

**ЗАСІБ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ МОЛОКА ДЛЯ ПЕРЕНЕСНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ СТІЙЛОВОЇ УСТАНОВКИ**

Вінницький національний технічний університет, tatianagnes.ua@gmail.com

Анотація. В доповіді розглянуто структурну схему та принцип дії засобу вимірювання рівню молока для переносного доїльного апарату стійлової установки та його первинний фотоелектричний вимірювальний перетворювач.

Ключові слова: доїльний апарат, стійлова доїльна установка, фотоелектричний вимірювальний перетворювач, рівень молока.

P. I. KULAKOV, T. V. HNES

**MEANS OF MILK LEVEL MEASURING FOR PORTABLE FARMYARD MILKING MACHINE**

Vinnitsky national technical university

Abstract. The paper deals with block diagram and principle of the measuring device to the level of milk for a portable milking machine installations and stall its initial photoelectric measuring transducer.

Key words: milking machine, milking stall unit, photoelectric transducers level of milk.

Актуальним завданням є впровадження на існуючі стійлові доїльні установки сучасних доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння та інформаційно-вимірювальних систем зоотехнічних параметрів на їх основі. Важливою задачею є вимірювання удою та інших параметрів тварини за допомогою переносних доїльних апаратів, що є елементами вищевказаних інформаційно-вимірювальних систем. Розглянемо запропонований засіб вимірювання рівню молока та його первинний фотоелектричний вимірювальний перетворювач, на основі якого можливе вимірювання цілого ряду зоотехнічних параметрів тварин. Схематичне конструктивне креслення вимірювального фотоелектричного перетворювача рівню наведено на рис. 1, а, а структурну схему засобу вимірювання рівня молока на його основі - на рис. 1, б.

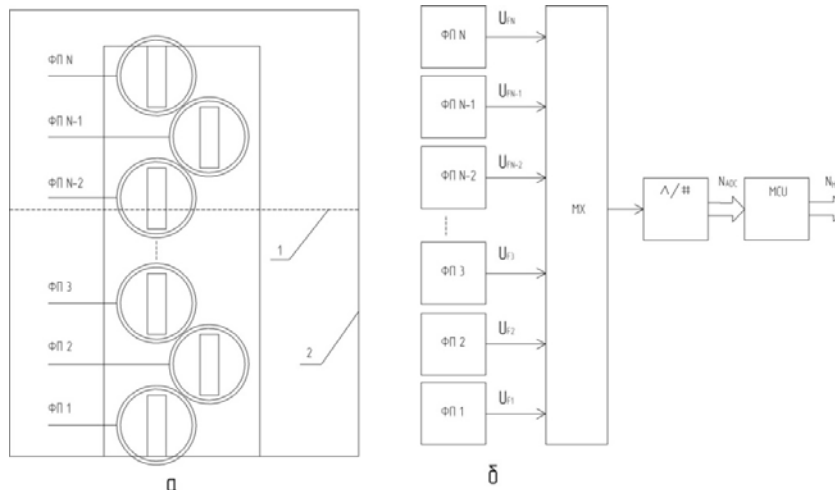


Рис. 1. Засіб вимірювання рівня молока для переносного доїльного апарату стійлової установки та його первинний вимірювальний перетворювач: 1 - рівень молока; 2 - корпус молокоприймальної камери, ФП - фотоприймач.

Первинний вимірювальний перетворювач рівня молока для переносного доїльного апарату стійлової доїльної установки (рис. 1, а) складається з  $N$  фотоприймачів на основі пари фотодіод - операційний підсилювач [1]. Фотодіоди фотоприймачів розташовані так, що рівень верхньої границі діафрагми кожного фотодіоду співпадає з рівнем нижньої границі діафрагми наступного фотодіоду. В результаті, в еквіваленті утворюється діафрагма висотою  $N \cdot H$  та шириною  $D$ . Навпроти кожного фотодіоду знаходиться інфрачервоний випромінювач з конденсорною лінзою для забезпечення рівномірного світлового потоку на всій площині фоточутливого шару [2].

Розглянемо принцип дії засобу вимірювання рівню молока для переносного доїльного апарату стійлової установки на основі його структурної схеми (рис. 1, б). Вихідні сигнали фотоприймачів на основі пари фотодіод-операційний підсилювач  $U_{F1}, U_{F2}, U_{F3}, \dots, U_{FN}$  поступають на вхід мультиплексора МХ, за допомогою якого здійснюється послідовне під'єднання цих сигналів до входу аналого-цифрового перетворювача А/Ц. Результат аналого-цифрового перетворення вихідного сигналу кожного фотоприймача у

вигляді коду  $N_{ADC}$  передається до порта уведення мікроконтролера MCU. На основі отриманих даних мікроконтролер здійснює розрахунок рівня молока і представляє результат вимірювання у вигляді коду  $N_H$ .

