т.н., І. Дмитрів, асистент
Львівський національний аграрний університет*

Ключові слова: імітатор молоковіддачі, математична модель, період квантування, ексцентрик, доїльний апарат.

Розглянуто схему і принцип роботи імітатора інтенсивності молоковіддачі, наведено математичну модель кривої молоковіддачі, яка реалізується імітатором молоковіддачі, розкрито фізичний зміст коефіцієнтів моделі. Наведено приклад моделювання інтенсивності молоковіддачі.

Постановка проблеми. Під час експериментальних досліджень доїльних апаратів, їх основних складових, а також вимірювачів інтенсивності молоковіддачі та апробації алгоритмів їх роботи є необхідність в імітації кривої молоковіддачі корови, яка була б максимально наближена до фізіологічного процесу молоковиділення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для імітування інтенсивності молоковіддачі низка вчених подають криву молоковіддачі у вигляді математичних залежностей. Зокрема Карташов Л.П. пропонує інтерполювати функцію молоковіддачі з допомогою кубічного сплайна. Для реалізації такого методу пропонується використати багаточлен такого виду [1]:

$$m_m(t) = \sum_{k=1}^m a_k t^k, \quad (1)$$

де m_m – інтенсивність молоковіддачі, кг/с; a – чотирирозмірний вектор коефіцієнтів багаточлена; k – індекс компонента матриці нормальної системи методу найменших квадратів.

Інший спосіб моделювання кривої молоковіддачі запропонований авторами як апроксимація графіка відрізками прямих [2]:

$$m_m(t) = M \left(\frac{t}{t_1} \delta_1(t) - \frac{t-t_1}{t_1} \delta_1(t-t_1) \right) - \frac{M - M_{on}}{t_3 - t_2} (t-t_2) \delta_1(t-t_1), \quad (2)$$

де M , M_{on} – значення молоковіддачі в період найбільшої інтенсивності і за зниження останньої, кг/с; t_1 , t_2 , t_3 – періоди зростання молоковіддачі, її максимальне значення і зниження, с; $\delta_1(t)$ – одинична ступінчаста функція.

Можна подати інтенсивність молоковіддачі корови характеристичним рівнянням, що виведено експериментально для відповідної технологічної групи [3].

Систематизував тривалість молоковіддачі з інтенсивністю молоковіддачі та технологічними параметрами процесу доїння (вакууметричний тиск, частота пульсацій) Фененко А.І. У своїй роботі [4] він навів взаємозв'язок між технологічними параметрами процесу доїння і фізіологічною характеристикою молоковіддачі корови як синтезоване загальне рівняння системи процесу доїння.

Однак запропоновані вченими математичні залежності утруднюють їх використання в поєднанні з технічними засобами, які імітують штучну модель вимені.

Низка стендів і пристроїв [3; 4] розроблена для імітації штучних дійок та дослідження працездатності доїльного апарата в цілому з можливістю змінювати втрати тиску через приєднання (від'єднання) елементів з місцевими втратами тиску.

Такі стенди не універсальні і використовуються для конкретної задачі з дослідження окремого елемента доїльного апарата.

Постановка завдання. Основне завдання дослідження – розробити ефективну конструкцію імітатора інтенсивності молоковіддачі і математичну модель для програмування алгоритмів роботи автоматизованого доїльного апарата та експериментальних досліджень з можливістю кількісної і якісної оцінки останнього.

Виклад основного матеріалу. Неадекватності конструктивних параметрів елементів доїльного апарата фізіологічному режиму доїння, що виникає у процесі проектування й виготовлення вузлів і деталей, можна уникнути, провівши попередньо експериментальні дослідження, наближені до реальних умов процесу доїння. Одним із важливих параметрів цього процесу є молоковіддача, яка повинна імітувати фізіологічний процес молоковиведення з вимені корови. Це можна забезпечити, створивши імітатор інтенсивності молоковіддачі. Пропонується вирішення імітатора інтенсивності молоковіддачі, схема якого наведена на рис. 1.

