

КІРОВОГРАДСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

*На ~~праві~~ рукопису*

ТКАЧЕНКО Ріта Петрівна

АВТОМАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТА РЕЄСТРАЦІЯ  
ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ МАШИННОГО ДОЇННЯ

Спеціальність 05.13.07

«Автоматизація технологічних процесів та виробництв»

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

КІРОВОГРАД  
1997

587.5



00738097 (Y)

Дисертація є рукопис.  
Робота виконана в Кіровоградському машинобудуванні.

Наукові керівники: кандидат технічних наук, доцент  
Пащенко Василь Федорович;  
кандидат технічних наук, доцент  
Віхрова Лариса Григорівна

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник  
Савран Валерій Пантелійович;  
кандидат технічних наук, доцент  
Баранюк Олександр Філімонович

Провідна організація: науково-виробниче об'єднання «Селта»  
Української академії аграрних наук,  
м. Сімферополь

Захист відбудеться « 8 » листопада 1997 р. о 12<sup>30</sup> годині  
на засіданні спеціалізованої вченої Ради К 13.01.02 в Кіровоградському  
інституті сільськогосподарського машинобудування за адресою:  
316050, м. Кіровоград, пр. Правди, 70 А, аудиторія 361.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Кіровоградського  
інституту сільськогосподарського машинобудування за адресою:  
316050, м. Кіровоград, пр. Правди, 70 А.

Автореферат розісланий « 7 » червня 1997 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої Ради,  
кандидат технічних наук, доцент

Каліч В. М.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ. Тваринництво — одна із найбільш трудомістких галузей сільськогосподарського виробництва. Рівень механізації праці на тваринницьких підприємствах України все ще низький, великі витрати праці на одержання продуктів — молока і м'яса. Через недостатню ефективність і стабільність застосування технологій утримання не повністю використовуються потенціальні біологічні можливості сільськогосподарських тварин.

Вітчизняний і зарубіжний досвід показали, що для істотного підвищення продуктивності праці і найбільш повної реалізації біологічних можливостей сільськогосподарських тварин треба перейти на інтенсивні технології утримання із забезпеченням стабільного та якісного виконання основних технологічних операцій. Цього можна досягти впровадженням вискоелективних і надійних засобів автоматизації контролю та управління виробництвом продуктів тваринництва.

Зоотехніками визначено ряд параметрів процесу доїння: загальний час доїння, тривалість машинного доїння, тривалість холостого доїння, тривалість машинного додою, загальний надій молока, машинний надій молока, ручний додой, середня інтенсивність молоковіддачі за перші три хвилини, середня інтенсивність молоковіддачі за час машинного доїння, тривалість від початку підготовки вимені до підключення доїльного апарата, та інші, аналізуючи які можна робити висновки про придатність тварини до машинного доїння, про ефективність використання раціонів годування, про ефективність використання доїльних апаратів і доїльного обладнання в цілому.

Аналіз існуючих технічних засобів, які застосовують для одержання вказаної інформації, показав, що в силу тих або інших недоліків вони не відповідають встановленим вимогам.

Таким чином, дослідження, направлені на автоматичний контроль і реєстрацію параметрів процесу доїння з метою підвищення продуктивності тварин, удосконалення технології доїння, являються актуальними.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ. Розробка, дослідження та технічна реалізація автоматичного пристрою контролю і реєстрації параметрів процесу доїння з застосуванням датчика вимірювання доз молока, що виводяться доїльним апаратом у кожному такті ссання. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Обґрунтувати метод вимірювання об'єму виведеної дози молока.
2. Провести дослідження електричних властивостей молока в широ-

Дир. м. В. Стефаник  
Укр. Україна

кому діапазоні частот, вибрати тип і робочу частоту сприймаючого елемента.

3. Теоретично дослідити взаємодію сприймаючого елемента з робочим середовищем, визначити основні конструктивні параметри сприймаючого елемента.

4. Провести теоретичні дослідження вимірювальної схеми пристрою разом з вибраним сприймаючим елементом, обґрунтувати основні її параметри.

5. Розробити вимірювальну схему і конструкцію пристрою контролю доз молока.

