

Литература

1. Забродина, О.Б. Доильный аппарат как объект управления // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2001, № 11.
2. Винников, И.К. Технологии, системы и установки для комплексной механизации и автоматизации доения коров / И. К. Винников, О. Б. Забродина, Л.П. Кормановский: под ред. Л.П. Кормановского. – зерноград, 2001. – 354 с.
3. Забродина, О.Б. Оценка переходных характеристик молоковыведения. / О.Б. Забродина, О.И. Мартыненко // Электротехнологии и электрооборудование в сельскохозяйственном производстве: сборник научных трудов АЧГАА – зерноград, 2007. – Вып.6.Т.1 С.156-159.

Abstract

They were proposed mathematical and computer simulated (programming environment of the MVTU) models of biological component of control object for adaptive automatic control system milking cows. Its parameters were received by identification method.

УДК 636.2.3:637.116

РЕГУЛЯТОР ВАКУУМА ПОД СОСКОМ ДЛЯ АДАПТИВНОЙ САУ ДОЕНИЕМ КОРОВ

А.А. Машлякевич, аспирант

*Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО Донской
государственный аграрный университет, г. зерноград,
Российская Федерация*

В данной статье рассматривается регулятор вакуума под соском для адаптивной САУ доения коров. Приведены дифференциальные уравнения, описывающие рабочий режим регулятора и его функциональная и структурная схемы.

Важным направлением совершенствования технических средств, извлекающих молоко из вымени коровы, является разработка адаптивных систем автоматизированного управления доением. Предложены способы и алгоритмы молоковыведения по долям вымени адекватного молокоотдаче [1], имеются простые, малогабаритные технические средства бесконтактного контроля интенсивности потока молока [2]. Одним из необходимых элементов такой системы является регулятор вакуума в подсосковом пространстве доильного стакана, однако исполнительные органы для регули-

рования вакуума под соском вымени проработаны недостаточно, особенно в части управления таким регулятором.

Целью исследований явилось создание регулятора вакуума под соском для адаптивной САУ доением, имеющего возможность управления по команде микроконтроллера.

За основу при разработке был принят регулятор, работающий на принципе пневматического повторителя [3], пневматическая схема которого приведена на рис. 1.

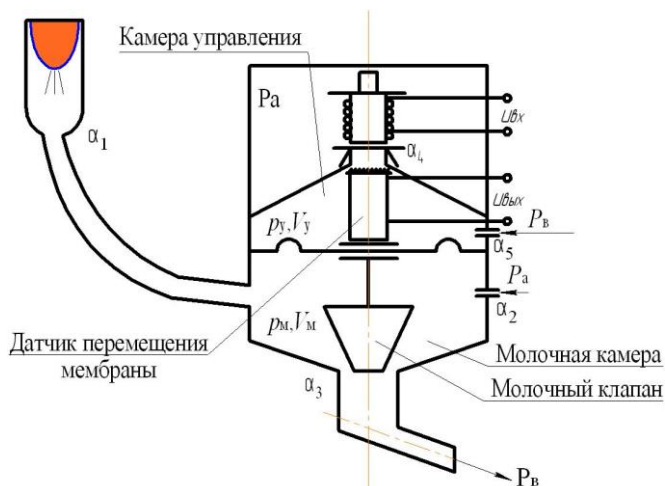


Рисунок 1 – Принципиальная схема регулятора вакуума в подсосковом пространстве доильного аппарата:

P_y – глубина вакуума в управляющей камере регулятора вакуума; P_m – глубина вакуума в молочной камере регулятора вакуума; P_a – атмосферное давление; P_v – номинальная глубина разряжения доильной установки; V_y – объём управляющей камеры; V_m – объём молочной камеры; α_1 – проводимость сфинктера соска вымени; α_2 – проводимость дросселя технологического отверстия в молочной камере; α_3 – проводимость дросселя переменного сечения молочного клапана; α_4 – проводимость дросселя переменного сечения «сопло-заслонки» микромашинного регулятора вакуума; α_5 – проводимость дросселя технологического отверстия в управляющей камере.

