

МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕТЫРЕХКАМЕРНОГО КОЛЛЕКТОРА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

П. Ю. КРУПЕНИН, Д. К. ГУПАЛО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 01.11.2019)

Сложность современных технологических и технических элементов процесса машинного доения увеличивает нагрузку на операторов, снижает эффективность их работы и, как следствие, повышает вероятность возникновения отклонений от стандартов выполнения ручных операций при машинном доении коров. Одним из технических решений, позволяющих разгрузить операторов машинного доения, является доильный аппарат IQ, оснащенный четырехкамерным коллектором с запорными клапанами. Такая конструкция коллектора не допускает чрезмерного подсоса воздуха в систему транспортирования молока при надевании доильных стаканов, что облегчает труд операторов машинного доения и минимизирует влияние человеческого фактора.

Поскольку доильный аппарат IQ является сравнительно новым оборудованием, в научно-методической литературе отсутствует методика обоснования параметров его коллектора, что снижает эффективность изучения принципов работы современного оборудования студентами и магистрантами инженерных специальностей. С целью устранения указанного пробела, в статье предложены математические модели, увязывающие размеры проточной части коллектора и конструктивные параметры клапанов с ключевыми характеристиками доильного аппарата: расход воздуха через неодетый на соски доильный аппарат, время открывания клапана при надевании доильного стакана и время автоматического закрывания клапана в случае спадания доильного стакана с сосков вымени. Выполненные расчеты показывают, что при разрежении в вакуумной системе доильной установки на уровне -40 кПа и площади поперечного сечения перепускного канала коллектора $0,3...0,8$ мм² расход воздуха одним доильным аппаратом составит $1,1...3,2$ м³/ч. Для обеспечения быстрого действия клапанов коллектора в фазе открытия $0,7...2,3$ с и закрытия $0,1...0,6$ с значения конструктивных параметров клапанного узла коллектора составляют: масса шарика клапана – $3...5$ г, угол наклона дна молочной камеры коллектора к горизонтали – $20...30^\circ$.

Ключевые слова: доильный аппарат, коллектор, клапан, расход воздуха, быстродействие.

The complexity of modern technological and technical elements of the machine milking process increases the load on operators, reduces the efficiency of their work and, as a result, increases the likelihood of deviations from the standards for manual operations during machine milking of cows. One of the technical solutions to relieve machine milking operators is the IQ milking machine, equipped with a four-chamber collector with shut-off valves. This design of the collector does not allow excessive intake of air into the milk transportation system when donning milking cups, which facilitates the work of machine milking operators and minimizes the influence of human factor.

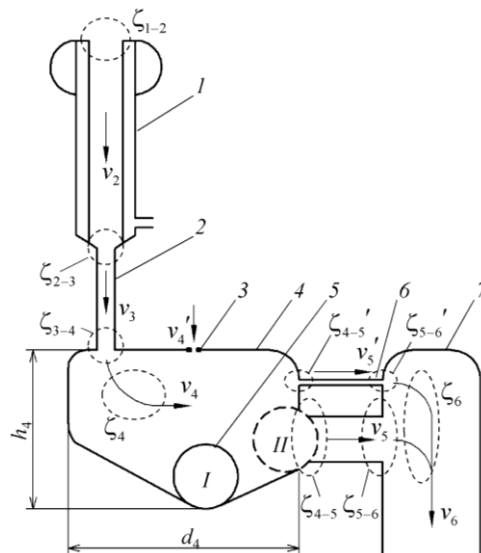
Since the IQ milking machine is a relatively new equipment, in the scientific and methodological literature there is no methodology for substantiating the parameters of its collector, which reduces the effectiveness of studying the principles of modern equipment by students and undergraduates in engineering specialties. In order to eliminate this gap, the article proposes mathematical models that link the dimensions of the collector flow path and design parameters of the valves with key characteristics of milking machine: air flow through an unclothed milking machine, the opening time of the valve when putting on the milking cup, and the time of automatic closing of the valve in case of falling off the teat cup from the nipples of the udder. The calculations show that when the vacuum in the vacuum system of the milking unit is low - 40 kPa and the cross-sectional area of the collector bypass channel is $0.3 ... 0.8$ mm², the air consumption per milking machine will be $1.1 ... 3.2$ m³ / h. To ensure the speed of collector valves in the opening phase of $0.7 ... 2.3$ s and closing $0.1 ... 0.6$ s, the values of design parameters of collector valve will be: the weight of the valve ball is $3 ... 5$ g, the angle of inclination of the bottom of milk chamber of the collector to horizontal - $20 ... 30^\circ$.

Key words: milking machine, collector, valve, air flow, speed.