6. Розробити схеми пристрою автоматичного контролю і реєстрації параметрів процесу машинного доїння.

7. Провести господарчі випробування розробленого пристрою, дати рекомендації по його застосуванню.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ. Процес машинного доїння корів.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ. Теоретичні дослідження виконувались на базі основних положень об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування, теоретичних положень основ електротехніки та теорії автоматичного управління.

Розрахунково-експериментальна частина досліджень виконувалась на ПЕОМ IBM AT/486 шляхом розробки та експлуатації моделюючих і розрахункових програм.

Експериментальні дослідження базувались на стандартних методиках обробки результатів експериментів, серійних вимірювальних пристроях у лабораторних та господарських умовах.

НАУКОВА НОВИЗНА полягає у наступному:

запропоновано та обґрунтовано використання дози молока, що виводиться доїльним апаратом за один такт, як технологічний параметр, за допомогою якого можна визначити основні показники процесу машинного доїння;

запропоновані і обґрунтовані методи вимірювання дози молока, що виводиться доїльним апаратом за такт ссання;

створена математична модель індуктивного сприймального елемента; запропонована структура вимірювальної системи пристрою, яка інваріантна до впливу дестабілізуючих факторів в умовах експлуатації;

розроблені структурна і принципова схеми автоматичного пристрою контролю та реєстрації параметрів машинного доїння, алгоритм роботи системи та програма, що забезпечує його реалізацію.

**ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ.** Розроблена нова конструкція датчика доз молока, яка дозволяє здійснювати вимірювання доз молока і всього надою в цілому.

Запропонована конструкція датчика пульсації пульсатора доїльного апарата, який визначає такти пульсації пульсаторів усіх конструкцій.

Розроблена автоматизована система контролю і реєстрації параметрів процесу машинного доїння, яка дозволяє визначити основні параметри процесу, здійснювати оцінку доїльної техніки на етапі її створення і перевірки, вибір та обґрунтування основних параметрів утримання тварин, підбір тварин для машинного доїння.

Розроблені за результатами роботи зоотехнічні вимоги дозволяють оцінити відповідність пристрою контролю та реєстрації параметрів процесу доїння вимогам, які до них пред'являються.

**РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ.** Результати науково-дослідної роботи враховані при розробці Українським Державним Центром по випробуванню та прогнозуванню техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва (УкрЦВТ) «Державної програми виробництва на підприємствах країни технологічних комплексів, машин і устаткування для сільського господарства, харчової і переробної промисловості та промисловості будівельних матеріалів».

Автоматизований пристрій для контролю та реєстрації параметрів процесу доїння впроваджений на фермах КСП «Росія», Маловисківського району Кіровоградської області, КСП «Нива» Кіровоградського району Кіровоградської області та Українського науково-дослідного інституту по випробуванню та прогнозуванню техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва Міністерства сільського господарства і продовольства України.

Матеріали дисертації використовуються в навчальному процесі кафедри автоматизації виробничих процесів КІСМУ.

Реалізація результатів досліджень підтверджена відповідними документами.

**АПРОБАЦІЯ РОБОТИ.** Основні положення і результати роботи були заслухані і обговорені на: Республіканській науково-технічній конференції «Проблеми конструювання и технологии производства с-х машин», (Кіровоград 1991, 1992 рр.), Науково-технічній конференції викладачів, аспірантів та співробітників інституту, (Кіровоград, 1997 р.).

## ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОЛОЖЕННЯ, ЯКІ ВІНОСЯТЬСЯ НА ЗАХИСТ.

1. Обґрунтування технологічних параметрів, які характеризують процес доїння.
2. Метод контролю величини дози молока, виведеної доїльним апаратом за такт ссання.
3. Математична модель індуктивного сприймаючого елемента та конструкція датчика доз молока.
4. Алгоритм функціонування системи автоматичного контролю та реєстрації параметрів процесу машинного доїння.
5. Система автоматичного контролю та реєстрації параметрів процесу машинного доїння.

