

Doi: [10.15863/TAS](https://doi.org/10.15863/TAS)

## International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2014 Issue: 12 Volume: 20

Published: 30.12.2014 <http://www.T-Science.org>

**Vitaliy Anatolyevich Grinchenko**  
PhD in Engineering Science, Senior lecturer  
Chair of Use of Electric Energy in Agriculture  
Stavropol State Agrarian University, Russia  
[grinchen\\_ko@mail.ru](mailto:grinchen_ko@mail.ru)

SECTION 23. Agriculture. Agronomy. The  
technique.

### PROCESSES PRESSURE VARIATIONS IN THE A MILKING MACHINE

**Abstract:** The paper proposes a method for determining the duration of the processes of expiration and leakage of air into the chamber milking cup during milking animals. Derived regularities allow obtaining the optimal design parameters of the pulsator milking machine with controlled duration transients.

**Key words:** milking machine, a vacuum between the walls of the chamber, milking cup, valve, pulsator, transition vacuum.

**Language:** Russian

**Citation:** Grinchenko VA (2014) PROCESSES PRESSURE VARIATIONS IN THE A MILKING MACHINE. ISJ Theoretical & Applied Science 12 (20): 86-89. doi: <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.12.20.18>

#### ПРОЦЕССЫ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ДОИЛЬНОМ АППАРАТЕ

**Аннотация:** В статье предлагается метод определения длительности процессов истечения и натекания воздуха в межстенной камере доильного стакана во время доения животных. Выведенные закономерности позволяют получить оптимальные конструктивные параметры пульсатора доильного аппарата с управляемой длительностью переходных процессов.

**Ключевые слова:** доильный аппарат, вакуум, межстенная камера, доильный стакан, клапан, пульсатор, переходный процесс.

Истечение и натекание воздуха в межстенной камере доильного стакана влияет на деформацию сосковой резины, которая изменяет объем камер доильного стакана при доении. Эти

процессы можно описать как истечение и натекание воздуха в камеры большого объема с постоянным давлением [1, 2]:

$$\frac{P_{ATM}}{P_i} d\left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right) = -\frac{\mu\varphi S_0(S_3)}{V_i} \sqrt{P_{ATM} v_{ATM}} dt - \frac{dV_i}{V_i}, \quad (1)$$

$P_{ATM}$  – атмосферное давление;  
 $P_i$  – переменное давление в межстенных камерах;  
 $\mu$  – коэффициент расхода воздуха;  
 $\varphi$  – функция расхода воздуха;  
 $S_0(S_3)$  – площадь сечения линии истечения (натекания) воздуха;  
 $V_i$  – объем межстенной камеры и трубок доильного аппарата;  
 $v_{ATM}$  – удельный объем воздуха при атмосферном давлении.

Процессы движения воздуха в доильном аппарате считаются изотермическими, поскольку

температура окружающей среды и температура воздуха в доильном аппарате отличается незначительно, а время процессов истечения и натекания сравнительно велико. Коэффициент расхода  $\mu$  воздуха при истечении или натекании воздуха определяется выражением:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{N\left(\lambda \frac{l_T}{D_T} + \varepsilon_C\right)}}. \quad (2)$$

Функция расхода воздуха  $\varphi$  при изотермическом течении газа, которое имеет место в доильном аппарате, будет равна [3]:

$$\varphi = \sqrt{\frac{I - \left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right)^2}{\varepsilon_{KM} - 2 \ln\left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right)}}, \quad (3)$$

где  $\varepsilon_{KM}$  – коэффициент сопротивления клапанного механизма пульсатора.

При нормальных условиях  $v_{ATM} = 0,773 \text{ м}^3/\text{кг}$  [4].