Для обеспечения возможности регулирования вакуума под соском в необходимых пределах – от атмосферного давления до глубины вакуума 55 кПа, управляющая камера оснащена клапаном с электромагнитным приводом и датчиком перемещения мембраны.

Управляющий сигнал на электромагнитный привод заслонки $u_{\text{вх}}$ поступает от управляющего микроконтроллера.

Функциональная схема регулятора вакуума подсосового пространства доильного стакана представлена на рисунке 2.

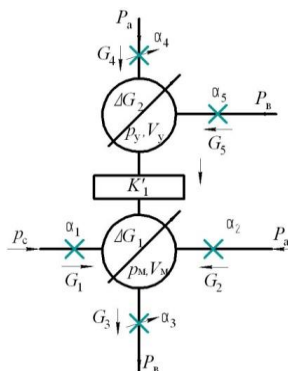


Рисунок 2 – Функциональная схема регулятора вакуума

Согласно приведённой функциональной схемы на основе принятых допущений и анализа процессов истечения в камерах регулятора получены уравнения, описывающие баланс расхода воздуха,

$$\begin{cases} \Delta G_1 = G_1 + G_2 - G_3, \\ \Delta G_y = G_4 - G_5 \end{cases} \quad (1)$$

где G_1, G_2, G_3, G_4, G_5 – расходы воздуха через дроссели в соответствии с функциональной схемой.

После подстановки уравнений расходов воздуха через соответствующие дроссели в уравнения (1), последующего дифференцирования и линеаризации, получим уравнения описывающие динамику работы регулятора:

$$T_1 \cdot \frac{dp_y}{dt} + p_y = T_2 \cdot \frac{dp_m}{dt} + k_1 \cdot \alpha_4, \quad (1)$$

$$T_3 \cdot \frac{dp_m}{dt} + p_m = T_4 \cdot \frac{dp_y}{dt} + k_2 \cdot \alpha_1 - k_3 \alpha_3 + k_4 \cdot p_c, \quad (2)$$

$$x = C_m \cdot (P_m - P_y), \quad (3)$$

где T_1, T_2, T_3, T_4 – постоянные времени;

k_1, k_2, k_3, k_4 – передаточные коэффициенты;

x – перемещение мембраны.

Постоянные времени и передаточные коэффициенты могут быть определены аналитически по выражениям:

$$T_1 = \frac{V - V_{m0} - S_{эф} \cdot P_{m0} \cdot C_m}{R \cdot T \cdot A}; \quad T_2 = \frac{S_{эф} \cdot P_{y0} \cdot C_m}{R \cdot T \cdot A}; \quad T_3 = \frac{V_{m0} - S_{эф} \cdot P_{y0} \cdot C_m}{R \cdot T \cdot B};$$

$$T_4 = \frac{P_{m0} \cdot S_{эф} \cdot C_m}{R \cdot T \cdot B}; \quad k_1 = \frac{\sqrt{P_a - P_{y0}}}{A}; \quad k_2 = \frac{P_c}{B}; \quad k_3 = \frac{\sqrt{P_{m0} - P_b}}{B}; \quad k_4 = \frac{\alpha_{10}}{B}$$

$$A = \frac{2 \cdot P_{y0} \cdot S_{эф} \cdot C_m}{R \cdot T} + \frac{\alpha_{40}}{2 \cdot \sqrt{P_a - P_{y0}}} - \frac{\alpha_5}{2 \cdot \sqrt{P_a - P_{y0}}}$$

$$B = \frac{2 \cdot P_{m0} \cdot S_{эф} \cdot C_m}{R \cdot T} - \alpha_{10} - \frac{\alpha_2}{2 \cdot \sqrt{P_a - P_{m0}}} + \frac{\alpha_{30}}{2 \cdot \sqrt{P_{m0} - P_b}}$$

$$S_m = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot (R_1^2 + R_2^2 + R_1 \cdot R_2);$$

где S_m – эффективная площадь мембраны

R_1 и R_2 – радиусы оснований конуса;

C_m – жёсткость мембраны.