КОНКРЕТНИЙ ОСОБИСТИЙ ВНЕСОК. Обґрунтовано технологічний параметр, який характеризує дозу молока, запропоновано метод його вимірювання в процесі доїння. Розроблено математичну модель індуктивного сприймального елемента. Розроблено алгоритм функціонування системи автоматичного контролю та реєстрації параметрів процесу доїння при використанні будь-яких конструкцій доїльних апаратів. Розроблені структурна та електричні принципи схеми мікропроцесорного пристрою контролю та реєстрації параметрів.

Загальна доля участі в опублікованих у співавторстві працях складає 40-70%.

ПУБЛІКАЦІЇ. Основні положення дисертації опубліковані в 6 роботах.

СТРУКТУРА ТА ОБСЯГ ДИСЕРТАЦІЇ. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків і списку літератури, який містить 118 найменувань, та додатків. Загальний об'єм дисертації 148 сторінок, в т. ч. 6 таблиць, 52 рисунки.

## ЗМІСТ РОБОТИ

ВСТУП. Обґрунтована актуальність роботи, викладені основні положення, що виносяться на захист.

РОЗДІЛ 1. Стан питання і задачі дослідження.

Наведений аналіз роботи інформаційно-вимірювальних засобів процесу молокозведення тварин. Для автоматичного контролю процесу доїння необхідно мати інформацію: про інтенсивність молокозведення

тварин протягом доїння; про момент відключення доїльного апарату; про кількість молока, одержаного від кожної тварини. Процес доїння тварин на сучасних доїльних установках пред'являє до сучасних інформаційно-вимірювальних засобів ряд вимог: інформація, що надходить, повинна точно відображати процес доїння в усіх фазах, реакцію тварини на вплив доїльного апарата та надходити у формі, зручній для сприйняття оператором та подальшої обробки; на характеристики пристрою не повинна впливати зміна фізико-хімічних властивостей молока; пристрої не повинні негативно впливати на стан здоров'я обслуговуючого персоналу, тварин і якість молока.

Проведена класифікація існуючих інформаційно-вимірювальних засобів системи показує, що вони можуть бути розподілені на пристрої вимірювання ваги, об'єму, рівня та параметрів потоку молока. Встановлено, що ці пристрої дозволяють одержувати одну з трьох необхідних інформацій, а одержання недостаючих потребує введення додаткових перетворюючих і вимірювальних вузлів. Застосування двох або трьох водночас встановлених в молочній лінії доїльних апаратів, пристроїв призводить до зменшення надійності, порушення режиму роботи всієї доїльної системи. Визначено, що існуючі технічні засоби не відповідають пред'явленим до них вимогам, тому вони знайшли обмежене застосування.

Встановлено, що доза молока, виведена доїльним апаратом за такт ссання, є технологічним параметром при автоматичному контролі та управлінні процесом доїння, оскільки включає всю необхідну інформацію. Враховуючи наведене, сформульовані задачі досліджень.

## РОЗДІЛ 2. Формування сигналу інтенсивності молоковиведення.

Відомо, що режим роботи доїльного апарату має здійснюватись у залежності від інтенсивності молоковиведення. Використання високочастотного індуктивного перетворювача, здатного визначити з високою точністю об'єм дози молока у кожному такті ссання, дозволяє відсліджувати інтенсивність молоковиведення та відповідно змінювати роботу доїльного апарата, забезпечуючи умови найбільш ефективного процесу доїння.

В основу роботи високочастотного індуктивного перетворювача покладено резонансний метод як найбільш чутливий до зміни контрольованого параметра. Такий перетворювач складається з котушок індуктивності, включених у коливальний контур, який працює від генератора синусоїдальних коливань.

Конструкцію сприймаючого елемента розглядаємо як циліндр з ко-

тушкою індуктивності в основі і котушкою у формі короткозамкнутого контура на поплавці, який вільно переміщується у циліндрі.