В межстенных камерах двухтактных доильных аппаратах объем системы истечения изменяется в пределах от  $V$  до  $V_0$

пропорционально отношению давлений  $P_i / P_{ATM}$  [1], то есть:

$$V_i = V + (V_0 - V) \frac{P_i}{P_{ATM}}. \quad (4)$$

Продифференцировав (4), получим:

$$dV_i = (V_0 - V) d\left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right). \quad (5)$$

Истечение воздуха из межстенной камеры происходит через отверстие в перегородке пульсатора площадью  $S_0$  поперечного сечения. Поэтому уравнение, которое описывает истечение воздуха из межстенной камеры примет вид [5]:

$$\frac{V d\left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right)}{\frac{P_i}{P_{ATM}}} + 2(V_0 - V) d\left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right) = -\mu\varphi S_0 \sqrt{P_{ATM} v_{ATM}} dt. \quad (6)$$

Решив (6), получим:

$$V \ln\left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right) + 2(V_0 - V) \left(I - \frac{P_i}{P_{ATM}}\right) = \mu\varphi S_0 \sqrt{P_{ATM} v_{ATM}} t. \quad (7)$$

Тогда продолжительность истечения воздуха из межстенной камеры равна:

$$t_a = \frac{V \ln\left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right) + 2(V_0 - V) \left(I - \frac{P_i}{P_{ATM}}\right)}{\mu\varphi S_0 \sqrt{P_{ATM} v_{ATM}}}. \quad (8)$$

Выражение (8) описывает длительность процесса истечения воздуха и демонстрирует, что этот процесс зависит от объема межстенной камеры, габаритов системы истечения и площади

отверстия, через которое происходит истечение воздуха [6].

При натекании воздуха площадь поперечного сечения атмосферного канала, через который в межстенную камеру поступает атмосферный воздух, постепенно увеличивается, изменяясь от нуля до  $S_{3 \text{ MAX}}$  при  $X_I \rightarrow \text{MAX}$ . Это происходит за промежуток времени  $t_c$  [7]. Поэтому уравнение, описывающее процесс натекания воздуха в межстенную камеру доильных стаканов усовершенствованного доильного аппарата, примет вид [8, 9]:

$$\frac{P_{ATM}}{P_i} d\left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right) = \frac{\mu\varphi S_3 \sqrt{P_{ATM} v_{ATM}} dt}{\frac{P_i}{P_{ATM}} \left(V + (V_0 - V) \frac{P_i}{P_{ATM}}\right)} - \frac{(V_0 - V) d\left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right)}{V + (V_0 - V) \frac{P_i}{P_{ATM}}}. \quad (9)$$

Упростив (9), получим:

$$Vd\left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right) + 2(V_0 - V)\frac{P_i}{P_{ATM}}d\left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right) = \mu\phi S_3 \sqrt{P_{ATM} v_{ATM}} dt. \quad (10)$$

Решив (10), получим:

$$\begin{aligned} & V\left(\left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right)_{MAX} - \frac{P_i}{P_{ATM}}\right) + (V_0 - V)\left(\left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right)_{MAX}^2 - \left(\frac{P_i}{P_{ATM}}\right)^2\right) = \\ & = \frac{\pi\mu\phi\sqrt{P_{ATM}v_{ATM}}t}{8\sqrt{3}X_l} \left[ \frac{1}{\sqrt{3}} \left[ \left( D_A - \frac{X_l}{2\sqrt{3}} \right)^2 + \left( \frac{X_l}{2} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}} - D_A^3 \right] + \\ & + \frac{15D_A}{8X_l} \left( \frac{2X_l^2}{3} - \frac{D_A X_l}{\sqrt{3}} \right) \sqrt{\left( D_A - \frac{X_l}{2\sqrt{3}} \right)^2 + \left( \frac{X_l}{2} \right)^2} + \frac{5\sqrt{3}D_A^3}{8} + \\ & + \frac{15\sqrt{3}D_A^3}{16} \ln t \left[ \ln \left[ 1 - \frac{D_A\sqrt{3}}{2X_l} + \frac{\sqrt{3}}{X_l} \sqrt{\left( D_A - \frac{X_l}{2\sqrt{3}} \right)^2 + \left( \frac{X_l}{2} \right)^2} \right] - \ln \frac{D_A\sqrt{3}}{2X_l} \right]. \end{aligned} \quad (11)$$

Учитывая взаимосвязь диаметра  $D_A$  атмосферного канала с перемещением  $X_l$  клапана пульсатора, получим:

$$\begin{aligned} & \left[ \left( \left( \frac{P_i}{P_{ATM}} \right)_{MAX} - \frac{P_i}{P_{ATM}} \right) \left[ V + (V_0 - V) \left( \left( \frac{P_i}{P_{ATM}} \right)_{MAX} + \frac{P_i}{P_{ATM}} \right) \right] \right] = \\ & = \frac{\pi\mu\phi\sqrt{P_{ATM}v_{ATM}}X_l^2(7,418 - 1,797X_l^2)t}{24}. \end{aligned} \quad (12)$$