На рисунке 3 приведена структурная схема регулятора вакуума, полученная с использованием уравнений (1-3). На ее основе получена компьютерная модель регулятора, разработанная в среде MBTU.

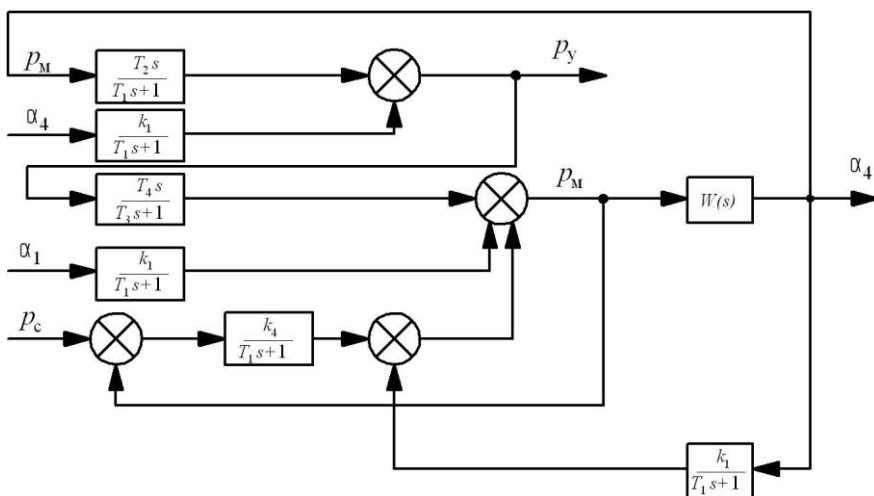


Рисунок 3 – Структурная схема регулятора вакуума

Проведенное моделирование работы регулятора вакуума и результаты лабораторного эксперимента подтвердили адекватность полученной модели регулятора и его работоспособность.

Модель регулятора в среде МВТУ позволяет оптимизировать конструкцию самого регулятора вакуума с целью улучшения качества регулирования, уменьшения колебаний вакуума в подсосковом пространстве доильного аппарата, уменьшения его габаритов и стоимости. Также появилась возможность получить общую модель адаптивной системы автоматизированного управления процессом доения коров, уточнения ее алгоритма функционирования.

Разработанная с использованием предложенного регулятора, адаптивная САУ доением защищена патентом RU 126 564, и обеспечивает молоковыведение по долям вымени адекватное молокоотдаче.

Литература

1. Забродина О.Б. Обоснование способа адаптивного управления процессом доения коров / О.Б. Забродина, О.И. Мартыненко. //Механизация, электрификация животноводства, растениеводства, № 1, 2010
2. Патент №2315473 U1, МПК А 01 J 5/01. Способ измерения расхода молока и устройство для его осуществления / О.Б. Забродина, С.А. Моренко (РФ) – №2005229218/28; заявл. 21.06.2005; опубликовано 01.07.2008, БЮЛ. №34
- 3 Винников И.К. Технологии, системы и установки для комплексной механизации и автоматизации доения коров / И. К. Винников, О. Б. Забродина, Л.П. Кормановский: Под ред. Л.П. Кормановского. – Зерноград, 2001. – 354 с.
3. Патент №126565 U1, МПК А 01 J 5/14. Устройство управления автоматизированного доильного аппарата / А.А. Машлякевич, М.Ю. Матвейкин, О.Б. Забродина, И.Н. Максаев (РФ) – №2012149482/13; заявл. 20.11.2012; опубликовано 10.04.2013, БЮЛ. №10

Abstract

This article describes the vacuum regulator of teat cup for automated control of adaptive control system milking cows. They were listed differential equals describing working condition of vacuum regulator and his functional and structure principals.