Взаємозв'язок між параметрами сприймаючого елемента описується системою співвідношень (1..9):

$$U_{ab} = \frac{U \cdot j \cdot \omega \cdot C}{j \cdot \omega \cdot (C + C_1) + (G - j \cdot B)}, \quad (1)$$

$$G = \frac{R_1 + R}{(R_1 + R)^2 + (\omega \cdot L_1 + Y)^2}, \quad (2)$$

$$B = \frac{\omega \cdot L_1 + Y}{(R_1 + R)^2 + (\omega \cdot L_1 + Y)^2}, \quad (3)$$

$$R = \frac{\omega^2 \cdot M^2 \cdot R_k}{R_k^2 + Y_k^2}, \quad (4)$$

$$Y = \frac{\omega^2 \cdot M^2 \cdot Y_k}{R_k^2 + Y_k^2}, \quad (5)$$

$$R_k = \frac{R_2}{R_2^2 \cdot C^2 \cdot \omega^2 + 1}, \quad (6)$$

$$Y_k = \omega \cdot L_2 - \frac{\omega \cdot C_2 \cdot R_2^2}{R_2^2 \cdot C^2 \cdot \omega^2 + 1}, \quad (7)$$

$$M = m_0 \cdot (r_1 \cdot r_2)^{1/2} \cdot ((2/k - k) \cdot K - 2/k \cdot E), \quad (8)$$

$$k = \frac{4 \cdot r_1 \cdot r_2}{(r_1 + r_2)^2 + x^2}. \quad (9)$$

У формулах використані позначення наступного змісту:

$U_{ab}$  — вихідна напруга;

$G$  — активна провідність контурів;

$B$  — реактивна провідність контурів;

- R — активний внесений опір;
- Y — реактивний внесений опір;
- R<sub>k</sub> — активний опір короткозамкненого контуру;
- Y — реактивний внесений опір;
- m<sub>0</sub> — магнітна постійна;
- K — повний еліптичний інтеграл першого роду;
- E — повний еліптичний інтеграл другого роду;
- U — напруга генератора;
- C — ємність розподільного конденсатора;
- C1 — ємність контурного конденсатора;
- C2 — власна ємність короткозамкненої котушки;
- R1 — активний опір першої котушки;
- R2 — активний опір другої котушки;
- R — активний внесений опір;
- Y1 — реактивний опір першої котушки;
- Y — реактивний внесений опір;
- M — взаємна індуктивність;
- r1 — радіус циліндра;
- r2 — радіус поплавка.

Якщо виходити з гіпотези про однорідність електромагнітного поля, то надається можливість аналізувати залежність між значенням взаємної індуктивності M, коефіцієнтом передачі контура  $|U_{ab}/U|$  кількістю молока, яким заповнено простір між контурами. З цією метою визначимо значення коефіцієнта передачі контура:

$$\left| \frac{U_{ab}}{U} \right| = \omega \cdot C / (G^2 + (\omega \cdot (C + C1) - B)^2). \quad (10)$$

На рис.1 показана залежність взаємної індуктивності від об'єму порції молока.

Взаємна індуктивність падає зі збільшенням об'єму порції і зростає зі збільшенням радіуса сприймаючого елемента. Істотно впливає на взаємну індуктивність відношення радіусів  $\alpha$  сприймаючого елемента і короткозамкненого витка: чим більше  $\alpha$ , тим більша взаємна індуктивність (рис.2).

Таким чином, короткозамкнена котушка повинна знаходитись якомога ближче до стінок вимірювального циліндра. Аналіз результатів розрахунків свідчить, що зі збільшенням радіуса сприймаючого елемента збільшується чутливість датчика та об'єм молока, який можна контролювати. Значення коефіцієнта передачі контура змінюється

залежно від об'єма порції молока для різних частот (рис.3), в діапазоні частоти 130 кГц залежність близька до лінійної.