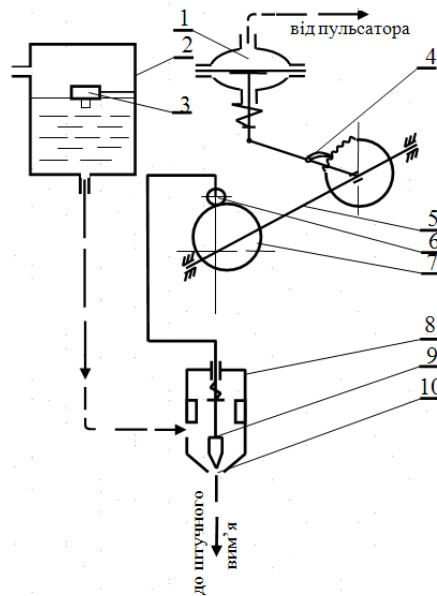


Рис. 1. Схема імітатора інтенсивності молоковіддачі:

1 – пневматична камера; 2 – напірна місткість; 3 – механізм регулювання рівня рідини; 4 – храповий механізм; 5 – вал храпового механізму; 6 – ролик приводу дросельного механізму; 7 – кулачок; 8 – корпус дросельного механізму; 9 – голка дроселя; 10 – відвідний патрубок з каліброваним отвором.

Оснoву його становить пневматичний привідний механізм, який складається з пневматичної камери 1, храпового механізму 4. На валу 5 храпового механізму встановлений кулачок 7, на який опирається ролик 6 приводу дросельного пристрою. Дросельний пристрій складається з корпусу 8, голки дроселя 9, відвідного патрубку 10 з каліброваним отвором.

Принцип функціонування імітатора молоковіддачі такий. Від електропневматичного пульсатора в пневматичну камеру 1 (див. 1) приводу періодично подається вакуумметричний тиск, у результаті чого діафрагма прогинається і через шток повертає храпове колесо механізму 5 з валом, на якому розміщений кулачок 7, що відтягує голку дроселя 9 й відкриває калібрований отвір. Профіль кулачка 7 підібраний таким чином, що кількість рідини, яка протікає через калібрований отвір, у часі імітує характер кривої молоковіддачі.

Пропускна здатність дросельного механізму залежно від переміщення конусної частини регульованої голки визначається таким чином:

$$q = F_{II} \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \quad (3)$$

де F_{II} – площа поперечного перерізу залежно від положення голки, m^2 ; μ – коефіцієнт витікання рідини через отвір, $\mu = 0,85$ [5]; H – напір рідини, створений за рахунок різниці геометричних висот і різниці тисків, м.

Площу поперечного перерізу можна визначити через основні конструктивні параметри дросельного механізму:

$$F_{II} = \pi \cdot l \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (2 \cdot R - l \cdot \operatorname{tg} \alpha), \quad (4)$$

де l – переміщення конусної частини голки, м; α – конусність голки, град. ; R – радіус каліброваного отвору відповідного патрубку, м.

Задавшись попередньо графіком кривої молоковіддачі, який повинен імітувати роботу кулачкового імітатора кривої молоковіддачі, запропонована емпірична залежність молоковіддачі від тривалості доїння:

$$q = \frac{a \cdot t^b}{e^{ct}}, \quad (5)$$

де a , b , c – дослідні коефіцієнти для заданого характеру кривої молоковіддачі; t – тривалість доїння, хв.

Нами проведено моделювання рівняння (5), результати яких наведено на рис. 2.

Сумарну кількість надоеного “молока” визначаємо за формулою

$$Q = \sum_{i=1}^n (q_i \cdot \tau / 60), \text{ кг}, \quad (6)$$

де q_i – інтенсивність молоковіддачі в i -й момент часу t , згідно з рівнянням (1), кг/хв, τ – крок квантування, $\tau = 15$ с.

Результати моделювання рівняння (5) наведено на рис. 2.