Введение

IQ

Основная часть



1 . 1. 2 6 3 7 4 4 1 5 I

II
I
7.
7
4
I
6
5



$$p_1 = p_6 + \frac{\alpha \rho_p v_6^2}{2} + \sum \Delta p \quad (1)$$

$\sum \Delta p$

. 1:

$$\sum \Delta p = \Delta p_{1-2} + \Delta p_{2-3} + \Delta p_{3-4} + \Delta p_4 + \Delta p_{4-5}' + \Delta p_{5-6}' + \Delta p_6 \quad (2)$$

$$\Delta p_{1-2} = \rho \zeta_{1-2} \frac{v_2^2}{2}; \Delta p_{2-3} = \rho \zeta_{2-3} \frac{v_3^2}{2}; \Delta p_{3-4} = \rho \zeta_{3-4} \frac{v_4^2}{2}; \Delta p_4 = \rho \zeta_4 \frac{v_4^2}{2};$$

$$\Delta p_{4-5}' = \rho \zeta_{4-5}' \frac{v_5'^2}{2}; \Delta p_{5-6}' = \rho \zeta_{5-6}' \frac{v_6'^2}{2}; \Delta p_6 = \rho \zeta_6 \frac{v_6^2}{2} \quad (3)$$

$\zeta_{1-2}, \zeta_{2-3}, \zeta_{3-4}, \zeta_4, \zeta_{4-5}', \zeta_{5-6}', \zeta_6$,
 . 1; v_2, v_3, v_4, v_5', v_6 ,

ζ_{1-2}
 161 163].

$$\zeta_{2-3} = 0,5 \left(1 - \frac{S_3}{S_2} \right); \zeta_{3-4} = \left(\frac{S_4}{S_3} - 1 \right)^2; \zeta_{4-5}' = 0,5 \left(1 - \frac{S_5'}{S_4} \right); \zeta_{5-6}' = \left(\frac{S_6}{S_5'} - 1 \right)^2,$$

S_2, S_3, S_4, S_5', S_6

2.

$$v_2, v_3, v_4, v_5'$$

$$v_2 = v_6 \frac{S_6}{S_2}; v_3 = v_6 \frac{S_6}{S_3}; v_4 = v_6 \frac{S_6}{S_4}; v_5' = v_6 \frac{S_6}{S_5'}. \quad (4)$$

$$v_6 = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_6)}{\rho_p \left(\alpha + \zeta_{1-2} \frac{S_6^2}{S_2^2} + \zeta_{2-3} \frac{S_6^2}{S_3^2} + (\zeta_{3-4} + \zeta_4) \frac{S_6^2}{S_4^2} + \zeta_{4-5}' \frac{S_6^2}{S_5'^2} + \zeta_{5-6}' + \zeta_6 \right)}}. \quad (5)$$

$$Q_a = 4v_6 S_6. \quad (6)$$

40

Q_a

$$p_6 = 0,6 \cdot 10^5$$

S_1, S_6

IQ

6

$$1) S_5' = (0,3 \dots 0,8) \cdot 10^{-6} \cdot 10^3$$

I

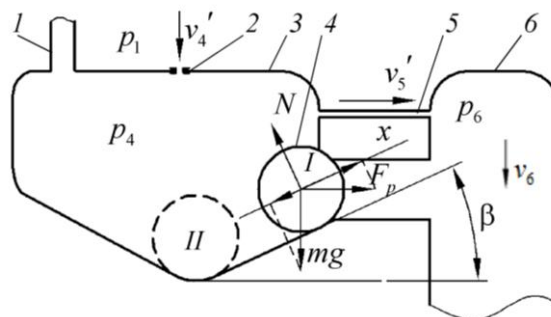
3

6

I

5

6



I

4

2

5

6

3

$x:$

$$mg \sin \beta = F_p \cos \beta, \quad (7)$$

$$F_p = p_{4-6} S_5, \quad (8)$$

$$p_{4-6} = \frac{mg}{S_5} \operatorname{tg} \beta. \quad (9)$$

$$(V_2 + V_3 + V_4) p_1 = (V_2 + V_3 + V_4 - V + V)(p_1 + p_6), \quad (10)$$

$$V = \bar{v}' S' t = \mu S' t \sqrt{\frac{2p_{1-4}}{\rho_p}}, \quad (11)$$

$$\bar{p}_{1-4} = \frac{p_1 - (p_6 + p_{4-6})}{2}. \quad (12)$$

$$V_o = \bar{v}_6 S_6 t_o, \quad (13)$$

$$\bar{v}_6 = \sqrt{\frac{2(\bar{p}_4 - p_6)}{\rho_p \left(\alpha + \zeta_{2-3} \frac{S_6^2}{S_3^2} + (\zeta_{3-4} + \zeta_4) \frac{S_6^2}{S_4^2} + \zeta_{4-5} \frac{S_6^2}{S_5'^2} + \zeta_{5-6} + \zeta_6 \right)}}, \quad (14)$$

$$\bar{p}_4 = \frac{p_1 + (p_6 + p_{4-6})}{2}. \quad (15)$$

$$v_4 = \frac{Q}{d_4 h_4}, \quad (21)$$

$$Q_3 = v_6 S$$

$$v_4 = \frac{v_6 S}{d_4 h_4}. \quad (22)$$

$$\zeta_{4-5} = 0,5 \left(1 - \frac{S_5}{S_4} \right); \quad \zeta_{5-6} = \left(\frac{S_6}{S_5} - 1 \right)^2, \quad (23)$$

$$m = \dots =$$

Заклучение

ЛИТЕРАТУРА

1. - 2014. 140.
2. - -
- 3.
- 4.
- 5.