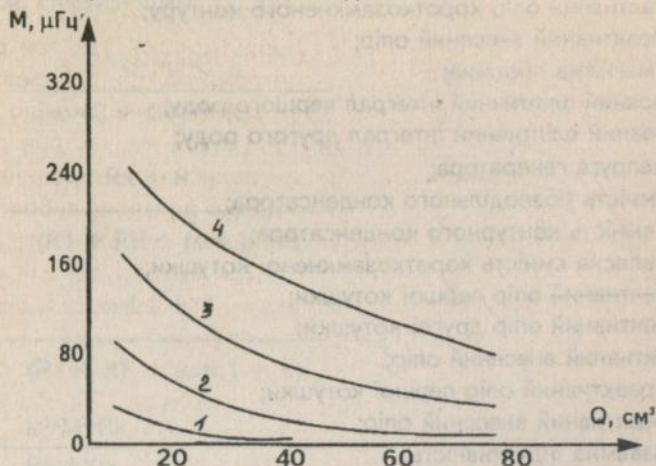


Рис.1. Залежність взаємної індуктивності від об'єму порції молока при різних значеннях радіуса сприймаючого елемента: 1) 2 см; 2) 3 см; 3) 4 см; 5) 5 см.

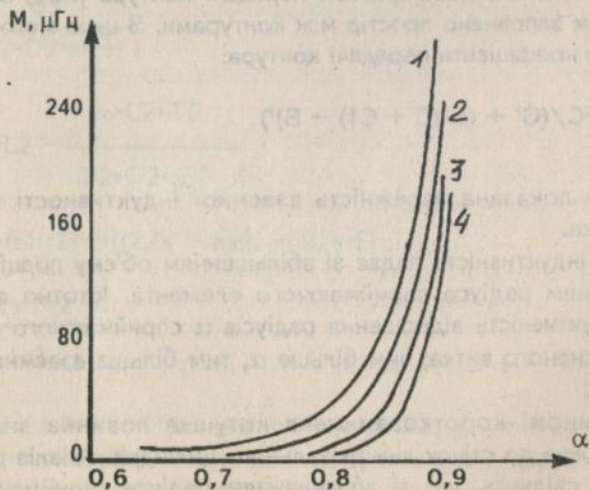


Рис.2. Залежність взаємної індуктивності від відношення радіусів  $r_1$  і  $r_2$  при об'ємі порції молока: 1) 10 куб. см; 2) 30 куб. см; 3) 60 куб. см; 4) 100 куб. см.

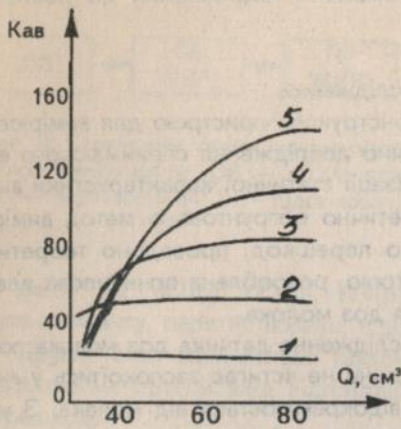


Рис.3. Залежність коефіцієнта передачі від об'єма порції молока при частоті до 160 кГц і радіусі сприймаючого елемента: 2см; 3см; 4 см; 5 см; 6 см.

При збільшенні радіуса сприймаючого елемента зростає похибка вимірювання об'єма порції молока. Так при радіусі 5 см помилка при вимірюванні рівня в 1 мм приводить до похибки 7%. В той же час при радіусі 2 см похибка вимірювання складала 1%, що дозволяє вибрати радіус сприймаючого елемента 2 см.

При високочастотному вимірюванні індуктивності основними характеристиками є  $X_0$ ,  $R$  — реактивна та активна складові повного опору. Відношення цих величин визначає добротність матеріалу:

$$Q_m = X_0/R = \omega \cdot C \cdot R \quad (11)$$

У випадку, коли  $Q_m > 6$ , рекомендовано застосовувати резонансні схеми перетворення. Сприймаючий елемент може вмикатися в паралельний або послідовний коливальний контур, який живиться стабілізованим за частотою та напругою джерелом високочастотної напруги.

При вмиканні сприймаючого елемента в паралельний коливальний контур напруга в ньому змінюється лінійно, пропорційно заповненню перетину молокопроводу.

Залежність напруги від повного опору контура описується рівнянням:

$$U_{аб} = \frac{U_1 \cdot \omega \cdot L_k \cdot Z_g}{(j \cdot \omega \cdot L_k + Z_g) / (j \cdot \omega \cdot C_1) + j \cdot \omega \cdot L_k \cdot Z_g}, \quad (12)$$

де:  $Z_g$  — повний опір сприймаючого елемента,

$L_k$  — індуктивність обмотки коливального контура.