Встановимо функціональний зв'язок між вихідними напругами фотоприймачів та рівнем молока. Як випливає з рис. 1, а, діафрагма одного з фотоприймачів, позначимо його порядковий номер через  $m$ , частково перекрита молоком, і його вихідна напруга знаходиться в межах від  $\approx 0$  до максимального значення  $U_{FMAX}$ , яке буде на виході фотоприймача при повністю відкритій діафрагмі і визначається виразом

$$U_{FMAX} = \frac{I}{r^2} S_{I0} R_{ZZ} DL. \quad (1)$$

Тоді у всіх фотоприймачів з номерами від  $m+1$  до  $N$  діафрагма буде повністю відкрита, а у фотоприймачів з номерами від 1 до  $m-1$  - повністю закрита. Значення  $m$  визначається програмно шляхом аналізу вихідних кодів аналого-цифрового перетворювача відповідних сигналам  $U_{F1}, U_{F2}, U_{F3}, \dots, U_{FN}$ . Таким чином, рівень молока буде визначатися сумою висот закритих діфрагм фотоприймачів з номерами від 1 до  $m-1$  і рівнем закриття діафрагми  $m$  того фотоприймача. Вираз для визначення рівня молока в приймальній камері доїльного апарату має вигляд

$$H_M = L - \frac{U_{Fm}}{\frac{I}{r^2} S_{I0} R_{ZZ} D} + \sum_{i=1}^{m-1} L = \sum_{i=1}^m L - \frac{U_{Fm}}{\frac{I}{r^2} S_{I0} R_{ZZ} D}, \quad (2)$$

де  $U_{Fm}$  - вихідна напруга  $m$  - того фотоприймача.

Визначимо абсолютну методичну похибку вимірювання рівня молока. Припустимо, що похибка, яка зумовлена неточністю виконання діафрагми настільки мала, що нею можна знехтувати. Тоді загальна похибка буде мати наступні складові: похибка вимірювального перетворення, похибка встановлення  $\Delta_{VS}$ , яка зумовлена відхиленням від вертикалі положення молокоприймальної камери доїльного апарату, коливанням поверхні молока, наявністю крапель молока та піни, похибка квантування аналого-цифрового перетворювача.

$$\Delta_M = \Delta_{VS} + \Delta_{KV} + \Delta_H = \frac{r^2}{IS_{I0} R_{ZZ} D} \left( (\Delta R_{ZZ} + U_{SM} + U_N) \left( 1 + \frac{R_{ZZ}}{K_0 R_{IN}} + \frac{1}{K_0} \right) + I_S R_{ZZ} \left( \exp\left(\frac{e U_{VD}}{kT}\right) - 1 \right) + U_F \left( \frac{R_{ZZ}}{K_0 R_{IN}} + \frac{1}{K_0} \right) \right) + \Delta_{VS} + \frac{1}{2} \cdot \frac{U_{REF}}{2^n - 1}, \quad (3)$$

Позначимо через  $S_M$  площу дна молокоприймальної камери. Тоді об'єм  $i$ - тої порції молока визначається виразом

$$V_{Mi} = S_M H_{Mi}, \quad (4)$$

де  $H_{Mi}$  - рівень молока в камері перед скиданням  $i$ - тої порції.

Загальний удій тварини визначається виразом

$$V_M = S_M \sum_{i=1}^{N_M} H_{Mi}, \quad (5)$$

де  $N_M$  - кількість порцій молока, скинутих в молокопровід на протязі часу доїння однієї тварини.

Під час видоювання тварини вимірюється поточний час. Це дає можливість визначення важливих зоотехнічних показників тварини, а саме : час доїння  $T_D$ , тривалість латентного періоду - час між початком доїння та видоюванням 200 г молока, інтенсивності молоковиділення на протязі перших 30 с з початку доїння, інтенсивності молоковиділення на інтервалі з 30 до 60 с з початку доїння, інтенсивності молоковиділення на інтервалі з 60 до 90 с з початку доїння, миттєвого значення інтенсивності молоко виділення та середньої інтенсивності молоко виділення.

Використання розглянутого засобу вимірювання рівню молока для переносного доїльного апарату для стійлової установки дозволить відмовитись від практики періодичних контрольних видоювань тварин з метою визначення їх середнього удою.

### Література

1. М.Д. Аксененко, М.Л. Бараночников, О.В. Смолин Микроэлектронные фотоприемные устройства. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 208 с.
2. Кулаков П.І. Математична модель фотоелектричного перетворювача площа-напруга на основі пари фотодіод-операційний підсилювач. Матеріали п'ятої міжнародної НТК «Контроль і управління у складних системах». – Вінниця, 1999 - Том 2, 228 – 233 с.

### References

1. M. D. Aksenenko, M. L. Baranochnykov, O. Smolin Mykroelektronnyye fotopryemnye ustrojstva. - Moscow: Energoatomizdat, 1984. - 208 p.
2. P. Kulakov Mathematical model of photovoltaic space-based vapor pressure photodiode-operational amplifier. Materials at the international STC "Monitoring and control of complex systems" - Kiev, 1999 - Volume 2, 228 - 233 p.