Из (12) выразим длительность  $t_C$  процесса натекания воздуха в межстенную камеру:

$$t_C = \frac{24 \left[ \left( \left( \frac{P_i}{P_{ATM}} \right)_{MAX} - \frac{P_i}{P_{ATM}} \right) \left[ V + (V_0 - V) \left( \left( \frac{P_i}{P_{ATM}} \right)_{MAX} + \frac{P_i}{P_{ATM}} \right) \right] \right]}{\pi\mu\phi\sqrt{P_{ATM}v_{ATM}}X_l^2(7,418 - 1,797X_l^2)}. \quad (13)$$

Из выражения (13) видно, что длительность процесса натекания зависит не только от объема межстенной камеры и габаритов системы истечения, но и от динамики перемещения клапана пульсатора. Управление клапаном пульсатора предлагается осуществлять линейным электродвигателем. Применение разработанного пульсатора с управляемыми переходными процессами в межстенных камерах доильных стаканов позволяет получить технологию машинного доения с «скадющим» режимом. При

этом длительность фазы с равна 120 мс, что в два раза больше, чем в существующих установках и соответствует физиологическим особенностям процесса молокоотдачи у коров [10]. Усовершенствованный доильный аппарат с разработанным пульсатором уменьшает негативное влияние машинного доения на организм животных, повышает продуктивность коров, снижает возникновение маститов и выбраковку заболевших животных.

## References:

1. Krasnov IN (1974) Doil'nye apparaty / I. N. Krasnov. – Rostov-na-Donu: Izd-vo Rostovskogo universiteta, 1974. – 228.
2. Krasnov IN (2009) Mehanizacija proizvodstva, pervichnoj obrabotki i pererabotki moloka / I. N. Krasnov. – Rostov-na-Donu: Terra Print, 2009. – 158.
3. Donskoj AS (2009) Matematicheskoe modelirovanie processov v pnevmaticeskikh privodah / A. S. Donskoj. – SPb.: SPbGPU, 2009. – 121.
4. Bolgarskij AV (1975) Termodinamika i teploperedacha / A. V. Bolgarskij, G. A. Muhachev, V. K. Shhukin. – Moscow: Vysshaja shkola, 1975. – 495.
5. Grinchenko VA (2011) Obosnovanie konstruktivno-rezhimnyh parametrov doil'nogo apparata s jelektropul'satorom na osnove linejnogo dvigatelja: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.20.01 – Tehnologii i sredstva mehanizacii sel'skogo hozjajstva, 05.20.02 – Jelektrotehnologii i jelektrooborudovanie v sel'skom hozjajstve. – Stavropol', 2011. – 197.
6. Grinchenko VA, Laguta II (2014) Problemy mashinnogo doenija i puti ih reshenija // Novye zadachi tehniceskikh nauk i puti ih reshenija. – Ufa: Ajeterna, 2014. – pp. 17-18.
7. Grinchenko VA (2009) Ob usovershenstvovanii jelektropul'satora dlja mashinnogo doenija // Tehnika i tehnologija. – 2009. – №1. – pp. 27.
8. (2008) Pat. 79236 Rossijskaja Federacija, MPK8 A 01 J 5/14. Jelektromagnitnyj pul'sator doil'nogo apparata / Nikitenko G. V., Grinchenko V. A.; zajavitel' i patentoobladatel' Stavrop. gos. agrar. un-t. - № 2008132309/22; zajavl. 05.08.08; opubl. 27.12.08.
9. (2013) Pat. 126563 Rossijskaja Federacija, MPK8 A 01 J 5/14. Jelektropul'sator doil'nogo apparata dvojnogo dejstvija / Nikitenko G. V., Kapustin I. V., Grinchenko V. A.; zajavitel' i patentoobladatel' Stavrop. gos. agrar. un-t. - № 2012123542/13; zajavl. 06.06.12; opubl. 10.04.13.
10. Nikitenko GV, Grinchenko VA (2011) Optimizacija rezhima doenija korov // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. - 2011. - №7. - pp. 11-12.