Одержані результати теоретичного аналізу дозволяють зробити висновок про можливість реалізації даного методу контролю, визначити діапазон робочих частот пристрою та орієнтовні розміри сприймаючого елемента, перейти до визначення оптимальних параметрів пристрою в

експериментальних умовах, максимально наближених до реальних умов його використання.

### РОЗДІЛ 3. Експериментальні дослідження.

Обґрунтовано та розроблено конструкцію пристрою для вимірювання доз молока, проведені теоретично дослідження сприймаючого елемента, обґрунтовано метод лінеаризації статичної характеристики високочастотного перетворювача, теоретично обґрунтовано метод вимірювання параметрів, інваріантний до перешкод, проведено теоретичні дослідження вимірювального пристрою, розроблена принципова електрична схема пристрою вимірювання доз молока.

Лабораторні та господарські дослідження датчика доз молока показали, що в момент вимірювання рідина не встигає заспокоїтись у вимірювальній камері, повітря погано відокремлюється від молока. З урахуванням одержаних результатів була розроблена конструкція перетворювача потоку молока, яка б не мала таких недоліків. Ця конструкція була покладена в основу розробки датчика доз молока з індуктивним сприймаючим елементом.

Під дією температури та фізико-хімічних властивостей молока параметри сприймаючого елемента і вимірювальної системи приймають різні значення, що призведе до похибки вимірювання дози. Встановлено, що в результаті зміни діелектричної проникності матеріалу стінки вимірювального циліндру від температури навколишнього середовища в діапазоні +5...+25 °С, відносна похибка перетворювача параметру знаходиться в межах 1,1%. Зміна температури в діапазоні +20...40 °С, при постійному вхідному опорі, приводить до відносної похибки, що дорівнює 4%, в результаті зміни параметрів елементів резонансного перетворювача. Крім того, кількість молока, яка залишилась на поверхні сприймаючого елемента у вигляді плівки, призведе до похибки вимірювання дози в 1,27%.

З метою усунення цих похибок обґрунтована структура вимірювальної схеми з використанням принципу інваріантності, доведена можливість застосування одного каналу вимірювання в силу дискретності процесу доїння. Для структурної схеми, приведеної на рис.4, вимірювання об'єму дози молока проходить в два етапи.

Перший етап відповідає такту стискання доїльного апарата і замкненому стану ключа К. Вихідна величина від дії перешкоди  $f(Zn)$  визначається виразом:

$$f(Zn) = W1(p) \cdot W2(p) \cdot W3(p) \cdot W4(p) , \quad (13)$$

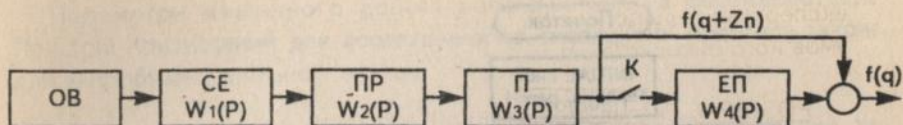


Рис. 4. Структурна схема інваріантного вимірювального пристрою з одним каналом вимірювання. ОВ — об'єкт вимірювання; СЕ — сприймаючий елемент; ПР — перетворювач; П — підсилювач; К — ключ; ЕП — елемент пам'яті.

де  $W_1(p)$ ,  $W_2(p)$ ,  $W_3(p)$ ,  $W_4(p)$  — передаточні функції сприймаючого елемента, перетворювача, підсилювача, елемента пам'яті.

Другий етап починається тактом ссання при розімкненому ключі К подачею на другий вхід віднімального пристрою корисного сигналу і перешкод.

Умови інваріантності для даної структурної схеми:

$$Zn \cdot W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p) - W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p) \cdot W_4(p) = 0. \quad (14)$$

Для виконання умови інваріантності передаточна функція  $W_4(p)=1$ . Якщо, вона не дорівнює одиниці, то система буде інваріантною з точністю до певного значення.