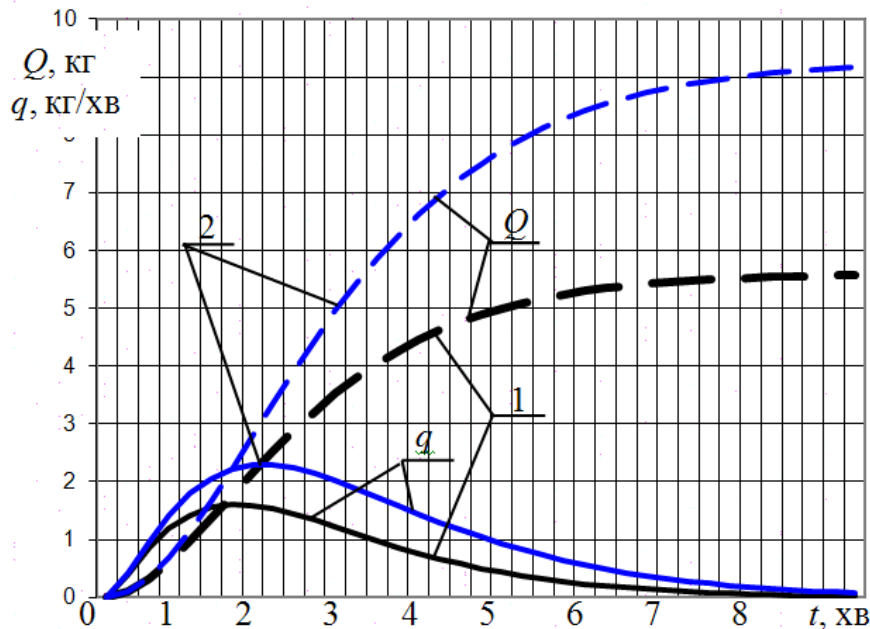


Рис. 2. Графіки імітації інтенсивності молоковіддачі (q) та кількості пройденної рідини (Q) імітатором інтенсивності молоковіддачі в часі:
 $1 - a = 3,5; b = 1,4; c = 0,9; 2 - a = 4; b = 1,5; c = 0,8$.

Висновки. Аналіз запропонованого імітатора інтенсивності молоковіддачі і математичної моделі, яка реалізується ним, уможливило проведення експериментальних досліджень максимально наближено до реального технологічного процесу. Математична модель кривої молоковіддачі реалізується геометрією профілю кулачка, який відповідає кривим інтенсивності молоковіддачі, наведеними на рис. 2. При цьому дослідні коефіцієнти мають фізичний зміст.

Коефіцієнт c характеризує максимальну молоковіддачу.

Коефіцієнт a характеризує молоковіддачу й тривалість доїння. За збільшення коефіцієнта зростає молоковіддача і тривалість доїння. Під тривалістю доїння в експерименті розуміємо тривалість часу до початку настання молоковіддачі нижче 200 г/хв.

Коефіцієнт b характеризує швидкість настання максимальної молоковіддачі, із зменшенням коефіцієнта, наприклад до 0,6, максимальна молоковіддача імітується в перші 40...60 с, і навпаки, за $b=1,7$ максимальна молоковіддача імітується на 2 хв від початку доїння.

Бібліографічний список

1. Караташов Л. П. Методы расчета биологических и технических параметров системы “человек- машина-животное” : учеб пособие / Л. П. Караташов. – Оренбург : Изд. центр ОГАУ, 2007. – 152 с.
2. Соловьев С. А. Исполнительные механизмы системы “человек-машина-животное” / С. А. Соловьев, Л. П. Карташев. – Екатеринбург : УрО РАН, 2001. – 200 с.
3. Караташов Л. П. Тренажеры, стенды и муляжи для биотехнической системы / Л. П. Карташев, С. А. Соловьев. – Екатеринбург : УрО РАН, 2005. – 171 с.
4. Фененко А. И. Механізація доїння корів. Теорія і практика : монографія / А. И. Фененко. – К., 2008. – 198 с.
5. Богомолов А. И. Гидравлика: учебник для вузов / А. И. Богомолов, К. А. Михайлов. – М. : Стройиздат, 1972. – 648 с.

Dmytriv V, Dmytriv I. The simulator intensity of milk let in experimental investigations of milking machines.

The scheme and the principle of the simulator intensity milk let is presented a mathematical model of the curve milk let realizable simulator milk let, disclosed the physical meaning of the coefficients of the model. Is an example of modeling the intensity milk let.

Keywords: simulator milk let, a mathematical model, the sampling period, the eccentric, milking machine.

Дмытрив В., Дмытрив И. Имитатор интенсивности молокоотдачи при экспериментальных исследованиях доильных аппаратов.

Рассмотрена схема и принцип работы имитатора интенсивности молокоотдачи, приведена математическая модель кривой молокоотдачи реализуемой имитатором молокоотдачи, раскрыто физический смысл коэффициентов модели. Приведен пример моделирования интенсивности молокоотдачи.

Ключевые слова: имитатор молокоотдачи, математическая модель, период квантования, эксцентрик, доильный аппарат.