Таким чином, проведені дослідження підтвердили теоретичні висновки і показали, що пристрій задовольняє вимогам, які пред'являються до нього.

**РОЗДІЛ 4.** Розробка автоматизованого пристрою контролю та реєстрації параметрів процесу доїння.

Виходячі з проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено структурні, функціональні та принципові схеми пристрою, а також алгоритм його функціонування (рис. 5).

Автоматизований пристрій контролю та реєстрації параметрів процесу доїння дозволяє вимірювати і реєструвати одинадцять важливих показників: загальний час доїння; тривалість машинного доїння; тривалість холостого доїння; тривалість машинного додою; загальний надій молока; машинний надій молока; ручний надій молока; середню інтенсивність молоковіддачі за перші три хвилини, а також інтенсивність за першу, другу та третю хвилини; середню інтенсивність молоковіддачі за час машинного доїння; тривалість від початку підготовки вимені до підключення доїльного апарату.



Параметри машинного доїння реєструються та обробляються. Пристрій призначений для зоотехнічної та селекційної роботи а також для випробувань доїльної техніки.

РОЗДІЛ 5. Господарські випробування. Приведена методика та результати досліджень автоматизованого пристрою в господарських умовах, монтаж апаратури на доїльних установках а також розрахунки економічної ефективності апаратури та її надійності.

Випробування проводились на доїльних установках УДТ-6 КСП «Росія» Маловисківського району Кіровоградської області, КСП «Нива» Кіровоградського району Кіровоградської області та на доїльній установці УДЕ-8 Українського науково-дослідного інституту по виробуванню та прогнозуванню техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва Міністерства сільського господарства і продовольства України (сmt. Дослідницьке Київської області).

В результаті досліджень встановлено кореляційний зв'язок між величиною виведеної дози молока та тривалістю такту ссання, яка в дослідях змінювалась від 0,25 с до 0,85 с. Після автоматичного відключення доїльного апарата при величині дози 4 куб. см, додій молока склав 100...150 куб. см.

Встановлено, що в умовах доїльної установки пристрій функціонував нормально, відмов в роботі не було, що підтверджує його надійність.

Господарські випробування автоматизованого пристрою контролю та реєстрації параметрів доїння дозволили встановити, що продуктивність тварин підвищилась в середньому на 4,37%, а трудоемність робіт знизилась на 20%. На ряду з цим покращився підбір тварин для машинного доїння і режим виведення молока з вимені, передержання доїльного апарата на вимені корови. Регулярний облік продуктивності тварин призвів до підвищення ефективності їх використання.

Економічний ефект, одержаний від впровадження пристрою для визначення продуктивності дійного стада у 200 голів склав 7,1 тис. грн. на рік.

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз відомих технічних засобів контролю параметрів машинного доїння показав, що жоден з них неповністю забезпечує одержання необхідної інформації. Найбільш ефективним являється розробка пристрою для контролю та реєстрації параметрів процесу машинного

доїння, робота якого базується на вимірюванні дози молока, виведеної доїльним апаратом за такт ссання.

2. Теоретично встановлено, що дозу молока, виведену за такт ссання, можливо оцінювати по зміні параметрів індуктивного сприймаючого елемента, який взаємодіє з короткозамкненим витком, розміщеним у поплавку, що знаходиться на поверхні молока.

3. Для розширення діапазону вимірювань доз молока сприймаючий елемент запропоновано виконати у вигляді декількох котушок індуктивності, розташованих на певній відстані одна від одної, та з'єднаних послідовно.

4. В результаті теоретичних досліджень встановлено, що запропонований сприймаючий елемент має найбільшу чутливість при слідуючих його параметрах: радіус сприймаючого елемента 2 см, число витків короткозамкненого контура — 16, число послідовно з'єднаних котушок — 5, число витків кожної котушки — 80.

5. Застосований метод лінеаризації статичної характеристики датчика для вимірювання доз молока дозволяє зменшити відносну похибку від нелінійності та коливань провідності молока до 2%.

6. Запропонована конструкція датчика частоти пульсації дозволяє вимірювати частоту пульсації доїльного апарата з точністю 2,5%.

7. В результаті проведених теоретичних та експериментальних досліджень створено пристрій контролю та реєстрації параметрів процесу доїння, який дозволяє вимірювати всі основні показники процесу машинного доїння.

8. Результати господарських досліджень та впровадження пристрою підтвердили його ефективність та надійність роботи в умовах господарств України. Економічний ефект, одержаний від впровадження пристрою для визначення продуктивності дійного стада у 200 голів склав 7,1 тис. грн. на рік.

9. Розроблений пристрій автоматичного контролю та реєстрації параметрів процесу машинного доїння можна використати як автономно, так і в складі АСУТП молочно-товарних ферм та комплексів.

Основні положення дисертації викладені в роботах:

1. Носов Г. Р., Пашенко В. Ф. Ткаченко Р. П. Устройство для определения продуктивности молочного стада. //Механизация животноводческих ферм. —М.: 1991. №4. —С. 5-8.

2. Ткаченко Р. П. Аппаратура для определения продуктивности молочного стада. //Тезисы Республиканской научно-технической конференции «Проблемы конструирования и технологии производства с-х машин». —Кировоград. —1991. —С. 43.

3. Ткаченко Р. П. Теоретические основы разработки автоматического устройства для определения продуктивности молочного стада. //Тезисы Республиканской научно-технической конференции «Проблемы конструирования и технологии производства с-х машин». —Кировоград. —1991. —С. 31.

4. Ткаченко Р. П. Испытания устройства для определения продуктивности молочного стада. //Тезисы Республиканской научно-технической конференции «Проблемы конструирования и технологии производства с-х машин». —Кировоград, —1991. —С. 33.

5. Ткаченко Р. П. Разработка и оптимизация программ селекции молочных пород скота. //«Проблемы надежности и долговечности с-х машин». —К.: УМК ВО, 1992.

6. Ткаченко Р. П. Аналіз методів вирішення задачі вимірювання доз молока. //Тези науково-технічної конференції викладачів, аспірантів та співробітників інституту. —Кировоград, —1997.

## АННОТАЦИЯ

Ткаченко Р. П. Автоматизированный контроль и регистрация параметров процесса машинного доения.

Рукописная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.07 — Автоматизация технологических процессов и производств, Кировоградский институт сельскохозяйственного машиностроения, Кировоград, 1997 год.

Содержит теоретические исследования процесса молоковыведения, как объекта автоматизации, а также результаты экспериментальных исследований. Установлено, что для обеспечения полноценного рефлекса молокоотдачи изменение параметров доильного аппарата необходимо осуществлять в зависимости от интенсивности и скорости изменения интенсивности молоковыведения. Осуществлена техническая реализация и внедрение прибора, приводятся данные о его эффективности и надежности в процессе эксплуатации.

## SUMMARY

Tkachenko R. P. Automatic control and recording of mechanical milking parameters.

Manuscript dissertation to stand for the degree of the candidate of technical on speciality 05.13.07 — Automation of technological processes and productions, Kirovograd Institute of Agricultural Engineering, Kirovograd, 1997.

The dissertation contains the theoretical research of the milk output process as an object of automation and also the results of experiments. It has been ascertained that for the maintenance of the highgrade milk yield reflex the changes of parameters of a milk unit are to be executed depending on intensity and speed of milk output intensity changes in response to hardness of an animal milking. Technical realisation and introduction of the milking have been carried out, the data on its efficiency while in service are given.

Ключові слова: автоматизований пристрій, інтенсивність молоковиведення, контроль, алгоритм, параметри доїння.



Комп'ютерна верстка *Кожухар С.Г.*

Здано до набору 04.06.97. Підписано до друку 05.06.97.

Формат 60x84 1/16. Папір газетний. Надруковано на різнографі.

Умов. друк. арк. 1. Зам. №634/97. Тираж 100 прим.

© РВЛ. КІСМ. м.Кіровоград, пр. Правди, 70А, тел. 597-541, 559-245, 597-551.

42349

AB 38.257